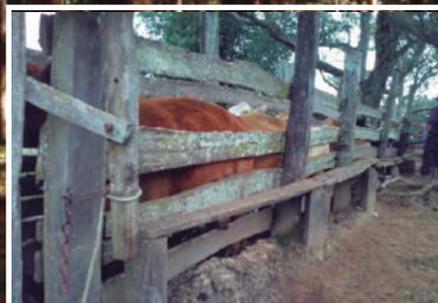




INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA

URUGUAY



**CONTROL SUSTENTABLE DE
PARÁSITOS EN
CONDICIONES DE
SILVOPASTOREO CON
ÉNFASIS EN GARRAPATA
RHIPICEPHALUS
(*BOOPHILUS*) *MICROPLUS* Y
HEMOPARÁSITOS**

Junio, 2019

SERIE
FPTA-INIA

80

CONTROL SUSTENTABLE DE PARÁSITOS EN CONDICIONES DE SILVOPASTOREO CON ÉNFASIS EN GARRAPATA *RHIPICEPHALUS* (*BOOPHILUS*) *MICROPLUS* Y HEMOPARÁSITOS

Proyecto FPTA 338

Líder del Proyecto:

Ulises Cuore - MGAP - DILAVE

Integrantes Grupo de Trabajo:

María A. Solari - MGAP - DILAVE
Rafael Carriquiry - Facultad de Veterinaria - Plan Agropecuario
Diego Petruccelli - SINERVIA - LIMOR
Miguel Lezama - SINERVIA - LIMOR
Giovanni Mojica - LIMOR - Colombia
Ramón Mendoza - MGAP - DGSG
Alfredo Trelles - MGAP - DILAVE
Eduardo Rizzo - MGAP - DILAVE
Fabián Pedrozo - MGAP - DILAVE
Leticia Luengo - MGAP - DGSG
Jaime Sanchis - Ejercicio Liberal (contratado)
Conrado Rodríguez - Ejercicio Liberal (contratado)
Daniel Martínez - MGAP - Sanidad Animal (Rivera)
María Elisa García - MGAP - Sanidad Animal (Rivera)
Ricardo Rosano - DILAVE - Regional Norte
Santiago Losiewicz - Estudiante (contratado FPTA 334)
Tatiana Saporiti - Ejercicio Liberal (pasante DILAVE Dpto. Parasitología)
Sebastián Vallejo - (estadístico contratado)

Instituciones Asociadas

Facultad de Veterinaria
Instituto Plan Agropecuario
Sociedad Fomento Rural de Rivera
Empresas Forestales (CAMBIUM, WEYERHAEUSER, COFUSA, FORESTAL ORIENTAL)

Estudiantes Tesistas (Facultad de Veterinaria)

Juan Ignacio Bove
Jorge Alonso
Leonardo Dutra

Instituciones Colaboradoras - Laboratorios:

Biogénesis Bagó (Horacio Mederos)
La Buena Estrella (Francisco Ortiz - Pablo Bayardo)
Merial (Mauricio Alonso - Diego Irazoqui)
Nutritec (Javier Albano)
Novartis (Julio Reggi)

Título: CONTROL SUSTENTABLE DE PARÁSITOS EN CONDICIONES DE SILVOPASTOREO CON ÉNFASIS EN GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* Y HEMOPARÁSITOS.

Líder del Proyecto:

Ulises Cuore - MGAP - DILAVE

Integrantes Grupo de Trabajo:

María A. Solari - MGAP - DILAVE
Rafael Carriquiry - Facultad de Veterinaria - Plan Agropecuario
Diego Petruccelli - SINERVIA - LIMOR
Miguel Lezama - SINERVIA - LIMOR
Giovanni Mojica - LIMOR - Colombia
Ramón Mendoza - MGAP - DGSG
Alfredo Trelles - MGAP - DILAVE
Eduardo Rizzo – MGAP - DILAVE
Fabián Pedrozo – MGAP - DILAVE
Leticia Luengo – MGAP – DGSG
Jaime Sanchis – Ejercicio Liberal (contratado)
Conrado Rodríguez – Ejercicio Liberal (contratado)
Daniel Martínez – MGAP – Sanidad Animal (Rivera)
María Elisa García – MGAP – Sanidad Animal (Rivera)
Ricardo Rosano – DILAVE – Regional Norte
Santiago Losiewicz – Estudiante (contratado FPTA 334)
Tatiana Saporiti – Ejercicio Liberal (pasante DILAVE Dpto. Parasitología)
Sebastián Vallejo – (estadístico contratado)

Instituciones Asociadas

Facultad de Veterinaria
Instituto Plan Agropecuario
Sociedad Fomento Rural de Rivera
Empresas Forestales (CAMBIUM, WEYERHAEUSER, COFUSA, FORESTAL ORIENTAL)

Estudiantes Tesistas (Facultad de Veterinaria)

Juan Ignacio Bove
Jorge Alonso
Leonardo Dutra

Instituciones Colaboradoras - Laboratorios:

Biogénesis Bagó (Horacio Mederos)
La Buena Estrella (Francisco Ortiz – Pablo Bayardo)
Merial (Mauricio Alonso – Diego Irazoqui)
Nutritec (Javier Albano)
Novartis (Julio Reggi)

Serie: FPTA N° 80

© 2019, INIA

ISBN: 978-9974-38-428-6

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Depósito Legal: 373.881/19

IMPRESO EN LA R. O. DEL URUGUAY
Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L.
Cassinoni 1629/804 - Teléfono 2402 2010
Montevideo - Uruguay
Email: libreriaperi@hemisferiosur.com.uy
<http://www.hemisferiosur.com.uy>
Facebook: Librería Peri

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto - Presidente

Ing. Agr., Mag. Mariana Hill - Vicepresidenta



Ing. Agr. Jaime Gomes de Freitas

Ing. Agr. Rafael Secco



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA) fue instituido por el artículo 18° de la ley 16.065 (ley de creación del INIA), con el destino de financiar proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario del Uruguay, no previstos en los planes del Instituto.

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 40/00 del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

EL FPTA es un instrumento para financiar la ejecución de proyectos de investigación en forma conjunta entre INIA y otras organizaciones nacionales o internacionales, y una herramienta para coordinar las políticas tecnológicas nacionales para el agro.

Los proyectos a ser financiados por el FPTA pueden surgir de propuestas presentadas por:

a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.

b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.

c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

En todos los casos, la Junta Directiva del INIA decide la aplicación de recursos del FPTA para financiar proyectos, de acuerdo a su potencial contribución al desarrollo del sector agropecuario nacional y del acervo científico y tecnológico relativo a la investigación agropecuaria.

El INIA a través de su Junta Directiva y de sus técnicos especializados en las diferentes áreas de investigación, asesora y facilita la presentación de proyectos a los potenciales interesados. Las políticas y procedimientos para la presentación de proyectos son fijados periódicamente y hechos públicos a través de una amplia gama de medios de comunicación.

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos. De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

El Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria contribuye de esta manera a la consolidación de un sistema integrado de investigación agropecuaria para el Uruguay.

A través del Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria (FPTA), INIA ha financiado numerosos proyectos de investigación agropecuaria a distintas instituciones nacionales e internacionales. Muchos de estos proyectos han producido resultados que se integran a las recomendaciones tecnológicas que realiza la institución por sus medios habituales.

En esta serie de publicaciones, se han seleccionado los proyectos cuyos resultados se considera contribuyen al desarrollo del sector agropecuario nacional. Su relevancia, el potencial impacto de sus conclusiones y recomendaciones, y su aporte al conocimiento científico y tecnológico nacional e internacional, hacen necesaria la amplia difusión de estos resultados, objetivo al cual se pretende contribuir con esta publicación.

JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Las enfermedades que afectan a los animales y que pueden representar una limitante productiva al sector primario o que afecten la salud pública por ser zoonosis o por representar un riesgo en la inocuidad de los alimentos han sido de estudio prioritario por parte del Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca desde principios del siglo XX.

La Compilación de Trabajos Científicos del Dr. Miguel C. Rubino editado por la Impresora Uruguaya en 1946 dan prueba de ello y fue la síntesis de una trayectoria de invaluable aporte a la profesión veterinaria.

Las actuales líneas de trabajo desarrolladas en el Departamento de Parasitología de la DILAVE «Miguel C. Rubino» fueron delineadas a partir la década de 1970, el seguimiento de esta trayectoria con base en estudios epidemiológicos, mejoramiento del diagnóstico, producción de biológicos y el control integrado de las parasitosis, le dieron fortaleza y méritos al Departamento que posibilitaron la nominación por parte de la FAO como Centro de Referencia Regional en Resistencia parasitaria y Hemoparásitos.

Fruto de este trabajo, actualmente se dispone de una cantidad de publicaciones científicas y de divulgación que sirven de base para un plan racional de control de las parasitosis.

En las enfermedades que fueron establecidas por ley como Campañas Reglamentadas, la generación del conocimiento debe estar presente constantemente dado que se debe dar respuesta a los nuevos desafíos que se presentan.

En el presente proyecto se abordó el estudio de las parasitosis en lo que representó un nuevo sistema productivo para el país, la producción de carne en un Sistema Forestal Pastoril.

Conocer la epidemiología y proponer un control sostenible en predios comerciales del Departamento de Rivera fueron los desafíos planteados en proyecto INIA FPTA 338 denominado «Control sustentable de parásitos en condiciones de silvopastoreo con énfasis en garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y hemoparásitos».

La presente publicación consta de artículos de divulgación y científicos con la finalidad de poner a disposición de los productores, estudiantes y veterinarios un conocimiento que pueden ser la base de una metodología de trabajo.

ÍNDICE GENERAL

Página

Componente I. CONTROL SUSTENTABLE DE PARÁSITOS EN CONDICIONES DE SILVOPASTOREO CON ÉNFASIS EN GARRAPATA Y HEMOPARÁSITOS

Resumen	11
1. Introducción	11
2. Hipótesis	12
3. Propuesta conceptual del proyecto con énfasis en garrapata y hemoparásitos	12
4. Materiales y métodos	13
5. Resultados	17
6. Discusión	27
7. Conclusiones	32
8. Consideraciones generales	32
9. Agradecimientos	33
10. Bibliografía	33

Componente II. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO DE LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* EN UN SISTEMA FORESTAL

Resumen	35
1. Introducción	35
2. Hipótesis	36
3. Materiales y métodos	36
4. Resultados	37
5. Discusión	42
6. Conclusiones	44
7. Bibliografía	44

Componente III. ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO EN LA TRANSMISIÓN DE LA *BABESIA BOVIS* POR LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS*

Resumen	47
1. Introducción	47
2. Hipótesis	48
3. experimental	48
4. Materiales y métodos	49
5. Resultados	52
6. Discusión	54
7. Conclusiones	55
8. Bibliografía	55

Componente IV. ESTUDIO DE LA EFICACIA DE UNA VACUNA CONTRA LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* DURANTE CUATRO GENERACIONES CONSECUTIVAS

Resumen	57
1. Introducción	57
2. Hipótesis	58
3. Diseño experimental	58
4. Materiales y métodos	59
5. Resultados	60
6. Discusión	64
7. Conclusiones	64
8. Bibliografía	64

Componente V. INCIDENCIA DE LA GARRAPATA *RHIPICEPHALUS (BOOPHILUS) MICROPLUS* EN EL PESO VIVO DE BOVINOS

Resumen	67
1. Introducción	67
2. Hipótesis	68
3. Materiales y métodos	68
4. Resultados	71
5. Discusión	74
6. Conclusiones	75
7. Bibliografía	75

Componente VI. SOBREVIDA DE LARVA 3 Y PUPAS DE *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX* EXPUESTAS EXPERIMENTALMENTE DURANTE LOS MESES DE INVIERNO EN UN ECOSISTEMA FORESTAL

Resumen	77
1. Introducción	77
2. Hipótesis	78
3. Diseño experimental	78
4. Materiales y métodos	78
5. Resultados	79
6. Discusión	82
7. Conclusiones	82
8. Bibliografía	83

Componente VII. GUÍA PRÁCTICA DE PROCEDIMIENTO PARA EL CONTROL DE LAS PARASITOSIS EN BOVINOS

1. Elaboración de un plan de control en un establecimiento comercial	85
2. Planteo teórico de una estrategia de control	85
3. Aplicación del Plan	86
Glosario de términos	88

Ulises Cuore, María A. Solari,
Alfredo Trelles, Rafael Carriquiry,
Ramón Mendoza, Leticia Luengo,
Jaime Sanchis, Eduardo Rizzo,
Fabian Pedrozo, Diego Petruccelli,
Conrado Rodríguez, María E.
García, Daniel Martínez, Ricardo
Rosano, Tatiana Saporiti

Componente I

Control sustentable de parásitos en condiciones de silvopastoreo con énfasis en garrapata y hemoparásitos

Proyecto FPTA 338

Período de ejecución: Julio 2015-Agosto 2018

RESUMEN

Se llevó a cabo un proyecto de investigación parasitaria durante tres años, en nueve predios comerciales del Departamento de Rivera bajo un sistema productivo de silvopastoreo. El énfasis se puso en la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y hemoparásitos con desarrollo en el conocimiento epidemiológico, su control e impacto en la producción. Se aplicó una estrategia de tratamientos estableciendo un umbral de carga parasitaria en animales centinelas basado en los conocimientos epidemiológicos generados en Uruguay, la utilización de biológicos para el control de la garrapata y los hemoparásitos. Con la metodología aplicada se logró disminuir a la mitad los tratamientos acaricidas, se controló la ocurrencia de brotes y se finalizó sin muertes por hemoparásitos. No se encontró pérdida de peso atribuible a la acción de la garrapata. El control biológico de la vacuna contra la garrapata, al cabo de 4 generaciones, alcanzó un 54% de eficacia global. Se encontraron diferencias en la ecología de la garrapata comparando el ecosistema pastoril tradicional a cielo abierto al de silvopastoreo, donde existe un doble refugio favoreciéndose la tasa de encuentro. A pesar de las diferencias epidemiológicas, la estrategia de los tratamientos no difiere de los conocimientos previamente generados. Las dificultades que impone el

manejo en un predio forestal y las prácticas de las empresas forestales implican otras diferencias en relación a un sistema pastoril tradicional.

Palabras claves: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, hemoparásitos, animales centinelas, umbral, control, silvopastoreo.

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, a partir de la aprobación de la ley forestal en 1987 se produjo un incremento del área forestada, generándose un sistema productivo con un mayor grado de biodiversidad de tipo agro – silvo – pastoril.

La mayoría de las plantaciones fueron implantadas a principios de los años 90 siendo la región noreste la más representativa del sector (Departamentos de Tacuarembó y Rivera), sobre suelos de areniscas, donde se han forestado más de 300.000 ha dando lugar a un nuevo ambiente modificado. En menor magnitud en los Departamentos de Cerro Largo, Durazno y Litoral Oeste, fundamentalmente en Paysandú, Río Negro presentan áreas forestadas, si bien en otros departamentos también existe este tipo de emprendimiento productivo como son las zonas Sur y Sureste de Soriano, Lavalleja, Maldonado, Florida y Rocha (MGAP, 2015).

En la región noreste la producción forestal se presenta asociada con ganadería de carne en suelos de prioridad forestal. En el litoral Oeste (Soriano y Río Negro) tienen la ventaja de la cercanía de las industrias y puertos de embarque.

Las características de este sector son de 1,841 millones de hectáreas (54% plantado y 46% monte natural), siendo el potencial máximo 3,3 millones de suelos con prioridad forestal, por lo cual aún se continúa forestando (MGAP – DIEA, 2015). La exportación en 2018, alcanzó la cifra de 1.660 millones de dólares, siendo uno de los principales rubros en el país, equiparándose con la carne que representó 1.629 millones de dólares (Uruguay XXI, 2018).

En este escenario, los ganaderos han adaptado estrategias y prácticas silvopastoriles, que han dado lugar a un nuevo sistema ganadero, denominado Sistemas Pecuarios en Forestación (SPF). Se estima que 1200 productores ganaderos desarrollan este tipo de explotación, estando el 72% en zona de garrapata y aproximadamente 300 establecimientos en la zona noreste del país (Carriquiry, 2011).

Como en todo sistema productivo existen vulnerabilidades, las percibidas por los responsables de los SPF, incluyen en primer lugar a la sanidad del rodeo y dentro de ella principalmente la garrapata, hemoparásitos y las miasis. Los problemas reproductivos y las carencias minerales (P, Cu y Se) son limitantes constatadas en la región (Carriquiry, 2012b).

Existen otras vulnerabilidades como dificultades en el manejo del ganado, complicaciones con el agua de bebida, con el manejo de pasturas, pero son percibidas de manera diferencial según las características de los predios.

El incremento del área forestada ha llevado a pensar que la epidemiología de las parasitosis es diferente, debido a que las situaciones ecológicas son distintas a las que se presentan en la producción ganadera tradicional.

El **objetivo** del presente trabajo, es caracterizar la situación epidemiológica de las parasitosis con énfasis en garrapata y hemoparásitos, en el sistema

silvopastoril y generar una estrategia de control adecuada para lograr una producción sustentable.

2. HIPÓTESIS

El área forestada influye de manera diferente en el comportamiento de la epidemiología de las parasitosis a la del sistema pastoril tradicional.

3. PROPUESTA CONCEPTUAL DEL PROYECTO CON ÉNFASIS EN GARRAPATA Y HEMOPARÁSITOS

De acuerdo a la hipótesis planteada, la estrategia del proyecto se basó en realizar estudios ecológicos de las parasitosis y evaluar diferentes programas racionales de control en sistemas productivos comerciales.

Los estudios se llevaron a cabo en la epidemiología de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Babesia bovis*, *Babesia bigemina*, *Anaplasma marginale*, *Haematobia irritans*, *Cochliomyia hominivorax*, *Dermatobia hominis*, nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica*, en los aspectos de dinámica poblacional y en lo relativo a la ecología de *R. microplus*, transmisión de babesias y sobrevida de *C. hominivorax* (ver componentes II, III y VI).

En esta propuesta se incluyeron estudios complementarios bajo condiciones controladas con la finalidad de consolidar las definiciones. A tales efectos, se evaluó a nivel de establo y campo la incidencia de la garrapata en el peso vivo de los animales y la eficacia de un biológico para su control (ver componentes V y IV).

Se trabajó en un total de 9 establecimientos, teniendo en cuenta los criterios de inclusión basados en el número de animales (mínimo 70), con 5 años de experiencia en el SPF, de modo de optimizar el manejo, asumir el compromiso de cumplir con la propuesta técnica y asistir a las jornadas interactivas del proyecto. A pesar de ello, existieron dos establecimientos, que por razones de fuerza mayor debieron abandonar el proyecto y fueron reemplazados.

El programa de control se basó en cuatro pilares fundamentales del conocimiento generados en el país:

- Modelo epidemiológico conceptual (Nari, A. *et al.*, 1990)
- Tratamiento generacional de la garrapata (Cuore, U. *et al.*, 2009)
- Utilización de biológico (hemovacuna refrigerada) (Solari, M. A. *et al.*, 1994)
- Monitoreo de las parasitosis mediante animales centinelas (Nari, A. *et al.*, 2012; Cuore, U. *et al.*, 2016)

Se utilizó una vacuna contra la garrapata en base a extracto de proteínas crudas de larvas de *R. microplus*, proporcionada por el Laboratorio Limor de Colombia.

El proyecto se desarrolló cumpliendo con las siguientes etapas:

- Diagnóstico de situación a nivel de laboratorio de las principales parasitosis.
- Seguimiento mensual de los establecimientos, con evaluación de la carga parasitaria de los animales centinelas, determinación del umbral para definir el tratamiento, extracción de muestras para el análisis en el laboratorio, registro de datos. Seguimiento de la evolución de peso vivo, monitoreo de ecología de *R. microplus* (libre e infectada con babesias), de supervivencia de L3 y pupas de *C. hominivorax*.
- Tratamientos químicos y biológicos en función de una estrategia integrada con acaricidas, vacunas contra garrapata y hemoparásitos. Evaluación y readecuación de las estrategias en función de los resultados.
- Intercambio de los resultados en jornadas de difusión y extensión con productores, veterinarios de libre ejercicio y oficiales.

- Capacitación a estudiantes, en pasantías y en tutorías de tesis de grado de la Facultad de Veterinaria.

Los criterios de éxito se basaron en reducir a la mitad la cantidad de tratamientos acaricidas en relación a los antecedentes de cada productor y disminuir los brotes y muertes por hemoparásitos.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Diseño experimental

Con el propósito de establecer la cantidad de garrapata que incide en la producción, se establecieron dos umbrales (cargas baja y alta de garrapata) para determinar la oportunidad de realizar un tratamiento lo cual está basado en el modelo epidemiológico (Nari, 1990) y en el tratamiento generacional de la garrapata (Cuore, 2009) (cuadro 1). De los 9 predios seleccionados, se distribuyeron en tres grupos: umbral bajo (números 1, 2, 3); umbral alto (números 1, 2, 3) e histórico (números 1, 2, 3). Los resultados de los grupos umbral bajo y alto se compararon con los criterios determinados por los productores que conformaron el grupo histórico, quienes realizaban los tratamientos de acuerdo al manejo tradicional del establecimiento.

4.2 Ubicación geográfica

El ensayo de campo se realizó en nueve predios forestados con pino marítimo y eucaliptus, ubicados en las seccionales policiales 2^{da}, 3^{era} y 9^{na} del Departamento de Rivera (figura 1). Las características de los suelos eran típicas de la formación Tacuarembó, con un elevado contenido de arena, muy bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad natural.

Cuadro 1. Criterios para definir umbral de tratamiento según la generación de garrapata en los animales centinelas.

Generación	Meses	Umbral bajo	Umbral alto	Acaricida
Primera	Junio - Octubre	Presencia	Promedio 2	Ivermectina 3,15%
Segunda	Noviembre-Enero	Promedio 2	Promedio 4	Fipronil
Tercera	Febrero-Mayo	Promedio 4	Promedio 8	Fluazuron

4.4 Actividades

- Diagnóstico retrospectivo, por medio de un cuestionario se recabó información sobre incidencia parasitaria, aspectos productivos, número de tratamientos específicos, costos asociados, etc.

- Diagnóstico de situación parasitaria en los grupos centinelas, se registró las prevalencias de los parásitos, mediante muestras de materia fecal para nematodos gastrointestinales y *F. hepatica*, garrapata y mosca de los cuernos para el diagnóstico de susceptibilidad y sangre para realizar estudios de riesgo epidemiológico a los hemoparásitos (foto 2).

- Mensualmente se visitaron los predios, donde se revisaron los grupos de animales centinelas, para determinar la dinámica poblacional de mosca de los cuernos y de garrapata de acuerdo al método descrito por Wharton, 1970, permitiendo evaluar la eficacia y residualidad de tratamientos previos (ver foto 1b).

- El ganado correspondiente a los establecimientos de umbral alto y bajo, se mantuvo inmunizado contra la garrapata (vacuna Go Tick - Limor) y contra los hemoparásitos (vacuna DILAVE), aplicadas de acuerdo a las respectivas recomendaciones de uso (fotos 3 y 4). Periódicamente se realizaron muestreos para controlar las seroconversiones de ambas vacunas.

- En la categoría ternero, previo a la inmunización contra los hemoparásitos, a los efectos de monitorear indirectamente la disminución de los desafíos de garrapata, se analizaron la prevalencia de los tres hemoparásitos como indicador del éxito en el control, mediante las técnicas de inmunofluorescencia (IFI) y aglutinación en tarjeta (AT), foto 5 (IICA 1985).

En caso de brote por tristeza parasitaria, los diagnósticos se realizaron por medio de observación de eritrocitos parasitados, en frotis finos de sangre periférica



Foto 2. Muestreo de garrapata para prueba de resistencia y de sangre para diagnóstico de riesgo por hemoparásitos.



Foto 3. Vacuna Go-Tick.



Foto 4. Hemovacuna.



Foto 5. Muestras para diagnóstico de hemoparásitos, técnicas serológicas (IFI - AT).

y central, hematócrito, e impronta de tejidos teñidos con Giemsa de animales muertos (foto 6).

- Se evaluó en cada estación del año, la presencia, la carga y susceptibilidad de los nematodos gastrointestinales y *Fasciola hepatica*, aplicando las técnicas de recuento de huevos por gramo, cultivo de larvas y técnica de sedimentación de acuerdo a los protocolos del

Departamento de Parasitología. El criterio de dosificación en nematodos gastrointestinales fue cuando el 50% de las muestras individuales sobrepasa los 700 h.p.g. (Nari, 2013). Para la *F. hepatica* se recomendó un tratamiento con la presencia de huevo en materia fecal.

- Estas actividades fueron realizadas en cada uno de los nueve establecimientos, por el mismo personal y metodología

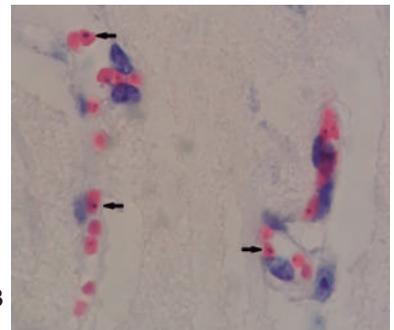
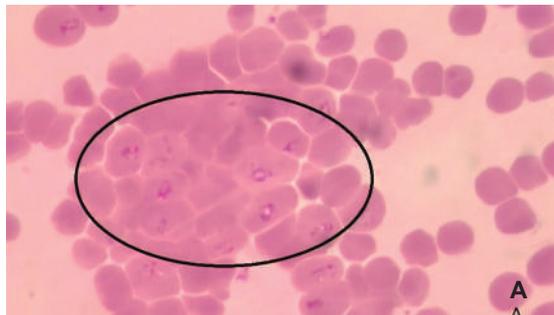


Foto 6. Observación de eritrocitos infectados en frotis fino (A), en tejidos (B) y hematócrito (C y D)

a lo largo del proyecto, con la finalidad de minimizar los errores operativos.

4.5 Período de estudio

El período de estudio se extendió desde setiembre de 2015 hasta junio de 2018.

5. RESULTADOS

5.1 Diagnóstico de situación

- Perfil de susceptibilidad de la garrapata.

A partir de las garrapatas adultas plenamente ingurgitadas (foto 2), se procesaron en el laboratorio las técnicas de inmersión de adulto (Drummond, 1973) y con la progenie la técnica de inmersión de larvas (Stone y Haydock, 1962) (foto 7).

Los resultados de la etapa diagnóstica inicial se presentan en el cuadro 2.

El grado de resistencia expresa el porcentaje de garrapatas que sobreviven al tratamiento, siendo: Bajo (R) cuando es $\leq 20\%$, Medio (RR) entre 20% y 50% y Alto (RRR) $> 50\%$.

Se encontraron predios con alto grado de resistencia a los acaricidas, incluso uno de ellos presentó garrapatas multi-resistente. Se asume que actualmente en el Uruguay no hay resistencia a fluzuron.

- Diagnóstico de situación de hemoparásitos.

El diagnóstico de situación de hemoparásitos se realizó en base a las técnicas serológicas de inmunofluorescencia indirecta (IFI) y aglutinación en tarjeta (AT). Se analizaron en cada establecimiento 10 sueros de terneros y 10 de adultos (cuadro 3).

Todos los establecimientos se encontraban en inestabilidad enzoótica, por lo menos a algunos de los tres hemoparásitos.



Foto 7. Prueba de resistencia en adultos y larvas.

Cuadro 2. Resultados de los diagnósticos de susceptibilidad de la garrapata en los nueve establecimientos.

Grupo	Productor	Piretroide	Organofosforado	Amitraz	Fipronil	Lactonas
Umbral Bajo	1	RRR	S	S	S	S
	2	RRR	RR	RRR	R	RRR
	3	RRR	R	R	RR	S
Umbral Alto	1	R	R	S	S	S
	2	RRR	R	S	RRR	R
	3	RRR	S	R	RR	R
Histórico	1	R	R	S	S	S
	2	R	R	S	S	S
	3	R	R	R	S	S

Cuadro 3. Diagnóstico de situación de los hemoparásitos.

Grupo	Productor	Categoría	Positivos		
			<i>B.bovis</i>	<i>B.bigemina</i>	<i>Anaplasma sp.</i>
Umbral Bajo	1	Adulto	3	2	4
		Ternero	5	2	0
	2	Adulto	s/d		
		Ternero	9	10	2
	3	Adulto	0	10	3
		Ternero	1	4	4
Umbral Alto	1	Adulto	s/d		
		Ternero	3	7	1
	2	Adulto	s/d		
		Ternero	3	9	0
	3	Adulto	4	9	3
		Ternero	5	7	1
Histórico	1	Adulto	9	4	7
		Ternero	5	2	3
	2	Adulto	6	10	8
		Ternero	2	5	8
	3	Adulto	7	8	5
		Ternero	5	7	8

• Diagnóstico de situación de nematodos gastrointestinales y *F. hepatica*.

Se procesaron las muestras de materia fecal para recuento de huevos por gramo (h.p.g.) con la técnica de Mc Master modificado, la determinación de género con la técnica de cultivo de larvas (Corticelli y Lai, 1963) y la técnica de sedimentación (Happich y Boray, 1969) (foto 8).

Las cargas parasitarias encontradas al inicio del proyecto fueron bajas y el número de animales con recuento de h.p.g. no fue más de cinco (cuadro 4) y no se superó el umbral establecido para dosificar.

Los principales géneros encontrados fueron *Haemonchus* y *Cooperia* (cuadro 5).

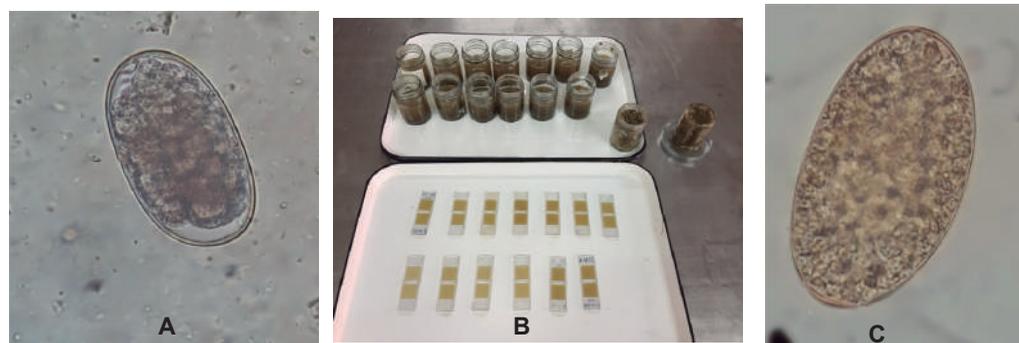


Foto 8. Diagnóstico de nematodos gastrointestinales; huevo de tamaño mediano de gastrointestinales, aprox. 86 μ (A), cultivo de larvas (B) y huevo de *F. hepatica* de tamaño grande, >130 μ , opérculo en polo inferior (C).

Cuadro 4. Diagnóstico de situación de nematodos gastrointestinales (h.p.g.).

Grupo	Fecha	n	h.p.g.				
Umbral Bajo	16/12/2015	10	200	100	<100	<100	<100
	03/03/2016	10	200	1800	1000	100	500
	24/02/2016	10	300	400	200	<100	<100
Umbral Alto	24/02/2016	10	300	400	200	<100	<100
	03/03/2016	10	100	900	300	500	1100
	24/02/2016	10	900	200	100	400	200
	30/3/016	10	900	500	<100	<100	<100
Histórico	24/02/2016	10	200	<100	<100	<100	<100
	03/03/2016	10	1000	200	100	<100	<100
	24/02/2016	10	100	200	<100	<100	<100

Cuadro 5. Diagnóstico de géneros de nematodos gastrointestinales (expresado en %).

	<i>Trichostr.</i>	<i>Haemonchus</i>	<i>Ostertagia</i>	<i>Cooperia</i>	<i>Oesophagost.</i>
Umbral Alto	3	16	4	67	10
Umbral Bajo	2	49	12	25	12
Histórico	6	94	-	-	-

Mediante la técnica de sedimentación se diagnosticó presencia de *F. hepatica* en 4 establecimientos del proyecto.

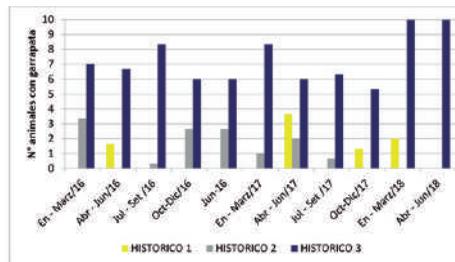
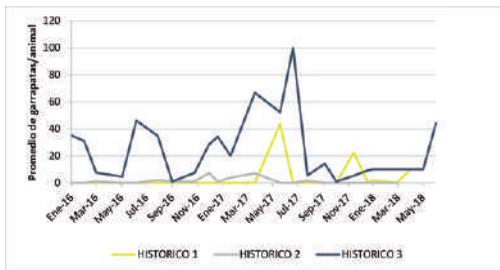
5.2 Evolución de las parasitosis y acciones del proyecto

La evolución de la parasitosis y resultados obtenidos al cabo de los tres años del proyecto se presentan a continuación.

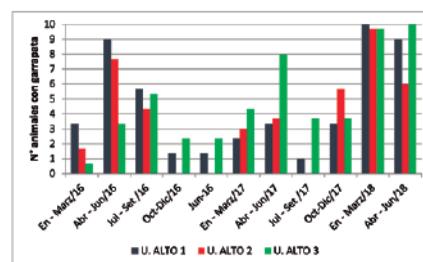
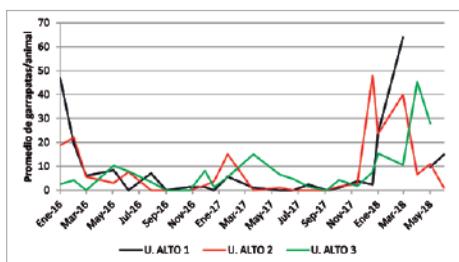
Las gráficas 1, 2 y 3 describen en los animales centinelas, la evolución de la dinámica poblacional (recuento promedio de formas parasitarias de los animales con garrapata) y el número de anima-

les parasitados, en los grupos histórico, umbral bajo y umbral alto.

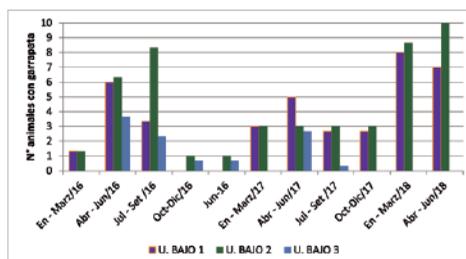
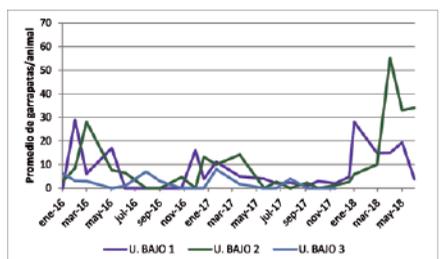
En el cuadro 6, se compara la cantidad de tratamientos realizados en los diferentes establecimientos antes de comenzar el proyecto y durante los 30 meses de su duración basados en el correspondiente umbral. En las columnas de los años 2016 a 2018 se indican el número de tratamientos sumando a los realizados por umbral los supresivos. Estos últimos se realizaron con la finalidad de disminuir la población parasitaria en refugio. Los establecimientos del grupo histórico, no participaron de la estrategia de tratamientos por umbral.



Gráfica 1. Dinámica poblacional y número de animales con garrapata - «grupo histórico».



Gráfica 2. Dinámica poblacional y número de animales con garrapata grupo - «umbral alto».



Gráfica 3. Dinámica poblacional y número de animales con garrapata grupo - «umbral bajo».

Cuadro 6. Número de tratamientos grupos histórico, umbral alto y bajo.

Grupo	Productor	N° tratamientos previos (12 meses)	N° tratamientos por umbral en 30 meses	Tratamientos 2016	Tratamientos 2017	Tratamientos hasta junio 2018
Umbral Bajo	1	14	14	3*	7*	5
	2	12	15	5	9	5
	3	Sin registro	3	2	5	2
Umbral Alto	1	Sin registro	10	4	6	4
	2	6	9	5	7	4
	3	10	13	4	7	4
Histórico	1	14	-	2	6	2
	2	10	-	5	8	4
	3	10-12	-	5	4	5

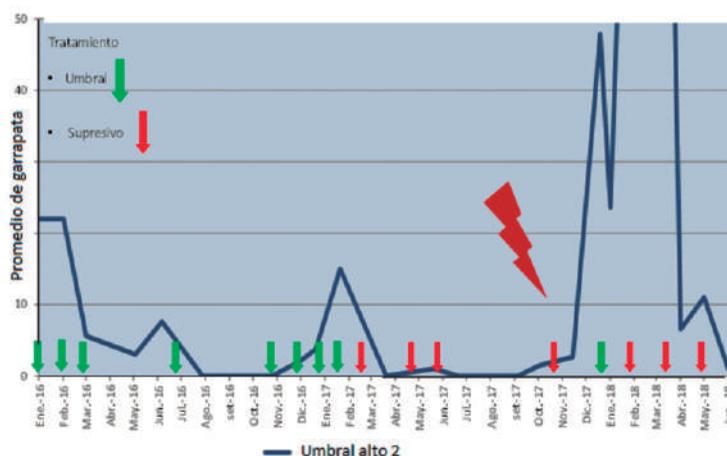
* Tratamientos parciales, en animales de potrero problemático (3 en 2016 y 2 en 2017).

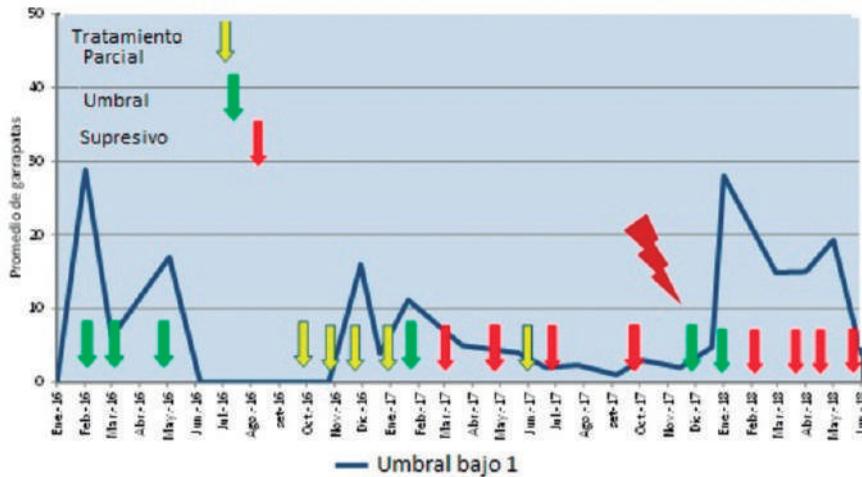
En varios establecimientos se registró un número similar de tratamientos en 30 meses de proyecto del que los productores realizaban anualmente, lográndose una drástica disminución y una menor presión de selección sobre las garrapatas.

La estrategia de tratamientos basada exclusivamente en el umbral (alto o bajo), fue modificada en el año 2017, cuando se comenzó a realizar tratamientos supresivos para lograr disminuir la población en refugio. Esto se debió a la alta carga que presentaban los predios antes de comenzar el proyecto y que no pudieron controlarse y ajustarse al número pretendido en cada umbral y generación (cuadro 1). Otro hecho que influyó en realizar el cambio de estrategia fueron determinadas prácticas de manejo como ser el ingreso de nuevos animales con garrapatas al predio, no reclutar todos los bovinos al momento del tratamiento y problemas de alambrados con pasaje de animales a predios linderos. En las gráficas

4 y 5, se observa la dinámica poblacional de garrapata presentando picos estacionales cuando los tratamientos fueron basados exclusivamente en el umbral (flechas verdes), como disminuye drásticamente durante 2017 con tratamientos supresivos (flechas rojas). El momento en que se vuelven a encontrar cargas superiores a las 150 garrapatas en diciembre de 2017 (rayo - gráfica 4), a causa de un cambio de manejo del establecimiento incorporando potreros que no integraban el esquema de tratamientos original del proyecto (manejo erróneo por parte del productor por no comunicar previamente).

En el establecimiento de umbral bajo 1 (gráfica 5), a consecuencia del pasaje de animales a un predio lindero por caída del alambrado debido a la cosecha de árboles, hecho que se demoró en solucionar, (problemática del sistema forestal), reingresaron con altas cargas de garrapata (promedio 30-rayo en gráfica) con un perfil de resistencia distinto al

**Gráfica 4.** Tratamientos estratégicos y supresivos en un establecimiento con umbral alto 2.



Gráfica 5. Tratamientos estratégicos, supresivos, parcial y dinámica poblacional en un establecimiento con umbral bajo 1.

Cuadro 7. Variación en el perfil de resistencia predio umbral bajo 1.

Diagnóstico	Piretroide	Organofosforado	Amitraz	Fipronil	Lactona
Inicial 2015	RRR	S	S	S	S
Final Enero 2018	RRR	R	R	RR	S

inicial, con resistencia a moléculas que originalmente eran eficaces (cuadro 7). Debido a esta situación en febrero de 2018, se retomaron los tratamientos supresivos, logrando controlar la parasitosis en forma aceptable en el mes de junio momento en que finalizó la etapa de campo del proyecto.

Todo ingreso de animales ajenos al predio, así como el uso de potreros nuevos que no estaban dentro del sistema, influye negativamente en un programa de control, ya que aumenta las posibilidades de reinfección.

En este mismo establecimiento, se registró un potrero con condiciones ecológicas muy favorables para el mantenimiento de altas poblaciones en refugio, el mismo siempre presentaba altas pasturas, alto porcentaje de humedad lo cual le brindaba condiciones óptimas para la garrapata (foto 9). Los animales que provenían de este potrero, siempre presentaban altas cargas debido a una mayor tasa de encuentro. Como en algunas oportunidades el resto de los animales del predio estaban «limpios», solamente se trataban a los de ese potrero (tratamiento parcial – flechas amarillas).



Foto 9. Potrero con condiciones ecológicas de mayor riesgo epidemiológico para la garrapata.

Esto permitió adaptar el concepto de animales centinelas, a lo inicialmente propuesto, de acuerdo a la necesidad de cada establecimiento en relación al riesgo que presenten los potreros o los predios linderos, de forma de poder monitorear de manera más precisa la situación real de la parasitosis y realizar tratamientos diferenciales.

Dependiendo de la situación de cada predio, muchas veces es conveniente en el primer año, realizar tratamientos supresivos continuos, para disminuir las poblaciones en refugio, y luego realizar el control mediante tratamientos tácticos y estratégicos.

Si se asume un precio promedio de mercado¹ de U\$D 1,17 para fluazuron; 0,48 para ivermectina 3,15% y 0,39 para fipronil, para un bovino de 300 kg, los costos por tratamientos acaricidas, representaron para el establecimiento de umbral alto (gráfica 4), U\$D 4 por bovino al año en 2016 y U\$D 4,8 en 2017 con un total en los dos años de 12 tratamientos, lo cual significó un costo promedio de U\$D 0,73 por tratamiento. Para el ejemplo de la gráfica 5 (umbral bajo 1) los costos fueron de U\$D 3,51 por bovino al año en 2016 y U\$D 4,86 en 2017, con un total de 9 tratamientos, lo cual representó un costo promedio de U\$D 0,93 por tratamiento. En este predio el costo promedio es mayor dado que de los 9 tratamientos, 6 correspondieron a fluazuron. Además, se realizaron 5 tratamientos parciales en los animales de un potrero con condiciones favorables para la garrapata (foto 9), lo que representó un costo extra de U\$D 0,43 por tratamiento.

En el establecimiento histórico 3, del grupo donde los tratamientos se realizaron a criterio del propietario, se complementó el estudio de la dinámica parasitaria (gráfica 6) con el seguimiento ecológico de las garrapatas en las pasturas bajo la protección del monte y a cielo abierto (ver componente II).

Al cabo de los tres años, los datos obtenidos de las exposiciones de garrapatas indican que existen diferencias en los dos ecosistemas.

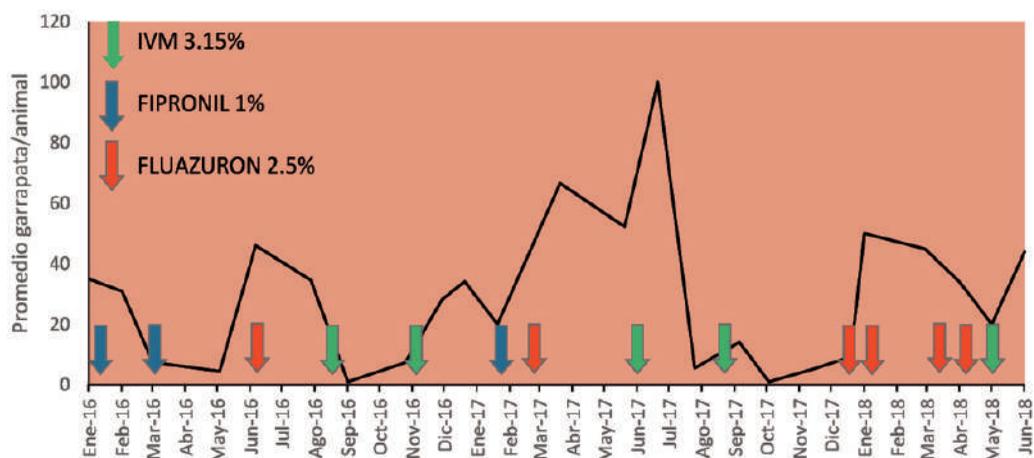
Bajo la protección del monte se presentó un mayor número de exposiciones con eclosión de larvas (18 de 26), estimándose 3 generaciones al año y un máximo de 340 días de sobrevida del ciclo no parasitario.

A cielo abierto presentó menos número de exposiciones con eclosión de larvas (11 de 26), estimándose 2 generaciones al año, pero con una evidente mayor permanencia en el tiempo de larvas vivas, completando como máximo 390 días de ciclo no parasitario.

Esta situación donde los animales se encuentran en un ecosistema forestal, se ven expuestos a un constante desafío de larvas durante todo el año. El hecho que se produzca la posterior evolución del ciclo parasitario estará determinado por los factores que determinan la tasa de encuentro.

Las condiciones ambientales en un SPF, favorecen el mantenimiento en refugio de poblaciones de garrapatas en las diferentes épocas del año, al disponer en un mismo predio los ecosistemas bajo monte y a cielo abierto.

En el cuadro 8, se observa la evolución de la infección por hemoparásitos, si bien la serología no mostró variaciones importantes en cuanto a su prevalencia, en los grupos de «umbral bajo y alto»,



Gráfica 6. «Dinámica poblacional» influida por los tratamientos establecimiento «histórico 3».

¹ Comunicación personal: Cámara de Especialidades Veterinarias (Ing. Agr. José Mantero).

Cuadro 8. Evolución de infección de hemoparásitos por medio de serología.

Grupo	Productor	Infección <i>Babesia</i> sp.				Infección <i>Anaplasma marginale</i>			
		Previo	2016	2017	2018	Previo	2016	2017	2018
Umbral Bajo	1	Medio	Medio	Alto	Alto	Negativo	Bajo	Medio	Medio
	2	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Bajo	Medio
	3	Medio	Alto	Alto	s/datos	Medio	Bajo	Bajo	s/datos
Umbral Alto	1	Medio	Alto	Medio	Medio	Bajo	Bajo	Negativo	Bajo
	2	Medio-Alto	Medio	Alto	Medio	s/datos	Negativo	Medio	Bajo
	3	Medio	Medio	Bajo	s/datos	Bajo	Negativo	Negativo	s/datos
Histórico	1	Medio	Medio	Alto	s/datos	Bajo	Bajo	Bajo	s/datos
	2	s/datos	Medio	Alto	s/datos	s/datos	Bajo	Bajo	s/datos
	3	Medio	Alto	Alto	s/datos	Alto	Medio	Bajo	s/datos

Ref: Serología positiva.- Alto \geq 70%; Medio 30-70%; Bajo \leq 30%

que tuvieron el seguimiento de la propuesta del proyecto, a medida que se fueron inmunizando la categoría de ternero anualmente, comenzó a disminuir los brotes y muertes de animales a causa de la tristeza. El último caso clínico se registró sin muerte en julio de 2017.

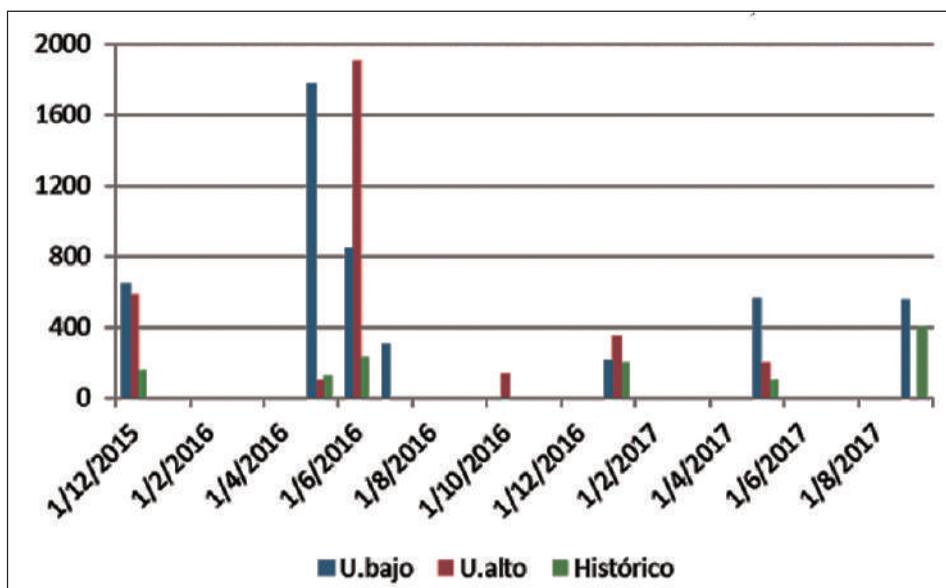
Conocer la situación serológica para hemoparásitos en cada predio, orienta en cuanto a las medidas que se deberían implementar para ir disminuyendo la probabilidad de aparición de brotes de tristeza parasitaria.

Las cargas de nematodos gastrointestinales (gráfica 7) evaluadas en los animales centinelas pocas veces sobrepasaron el umbral de tratamiento.

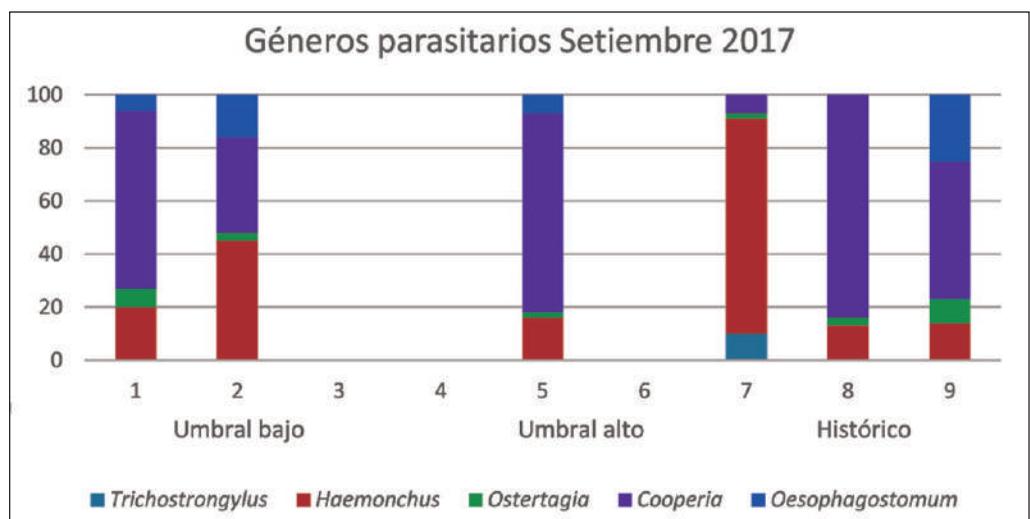
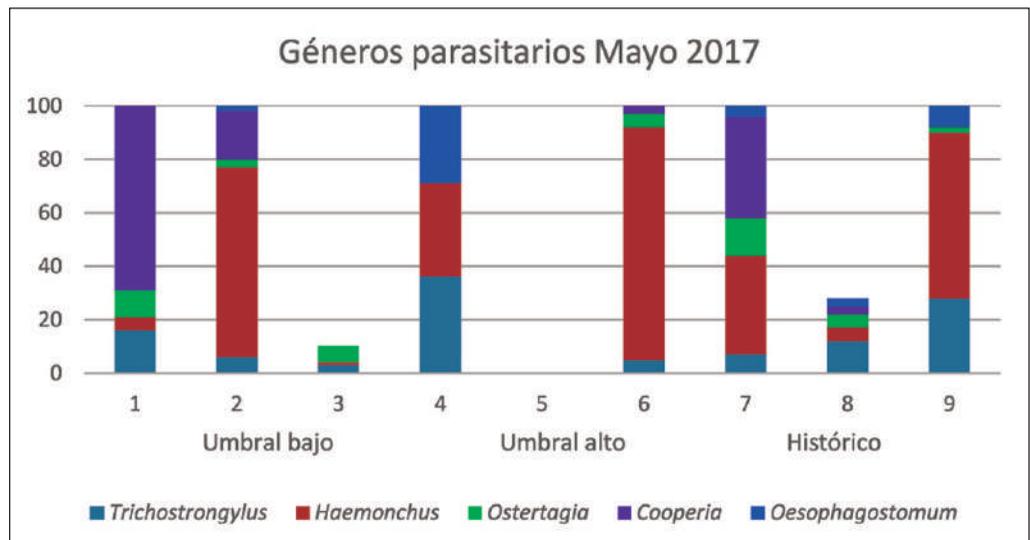
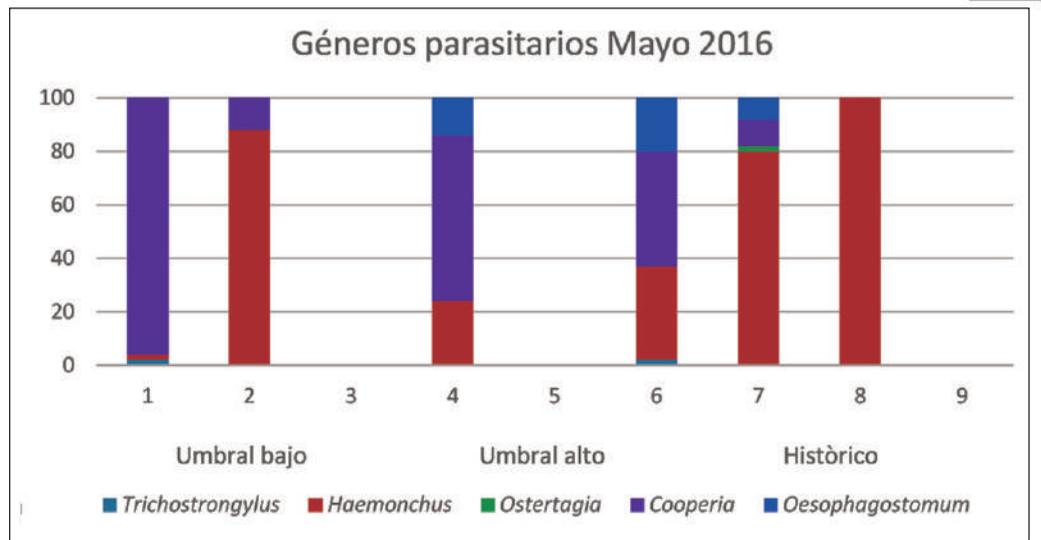
Los géneros parasitarios encontrados variaron de acuerdo al establecimiento y la época del año (esquema 1), siendo *Cooperia* y *Haemochus* los parásitos más prevalentes. En algunos establecimientos no fue posible encontrar larvas en el cultivo. Los resultados son concordantes con la epidemiología de los nematodos descrita previamente en el país (Nari, 1986).

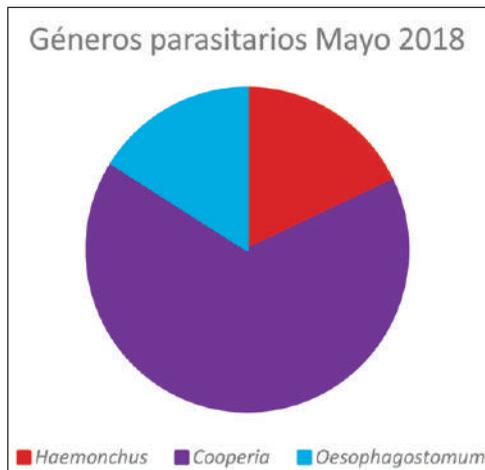
En un predio, perteneciente al grupo estratégico «umbral alto» (5) del esquema 1, en setiembre 2017 y mayo 2018 (esquema 2) se encontró un alto porcentaje del género *Cooperia*.

Los test de resistencia realizados determinaron que en un predio los parásitos

**Gráfica 7.** Evolución de los nematodos gastrointestinales expresado en h.p.g.

Esquema 1. Monitoreo de nematodos gastrointestinales según género parasitario.





Esquema 2. Diagnóstico de género de nematodos gastrointestinales Mayo 2018.

del género *Haemonchus* y *Cooperia* fueron resistentes a la ivermectina (cuadro 9).

En el año 2017, se encontraron cuatro establecimientos positivos a *F. hepatica* entre los meses de enero y mayo, habiendo sido negativos en setiembre, octubre y noviembre. Este diagnóstico fue coincidente con la estacionalidad del otoño de esta parasitosis. El seguimiento realizado en los meses de la primavera del mismo año, donde se obtuvo resultados negativos pudo haber sido a causa de que la técnica diagnóstica es depen-

diente de la eliminación de huevos por parte del bovino.

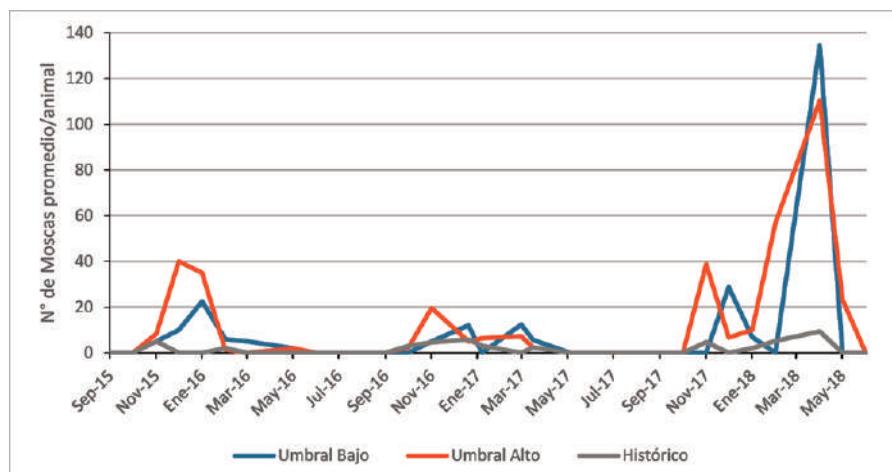
La dinámica poblacional de *Haematobia irritans*, demostró poblaciones muy bajas de moscas, no superando en promedio las 40 moscas por animal desde setiembre de 2015 a diciembre de 2017. A partir de enero de 2018 y durante el otoño, se registró mayor número de parásitos no sobrepasando las 140 moscas por animal en promedio (gráfica 8). Por este motivo no fue necesario realizar tratamientos específicos contra la mosca. El comportamiento epidemiológico demostró los picos de primavera y otoño de acuerdo a lo publicado en el país (Cuore, 2013).

Debido a las bajas cargas de *H. irritans*, no se pudo estudiar la evolución de la susceptibilidad mediante el test de resistencia (Sheppard y Hinckle) en todos los predios. Los resultados obtenidos son concordantes con los hallados previamente en el país, se registró resistencia a los piretroides sintéticos (cypermctrina) y susceptibilidad a los organofosforados (diazinon) (Cuore, 2013).

Los problemas de miasis cutánea causada por *C. hominivorax* y *Dermatobia hominis* (foto 10) disminuyeron drásticamente en relación a la problemática inicialmente planteada por los productores (cuadro 10).

Cuadro 9. Estudio de susceptibilidad de nematodos gastrointestinales.

PRODUCTOR	PRODUCTO	SUSCEPTIBILIDAD	GENEROS
1	LEVAMISOL	SUSCEPTIBLE	<i>Haemonchus</i> <i>Cooperia</i> <i>Oesophagostomun</i>
	RICOBENDAZOL	SUSCEPTIBLE	<i>Haemonchus</i> <i>Cooperia</i> <i>Oesophagostomun</i>
	IVERMECTINA	RESISTENTE	<i>Haemonchus</i> <i>Cooperia</i>
2	LEVAMISOL	SUSCEPTIBLE	<i>Haemonchus</i> <i>Cooperia</i> <i>Oesophagostomun</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Ostertagia</i>
	RICOBENDAZOL		
	IVERMECTINA		
3	LEVAMISOL	SUSCEPTIBLE	<i>Haemonchus</i> <i>Cooperia</i> <i>Oesophagostomun</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Ostertagia</i>



Gráfica 8. Monitoreo de *Haematobia irritans*. Dinámica poblacional (acumulado por grupo de tratamiento).



Foto 10. Establecimiento con alta problemática causada por *D. hominis*.

La evolución del peso vivo de los grupos monitoreo y supresivo no mostraron diferencias significativas, cuadro 10.

En el presente proyecto, estos resultados fueron complementados con dos ensayos diseñados en estudiar la incidencia de la garrapata en el peso vivo, con desafíos y condiciones controladas,

obteniendo resultados similares a los de campo (ver componente V).

Es recomendable en el transcurso de un programa de control, monitorear rutinariamente las parasitosis (principalmente test de resistencia de garrapatas, gastrointestinales, serología de hemoparásitos) y ajustar la propuesta de acuerdo a los resultados.

Cuadro 10. Resultados del porcentaje de la ganancia de peso según grupo (monitoreo y supresivo) número de garrapatas y valor p de significancia (período junio 2016 a junio 2017).

Grupo	Umbral Bajo		Umbral Alto		Histórico	
	Monitoreo	Supresivo	Monitoreo	Supresivo	Monitoreo	Supresivo
Nº de garrapatas	25	5	53	48	10	12
% aumento de peso	57,6	45,9	86,9	73,7	47	49,3
valor p	0,5134		0,5258		0,528	

6. DISCUSIÓN

El proyecto se desarrolló en una amplia variedad de escenarios donde influyeron diversas características productivas, empresariales y socioculturales. Sin embargo, a pesar de estas diferencias muchos productores presentaron una misma problemática, en cuanto a las características de la zona y de la forestación. Resultó difícil realizar un trabajo a campo en predios comerciales, logrando uniformidad en el manejo, las parasitosis, los grupos de animales y la idiosincrasia de los productores. En el cuadro 11 se transcribe la información recabada, donde se observa la problemática que expresaron los productores al inicio.

La dotación de los predios del proyecto en un sistema de silvopastoreo, están en un rango de 0,24 a 0,37 UG/ha basado en las declaraciones juradas. Este valor fue calculado sumando las hectáreas forestadas con las hectáreas de campo, debido a que muchos de ellos utilizan los desperdicios del área forestal para pastoreo lo cual es muy difícil de cuantificar. Si se calcula la dotación en base a las hás de campo solamente la variación es muy alta, entre 0,63 y 2 UG/ha. Comparando con el promedio de la zona norte del Uruguay la dotación es de 0,70 UG/ha teniendo en cuenta solamente las hectáreas de campo (Ferreira y Gutiérrez, citados por Carriquiry, 2012a).

En los predios forestales la dotación es variable considerando que a partir de los 4 años de plantados no crece casi pastura bajo el monte, pero existen áreas entre los montes que se utilizan para el pastoreo por ejemplo los productores umbral bajo 3 y tradicional 1, que no poseen hectáreas de campo e igual tienen animales (cuadro 11). Por otro lado, muchas veces sucede que la tala de los árboles (cosecha) se hace en diferentes potreros, épocas y años, siendo muy dinámico el manejo de los animales que aprovechan nuevos potreros deforestados.

Si bien establecer una dotación es difícil por lo anteriormente expuesto, la importancia de la misma está relacionada con la tasa de encuentro que consiste en la probabilidad de infestar el parásito al bovino, a mayor dotación mayor posibilidad de encuentro. Este concepto se complementa con las diferentes situa-

ciones ecológicas en el sistema pastoril forestal, donde existe un doble refugio para el parásito.

En relación a los resultados en el control de la garrapata de los predios con asesoramiento técnico por parte del proyecto o sea los establecimientos que integran umbral alto y bajo, los resultados obtenidos (gráficas 2 y 3, cuadros 3 y 6) estuvieron influidos por varios factores, como ser; el estatus de resistencia parasitaria, las medidas erróneas de manejo tomada por parte de los productores y las atribuidas a determinadas prácticas forestales, lo cual no permitió un mayor y rápido control de la garrapata y de las enfermedades asociadas. La dificultad de reclutar todos los animales del predio al momento del tratamiento, el ingreso de animales con garrapata o el pasaje de bovinos a predios linderos, fue una práctica que se reiteró en ciertas oportunidades aumentando aún más las altas cargas parasitarias que se encontraban en refugio. El predio umbral bajo 2 tuvo un seguimiento de 24 meses ya que ingresó al proyecto en sustitución de un productor que tuvo que retirarse. En este período realizó 19 tratamientos, esto fue debido principalmente a la alta población en refugio por tener poblaciones de garrapata multirresistente.

A pesar de las dificultades expresadas, gracias a la aplicación sistemática de la propuesta técnica, se lograron avances en términos de reducción de carga parasitaria y al término del proyecto se logró disminuir el número de tratamientos por año casi a la mitad en relación a lo que el productor realizaba previamente (cuadro 6), lográndose cumplir con uno de los criterios de éxito planteado en la propuesta.

Analizando la dinámica poblacional de las garrapatas de los predios históricos y la carga parasitaria de los animales monitoreados (gráfica 1), observamos que dos de ellos presentaron muy bajas cargas y muy pocos animales con presencia de parásitos, generalmente 2 o 3 en los animales centinelas. El predio denominado histórico 1, realizaba previo al proyecto 14 tratamientos anuales. Durante los 30 meses de seguimiento aplicó solamente 10, este cambio probablemente sea debido a que fue adecuando su estrategia a lo que se planteaba y se discutía en las jornadas de extensión

Cuadro 11. Información relativa a los establecimientos involucrados en el proyecto.

GRUPO	PRODUCTOR	SEC. POL.	TENENCIA	FORESTACIÓN	Há FORESTADA	Há CAMPO	ANIMALES	DOT (UG/ha totales)	DOT (UG/ha campo)	PRODUCCION	PROBLEMAS PARASIT
Umbral Bajo	1	9	ARRIENDA	PINO EUCALIPTO	734	229	345	0,36	1.31	CRIA	NGI, GARRAPAT, TRISTEZA, MIASIS, MOSCA DE LOS CUERNOS
	2	2	ARRIENDA	PINO	125	70	67	0,34	0.85	CRIA	NGI, GARRAPATA, TRISTEZA, MIASIS, H.IRRITANS
	3	2	ARRIENDA	PINO	393	0	92	0,24	No tiene ha campo	CRIA	GARRAPATA, TRISTEZA, MIASIS
Umbral Alto	1	9	PROPIETARIO	PINO	134	37	60	0,35	1.35	CRIA	PIOJO, NGI, TRISTEZA, GARRAPATA, MIASIS, H.IRRITANS
	2	4	PASTOREO	PINO/EUCALIPTO	265	22	68	0,24	1.96	CRIA	GARRAPATA, TRISTEZA, MIASIS
	3	3	ARRIENDA	EUCALIPTO	1000	135	421	0,37	2.	CRIA/RECRÍA	FASCIOLA, MIASIS, NGI, GARRAPATA, TRISTEZA, H.IRRITANS
Histórico	1	2	PROPIETARIO	PINO	301	0	82	0,27	No tiene ha campo	CRIA	GARRAPATA, MIASIS
	2	3	ARRIENDA	EUCALIPTO	130	95	60	0,27	0.63	CRIA/RECRÍA	FASCIOLA, MIASIS, NGI, GARRAPATA, TRISTEZA, H.IRRITANS
	3	2	ARRIENDA	PINO/EUCALIPTO	280	200	150	0,31	0.75	CRIA	GARRAPATA, MIASIS

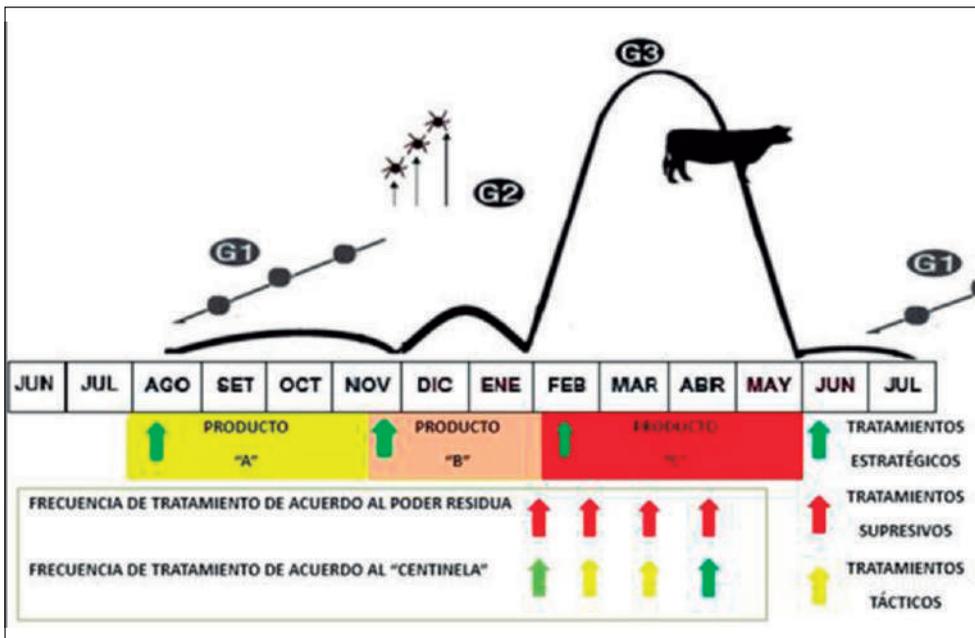
visto la conformidad que expresaban los productores que tenían que cumplir con la propuesta técnica del proyecto. Este predio, si bien estaba en inestabilidad enzoótica para *Babesia*, solo en dos oportunidades presentó altas cargas de garrapatas, promedio de 44 en mayo y 22 en noviembre de 2017. Quizás este establecimiento tenga zonas ecológicas poco favorables para la garrapata, no requiera realizar 14 tratamientos al año y sí elaborar un plan racional de control.

El predio histórico 2 tuvo un seguimiento de 24 meses al ingresar al proyecto una vez iniciado por sustitución de un segundo productor que debió abandonar. Era un predio que ya se encontraba en una etapa muy avanzada en el control y durante varios meses al año realizaba tratamientos supresivos. El tercer predio histórico fue el que tuvo un comportamiento más esperado en relación al desafío parasitario. Previo al proyecto realizaba tratamientos prácticamente de forma mensual, se encontraba en inestabilidad enzoótica y tenía un perfil de resistencia en garrapata favorable para poder realizar un buen control (cuadro 3 y 6). Si bien disminuyó el número de tratamientos durante los 30 meses del proyecto, no aplicaba un criterio técnico para determinar el momento de su aplicación, lo cual se vio reflejado en la dinámica pobla-

cional y en la alta cantidad de animales centinelas con presencia de parásitos, generalmente entre 6 y 10. Nunca logró un control ni una evolución aceptable en la disminución de la parasitosis (grafica 1).

En la práctica, cada establecimiento debería establecer un umbral de carga parasitaria aceptable mediante la utilización de animales centinelas, para determinar la oportunidad de tratamiento, con la finalidad de ir logrando las metas fijadas en el objetivo de control racional.

La utilización de animales centinela para determinar cargas parasitarias y así racionalizar los tratamientos de acuerdo al umbral establecido fue una herramienta importante para el éxito de la propuesta. Si bien la estrategia tuvo que ser modificada a inicios de 2017 debido a que se mantenían altas poblaciones en refugio. Esta nueva experiencia, permitió generar un planteamiento basado en un cronograma de tratamientos (estratégicos, supresivos y tácticos) que pueden ser la base teórica a ser adaptada en futuras estrategias de control en predios comerciales (esquema 3). A principios de 2017 se comenzaron a aplicar tratamientos supresivos, independientemente de la carga parasitaria que mostraban los animales centinelas. La



Esquema 3. Rotación de acaricidas en función del modelo epidemiológico, la población de garrapata y estrategias de tratamiento.

frecuencia de aplicación fue la indicada de acuerdo al producto para la erradicación de *R. microplus*. En las gráficas 4 y 5 se muestra esquemáticamente el momento de los tratamientos supresivos (flechas rojas) y como disminuye la carga parasitaria, si bien no siempre se logra llevar a cero debido a la resistencia diagnosticada.

Tomando como base el Modelo Epidemiológico Conceptual (Nari, 1990) y el Tratamiento Generacional de la Garrapata (Cuore, 2009), al inicio de cada generación es conveniente realizar tratamientos estratégicos anualmente tratando de evitar el desarrollo de cada generación (flechas verdes). Si existen altas cargas parasitarias en refugio, por lo tanto altos desafíos, es conveniente al menos en un primer año realizar tratamientos supresivos, con frecuencia de erradicación según el producto utilizado, hasta que se logre controlar el refugio (flechas rojas). A partir de una segunda temporada de garrapata, con menor desafío, entre tratamiento estratégico se aplicarán tratamientos tácticos de acuerdo al umbral establecido por los animales centinelas (flechas amarillas). Se debe considerar que en un establecimiento, existan potreros con condiciones ecológicas más favorables para mantener poblaciones en refugio, que podrían requerir tratamiento diferencial.

La utilización de animales centinelas permite mensualmente, monitorear la eficacia de los tratamientos, conocer potreros problemáticos y el comportamiento epidemiológico de las parasitosis a lo largo del año.

La utilización de umbrales de garrapata es una herramienta práctica que permite establecer un criterio de tratamiento.

La elección de los acaricidas para la aplicación del tratamiento generacional se realizó en base al análisis de los siguientes criterios: resultado del test de resistencia a los acaricidas, estandarización de los tratamientos para comparar los resultados, disponibilidad de instalaciones (baño de inmersión) y frecuencia de aplicación que coincidiera con las visitas de los técnicos.

El costo anual de los tratamientos acaricidas estuvo en el rango de U\$D 3,5 a 4,9 tomando como base un bovino de

300 kg, esto fue coincidente a lo publicado por Solari en 2007, donde aplicando una estrategia de control integrado tuvo un costo anual de U\$D 4/bovino.

La evolución de la prevalencia de los hemoparásitos, medida a través de la serología, no demostró una disminución de importancia a lo largo del proyecto (cuadro 8). Estos resultados fueron diferentes a los descritos en experiencias anteriores donde el objetivo fue la erradicación (Cuore, 2012; Cuore, 2015). Esta situación en general puede haber sido debido a una mayor población de garrapatas en refugio por las diferencias ecológicas en el sistema forestal, por la resistencia a los acaricidas y/o por los problemas de manejo.

Los predios se encontraban en inestabilidad enzoótica debiendo vacunar anualmente a la categoría ternero. Esta práctica deberá continuarse hasta lograr un mayor avance en el control de la garrapata y corroborar que los establecimientos se encuentran en estabilidad enzoótica por bajo riesgo. Con el uso de la hemovacuna refrigerada se logró disminuir drásticamente los casos clínicos y las muertes por tristeza, lográndose cumplir con el segundo criterio de éxito planteado en la propuesta.

Cuando se implementa un programa de control de la garrapata es fundamental inmunizar a los animales contra los hemoparásitos. Al disminuir paulatinamente la presencia de la garrapata no se adquiere inmunidad natural y aumenta por ende el riesgo de ocurrencia de brotes.

La eficacia obtenida para el control de la garrapata con la vacuna Go-Tick (Limor de Colombia) en condiciones de campo, fue difícil de evaluar en forma aislada del resto de las estrategias aplicadas. Por lo tanto para conocer la eficacia que aporta la vacuna como única variable de tratamiento, se realizó en condiciones controladas una prueba de eficacia durante cuatro generaciones, alcanzando un 54% de control global, lo cual la posiciona como una herramienta con promisorio futuro a ser utilizada en el control integrado de parásitos (ver componente IV).

En relación a la evolución del peso vivo de los bovinos no se demostró incidencia de la garrapata en las condiciones en que

se desarrolló el proyecto, si bien las cargas parasitarias fueron bajas en promedio (cuadro 10) no se logró un verdadero grupo supresivo a causa de la resistencia. A pesar de ello, estos resultados fueron concordantes con los obtenidos en el proyecto bajo condiciones controladas de estabulación (ver componente V).

De acuerdo a los resultados donde no se demostró una incidencia de la garrapata en la ganancia de peso vivo, se considera que el mayor impacto de pérdidas productivas se debe a los casos clínicos, costos por tratamientos y muertes causadas por hemoparásitos.

El impacto de la garrapata en la producción está asociado al costo por tratamientos, al movimiento de animales, lesiones en los cueros, problemas de miasis y principalmente a pérdidas por hemoparásitos. En el país, se han encontrado diferencias productivas a causa de las babesias del orden de 45% en la disminución de la ganancia de peso vivo. Por el contrario, animales inmunizados con hemovacuna de la DILAVE y posteriormente desafiados con cepa patógena de *Babesia* spp. no presentaron pérdida de peso (Solari, 1992).

En nematodos gastrointestinales, si el recuento de h.p.g. superaba al criterio establecido, se recomendaba realizar tratamiento en la categoría ternero y mayores de 1 año con levamisol, ricobendazol o lactonas macrocíclicas en caso de no tener resistencia. Esto debió realizarse en pocas ocasiones, probablemente debido a la acción complementaria de los tratamientos con lactonas macrocíclicas o por que las condiciones ambientales no fueron favorables para estas parasitosis.

A los predios que presentaron diagnóstico positivo *F. hepatica* se sugirió

realizar tratamientos estratégicos a fines de la primavera o comienzo del verano y principios del otoño.

La baja incidencia que tuvieron durante el desarrollo del proyecto las distintas especies de moscas (*H. irritans*, *C. hominivorax* y *D. hominis*) pudo deberse a la estrategia de los tratamientos ya que la ivermectina y el fipronil tiene acción contra estadios adultos o larvales dependiendo del parásito o debido a condiciones ecológicas menos favorables durante los años de seguimiento.

Es imprescindible para una correcta evaluación de la situación epidemiológica de un predio realizar diagnóstico de laboratorio frente a la presencia de casos clínicos, abortos o muertes de origen desconocido. Durante el proyecto los casos en que se pudo obtener un diagnóstico definitivo por aborto o muerte fueron por leptospirosis y senecio. Casos que *a priori* los productores atribuían a causa de tristeza parasitaria.

En las distintas parasitosis es importante realizar diagnóstico de situación no sólo al inicio o en estudio de casos clínicos, sino que también en la evolución de las distintas parasitosis y en el estatus de resistencia.

La difusión del proyecto se realizó en 8 jornadas asistenciales entre 2015 y 2018. Se realizó una metodología participativa con presentaciones y discusión de los resultados tanto con el grupo de productores y vecinos de la zona como con veterinarios de libre ejercicio y oficiales.

Las reuniones se realizaron en el Centro Universitario de Rivera y en el Local Curticeira de la Comisión Nacional de Fomento Rural (foto 11).



Foto 11. Reunión final con productores y veterinarios oficiales en Local Curticeira (A), con veterinarios de libre ejercicio en Centro Universitario (B).

Al finalizar el mismo, a cada productor se le entregó un documento con la situación diagnóstica personalizada de cada predio y los lineamientos particulares y generales para continuar con los componentes que se trabajaron al cabo de los tres años del proyecto (ver componente VII).

Se remarca la necesidad de completar los diagnósticos que no fueron realizados inicialmente y la importancia de monitorear su evolución para adecuar las futuras acciones.

7. CONCLUSIONES

- Las condiciones de silvopastoreo, desde el punto de vista de la epidemiología de la garrapata presentaron mayor riesgo debido a la confluencia de dos ecosistemas (cielo abierto y bajo monte).
- El programa de control de la garrapata en un sistema productivo de silvopastoreo, basado en los pilares de conocimiento desarrollados en el país, demostraron ser útiles a pesar de las diferencias epidemiológicas encontradas.
- La estrategia de aplicar tratamientos supresivos cuando existen altas poblaciones en refugio, logró disminuir drásticamente los desafíos posteriores y permitió retomar en la siguiente temporada la estrategia de tratamiento por umbral.
- Los tratamientos supresivos al inicio de un plan de control, tienen mayor importancia en predios forestales debido a la situación ecológica de doble refugio lo que implica la posibilidad de

un mayor desafío con larvas durante todo el año.

- Las mayores dificultades encontradas fueron las relacionadas con el manejo de los predios, al momento de reclutar el ganado, el hecho de compartir un mismo potrero animales de diferentes propietarios o las dificultades que generan las prácticas realizadas por las empresas forestales.
- Las cargas parasitarias halladas no provocaron disminución en la ganancia de peso vivo en los grupos monitoreados.
- Con la metodología aplicada y la utilización de animales centinelas, se logró cumplir cabalmente con los dos criterios de éxito planteados al inicio del proyecto; se disminuyó a la mitad la cantidad de tratamientos acaricidas y se logró desde un año antes de la finalización del proyecto no tener ni casos clínicos ni muertes por tristeza parasitaria.

8. CONSIDERACIONES GENERALES

En el transcurso del proyecto, los productores fueron tomando conciencia y se involucraron con la propuesta, a pesar del cambio importante que implicó en relación a su práctica habitual. La necesidad que el productor se identifique con el proyecto y poder compatibilizar los intereses comerciales con los técnicos, fue un proceso lento que se logró paulatinamente con las visitas mensuales y las reuniones de difusión, lo cual fue clave en lograr el éxito de la propuesta.



Grupo de productores y participantes del proyecto.

9. AGRADECIMIENTOS

A los productores y familiares involucrados en el proyecto (Omar Márquez, Dogomar Gonzalez, Elbio Dos Santos, Ramón Rodriguez, Gerardo Rodriguez, Eugenio Acosta, Germán de Torres, Pio Bove y Nicolás Correa— establecimiento Santa María, Julio Pereira), Horacio Mederos, Leonardo Dutra, Javier Albano, Mauricio Alonso, Juan I. Bove, Jorge Alonso, y estudiantes del practicantado de Facultad de Veterinaria en Rivera.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Carriquiry, R. (2011) La heterogeneidad de ganaderos a la sombra de plantaciones forestales y los sistemas silvopastoriles. Revista Plan Agropecuario, 140.
- Carriquiry, R.; Morales, H.; De Hegedus, P. y Tourrand, J. (2012b) Heterogeneity and vulnerability of livestock in forest plantations of Uruguay. 10th European IFSA Symposium, Aarhus, Denmark.
- Carriquiry, R. (2012a) Ganadería y forestación ¿hasta dónde? Revista Plan Agropecuario; 122 – 22.
- Corticelli, B. y Lai, M. (1963) Ricerche sulla tecnica de coltura delle larve infestive degli strongili gastro-intestinali dal bovino. Acta Médica Veterinaria. Año 9. Fasc. V/VI.
- Cuore, U.; Altuna, M.; Cicero, L.; Fernández, F.; Luengo, L.; Mendoza, R.; Nari, A.; Pérez Rama, R.; Solari, M.A. & Trelles, A. (2012). Aplicación del tratamiento generacional de la garrapata en la erradicación de una población multiresistente de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. Veterinaria (Montevideo) 48 (187) 5-13.
- Cuore, U.; Acosta, W.; Bermúdez, F.; Da Silva, O.; García, I.; Pérez Rama, R.; Luengo, L.; Trelles, A. & Solari, M. A. (2015) Tratamiento generacional de la garrapata. Aplicación de una metodología en un manejo poblacional para la erradicación de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* resistente a lactonas macrocíclicas. Veterinaria (Montevideo), 51(198), 2-2.
- Cuore, U.; Gayo, V. & Solari, M.A. (2016) Monitoreo de las parasitosis a través de animales centinela. Revista Opción Veterinaria. Año 1-Ed 4. 24-29.
- Cuore, U.; Solari, M. A.; Castro, E. & Valledor, M. (2013) Epidemiología y control de dípteros en estado adulto y larvario en Uruguay. En: «Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control». Coordinadores: Field, C. & Nari, A. Ed. Hemisfério sur. ISBN 978-9974-674-36-3.
- Cuore, U.; Solari, M. A.; Cicero, L.; Gayo, V.; Nari, A. & Trelles, A. (2009) Tratamiento Generacional de la Garrapata. <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-ganaderos/laboratorios-veterinarios/parasitologia/publicaciones>.
- Drummond, R. O.; Ernest, S. E.; Trevino, J. L.; Gladney, W. J. & Graham, O. H. (1973) *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory test of insecticides. Journal of Economic Entomology, 66: 130-133.
- Happich, F.A. & Boray, J.C. (1969) Quantitative diagnosis of chronic fasciolosis. I. Comparative studies on quantitative faecal examinations for chronic *F. hepatica* in sheep. Austral Vet J45:326-328.
- IICA – Red de Hemoparásitos; (1985) Técnicas para el diagnóstico de babesiosis y anaplasmosis bovinas. Comité de expertos sobre hematozoarios del área. Serie Salud Animal, N° 8, San José, Costa Rica.
- MGAP – DIEA (2015) <http://www2.mgap.gub.uy/DieaAnterior/Anuario2015/DIEA-Anuario2015-01web.pdf>.
- MGAP (2015) Regiones agropecuarias del Uruguay. <http://www.mgap.gub.uy/dieaanterior/regiones/Regiones2015.pdf>
- Nari, A. & Cardozo, H. (1986) Bases epidemiológicas para el control de nematodos gastrointestinales en rumiantes del Uruguay: XIV Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú.
- 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 Buiatría, Paysandú.
- Nari, A.; Solari, M.A.; Cuore, U.; Lima A.; Casaretto, R. & Valledor, S. (2013) Control integrado de parásitos en es-

- tablecimientos comerciales del Uruguay. En: «Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control». Coordinadores: Field, C. & Nari, A. Ed. Hemisfério sur. ISBN 978-9974-674-36-3.
- Solari, M.A.; Nari, A. & Cardozo, H. (1992) Impact of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* on the production of beef cattle in Uruguay, Mem.Inst.Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol 87 Suppl III, 143-149.
- Solari, M. A. & Quintana, S. (1994) Epidemiología y prevención de los hemoparásitos (*Babesia* y *Anaplasma*) en el Uruguay. En: Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. A. Nari & C. Fiel (Eds.). Montevideo: Hemisferio Sur, Cap. 24: 481-505.
- Solari, M. A.; Cuore, U.; Sanchis, J.; Gayo, V.; Trelles, A.; Bermudez, F. y Rizzo, E. (2007) Aplicación del control integrado de parásitos (CIP) en un establecimiento comercial. Seminario Regional FAO «Aplicación del control integrado de parásitos (CIP) a la garrapata *Boophilus microplus* en Uruguay» ISBN 978-95-5-305846-4.
- Stone, B. & 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.
- Uruguay XXI (2018) Informe anual de Comercio Exterior <https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/>

María A. Solari, Ulises Cuore,
Alfredo Trelles, Jaime Sanchis,
Leonardo Dutra, Santiago
Losiewicz

Componente II

Estudio epidemiológico de la garrapata *Rhipicephalus* *(Boophilus)* *microplus* en un sistema forestal

RESUMEN

Se realizó un estudio epidemiológico con exposiciones de teleoginas de garrapata complementado con la dinámica poblacional en un ecosistema forestal. El estudio fue comparativo de la duración del ciclo no parasitario y del número de generaciones con garrapatas expuestas bajo monte y a cielo abierto. Mensualmente se registró en 10 animales, el recuento de las formas parasitarias, estableciendo una dinámica poblacional. Se halló un ciclo no parasitario máximo de 390 días en condiciones a cielo abierto mientras que bajo monte fue de 340 días. El número máximo fue de tres generaciones bajo monte mientras que a cielo abierto se desarrollaron dos. La dinámica poblacional a pesar de estar influida por los tratamientos, indicó un desafío permanente por que los animales cohabitaban indistintamente en los dos ecosistemas. Si bien se puede establecer diferencias en la ecología a cielo abierto o bajo monte, el pastoreo de los animales donde coexisten los dos ecosistemas, determina en la práctica un doble refugio donde se favorece la tasa de encuentro.

Palabras claves: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, ciclo no parasitario, condiciones ambientales, ecología, silvopastoreo.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto de la campaña sanitaria contra la garrapata, la actualización de los estudios ecológicos es necesaria a los efectos de interpretar el comportamiento de la parasitosis que a nivel de campo determinará una dinámica poblacional y un número de generaciones por año.

La importancia de estos estudios, radica en poder establecer un comportamiento predecible, reconociendo las variaciones climáticas anuales que influyen en los procesos biológicos con la finalidad de establecer estrategias sustentables de control.

La población de garrapatas en refugio, presentes en las pasturas, ciclo no parasitario (CNP), representa el mayor porcentaje de la problemática ya que los tratamientos se realizan sobre una pequeña parte de la parasitosis que es la que está sobre el animal. La sobrevivencia de las poblaciones en refugio dependen del microclima y pueden verse afectadas debido a condiciones ambientales adversas (heladas, desecación, etc.), por depredadores, microorganismos (hongos entomopatógenos), o por no coincidir con el huésped (tasa de encuentro), llegando al límite de sus reservas sin posibilidad de infestar (FAO, 2003).

En un estudio realizado bajo condiciones estables de laboratorio, se determinó la viabilidad y longevidad de las distintas etapas del ciclo no parasitario. Si bien no se definió una temperatura mínima en la cual se detiene la ovipostura, la misma se vería interrumpida con valores inferiores a 15 °C. En condiciones ideales de 26 °C y 80% de humedad, la ovipostura se completa en 14 días presentando el pico máximo entre el 4° y 5° día. En la etapa de huevo, para obtener una máxima eclosión sería necesario una humedad relativa superior a 95% y una temperatura entre 29 y 35 °C. La mayor longevidad de las larvas, de 240 días se logró a 22 °C con 90 % de humedad relativa (Hitchcock, 1955).

Ivancovich citado por Núñez, 1982, a partir de estudios ecológicos realizados en Argentina, determinó la duración de los distintos estadios de la fase no parasitaria, encontrando una duración máxima del CNP de 193 días a partir de garrapatas expuestas en el mes de abril. En el mismo trabajo se estableció la interrupción del CNP cuando las condiciones climáticas fueron adversas en invierno y verano.

Evans, D.E. (1992) realizó un reporte sobre la situación y control de la garrapata en Brasil, donde sugiere cinco situaciones de sobrevivencia en el medio ambiente, dependiendo de la ubicación geográfica. Particularmente precisó entre los paralelos 22-31° Lat.Sur con un promedio anual de 18-20 °C, la existencia de tres generaciones al año con un enlentecimiento del CNP en los meses de invierno. En otra zona más al sur (31,4°), donde la temperatura anual promedio es cercana a los 17 °C, en general las temperaturas extremas afectan parcialmente la producción de huevos de la tercera generación del otoño, por lo que pocos huevos superan el invierno y evolucionan a larva en presencia de temperaturas más benignas de la primavera. Por otro lado, las larvas que evolucionaron en otoño, permanecen inactivas durante el invierno y se reactivan con las mejores condiciones de la primavera.

Para conocer la incidencia de estos factores en condiciones de campo, se realizaron estudios ecológicos en el Uruguay, desde 1979 a la fecha, donde se ha puesto de manifiesto que las condiciones ambientales inciden en la duración del

CNP así como en el número de generaciones que se pueden desarrollar al año. Las principales limitantes están dadas por temperaturas extremas (acción directa de los rayos solares, heladas), humedad ambiente, lluvia y desecación (Nari, 1979; Cardozo, 1984; Sanchis, 2008; Cuore, 2013).

A nivel nacional existen resultados que corroboran un comportamiento diferente bajo protección de monte natural de serranía y de costa en comparación a lo que sucede a cielo abierto, sin protección del monte (Sanchis, 2008; Cuore, 2013). Se entiende necesario confirmar las posibles diferencias en un nuevo ecosistema productivo que se desarrolla en plantación forestal.

El conocimiento generado particularmente de los diferentes ecosistemas, colaborará en establecer estrategias sustentables de control, conjuntamente con otras áreas temáticas de esta parasitosis (resistencia, medidas de manejo, control integrado).

El **objetivo** del presente trabajo es realizar estudios ecológicos de la garrapata a cielo abierto y bajo la protección del monte en un sistema forestal a los efectos de evaluar la diferencia de comportamiento.

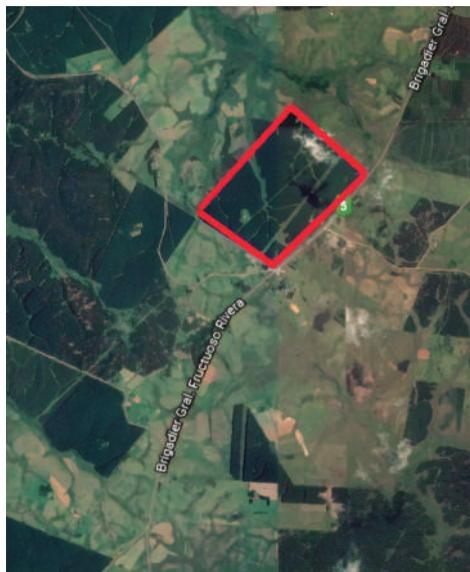
2. HIPÓTESIS

En los ecosistemas forestales el CNP se ve favorecido por un microclima que influye en la permanencia, disponibilidad y número de generaciones con respecto a los antecedentes generados en el país a cielo abierto.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en un predio forestado con pino marítimo, ubicado en ruta 5 «Brigadier Gral. Juan A. Lavalleja», km 473, situados en los paralelos 31,13 Lat. Sur y 55,6 Long Oeste (Mapa 1). Se seleccionaron dos sitios de exposición, uno bajo monte y otro a cielo abierto (calle entre montes) con una distancia lineal entre sí de 50 metros.



Mapa 1. Ubicación geográfica del predio.

3.2 Población de garrapata

Se trabajó con garrapatas del género *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*, cepa Mozo de referencia. Se expusieron garrapatas teleoginas, con menos de 24 horas de colectadas en las instalaciones de DILAVE «Miguel C. Rubino».

3.3 Diseño experimental

Se realizaron exposiciones mensuales, en tres tubos de malla de bronce con 3 teleoginas cada uno, en los dos sitios de exposición, de acuerdo a la metodología publicada por Harley, 1966. Mensualmente se observaron las exposiciones evaluando: postura, eclosión y longevidad larval. Con esta información se estimó la duración del CNP y el número de generaciones.

El criterio para estimar una generación se basó en función del desarrollo, permanencia y cantidad de larvas disponibles, que serán las responsables de formar la siguiente generación.

Complementariamente en el mismo predio, se realizó el estudio de la dinámica poblacional mediante el recuento mensual de las formas parasitarias en 10 animales (grupo centinela) con la finalidad de establecer una correlación entre

las exposiciones y el desafío parasitario a campo. Se llevó registro del recuento de las garrapatas y de las fechas en que se aplicaron los tratamientos acaricidas utilizados a lo largo de los años del proyecto.

3.4 Registro meteorológico

Se utilizó una estación meteorológica (Acurite weather - cinco en uno), la que fue dispuesta en los dos lugares de exposición.

3.5 Características del suelo

El predio se ubica sobre la unidad de Rivera, en un paisaje de colinas sedimentarias no rocosas sobre la Formación Tacuarembó. Se analizaron los siguientes parámetros: textura, fósforo (Bray I), potasio, pH (agua) y materia orgánica.

4. RESULTADOS

En la figuras 1 y 2 se describen los resultados obtenidos de las exposiciones noviembre 2015 a junio de 2018 (bajo monte) y de enero 2016 a junio de 2018 (cielo abierto).

En el cuadro 1 se muestran los resultados de la duración en días de las etapas de huevos, larvas y duración total de CNP de acuerdo a los meses y lugares de exposiciones.

4.1 Exposiciones bajo monte

En el año 2016 las teleoginas expuestas durante los meses de febrero a agosto no lograron evolucionar más allá de la etapa de huevo, interrumpiéndose el CNP.

En el mes de marzo de 2017, las garrapatas expuestas fueron las únicas que interrumpieron el CNP al no eclosionar larvas. En los meses de invierno el CNP se mantuvo en etapa de huevos entre 120 y 150 días, emergiendo las larvas entre los meses de octubre y diciembre.

Las exposiciones de la primavera de 2016 y 2017 eclosionaron conjuntamente

Cuadro 1. Duración en días de las distintas etapas del ciclo no parasitario en diferentes ecosistemas.

Fecha exposición	Bajo Monte			Cielo Abierto		
	Huevos	Larvas vivas	Ciclo no parasitario	Huevos	Larvas vivas	Ciclo no parasitario
Nov-15	30	150	210			
Dic-15	30	150	210			
Ene-16	30	180	240			
Feb-16	120	sin eclosión		30	330	360
Mar-16	150	sin eclosión		30	330	390
May-16	sin postura			150	sin eclosión	
Jun-16	sin postura			sin postura		
Jul-16	60	sin eclosión		30	sin eclosión	
Sep-16	90	120	340	90	sin eclosión	
Oct-16	60	120	210	90	sin eclosión	
Nov-16	30	240	300	60	sin eclosión	
Dic-16	30	180	240	90	60	180
Ene-17	30	120	180	30	330	360
Feb-17	30	180	240	30	330	360
Mar-17	90	sin eclosión		60	180	270
May-17	120	60	210	60	150	240
Jun-17	90	90	210	150	sin eclosión	
Jul-17	120	60	210	30	150	210
Sep-17	90	30	150	60	90	180
Oct-17	60	30	120	120	sin eclosión	
Nov-17	30	150	210	90	sin eclosión	
Dic-17	30	150*	210*	60	sin eclosión	
Ene-18	30	120*	180*	30	sin eclosión	
Feb-18	60	60*	150*	sin postura		
Abr-18	30	60*	120*	30	90 *	150 *
May-18	30*		60*	30	30 *	90 *
				30 *		60 *

* Final del proyecto (junio 2018).

en el mes de enero del siguiente año, dando lugar a la siguiente generación de garrapatas.

Durante los meses de enero a abril de 2018, las exposiciones evolucionaron a larvas, encontrándose viables hasta la finalización del proyecto (junio).

La sobrevivencia de las larvas encontradas en el año 2016, varió entre 5 y 6 meses, mientras que en el año 2017 fue entre 2 y 8 meses. Las larvas nacidas en enero 2018 vivieron entre 1 y 5 meses.

En relación al CNP se encontró la mayor duración en la exposición de septiembre de 2016 (340 días), mientras que en el 2017 no superó los 210 días.

En términos generales, bajo monte se encontró un medio ambiente más húmedo y frío, en consecuencia fueron descartadas un mayor número de teleoginas, algunas parasitadas con hongos. A partir de estas garrapatas, la

Facultad de Ciencias aisló el género de *Bauveria*, que es un hongo entomopatógeno que se desarrolla en materia orgánica a pH ácido. El valor del pH influye en la germinación del hongo retardándola en valores extremos. Se consideran intervalos óptimos de pH los valores entre 5,5 y 7 (Chiriboga, H. 2015).

Se destaca la exposición de enero de 2016 que tiene una duración del CNP de 240 días y sus larvas serían las responsables de la siguiente generación del mes de agosto.

Esto remarca la importancia de realizar un tratamiento estratégico al inicio de cada generación.

4.2 Exposiciones a cielo abierto

En exposiciones realizadas entre marzo y octubre de 2016, las teleoginas no fueron fértiles no logrando emer-

ger larvas de los huevos depositados. En las exposiciones de enero y febrero, las larvas se mantuvieron viables con un CNP de 360 y 390 días respectivamente, siendo las responsables de la siguiente generación en el mes de noviembre.

En 2017, el CNP se interrumpió en el mes de mayo, siendo fértiles durante los meses de invierno (junio y julio). En la lectura de enero y febrero de 2018, se interrumpió toda evolución en el suelo de las garrapatas, ya sea de las larvas nacidas en enero, junio y julio, así como los huevos de setiembre a diciembre de 2017.

Durante 2018, la garrapata de enero no puso huevo y las exposiciones de febrero y abril sí evolucionaron a larva.

4.3 Estimación de generaciones

En el cuadro 2 se presentan el número de generaciones estimadas a cielo abierto y bajo la protección del mon-

te. En el año 2016 se alcanzó dos generaciones en ambas condiciones, pero en 2017 el comportamiento fue diferente, encontrándose una situación más favorable bajo monte donde se desarrollaron tres generaciones mientras que a cielo abierto se hallaron dos.

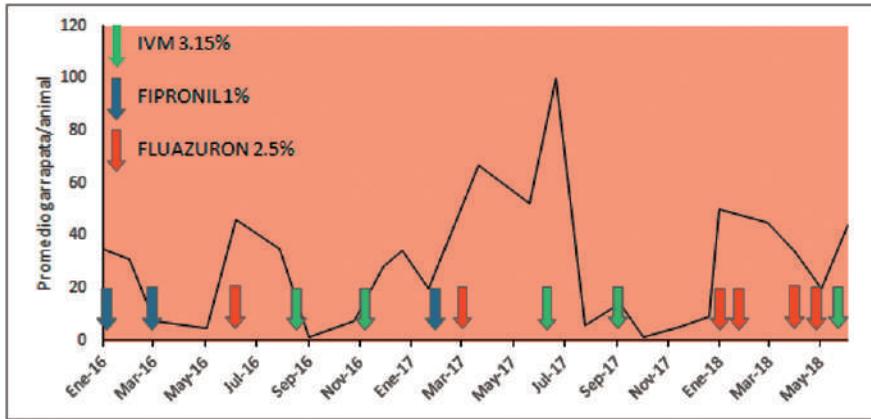
4.4 Correlación de la ecología con la «dinámica poblacional»

Si bien la dinámica poblacional fue afectada por los tratamientos, la misma refleja la disponibilidad de larvas en refugio y la tasa de encuentro (gráficas 1 y 2). Estas gráficas demuestran que a lo largo del proyecto la mayoría de los animales presentaron altas cargas de garrapata. De las 24 observaciones, solo en 4 oportunidades menos de la mitad de los animales centinela presentaron garrapata, mientras que en las 20 restantes el 70% o más estaban parasitados con diferentes cargas.

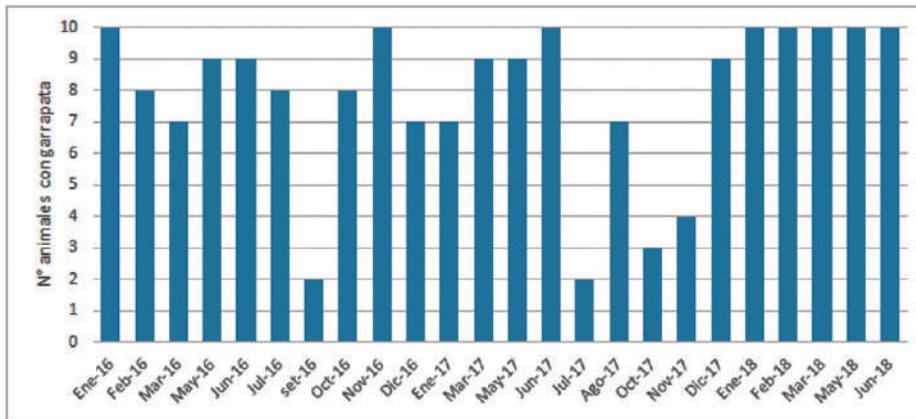
Cuadro 2. Número de generaciones y período en que transcurren en el Departamento de Rivera.

Ubicación	Año	N° Generaciones	Meses	
Cielo abierto	2016	2	Enero	Abril
			Noviembre	Diciembre
	2017	2	Enero	Mayo
			Agosto	Octubre
	2018	1*	Abril	Junio*
	Bajo monte	2016	2	Enero
Octubre				Diciembre
2017		3	Enero	Agosto
			Agosto	Noviembre
			Noviembre	Enero
2018		1*	Enero	Junio*

* Final del proyecto (junio 2018).



Gráfica 1. «Dinámica poblacional» influida por los tratamiento.

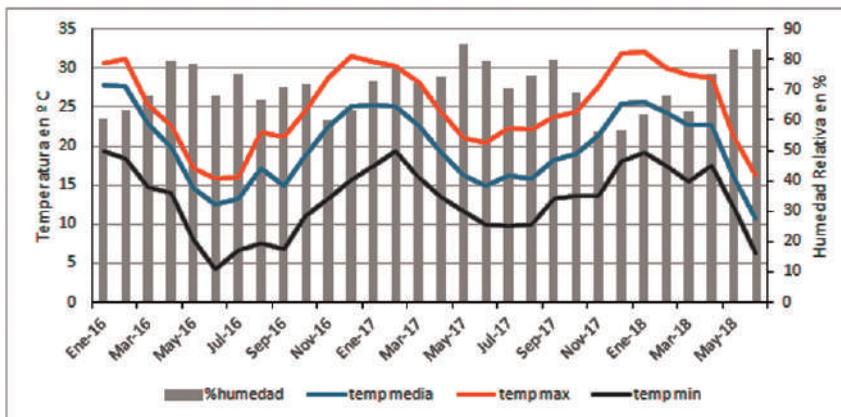


Gráfica 2. Dispersión del número de animales con garrapata en el grupo centinela.

4.5 Registros de temperatura

Los promedios de temperatura media, mínima y máxima y el porcentaje de humedad relativa mensuales registradas durante el proyecto figuran en la gráfica 3.

A partir de los meses de febrero-marzo hasta setiembre-octubre del año 2016 dependiendo de la situación ecológica se interrumpió el CNP (cuadro 1). Este comportamiento en 2017 fue diferente, posiblemente atribuible a



Gráfica 3. Registro de parámetros climáticos en Rivera.

las bajas temperaturas de 2016 donde se registraron 115 días con temperaturas mínimas inferiores a 10 °C (entre 4,3 y 7,9 °C).

Por otro lado, en las exposiciones a cielo abierto, el CNP se vio interrumpido en diciembre de 2017 y enero de 2018, habiendo encontrado valores de humedad relativa menor del 50% y la temperatura máxima promedio de 33 °C en 15 registros entre el 8 de diciembre al 8 de enero de 2018.

4.6 Características del suelo

El trabajo se realizó sobre un suelo típico de la Formación Tacuarembó, con un elevado contenido de arena, un muy bajo contenido de materia orgánica y con una posible presencia de aluminio intercambiable (Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay). Las principales limitantes para el uso de estos suelos son el alto riesgo de erosión y la baja fertilidad natural. El uso predominante es pastoreo bajo campo natural.

Los resultados de los análisis físico-químico de los suelos bajo monte y a cielo abierto, se describen en el cuadro 3.

5. DISCUSIÓN

En relación a los parámetros epidemiológicos estudiados, se observaron resultados distintos dependiendo del factor año tanto a cielo abierto como bajo monte. Las condiciones climáticas del año 2017 fueron más benignas en relación a las de 2016 para el mantenimiento de la población en refugio.

Las principales diferencias encontradas en los dos ecosistemas fueron: la duración máxima del CNP, el número de exposiciones interrumpidas y el número de generaciones.

La duración máxima se encontró en las exposiciones a cielo abierto de enero y febrero de 2016 con 360 y 390 días respectivamente. En la temporada diciembre 2016 y enero 2017 la duración del CNP fue de 360 días.

Cuadro 3. Resultados de análisis químico y físico de los suelos bajo monte y cielo abierto.

	Fósforo Bray I (ppm P)	Potasio meq/100 g	pH (H ₂ O)	Materia Orgánica (%)	Textura (%)		
					Arcilla	Arena	Limo
Bajo Monte	10	0,16	4,07	2,55	7,2	79,1	13,7
Cielo Abierto	10	0,66	5,31	3	12	68	20
Método Analítico	Espectrofotométrico	Fotometría- llama	pH - metro	Walkley Black	Bouyoucos		

Cuadro 4. Resumen de la sobrevida máxima de larvas y duración del ciclo no parasitario.

Año	Ubicación	Sobrevida máxima de Larvas (días)	Total CNP (meses)	Referencia
1975 - 1977	Pando (cielo abierto)	123	8,2	Nari, 1979
1979 - 1981	Tacuarembó (cielo abierto)	173	7,6	Cardozo, 1984
	Melo (cielo abierto)	188	7,9	
	Artigas (cielo abierto)	109	7,9	
2003 - 2005	Paysandú (monte de costa)	180	9,7	Sanchis, 2008
	Salto (cielo abierto)	187	9,9	
2006 - 2009	Lavalleja (monte de sierra)	195	9	Cuore, 2013
	Lavalleja (cielo abierto)	126	8	
2015 - 2018	Rivera (monte de pino)	240	11	FPTA 338
	Rivera (cielo abierto)	330	13	

En condiciones bajo monte los mayores registros se observaron durante 2016 en setiembre con 340 días y noviembre del mismo año con 300 días. En el año 2017 la duración máxima fue de 240 días.

De acuerdo a los estudios nacionales (cuadro 4), la duración máxima del ciclo no parasitario a cielo abierto fue aumentando a medida que pasaron los años, de 8,2 meses (1979), de 7,6 meses (1984) hasta 13 meses (2016). El comportamiento bajo la protección del monte también fue diferente, donde se hallaron valores de 9,7 meses en monte de costa (2008), 9 meses en monte de sierra (2013) y 11 meses en sistema forestal (2016).

La duración de la etapa de huevo influye en la viabilidad de las larvas, cuanto más demore en eclosionar, las larvas tendrán menor sobrevida en el medio ambiente. La mayor diferencia se observó en exposiciones bajo monte en 2017, donde huevos que demoraron 4 meses en eclosionar, dieron larvas que vivieron dos meses (ejemplo exposición mayo, junio y julio 2017). Por el contrario, en exposiciones a cielo abierto en enero y diciembre de 2016 y enero de 2017, a los 30 días de expuestas las teleoginas, presentaron huevos eclosionados con larvas viables durante 11 meses.

El aumento de la duración del CNP, registrado desde 1979 a 2018 fue principalmente debido a la mayor sobrevida de larvas en el medio ambiente.

Las diferentes variables que serían atribuibles a estos resultados, pueden estar relacionadas con el factor año, la ubicación geográfica, los distintos ecosistemas o con la variabilidad o cambio climático dado que transcurrieron 40 años desde el inicio de los estudios en Uruguay.

En relación a la interrupción del CNP, se presentó una situación de protección en el ecosistema forestal, donde bajo monte se interrumpió en seis oportunidades mientras que a cielo abierto en doce ocasiones.

La cantidad de generaciones y el momento en que se desarrollan no presentaron mayores variaciones en relación a las estimadas históricamente (Cardozo, 1984, Sanchis, 2008, Cuore, 2013). Comparando los resultados de los dos ecosistemas estudiados, en el año 2017 bajo monte se estimaron 3 generaciones, mientras que a cielo abierto se hallaron 2.

En el cuadro 5 se presentan los resultados de diferentes estudios comparativos, observándose una misma tendencia en cuanto a un porcentaje mayor de sobrevivencia en las exposiciones bajo monte.

En relación a la hipótesis planteada, en los ecosistemas forestales el CNP se vio favorecido parcialmente, comparado con el comportamiento de los parásitos expuestos a cielo abierto. Bajo monte existió una mejor tendencia en la evolución del ciclo alcanzando la etapa de larva en exposiciones de diferentes meses. Las condiciones climáticas adversas (bajas temperaturas del invierno, desecación del verano) fueron mejor sobrellevadas, pero su duración total fue menor, por lo que no se reflejó en un mayor número de generaciones a lo establecido históricamente.

Durante el invierno en nuestro país se presentan temperaturas medias inferiores a 15 °C, esto provocaría la interrupción del CNP. Comparando con los resultados de Hitchcock (1955) y Evans (1992) en cuanto a la temperatura promedio que actúa interrumpiendo el CNP durante el

Cuadro 5. Porcentaje de viabilidad de las exposiciones comparando cielo abierto y bajo protección de monte.

Año	Ubicación	Meses de exposiciones	% exposiciones viables	Referencia
2003 - 2005	Paysandú (monte de costa)	32	94	Sanchis, 2008
	Salto (cielo abierto)	37	65	
2006 - 2009	Lavalleja (monte de sierra)	25	52	Cuore, 2013
	Lavalleja (cielo abierto)	36	42	
2015 - 2018	Rivera (monte de pino)	26	77	FPTA 338
	Rivera (cielo abierto)	24	50	

invierno, en nuestro proyecto existió una concordancia con lo planteado. En el año 2016 existió una marcada interrupción del CNP, coincidiendo con una temperatura media de los meses de mayo a setiembre de 14,5 °C, mientras que en el 2017 en el mismo período, la temperatura media fue de 16,3 °C. Estas situaciones se repitieron a cielo abierto y bajo monte.

La mayor longevidad de las larvas, de 240 días bajo condiciones de laboratorio, se logró a 22 °C con 90 % de humedad relativa (Hitchcock, 1955), mientras que en Argentina el máximo del CNP fue en el mes de abril, con 193 días en condiciones de campo y 181 en el laboratorio (Nuñez, 1982). En el presente estudio, la duración máxima fue mayor, a cielo abierto 390 días y bajo monte 360 días, correspondiendo a los registros promedio anual de 19,8 °C y 70% de humedad relativa. Si bien estos registros pueden presentar variaciones, ya que se observaban una vez al mes, las diferencias encontradas con los resultados de la región, pueden deberse a situaciones ecológicas diferentes debido a los factores bióticos y abióticos.

Los resultados planteados por Evans en 1992, relativos a las áreas ecológicas tercera y cuarta de sobrevivencia de la garrapata en Brasil son similares a lo que ocurre en nuestro país. En estas condiciones, principalmente la zona sur de Brasil, se desarrollan tres generaciones al año con una interrupción del CNP en los meses del invierno.

En Uruguay, a pesar de estar en una zona marginal para el desarrollo del parásito, con una temperatura media anual en el rango de 16 a 19 °C, históricamente se presentan 3 generaciones de garrapatas al año. La desendencia de la tercera generación que se desarrolla durante el otoño es la responsable de sobrepasar el invierno y dar origen a la primera generación cuando mejoran las condiciones climáticas durante la primavera y las larvas están activas en las pasturas (Cardozo, 1984). Si bien este es un concepto general de presentación, existieron también otros estudios donde en condiciones climáticas adversas se desarrollaron 1,5 generaciones así como en condiciones favorables bajo protección de monte de costa se pudo haber alcanzado 4 generaciones (Cuore, 2013; Sanchis, 2008).

Sin embargo, aunque se pueden establecer diferencias en la ecología a cielo abierto o bajo monte, el pastoreo de los animales donde coexisten los dos ecosistemas, determina en la práctica un doble refugio, donde se favorece la tasa de encuentro. Este concepto surge de la experiencia encontrada entre las exposiciones a cielo abierto y bajo monte, en correlación a la dinámica poblacional presentada en el sistema forestal de Rivera.

6. CONCLUSIONES

- Las generaciones encontradas en este proyecto, mostraron una coincidencia con las descritas históricamente en el país, dependiendo de la variabilidad biológica dada por las condiciones climáticas del factor año.
- Se registró una mayor duración del CNP a lo reportado previamente, alcanzando un período superior al año lo cual cambia el criterio del tiempo necesario para lograr una pastura libre de garrapata.
- Temperaturas medias inferiores a 15 °C durante los meses del invierno, interrumpen el CNP, característica propia de la situación marginal del país.
- Si bien se pueden establecer diferencias en la ecología a cielo abierto o bajo monte, el pastoreo de los animales donde coexisten los dos ecosistemas, determina en la práctica un doble refugio donde se favorece la tasa de encuentro.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Cardozo, H.; Nari, A.; Franchi, M.; Lopez, A. & Donatti, N. (1984) Estudios sobre la ecología de *Boophilus microplus* en tres áreas enzóticas del Uruguay. Veterinaria (Montevideo) 20 (86/87)4-10.
- Chiriboga, H.; Gómez, G. & Garcés, K. (2015) Protocolos para formulación y aplicación del bio-insumo: *Beauveria bassiana*, hongo entomopatígeno para el control biológico de hormigas cortadoras (Ysaú). <http://www.iica.int/es/publications/protocolos-para-formulacion-y-aplicacion-del-bio-insumo-beauveria-bassiana-hongo>.
- Cuore U., Cardozo H., Solari M.A., Cicero L.

- (2013) La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. Epidemiología y control. En: Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fiel C, Nari A. Ed. Hemisferio Sur ISBN 978-9974-674-36-3.
- Evans, D.E. (1992) Tick infestation of livestock and tick control methods in Brazil: A situation report. Insect Sci. Applic. Vol. 13, No. 4, pp. 629-643.
- FAO (2003) Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en Latinoamérica. N° 157, ISBN 92-5-304967-7 Publicaciones FAO, Roma.
- Harley, K.L.S. (1966) Studies on the survival of the non-parasitic stages of the cattle tick *Boophilus microplus* in the three climatically dissimilar districts of north Queensland. Aust. J. Agric. Res., 17 (387-410)
- Hitchcock, L. F. (1955) Studies on the non-parasitic stages of the cattle tick, *Boophilus microplus* (Canestrini) (Acarina: Ixodidae). Australian Journal of Zoology, 3(3), 295-311.
- 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.
- Nuñez, J.; Cobeñas, M. & Moltedo, H. (1982) *Boophilus microplus*. La garrapata común del ganado. Ed Hemisferio Sur; ISBN 950-504-239-6
- Sanchis, J.; Cuore, U.; Gayo, V.; Silvestre, D.; Invernizzi, F.; Trelles, A. & Solari, M. A. (2008) Estudio sobre la ecología del *Boophilus microplus* en tres áreas del Uruguay. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay.

María A. Solari, Ulises Cuore,
Alfredo Trelles, Jaime Sanchis,
Fabián Pedrozo

Componente III

Estudio epidemiológico en la transmisión de la *Babesia bovis* por la garrapata *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus*

RESUMEN

Se realizaron exposiciones de garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* infectada experimentalmente con *Babesia* spp a los efectos de observar la incidencia del monte de pino como protección ante las inclemencias del invierno comparándola con exposiciones sin la protección del monte (cielo abierto). Para relativizar los efectos del factor año y de la ubicación geográfica, las mismas se reiteraron en los años 2016 y 2017 en los departamentos de Rivera y Montevideo (31,1° Lat. Sur-55,6° Long. Oeste y 34,4° Lat. Sur-55° Long. Oeste). Pasado el invierno, con las larvas vivas expuestas, se infestaron terneros susceptibles (seronegativos y esplenectomizados) en la DILAVE «Miguel C. Rubino» con la finalidad de corroborar la infección. En el año 2016 las larvas de las teleoginas expuestas no sobrevivieron el invierno en ninguno de los tres lugares expuestos, mientras que en el año 2017, en los tres lugares se encontraron larvas vivas. Solamente en un ternero infectado con larvas expuestas en Montevideo presentó eritrocitos con *Babesia bovis*. Bajo las condiciones del ensayo el monte no influyó en mantener la infección. Estos resultados confirman que la sobrevida de las larvas es dependiente del clima, así como que la transmisión de babesias es errática, no habiéndose logrado establecer una correlación entre la temperatura

ambiente y el mantenimiento de la infección en la garrapata. A modo de consideración, se reafirma el papel de los portadores crónicos como «responsables» de nuevos brotes. Se considera que la utilización de hemovacuna, además de prevenir la enfermedad podría actuar con un efecto de dilución de la población patógena, disminuyendo a largo plazo la transmisión por la garrapata.

Palabras claves: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, transmisión *Babesia bovis*, condiciones ambientales, ecología, silvopastoreo.

1. INTRODUCCIÓN

El Uruguay está ubicado entre los paralelos 30°-35° Lat. Sur, una zona marginal para el desarrollo de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Existen varias publicaciones donde se reafirma este concepto, los cuales en términos generales indican que las bajas temperaturas del invierno a campo abierto o bajo la protección de montes, inciden en la evolución del ciclo no parasitario de la garrapata (Nari, 1979; Cardozo, 1984; Sanchis, 2008; Cuore, 2013).

Si bien hay resultados que indican el desarrollo de 1,5 hasta 3,5 generaciones, normalmente se considera que en el país se presentan 3 generaciones al año. La descendencia de las garrapatas caídas entre febrero y marzo son las

responsables de sobrepasar el invierno y dar origen a la siguiente generación (fines de invierno principio de primavera) cuando mejoren las condiciones climáticas y las larvas estén activas en las pasturas (Cardozo, 1984). Estudios ecológicos han demostrado que dos meses después de la eclosión, el porcentaje de larvas que sobreviven en las pasturas disminuye significativamente, principalmente por inanición y desecación. Este efecto es más marcado bajo condiciones ambientales adversas como ser las altas temperaturas, un bajo porcentaje de humedad y poca cobertura vegetal (FAO, 2004).

Se considera a *R. microplus* como el único vector de *Babesia* spp. en bovinos presente en Sudamérica (Guglielmo, 1995).

La infección de la garrapata se produce por la ingesta de eritrocitos infectados de bovinos portadores, únicamente a partir de gametocitos precursores (merozoítos) que desarrollarán una fase sexual y se eliminarán otras formas de babesia que no son infestantes para la garrapata (trofozoítos). Si bien los gametocitos comienzan a formarse en el bovino, terminan su desarrollo dentro de la garrapata (Friedhoff, 1988; Mosqueda, 2004).

Las garrapatas se infestan a través de la ingestión de merozoítos (precursores) presentes en la sangre del bovino y la descendencia queda infectada por vía transovárica (Friedhoff, 1988).

Existen estudios *in vitro* que demuestran la influencia de la temperatura en la tasa de infección de *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* en la garrapata. Se encontró que las larvas infectadas fueron vectores más eficientes durante las 2 a 4 semanas luego de la eclosión. Asimismo, habiéndose expuesto garrapata infectada entre 9 °C y 27 °C en períodos variables, se detectó una mayor tasa de infección con *B. bovis* a 14 °C que a 27 °C y esto ocurre en menor medida con *B. bigemina* (Dalglish, 1982).

Una vez en el medio ambiente, las larvas infectadas sufren la influencia del clima, siendo específicamente las bajas

temperaturas del invierno las que pueden eliminar la infección (Hodgson, 1992).

En función de lo descrito, se estudió el efecto del invierno sobre garrapatas infectadas con *Babesia* spp. expuestas en cuatro diferentes puntos del país, durante los años 1988 y 1989, a cielo abierto habiéndose encontrado resultados erráticos. De las ocho exposiciones, se logró transmitir solamente dos veces, una se transmitió en la exposición del Departamento de Cerro Largo de 1988 y la otra en la del Departamento de Treinta y Tres en 1989 (Solari *et al.*, 1991).

No se han detectado trabajos donde estudien la protección del monte con relación a la tasa de infección de las larvas.

En el país, existen en los cambios estacionales variaciones de temperaturas similares al rango estudiado y si bien la información obtenida en la década de 1980, confirma la situación marginal, se entiende necesario conocer cuál es el papel del monte en cuanto al mantenimiento de la infección.

El objetivo del presente trabajo, fue evaluar la incidencia de la temperatura sobre *Babesia* sp. en larvas de *R. microplus* mantenidas durante el invierno en un ecosistema forestal.

2. HIPÓTESIS

Las exposiciones bajo monte pueden presentar un microclima favorable en el mantenimiento de infestación por *Babesia* sp. en larvas de garrapata.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Durante los meses de invierno de 2016 y 2017 se expusieron garrapatas teleoginas provenientes de animales infectados con *B. bovis* y *B. bigemina*, bajo monte y a cielo abierto, de acuerdo con la metodología descrita (Harley, 1966 y Dalglish, 1982). En la correspondiente primavera la infección de las garrapatas fue analizada por xenodiagnóstico, serología y PCR.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en un predio forestal (pino) sobre la ruta 5, km 476 ubicado en 31,13° Lat. Sur y 55,6° Long. Oeste y en Montevideo, ruta 8, km 17 ubicado en 34,7° Lat. Sur y 56° Long. Oeste.

4.2 Animales

Se utilizaron terneros (*Bos taurus*) de la DILAVE, provenientes de una zona sin garrapata y sin antecedentes de infección de hemoparásitos. Todos los animales al comienzo de la experiencia resultaron negativos a las babesias por medio de la técnica de inmunofluorescencia indirecta (IICA, 1987). Se mantuvieron en boxes individuales, con ración de mantenimiento y agua *ad libitum*. Todos los terneros fueron esplenectomizados siguiendo el protocolo del laboratorio.

4.3 Cepa de garrapata

Se trabajó con una población de referencia *R. microplus* libre de hemoparásitos,

cepa Mozo, mantenida en la DILAVE desde 1973.

4.4 Población de *Babesia* sp.

Se utilizaron poblaciones de *B. bovis* y *B. bigemina*, aisladas y mantenidas congeladas en nitrógeno líquido (-196 °C) en la DILAVE desde 1979 y 1981 respectivamente.

4.5 Preparación de garrapata infectada

En el año 2016 se prepararon dos terneros, infectados con garrapata y se inocularon siete días previos a la caída, cada uno con una de las dos babesias (cuadros 1 y 2). En el año 2017, se repitió el proceso pero se infestó un solo animal con *B. bovis* (cuadro 4).

A partir del día 18 posterior a la infestación por garrapata se controlaban clínicamente los animales (hematocrito y parasitemia según protocolo IICA, 1987) y se colectaban todas las hembras desprendidas. Una parte de éstas se incubaron en condiciones ideales (27 °C y 90% humedad) para obtener larvas y así comprobar la transmisión de la infección

Cuadro 1. Animal esplenectomizado infestado con *R. microplus* libre de hemoparásitos e infestado con *Babesia bigemina*.

Día infección garrapata	Día infección <i>B. bigemina</i>	Fecha	Teleoginas	Hto	PCR	IFI	Giemsa	Observaciones
0		24/2/16						150 mg garrapata
1		25/2/16						150 mg garrapata
....								
	0	8/3/16						Inóculo <i>B. bigemina</i>
....							
20	6	14/3/16		31			(+)	
21	7	15/3/16		31			(1%)	
22	8	16/3/16	2	27			(2,1%)	
23	9	17/3/16	9	17			(0,45%)	
24	10	18/3/16	58	10			(+)	
25	11	19/3/16	44	10			(++)	
26	12	20/3/16	70	14			(+++)	
27	13	21/3/16	8	6	(+)		(+)	Imidocarbo 1,2 mg/kg Transfusión de sangre
28						(+)		Exposición 24 tubos con 3 teleoginas c/u

Cuadro 2. Animal esplenectomizado infestado con *R. microplus* libre de hemoparásitos e infectado con *Babesia bovis*.

Día infección garrapata	Día infección <i>B. bovis</i>	Fecha	Teleoginas	Hto	PCR	IFI	Giemsa	Observaciones
0		24/2/16						150 mg garrapata
1		25/2/16						150 mg garrapata
....								
	0	8/3/16						Inóculo <i>B.bovis</i>
....							
20	6	14/3/16		40			-	
21	7	15/3/16	1	35			+	
22	8	16/3/16		31			0,5%	
23	9	17/3/16		27			+	
24	10	18/3/16	5				+	
25	11	19/3/16	20	21	(+)		+	
26	12	20/3/16	27				+	
27	13	21/3/16	5	21			+	Imidocarbo 1,2 mg/kg
28						(+)		Exposición 24 tubos con 3 teleoginas c/u.

Cuadro 3. Animal esplenectomizado infestado con *R. microplus* infectada con *Babesia bovis* y *Babesia bigemina* (verificación de la exposición 2016).

Fecha	Día	Hto	PCR <i>Babesia</i> sp.	IFI <i>Babesia</i> sp.	Giemsa <i>Babesia</i> sp.	Observaciones
7/6/16	0	39				150 mg larvas
....					
14/6/16	7	39				
15/6/16	8	39				
18/6/16	11	44				
19/6/16	12	38				
20/6/16	13	35				
21/6/16	14	31				
22/6/16	15	31			+	
23/6/16	16	25			+	
24/6/16	17	19			+	
25/6/16	18	14	(+)			Diminazeno 3,5 mg/kg
26/6/16	19	10				
4/7/16	27			(+)		

Cuadro 4. Animal esplenectomizado infestado con *R. microplus* libre de hemoparásitos e infectado con *Babesia bovis*.

Día infección garrapata	Día infección <i>B. bovis</i>	Fecha	Teleoginas	PCR	IFI	Giemsa	Observaciones
0		13/1/17					150 mg garrapata
...		...					
3		16/1/17					150 mg garrapata
....							
14	0	27/1/17					Inóculo <i>B.bovis</i>
...	...						
20	6	2/2/17	4			+	
21	7	3/2/17	15			+	
22	8	4/2/17	52			+	
23	9	5/2/17	18			+	
24	10	6/2/17	9	(+)		+	
25	11	7/2/17			(+)		Exposición 24 tubos con 3 teleoginas c/u

Cuadro 5. Animal esplenectomizado infestado con *R. microplus* infectada con *Babesia bovis* (verificación de la exposición 2017).

Fecha	Día	Giemsa (central)	Giemsa (periférica)	PCR	IFI	Observaciones
12/5/17	0					150 mg de larvas
...	...					
19/5/17	7					
20/5/17	8					
21/5/17	11					
22/5/17	12					
23/5/17	13	-	-			
24/5/17	14	-	-			
25/5/17	15	-	-			
26/5/17	16	-	-			
27/5/17	17	-	-			
28/5/17	18	-	-	(+)		
29/5/17	19	-	+			
30/5/17	20	+	3,5% EI			Diminazeno 3,5 mg/kg
10/6/17	31				(+)	

en terneros susceptibles (cuadros 3 y 5). Las restantes se dispusieron en tubos de malla de bronce y se acondicionaron para exponer en los lugares previamente establecidos.

4.6 Exposiciones y estudio de infección

Las exposiciones se realizaron en los períodos de 21/3/16 a 8/9/16 y de 7/2/17 a 5/9/17.

Se expusieron 8 tubos con 3 teleoginas en cada sitio de exposición, en el Departamento de Rivera bajo monte y a cielo abierto y en el Departamento de Montevideo a cielo abierto.

En setiembre de cada año, una vez finalizado el período de exposición, las larvas fueron llevadas al laboratorio para continuar los estudios. Se infestaron tres animales susceptibles, ubicados en boxes individuales y monitoreados clínicamente (hematócrito y parasitema) para diagnosticar infección. Por último se corroboró si presentaba la infección con serología y PCR (IICA, 1987; Azambuja, 1994).

4.7 Registro meteorológico

Se utilizó una estación meteorológica (Acuriteweather - cinco en uno), la que fue ubicada en el lugar de exposición en

el Departamento de Rivera. En cuanto a las exposiciones en el Departamento de Montevideo (34,7° Lat Sur), se contó con los registros de una estación meteorológica de la DILAVE (Davis, Vantage).

5. RESULTADOS

5.1 Transmisión de infección

Finalizado el período de exposición, se constató que las larvas de 2016 estaban muertas en todos los sitios de exposición, mientras que en el año 2017, en los tres lugares se encontraron larvas vivas. A partir de éstas, se estudió si las mismas mantenían la infección de *B. bovis*. Las infestaciones a partir de las larvas expuestas no fueron uniformes en los gramos de huevos y larvas recuperadas (Cuadros 6, 7 y 8). Con la finalidad de aumentar la probabilidad de que se

Cuadro 6. Verificación de influencia del invierno en la transmisión de *R. microplus* infestada con *B. bovis* expuesto a cielo abierto, mediante xenodiagnóstico – Departamento de Rivera.

Fecha	Día	Hematocrito	Giemsa	Observaciones
02/08/2017	0	37		8 tubos (31,1° LS -cielo abierto)*
'''				
07/08/2017	5	37		
08/08/2017	8	37		
09/08/2017	11	36		
10/08/2017	12	35		
11/08/2017	13	35		
'''	'''			
14/08/2017	16	34		
15/08/2017	17	34		
16/08/2017	18	33		
17/08/2017	19	34		
18/08/2017	20	34		
'''	'''			
21/08/2017	23	32		
22/08/2017	24	34		
'''	'''			IFI (negativo)
30/08/2017	32	33		
'''	'''			
15/09/2017	48			PCR (negativo)

* 232 mg (huevos y larvas vivas).

Cuadro 7. Verificación de influencia del invierno en la transmisión de *R. microplus* infestada con *B. bovis* expuesto bajo monte, mediante xenodiagnóstico – Departamento de Rivera.

Fecha	Día	Hematocrito	Giemsa	Observaciones
02/08/2017	0	39		8 tubos (31,1° LS - bajo monte)*
""				
07/08/2017	5	40		
08/08/2017	8	35		
09/08/2017	11	35		
10/08/2017	12	33		
11/08/2017	13	33		
""	""			
14/08/2017	16	35		
15/08/2017	17	34		
16/08/2017	18	35		
17/08/2017	19	35		
18/08/2017	20	33		
""	""			
21/08/2017	23	35		
22/08/2017	24	33		
""	""			IFI (negativo)
30/08/2017	32	33		
""	""			
15/09/2017	48			PCR (negativo)

* 346 mg (huevos y larvas vivas).

Cuadro 8. Verificación de influencia del invierno en la transmisión de *R. microplus* infestada con *B. bovis* expuesto a cielo abierto, mediante xenodiagnóstico – Departamento de Montevideo.

Fecha	Día	Hematocrito	Giemsa	Observaciones
02/08/2017	0	33		8 tubos (34,7 °LS - cielo abierto)*
""				
07/08/2017	5	30		
08/08/2017	8	25		
09/08/2017	11	25		
10/08/2017	12	25		
11/08/2017	13	25		
""	""			
14/08/2017	16	28	+	
15/08/2017	17	21	++	
16/08/2017	18	18	+++	
17/08/2017	19			Diminazeno 3,5 mg/kg
""	""			IFI (positivo)
30/08/2017	32	33		
""	""			
15/09/2017	48			PCR (positivo)

* 553 mg (huevos y larvas vivas).

expresé la infección, es que se utilizó la totalidad de larvas disponibles en cada situación.

Durante el xenodiagnóstico (reproducción experimental de una enfermedad parasitaria por medio del vector), se realizó un monitoreo de reacción, registrando los valores de hematocrito, presencia de parásito en sangre periférica y central (frotis teñido con Giemsa) y los resultados se presentan en cuadros 6, 7 y 8.

Existió transmisión en el material expuesto en el Departamento de Montevideo, mientras que no se pudo observar a partir de ninguna de las dos exposiciones ubicadas en el Departamento de Rivera.

5.2 Registros de temperatura

Las temperaturas medias anuales, entre los años 2016 y 2017 en el Departamento de Rivera, no fueron diferentes entre sí (cuadro 9), pero las temperaturas medias mínimas entre los meses de mayo y setiembre sí presentaron diferencias siendo de 6,6 °C y 10,9 °C respectivamente. Esto puede explicar el comportamiento distinto que se observó con la sobrevivencia de las larvas, ya que en la exposición del año 2016 (entre marzo y agosto) no sobrevivieron y en el año 2017 lograron sobre pasar el invierno.

6. DISCUSIÓN

Estudios ecológicos en el país demostraron que ocurren tres generaciones al año. Durante el otoño se desarrolla la tercera generación que es la responsable de pasar el invierno y cuando mejoran las condiciones climáticas da origen a la siguiente temporada de garrapata (Cardozo, 1984, Sanchis, 2008 y Cuore, 2013).

En función de este comportamiento es que se diseñó el presente estudio, exponiendo garrapata infestada principalmente para estudiar cómo actuaba las bajas temperatura y la protección del monte en mantener la infestación de babesia en las garrapatas (infección transovariática).

Latasa de inoculación en un rodeo está en función de la cantidad diaria de garrapata que parasita a un animal y la proporción de larvas infectadas. Experimentalmente existen herramientas para medir estos factores y así determinar la tasa de inoculación (Mahoney, 1971).

Si bien la proporción de larvas infectadas (tasa de infección) es dependiente de varios factores, se considera a la temperatura como fundamental, no solo por la sobrevivencia de las larvas sino que también puede incidir en el mantenimiento de la infección por babesia (Hitchkof, 1955; Dalglish, 1982).

En el año 2016, las temperaturas del invierno, principalmente las mínimas no permitieron el desarrollo del ciclo no parasitario, por lo que no se pudo continuar

Cuadro 9. Comparación de resultados en la sobrevivencia de infestación durante el invierno con los datos de clima (valores promedio de temperatura y humedad relativa).

Año	Depto	Temperatura media	Temperatura maxima	Temperatura minima	H.R. %	Transmisión	Sobrevivencia garrapata
1988	Cerro Largo	17,4	23,9	10,3	71,1	+	+
	Paysandú	18,2	24,4	11,4	72	-	+
	Treinta y Tres	16,2	23,4	10,8	74,5	-	+
	Tacuarembó	17,4	23,9	10	67,6	-	+
	Rocha	14,4	21,9	10,5	78	-	+
1989	Cerro Largo	18,5	25,0	11,0	69,3	-	+
	Paysandú	19,4	25,7	12,7	63,0	-	+
	Treinta y Tres	17,4	24,9	11,9	72,8	+	+
	Tacuarembó	18,6	24,9	11,9	66,3	-	+
	Rocha	16,4	22,8	11,6	79,5	-	+
2016	Montevideo	16,5	21,6	12,0	75,2	-	-
	Rivera Bajo monte y Cielo abierto	19,8	23,9	11,6	68,8	-	-
2017	Montevideo	17,7	23,4	13,4	74,5	+	+
	Rivera Bajo monte y Cielo abierto	19,9	25,6	13,8	69,8	-	+

con el estudio de infección, siendo este hallazgo similar al encontrado en otras oportunidades (Cardozo, 1984). Por el contrario, en el año 2017 las larvas sobrevivieron a las condiciones del invierno y por xenodiagnóstico se comprobó que en la exposición de Montevideo se mantuvo la infestación, mientras que en las dos exposiciones de Rivera (bajo monte y a cielo abierto) no se pudo comprobar la infestación (cuadros 6, 7 y 8).

Esta diferencia en el comportamiento de la garrapata infestada no puede ser atribuible a diferencias en la temperatura ya que no existió prácticamente diferencia entre los registros de Rivera y Montevideo (cuadro 9). Contrariamente a lo planteado en la hipótesis, el monte no ejerció un efecto protector en cuanto a mantener la infestación en las larvas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo y a los antecedentes de los años 1988 y 1989, no se logró establecer una correlación entre la temperatura ambiente y el mantenimiento de la infestación de *B. bovis* en larvas de garrapata durante los meses del invierno, pero se repite el resultado que en la mayoría de los sitios de exposición el mantenimiento de la infección no se pudo evidenciar.

Frente a estas características, el principal mecanismo epidemiológico de transmisión, estaría basado en que la garrapata se re infecta en cada otoño, cuando las condiciones ambientales son más favorables, aumentando la tasa de encuentro por mayor oferta de parásitos con vacunos parasitados con hemoparásitos (Solari, 2006).

Una posibilidad para minimizar el riesgo de nuevos brotes de babesiosis, sería eliminando el estado de portador con tratamientos específicos (Nari, 1991). Esta no sería una práctica de fácil implementación en predios comerciales, siendo quizá factible de aplicar en animales de alto valor genético.

Como alternativa a gran escala la medida de manejo recomendada es aplicar la hemovacuna anualmente a la categoría de terneros, con el propósito de disminuir la incidencia de la enfermedad. La misma contiene cantidades conocidas de eritrocitos infectados con cepas

atenuadas de *B. bovis* y *B. bigemina* (Nari, 1979; Solari, 1983).

El principio de atenuación consiste en evitar el paso de las babesias por garrapata, a través de continuos inóculos por jeringa a bovinos susceptibles. De esta manera se suspende la fase de reproducción sexual y por ello no son capaces de infestar a la garrapata (Friedhoff, 1988; Dalgliesh, 1977). Se confirmó por xenodiagnóstico y por PCR, que las cepas utilizadas en la hemovacuna preparada en el Departamento de Parasitología no han sido capaces de transmitirse por la garrapata (Solari, 1991; Gayo, 2003). El objetivo de su uso consiste no solo en prevenir muertes, sino que también en sustituir las poblaciones de campo por las de babesia atenuada y minimizar el riesgo de provocar futuros brotes.

7. CONCLUSIONES

La acción que ejerce las bajas temperaturas del invierno en eliminar la infestación de la garrapata en el medio ambiente es errática y en el presente estudio no se demostró que estaría correlacionada con la temperatura.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Azambuja, C.J.; Gayo, V.; Solari, M.A.; Suarez, M. & Stoll, M. (1994) Biotechnology applied to the detection of infectious agents in cattle. Diagnosis of *Babesia bovis* by PCR. Rev. Bras. Parasitol.
- Cardozo, H.; Nari, A.; Franchi, M.; Lopez, A. & Donatti, N. (1984) Estudios sobre la ecología de *Boophilus microplus* en tres áreas enzóticas del Uruguay. Veterinaria 20 (86/87)4-10.
- Cuore, U.; Cardozo, H.; Solari, M.A. & Cicero, L. (2013) La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. Epidemiología y control. En: Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fiel C, Nari A. Ed. Hemisferio Sur ISBN 978-9974-674-36-3.
- Dalgliesh, R. J. & Stewart, N. P. (1977) Tolerance to imidocarb induced experimentally in tick-transmitted *Babesia argentina*. Australian veterinary journal, 53(4), 176-180

- Dalgliesh, R.J. & Stewart, R.P. (1982) Some effects of time, temperature and feeding on infection rates with *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* in *Boophilus microplus* larvae. *International Journal for Parasitology*, (12), 323-326.
- FAO (2004) Resistance management and integrated parasite control in ruminants. Guidelines. CD - ROM. Publications-sales@fao.org
- Friedhoff, K. (1988) Transmission of *Babesia*. In: Babesiosis of domestic animals and man, ed. Miodrag Ristic, pp 24-52.
- 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.
- Guglielmo, A. A. (1995) Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Veterinary Parasitology*, 57(1-3), 109-119.
- Hodgson, J. L. (1992) Biology and Transmission of *Babesia bigemina* in *Boophilus microplus*. *Annals of the New York Academy of Sciences*, pp 42 -51.
- IICA (1987) Red de Cooperación entre Laboratorios de Investigación y Diagnóstico: «Técnicas para el diagnóstico de Babesiosis y Anaplasmosis bovinas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José (Costa Rica); 44-55.
- Mahoney, D.F. & Mirre, G.B. (1971) Babesia bovina: estimación de las tasas de infección en el vector de garrapata *Boophilus microplus* (canestrini). *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 65 (3): 309-17.
- Mosqueda, J.; Falcon, A.; Alvarez, J.A.; Ramos, J.A.; Oropeza-Hernandez, L. F. & Figueroa, J. V. (2004) *Babesia bigemina* sexual stages are induced *in vitro* and are specifically recognized by antibodies in the midgut of infected *Boophilus microplus* ticks. *International Journal for Parasitology*, 34(11), 1229-1236.
- Nari, A. & Solari, M.A. (1991) Epidemiología y control de *Boophilus microplus* en Uruguay. Su relación con *Babesia* sp. *Revista Cubana de Ciencias Veterinarias*, Vol: 22 (3)
- Nari, A.; Cardozo, H.; Berdié, J.; Canabaz, 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. & Cardozo, H. (1979) Hemovacuna para el control de *Babesia* spp, y *Anaplasma marginale* en el Uruguay. *Veterinaria*, Montevideo, 15(71): 137-148.
- Sanchis, J.; Cuore, U.; Gayo, V.; Silvestre, D.; Invernizzi, F.; Trelles, A. & Solari, M. A. (2008) Estudio sobre la ecología del *Boophilus microplus* en tres áreas del Uruguay. XXXVI Jornadas Uruguayas de Buiatría, Paysandú, Uruguay.
- Solari, M.A. (1983) Actividades desarrolladas en hemoparásitos por el CIVET «Miguel C. Rubino». *Anais do Seminario. Perfil das Atividades desenvolvidas contra o garrapato dos Bovinos (Boophilus microplus) no Brasil e nos Países limítrofes do Cone Sul*. Ed. D. Evans & C. Artech, Porto Alegre, Brasil, 56.
- Solari, M.A. (2006) Epidemiología y perspectivas en el control de hemoparásitos. *Jornadas Uruguayas de Buiatría*. (<https://mgap/dgsg/dila/ve/parasitologia>)
- Solari, M.A.; Cardozo, H.; Nari, A. & Petracca, C.L. (1991) Aspectos de la dinámica integral del *Boophilus microplus* y *Babesia* sp. en Uruguay. X Congreso Latinoamericano de Parasitología, Montevideo – Uruguay.

Ulises Cuore, María A. Solari,
Alfredo Trelles, Diego Petruccelli,
Santiago Losiewicz, Sebastián
Vallejo

Componente IV

Estudio de la eficacia de una vacuna contra la garrapata *Rhipicephalus* *(Boophilus)* *microplus* durante cuatro generaciones consecutivas

RESUMEN

Se presentan los resultados de la eficacia de una vacuna contra la garrapata, en base a antígenos proteicos de larvas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en condiciones de estabulación. La hipótesis planteada es que una población de garrapatas, a través de sucesivas generaciones parasitando bovinos inmunizados, se obtiene un efecto acumulado en el tiempo, lográndose una mayor eficacia en el control que el encontrado en la primovacunación. El objetivo del presente trabajo es evaluar la evolución de la eficacia de una vacuna contra la garrapata en el transcurso de cuatro generaciones. Durante el estudio (febrero 2016 y agosto 2017), se mantuvieron inmunizados 7 bovinos con vacuna Go Tick (Limor – Colombia) y 3 bovinos sin inmunizar como controles. Los animales, se mantuvieron en condiciones de campo y de establo de acuerdo a la etapa correspondiente. Las garrapatas de todos los animales, en cada generación fueron incubadas, estudiado el comportamiento reproductivo y mantenidas hasta el siguiente desafío. En el transcurso de las cuatro generaciones se obtuvo un incremento en el porcentaje de eficacia global llegando a un 89% en la tercera generación. La eficacia promedio en las cuatro generaciones fue de 54%. El coeficiente que tiene mayor influencia en el cálculo de eficacia es el de reducción de número de

teleoginas formadas. Si bien actualmente no se dispone de datos referidos a la seroconversión de los bovinos inmunizados, ni de la eficacia en diferentes sistemas productivos comerciales, estos resultados preliminares indicarían que la vacuna podría incluirse como una alternativa biológica dentro de un control integrado de parásitos.

Palabras claves: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, vacuna, estrato proteico de larvas, generaciones de garrapatas.

1. INTRODUCCIÓN

En la década de 1980 se comenzaron a publicar las primeras comunicaciones sobre los resultados obtenidos de la inmunización del ganado contra la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* utilizando extractos crudos de garrapata adulta (Johnston, 1986). En el trabajo el autor reportó variabilidad en el grado de inmunidad alcanzado por los bovinos. Las garrapatas colectadas de animales inmunizados con antígenos solubles provenientes de extractos crudos mostraban cierto grado de daño a nivel intestinal inducido por los anticuerpos contra las células intestinales. Estas garrapatas eran de menor peso en relación a las del grupo testigo. El próximo desafío fue identificar y purificar solamente los antígenos específicos protectivos. Esta investigación culminó con la producción de una vacuna recombinante

en base a un antígeno oculto del intestino de la garrapata denominado *Bm86*, identificando de esta manera el género, especie y año. La acción se ve reflejado en la reducción del número y del peso de la garrapata caída, en consecuencia una menor ovipostura y eclosión. Estos factores producen una disminución en el total de las larvas disponibles para la próxima generación y en consecuencia una menor disponibilidad de larvas en las pasturas (García-García, 1998). La vacuna Go Tick, es un antígeno poliproteico, a partir de un extracto crudo de larvas, que actúa de forma similar a las vacunas recombinantes, reduciendo el número de garrapatas y afectado los parámetros reproductivos (Bentancourt, 2005).

Los resultados obtenidos a nivel internacional en relación a la eficacia de la vacuna son erráticos. Se han obtenido valores muy bajos, cercanos al 10% en pruebas controladas mientras que otras comunicaciones reportan eficacias cercanas al 90% (García-García *et al.*, 2000). Esto puede estar relacionado con la variación en la secuencia del antígeno *Bm86* que se puede presentar entre diferentes poblaciones de *R. microplus*.

En nuestro país, las pruebas de establo realizadas con diferentes vacunas no superaron la eficacia global del 40% en el ciclo parasitario de la garrapata (Cuore, 2013). Dentro de éstas, en el 2006 se estudió la vacuna Go Tick - Limor - Colombia, obteniéndose una baja eficacia, 23% (95% confianza) en una sola generación. Dado estos resultados, no fueron aprobadas para su uso en la campaña contra la garrapata. Estudios realizados por la Facultad de Veterinaria del Uruguay encontraron diferencias en la secuencia de pares de bases del antígeno *Bm86* en el entorno de 5%, comparadas con la cepa australiana (Benavides, 2011). Patarroyo y col. (2005) demostraron que diferencias entre las secuencias del gen de más de un 3% se traducen en diferencias importantes en los porcentajes de protección.

Debido a la problemática planteada con la evolución de la resistencia a los acaricidas (Cuore, 2017), a la exigencia creciente de los mercados en relación a la inocuidad de los alimentos se hace imperioso disponer de una alternativa biológica de control que se pueda incor-

porar a una estrategia del control integrado de parásitos (CIP).

De acuerdo a la bibliografía disponible se plantea la hipótesis que la vacuna contra la garrapata tendría un efecto acumulativo por lo que se lograría una mayor eficacia a medida que transcurren las generaciones. Peter Willadsen en 2007, en conferencia organizada por FAO, en Costa Rica comunicó que la protección de la vacuna depende de la cantidad de anticuerpos presentes, por lo que el mayor efecto sobre la garrapata lo ejerce al final del ciclo parasitario que es cuando se produce la mayor ingesta de sangre. Como resultado se observa un efecto sobre el número de garrapatas ingurgitadas, sobre la masa de huevos ovipositada así como en las larvas que dan origen a las próximas generaciones.

Este hecho tiene importantes implicancias en el uso de la vacuna por lo que se decidió realizar una prueba en condiciones controlada de establo y a campo para evaluar el porcentaje de control durante 4 generaciones consecutivas.

El **objetivo** del presente trabajo es evaluar la evolución de la eficacia de una vacuna contra la garrapata en el transcurso de cuatro generaciones.

2. HIPÓTESIS

Se plantea la hipótesis que una población de garrapatas, a través de sucesivas generaciones parasitando bovinos inmunizados, se obtiene un efecto acumulado en el tiempo, lográndose una mayor eficacia en el control que el encontrado en la primovacunación.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para evaluar la hipótesis del comportamiento de eficacia acumulada a través de las sucesivas generaciones de garrapata, en condiciones controladas, se aplicó la estrategia de desafiar al mismo animal con larvas provenientes de las garrapatas recuperadas en cada generación.

A nivel de campo, en el marco de un control racional de la garrapata, donde se aplicó el CIP, se utilizó la vacuna a gran escala en establecimientos comerciales en sistema de silvopastoreo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Inmunización (Go Tick)

En un campo del MGAP, 70 días previos al ingreso a boxes se comenzó con la etapa de inmunización con la vacuna Go Tick - Limor - Colombia, siguiendo el protocolo de acuerdo a las especificaciones del fabricante (días 0, 20 y 60). A partir 4 de febrero del 2016, se inició la etapa de vacunación, repitiendo la dosis el 26 de febrero y el 4 de abril, con revacunaciones semestrales.

El mismo esquema de inmunización, se aplicó en 1000 bovinos pertenecientes a 6 establecimientos del departamento de Rivera, que integraban el proyecto.

La composición del inóculo, corresponde a un extracto de proteínas de larvas de garrapatas, con un rango de peso molecular entre 25 y 110 KDa, con una concentración de 1000 µg por dosis.

4.2 Animales de prueba - protocolo de ingreso

La prueba de establo se llevó a cabo en la DILAVE «Miguel C. Rubino», 34,8° Lat. Sur; 56° Long. Oeste.

Bovinos de prueba: *Bos taurus*, raza Hereford (150 a 200 kg), provenientes de un campo experimental del laboratorio, sin exposición previa a la garrapata y serológicamente negativos a diarrea viral bovina y rinotraqueítis infecciosa bovina. Una vez en el laboratorio los animales fueron desparasitados con ricobendazole (3,75 mg/kg), vacunados contra clostridiosis y mantenidos a campo durante 15 días para cumplir con la etapa de adaptación a las nuevas instalaciones y al cambio de alimentación. Los animales fueron alimentados en base a ración y alfalfa peleteada y agua *ad libitum*.

Se trabajó con 10 bovinos, siendo 7 vacunados y 3 testigos

4.3 Estudio serológico

Los sueros fueron colectados en diferentes instancias a lo largo de la prueba, tanto de animales estudiados a nivel experimental como los vacunados a nivel

de campo. Se tomaron muestras de sangre sin anticoagulante por punción de la vena yugular, estas muestras se clarifican por centrifugación 15 minutos (1500 rpm a 4 °C) y se mantienen a <20 °C hasta el procesamiento.

Las pruebas de seroconversión fueron analizadas con un test de ELISA «kit-in house» proporcionado por la empresa Limor, conjuntamente con el Dr. Orlando Torres - Colombia, con el propósito de evaluar y cuantificar la respuesta inmune.

4.4 Desafío con larvas de *R. microplus*

En el mes de mayo 2016, los animales ingresan a los boxes experimentales para colectar garrapata de acuerdo al diseño descrito por Roulston y Wilson (1964).

A partir del día 0, con una frecuencia de 2 veces por semana, se infestaron los 10 bovinos con 100 mg de larvas de la cepa Mozo de *R. microplus* (2000 larvas aproximadamente), sumando un total de 16000 larvas por animal en cada prueba. La infestación se repitió en cada generación con la progenie obtenida de la colecta de las teleoginas de cada individuo.

El estudio del comportamiento de eficacia comprendió cuatro generaciones.

Las garrapatas colectadas se cuentan, pesan y diariamente se seleccionan 20 al azar de cada animal las cuales se incuban en estufa a 27° C y 90 % de humedad relativa para estudiar su comportamiento reproductivo, registrándose peso de las garrapatas incubadas, los huevos y el porcentaje de eclosión. Asimismo, se guardan dos veces por semana cantidad suficiente de teleoginas para obtener larvas que servirán para infestar los bovinos en la próxima prueba.

Los coeficientes para la evaluación de la eficacia fueron:

CRT: coeficiente de reducción de teleoginas. Se realiza con el total de las garrapatas caídas.

$$CRT = \frac{\text{Peso promedio teleoginas grupo vacunado}}{\text{Peso promedio teleoginas grupo control}}$$

CRO: coeficiente de reducción de ovipostura. Se realiza con la muestra representativa de 20 garrapatas incubadas.

$$CRO = \frac{\text{Peso promedio de aove grupo vacunado}}{\text{Peso promedio de aove grupo control}}$$

CRE: coeficiente de reducción de la eclosión. Se realiza con la muestra representativa de 20 garrapatas incubadas.

$$CRE = \frac{\text{Promedio del \% de eclosión grupo vacunado}}{\text{Promedio del \% de eclosión grupo control}}$$

EF: Cálculo de eficacia, se empleó los coeficientes de reducción del número de teleoginas, de la ovipostura y de la fertilidad mediante la siguiente fórmula:

$$EF = 100(1 - CRT * CRO * CRE).$$

4.5 Período de estudio

El período de estudio se extendió de febrero de 2016 a agosto de 2017.

4.6 Análisis estadísticos de los datos

Se realizaron los siguientes análisis;

- Análisis de diferencia de medias, entre el grupo control y vacunado (tratado), ilustrado a través del diagrama de caja (John W. Tukey en 1969), para las nueve variables (hembras caídas normales totales, hembras caídas normales promedio, peso hembras caídas total, peso hembras caídas promedio, peso hembras incubadas total, peso

hembras incubadas promedio, gramos de huevos total, gramos huevos promedio, porcentaje de eclosión).

- Regresión lineal entre los parámetros de reducción de teleoginas (CRT), de ovipostura (CRO) y de eclosión (CRE) en relación al porcentaje de eficacia.
- Análisis de la media del porcentaje de eficacia para cada generación y su dispersión
- Análisis de la media del porcentaje de eficacia global para las cuatro generaciones y su dispersión.

5 RESULTADOS

La respuesta a la vacuna, en la primera generación, mostró una gran dispersión, presentando tres animales en siete sin protección. Esta gran variación individual, al cabo de sucesivos desafíos fue disminuyendo así como la protección fue paulatinamente mejorando. La tercera generación presentó en todos los animales una buena performance (cuadro 1).

Si se analizan los coeficientes para la evaluación de la eficacia (cuadro 2), entre los datos promedio del grupo vacunado y los del grupo control, existe al cabo de las sucesivas generaciones, una reducción de los mismos (valores menores a 1). El animal ubicado en el box 6 (0338) murió por causa ajena al experimento (indigestión).

En particular, también se puede destacar que en la segunda generación el porcentaje global de eficacia asciende a 49%, aun con una alta dispersión (29,46%). Esta mejora en la eficacia es debida principalmente al valor del CRT (0,56), dado que se registró una menor

Cuadro 1. Evolución individual de las eficacias (%) de los animales vacunados, en función del desafío generacional acumulado.

Generación	Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
Box 4/3399	30	73	78	57
Box 5/3392	0	68	86	65
Box 6/0338	0			
Box 7/3364	55	75	96	63
Box 8/0324	38	31	94	71
Box 10/3370	0	50	91	60
Box 11/3271	31	0	78	58

Cuadro 2. Promedios de los coeficientes reproductivos y porcentaje de eficacia en función del desafío generacional acumulado en los animales vacunados.

	CRT	CRO	CRE	% de eficacia
Primera	0,84	1,01	0,99	22
Segunda	0,56	0,92	0,97	49
Tercera	0,19	0,68	0,93	87
Cuarta	0,47	0,85	0,96	56

caída de teleoginas en el grupo vacunado. La tercera y cuarta generación son las que muestran la mejor performance de la vacuna, con mayor eficacia y menor dispersión, evidenciada no solo por una menor caída de teleoginas sino por un menor peso de las mismas y menor masa de huevos depositada. Esta incidencia no se evidenció en cuanto al porcentaje de eclosión, presentando un valor de CRE entre 0,93 y 0,99 (cuadro 2).

Al término de las cuatro generaciones, la eficacia global alcanzada por la vacuna en condiciones controladas fue de 54%.

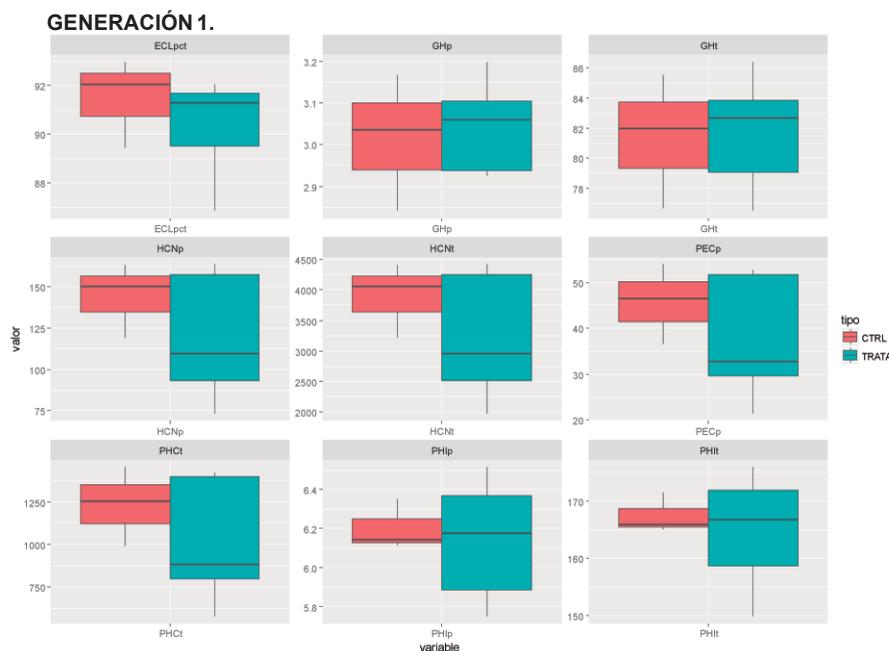
Con respecto a los resultados a campo, si bien la estrategia aplicada del control integrado evidenció resultados alentadores de la metodología empleada, no se puede determinar el efecto de la vacuna en forma aislada, ya que la misma está integrada a un conjunto ac-

ciones dentro de un plan racional de control de la garrapata y enfermedades asociadas.

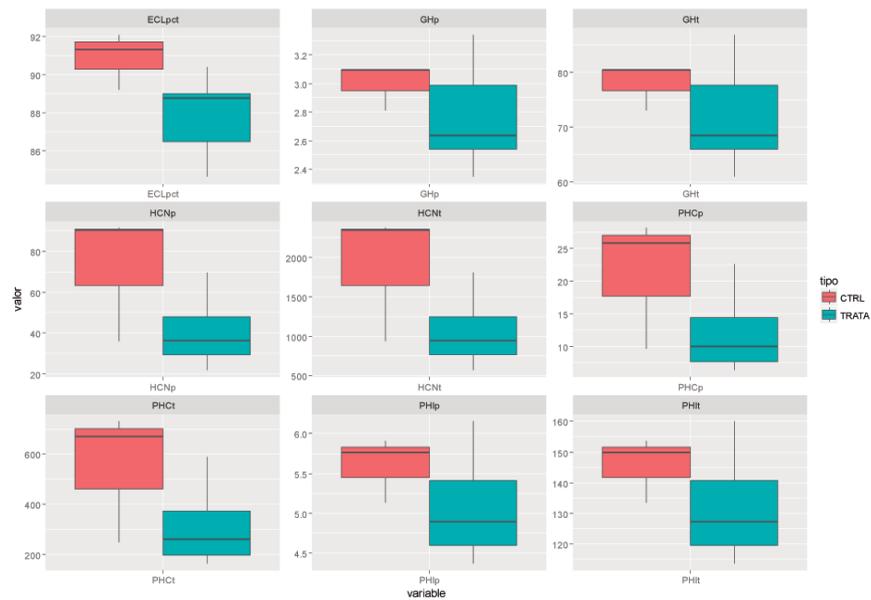
Análisis estadísticos de los resultados

El diagrama de caja -box plot- es un tipo de gráfica que utiliza los cuartiles para representar un conjunto de datos y permite observar visualmente la distribución de los mismos y sus principales características. En el esquema 1, se observa cómo en el transcurso de las generaciones, hay una evolución del comportamiento entre los grupos. En los valores de la tercera generación, se observan que las garrapatas caídas presentan un menor número (HCNt) y menor peso (HCNp) y la misma tendencia en relación a los gramos de huevos totales (GHt).

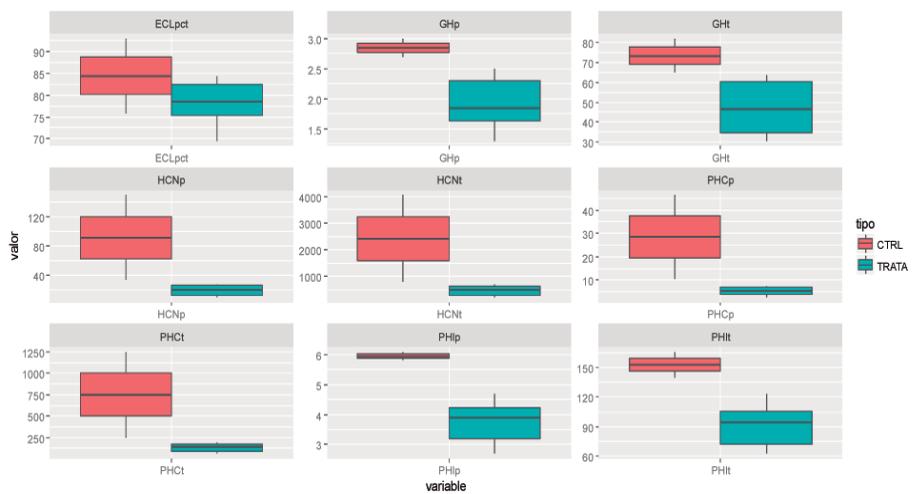
Esquema 1. Diagrama de caja para los parámetros evaluados con datos mostrando la evolución de las cuatro generaciones (color: rojo testigo, verde vacunado).



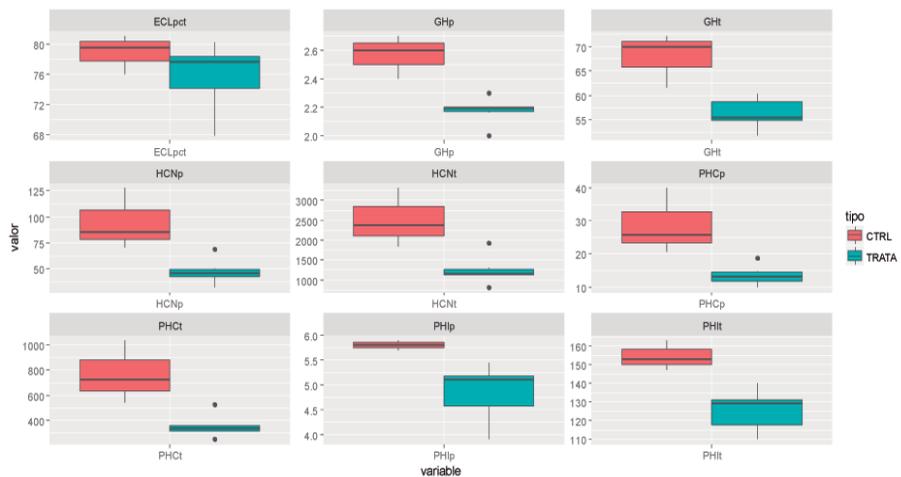
GENERACIÓN 2.



GENERACIÓN 3.



GENERACIÓN 4.



Referencias: **HCNt** - Hembras Caídas Normales Total. **HCNp** - Hembras Caídas Normales Promedio. **PHCt** - Peso Hembras Caídas Total. **PHCp** - Peso Hembras Caídas Promedio. **PHIt** - Peso Hembras Incubadas Total. **PHIp** - Peso Hembras Incubadas Promedio. **GHt** - Gramos Huevos Total. **GHp** - Gramos Huevos Promedio. **ECLpct** - Eclación Porcentaje.

Cuadro 3. Valores promedio (g) y valor p de significancia del test de diferencias de medias, de peso de hembras incubadas y peso de huevos relativos a la tercera y cuarta generación.

Generación	Tercera		Cuarta	
	Peso hembra	Peso huevo	Peso hembra	Peso huevo
Grupo control	5,97	2,87	5,8	2,57
Grupo vacunado	3,75	1,95	4,85	2,18
Valor p	0,0007	0,023	0,008	0,031

En el análisis estadístico de los pesos de hembras incubadas y gramos de huevos ovipositados, de la tercera y cuarta generación, se observa una diferencia significativa del comportamiento entre grupos (cuadro 3).

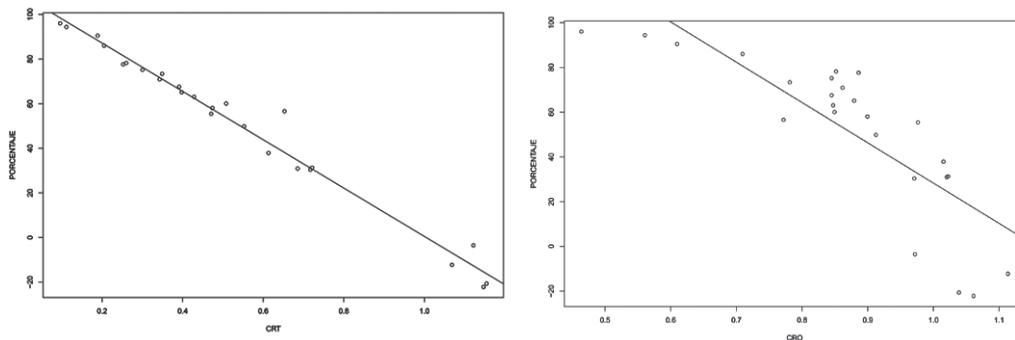
A través de un análisis de regresión lineal con los datos de las cuatro generaciones, se detecta que la mayor eficacia tiene una relación de dependencia con el coeficiente de la reducción de teleoginas (CRT), con un valor de R^2 ajustado igual a 0,98. En cuanto al coeficiente de la reducción de la ovipostura (CRO), no es clara la relación de dependencia, el valor de R^2 ajustado es 0,65, lo cual nos indica una menor incidencia de este parámetro en la eficacia global. La gráfica 1, muestra cómo el CRT se ajusta mejor que

CRO, a un modelo lineal de predicción de la eficacia.

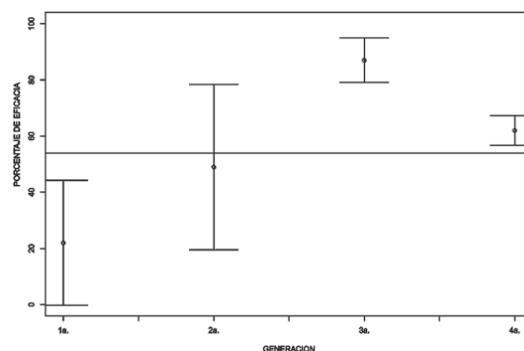
En la gráfica 2, se observa una significativa reducción del desvío estándar de las eficacias obtenidas al cabo de las cuatro generaciones.

El estudio global de la vacuna, mostró con un 95% de confianza, un valor de eficacia de 54% y una dispersión entre 42 y 65,8%.

Los resultados de seroconversión no fueron consistentes. Principalmente se considera que el kit de ELISA, que fuera preparado específicamente para el presente estudio, arrojó resultados incoherentes con respecto a la prueba, por lo que queda pendiente la complementación de estos datos tanto en el ensayo experimental como el trabajo de campo.



Gráfica 1. Resultado de las regresiones lineales de los coeficientes de reducción de teleoginas (CRT) y de ovipostura (CRO).



Gráfica 2. Distribución de las medias de eficacia y su desvío estándar.

6. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la primera generación fueron coincidente con los obtenidos durante el proceso de registro en el año 2006. A partir de análisis estadísticos en ambos estudios, los resultados de eficacia corresponden a 23% - 2006 y 22% - 2016. Estos resultados son comparables dada la estandarización de la prueba de establo (similares condiciones, misma población de garrapata, etc.). Otros ensayos realizados en el departamento de Parasitología, dentro de la metodología de la prueba de establo, con vacunas recombinantes, se obtuvieron resultados erráticos, no superándose el 40% de eficacia global (Cuore, 2013). Estos resultados diferían notoriamente de lo que se presentaba en los dossiers de registro y al no cumplir con una eficacia medianamente aceptable no fueron tenidos en cuenta en el control de la garrapata.

En el presente proyecto, al estudiar el efecto de la vacuna sobre las sucesivas progenies de la garrapata, realizando desafíos al mismo animal, se demostró un aumento de la eficacia a través de las generaciones. Esto implicaría que aplicando la vacuna a mediano o largo plazo se obtendrían buenos resultados, si bien se debería complementar el control biológico con productos químicos.

Analizando los parámetros de la tercera y cuarta generación se obtuvo un menor número de garrapatas, de menor tamaño y de menor masa de aove lo que concuerda con las características del accionar de la vacuna, descrito por García-García (1998). Bentancourt (2005) registró un comportamiento de la vacuna, en una primera generación de garrapata, valores de 44% en la reducción promedio del número de garrapatas, un 49% en la inhibición de la oviposición y 69% en la inhibición de la eclosión.

En relación a que el porcentaje de eclosión del presente ensayo, el mismo no está correlacionado con la eficacia de la vacuna (inhibición de la eclosión 3,75%). Se plantea la hipótesis que las proteínas inoculadas como antígenos no afectaron la viabilidad de los huevos de las garrapatas utilizadas (cepa Mozo).

A pesar que el porcentaje de eficacia de la vacuna es menor a la obtenida con un acaricida, tiene la ventaja que si se utiliza dentro de un control integrado de parásitos, se podría disminuir la utilización de los químicos redundando en un enlentecimiento del desarrollo de resistencia y en un menor riesgo de residuos en los alimentos.

Frente al inóculo de un agente extraño, como ser un extracto de proteínas de larvas de garrapata, existe una reacción compleja del sistema inmunitario del bovino, cuya respuesta en principio se puede medir a nivel serológico (Johnston, 1986). Bentancourt, 2005 registró una seroconversión a partir del día 30 posterior a la vacunación hasta el día 150. Por este motivo es necesario disponer de los resultados de seroconversión del presente estudio para poder correlacionarlos con el efecto biológico obtenido.

Se requieren mayores estudios para corroborar el comportamiento de la vacuna en diferentes sistemas productivos y con garrapata de diferentes poblaciones de campo.

7. CONCLUSIONES

- Se evidenció un aumento en la eficacia de la vacuna Go Tick, en el transcurso de cuatro generaciones, en condiciones controladas, obteniéndose una eficacia global del 54%.
- De completarse estos resultados con los relacionados a la respuesta inmune, sería una herramienta biológica de utilidad a ser incorporado en una estrategia de control integrado.
- Se requerirá más estudios para adaptar el uso de esta vacuna a las condiciones epidemiológicas de la garrapata en nuestro país.

8. BIBLIOGRAFÍA

Benavides, U.; Acevedo, C.; Parizi, L.; Seixas, A.; Masuda, A. & da Silva, Vaz. Jr (2011) Determinación del polimorfismo del gen Bm86 de la garrapata del ganado bovino *Boophilus microplus*, en poblaciones de zonas endémicas de Uruguay. Jornadas Técnicas de la Facul-

- tad de Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- Bentancourt, A.; Patiño, F.; Torres, O. & Eugenio, B. (2005) Prueba de establo para evaluar la efectividad de la vacuna Tick-Vac MK® contra la garrapata *Boophilus microplus*. Revista ACOVEZ, vol 34, n° 3, Ed 99, pag 18-25.
- Cuore, U.; Cardozo, H.; Solari M.A. & Cicero L. (2013) La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. Epidemiología y control. En: Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fiel C, Nari A. Ed. Hemisferio Sur ISBN 978-9974-674-36-3.
- Cuore, U.; Solari, M. A. & 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), 53(205), 2-2.
- García-García, J.; Montero, C.; Rodríguez, M.; Soto, A.; Redondo, M.; Valdés, M.; Méndez, L. & de la Fuente J. (1998) Effect of particulation on the immunogenic and protective properties of the recombinant Bm86 antigen expressed in *Pichia pastoris*. Vaccine, 16(4), 374–380.
- García-García, J.; Montero, C.; Redondo, M.; Vargas, M.; Canales, M.; Boue, O.; Rodríguez, M.; Joglar, M.; Machado, H.; González, L.; Valdés, M.; Méndez, L. & de la Fuente, J. (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(21):2275-87
- Johnston, L.A.; Kemp, D. & Pearson, D. (1986) Immunization of cattle against *Boophilus microplus* using extracts derived from adult female ticks: effects of induced immunity on tick populations. International Journal for Parasitology 16: 27-34.
- Patarroyo, J. (2005) Polymorphism of the bm86 gene in South American strains of the cattle tick *Boophilus microplus*. Exp Appl Acarol; 37:199-214.
- Roulston, W.J. & Wilson, J. T. (1964) Chemical control of the cattle *R. microplus* (can) Bulletin of Entomology 55:617-635.-
- Willadsen, P. (2007) Tick Vaccine development: lessons learnt. Conferencia FAO-Working Group on Parasite Resistance. Costa Rica.

Componente V

Incidencia de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el peso vivo de bovinos

RESUMEN

Se realizaron estudios sobre la incidencia de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el peso vivo de los bovinos. Se estudió la evolución de la ganancia de peso en pruebas de campo en un sistema de silvopastoreo, en tres establecimientos con distintos antecedentes de garrapata comparando un grupo supresivo con otro de tratamientos estratégicos, a lo largo de dos años. En ensayos controlados se estudió el impacto de un tratamiento, medido a través de la evolución del peso vivo en animales experimentalmente infestados con garrapata, en pruebas de establo, con animales de diferente peso corporal y carga parasitaria. Se trabajó con pesos aproximados de 170 a 275 kilos, infestados semanalmente con 100 mg de larvas de garrapata durante dos meses. Los resultados coinciden que no se observó incidencia estadísticamente significativa, en la ganancia de peso, ya sea en las pruebas de campo como en condiciones controladas.

Palabras claves: *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, bovinos, incidencia en peso vivo.

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay el complejo garrapata – hemoparásitos afecta negativamente a la producción ganadera, provocando pérdi-

das directas e indirectas, estimadas entre U\$D 32 y U\$D 45 millones al año (Avila, 1998; Muzzio, 2006).

La garrapata representa en sí misma una problemática para su control, principalmente por una larga duración del ciclo no parasitario, imponiendo la resistencia a los acaricidas una dificultad aún mayor (Cuore, 2017). Sumado a esto, está presente la importancia en la salud pública y la exigencia de los mercados a través de la inocuidad de los alimentos, principalmente por los residuos químicos, por lo que es imprescindible contar con estrategias de control que consideren esta problemática. Si bien una alternativa es la implementación de un plan racional dentro de un Control Integrado de Parásitos (CIP), la utilización de animales centinelas para determinar un umbral de carga parasitaria a partir de la cual es aconsejable realizar un tratamiento, es un conocimiento que requiere de desarrollo en nuestro país (Solari, 2007; Nari, 2013; Cuore, 2016).

Riek en 1957, estimó que cada garrapata ingurgitada es la responsable de la pérdida de 1 ml de sangre y su recuperación estaría enlentecida debido a las toxinas presentes en la saliva de la garrapata. El porcentaje de anemia que causa estaría en relación al estado corporal del bovino, por lo que un buen nivel nutricional reduciría su gravedad. En la categoría

ternero se describió un efecto compensatorio en la ganancia de peso, luego de suprimir la infestación por garrapata después de un tratamiento (Sutherst, 1983).

En una revisión bibliográfica, Jonsson en 2006 atribuye pérdidas a la garrapata por muerte a causa de anemia, pérdidas en el peso vivo de bovinos y brotes por hemoparásitos.

En el país se han estudiado las pérdidas por hemoparásitos (Solari, 1990; Solari, 1992; Quintana, 1993; Solari, 2007), no así las atribuibles a la acción deletérea de la garrapata a causa de la anemia y en la disminución en el peso vivo. Debido a ello, se planteó realizar trabajos relativos a la incidencia de la garrapata en pérdidas productivas a los efectos de aportar indicadores para el estudio de la relación costo-beneficio en el marco de la campaña nacional de ésta parasitosis.

Objetivo general

El objetivo del presente trabajo consistió en determinar la incidencia que causa la garrapata en el peso vivo de los bovinos.

Objetivos particulares

I. Ensayo de campo

El objetivo consistió en determinar la cantidad de garrapatas en el bovino (umbral) a partir de la cual se afectaría la ganancia de peso vivo.

II. Ensayos de infestación experimental

El objetivo consistió, a partir de infestaciones experimentales, conocer la incidencia de la patogenicidad de la garrapata, medida a través de las variaciones del hematocrito y del peso vivo.

2. HIPÓTESIS

A partir de una determinada carga de garrapata los bovinos se verían afectados en la ganancia de peso y en los valores de hematocrito.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayos de campo

3.1 Diseño experimental

Con el propósito de establecer si la cantidad de garrapata incide en la ganancia de peso, se seleccionaron dos predios atribuyéndole diferentes umbrales de carga de garrapata (alto y bajo), para determinar la oportunidad de aplicar un tratamiento de acuerdo al modelo epidemiológico (cuadro 1). La evolución de los pesos se comparó con los datos obtenidos de animales de un predio donde los tratamientos fueron aplicados a criterio del productor (histórico). Durante el ensayo y en cada uno de los tres establecimientos se formaron dos grupos con hembras de aproximadamente 1 año. A los animales de un grupo ($n = 10$) se los trató contra la garrapata en forma supresiva mensualmente a los efectos de minimizar su incidencia en el peso vivo y al otro grupo ($n = 10$) se los trató de acuerdo al criterio correspondiente al umbral preestablecido.

Los tratamientos de todo el rodeo se realizaron cuando al menos cuatro de diez animales centinelas presentaban garrapatas y el promedio de los animales parasitados sobrepasaba el umbral definido para el grupo (cuadro 1). Si no se cumplía esta premisa no se realizaba tratamiento. El planteamiento se llevó a cabo en forma mensual durante dos años.

Cuadro 1. Criterios para definir umbral de tratamiento según el número de garrapata y época del año.

Generación	Meses	Umbral bajo Nº de garrapatas	Umbral alto Nº de garrapatas
Primera	Junio - Octubre	Presencia	Promedio 2
Segunda	Noviembre-Enero	Promedio 2	Promedio 4
Tercera	Febrero-Mayo	Promedio 4	Promedio 8

3.2 Ubicación geográfica

El ensayo de campo se realizó en tres predios forestados con pino marítimo, ubicados en las Seccionales Policial 2ª y 3ª (31,13 Lat. Sur y 55,6 Long Oeste). Las características de los suelos eran típicos de la formación Tacuarembó, con un elevado contenido de arena, muy bajo contenido de materia orgánica y baja fertilidad natural.

3.3 Animales centinelas

A los efectos de evaluar el curso de las parasitosis, se formaron e identificaron grupos de diez hembras de aproximadamente 1 año.

Los animales centinelas correspondientes al grupo monitoreo, fueron indicadores de tratamiento para todo el rodeo. Cuando se superaba el umbral de garrapatas establecido, todos los animales del establecimiento (incluidos los centinelas), fueron tratados.

Los animales centinelas del grupo supresivo, fueron tratados mensualmente a los efectos de lograr un valor de referencia en cuanto a la ganancia de peso, excluyendo el factor garrapata.

Los animales seleccionados al año del proyecto fueron sustituidos por otros grupos de hembras.

3.4 Actividades

Mensualmente se visitaron los predios, donde se revisaron los grupos de animales centinelas, para determinar la carga parasitaria de acuerdo al método descrito por Wharton, 1970, evaluar la eficacia y residualidad del tratamiento y registrar la evolución del peso vivo.

Estas actividades fueron realizadas en cada uno de los tres establecimientos, por el mismo personal, el mismo instrumento de medición de peso y metodología a lo largo del proyecto, con la finalidad de minimizar los errores operativos.

Ensayos de infestación experimental

3.5 Diseño experimental

El propósito fue simular una situación de campo donde un rodeo con garrapata es tratado, por lo que se realizaron dos ensayos, uno con 10 animales de 170 Kg en promedio y otro con 10 animales de 275 Kg en promedio. Todos los animales fueron infestados con garrapatas y en cada ensayo 5 fueron tratados y 5 permanecieron sin tratamiento como testigos. Si bien la ganancia de peso entre bovinos puede variar en forma individual, manteniendo las condiciones de alimentación y locativas de manera estandarizadas, se trató que la garrapata fuera la única variable de incidencia.

3.6 Animales de prueba, instalaciones, protocolo de ingreso

La prueba se llevó a cabo en la DILAVE «Miguel C. Rubino», 34,8° Lat. Sur; 56° Long. Oeste.

Se realizaron dos ensayos, uno utilizando animales con un peso promedio de 170 kg (categoría ternero), y el segundo con promedios de 275 kg (categoría mayor de 1 año). Se utilizaron bovinos *Bos taurus* raza Hereford, provenientes de campos que posee la DILAVE, sin exposición previa a la garrapata. Los animales fueron alimentados en base a ración y alfalfa pelleteada entre el 2 y 3% de su peso de acuerdo a la categoría, se suministró agua *ad libitum*.

Una vez en el Laboratorio los animales fueron desparasitados con ricobendazole (3,75 mg/kg), vacunados contra clostridiosis y mantenidos a campo durante 15 días para cumplir con la etapa de adaptación a las nuevas instalaciones y al cambio de alimentación. Posteriormente fueron ingresados a los boxes experimentales para colectar garrapata de acuerdo al diseño descrito por Roulston y Wilson (1964).

3.7 Infestación, actividades

A partir de 25 días previos al tratamiento y con una frecuencia de 2 veces por semana, se infestaron los animales de prueba con 100 mg de larvas de la cepa Mozo de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (2000 larvas aproximadamente cada vez). Luego del tratamiento, se continúan las infestaciones 1 vez por semana, sumando un total de 36.000 larvas por animal en cada prueba.

Durante todo el desarrollo del ensayo se recogen las teleoginas caídas hasta la finalización de la prueba. Se tomaron muestras de sangre con anticoagulante EDTA por punción de la vena yugular a los efectos de medir la incidencia la garrapata en el hematocrito. Periódicamente se registró la evolución del peso de los animales, a la misma hora de la mañana previa a la alimentación.

3.8 Seguimiento del hematocrito

Se colocaron por capilaridad la sangre colectada en microtubos, se centrifugaron a 7000 rpm durante 15 minutos y se registraron los valores obtenidos a partir de la lectura en la cartilla de microhematocrito.

3.9 Análisis estadísticos

Para todos los resultados registrados, se realizó un test de diferencia de medias.

3.10 Período de estudio

Ensayo de campo: Octubre 2015 – Junio 2018.

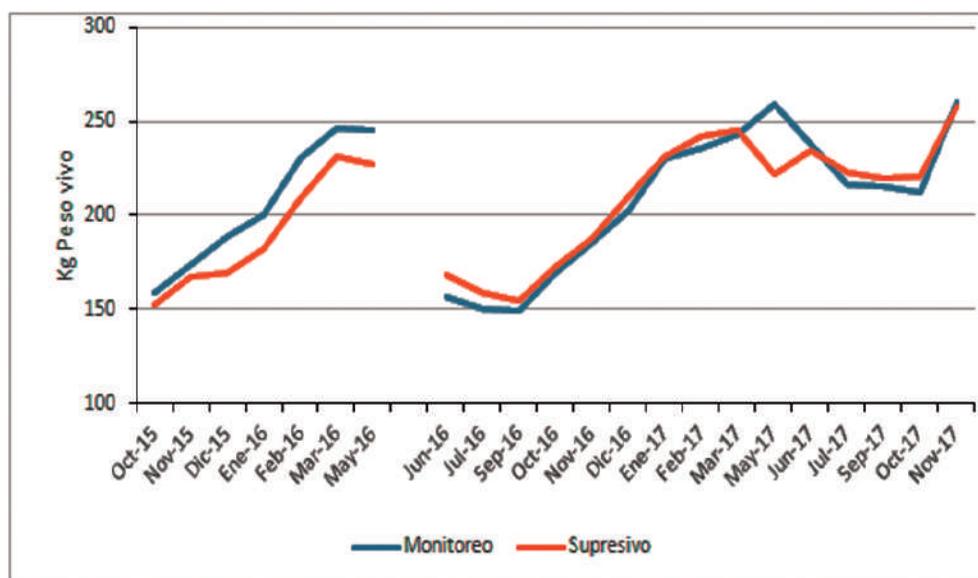
Ensayos de infestación experimental; Septiembre – Noviembre 2016 y Julio - Octubre 2017.

4 RESULTADOS

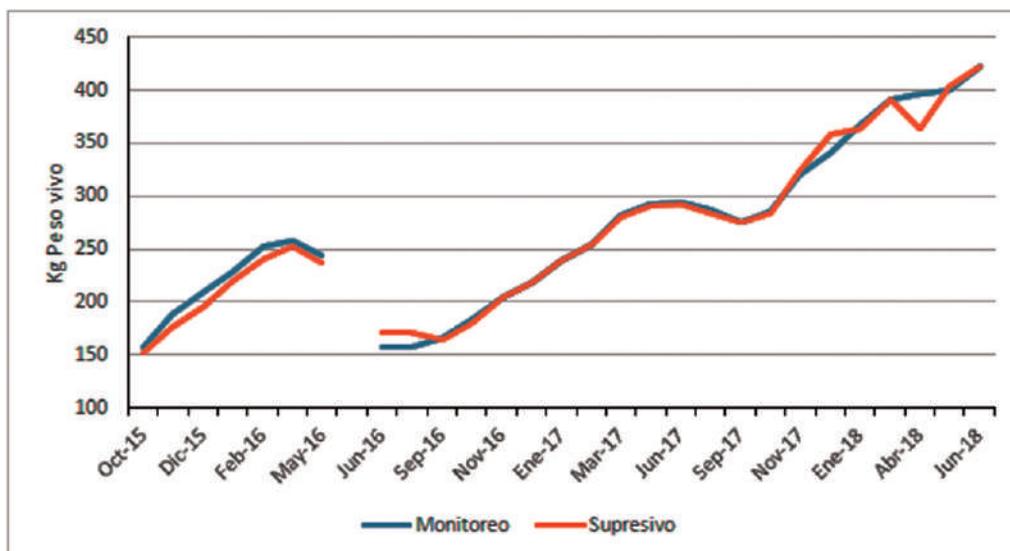
4.1 Análisis de los resultados trabajo de campo

En las gráficas 1, 2 y 3, se presentan la evolución del peso vivo de los animales centinelas (grupos monitoreo y supresivo) en los predios umbral bajo, alto e histórico. En junio de 2016, se realizó el cambio de categoría, comenzando con animales de aproximadamente 1 año de edad. Debido a situaciones comerciales, no fue posible el cambio de categoría en 2017.

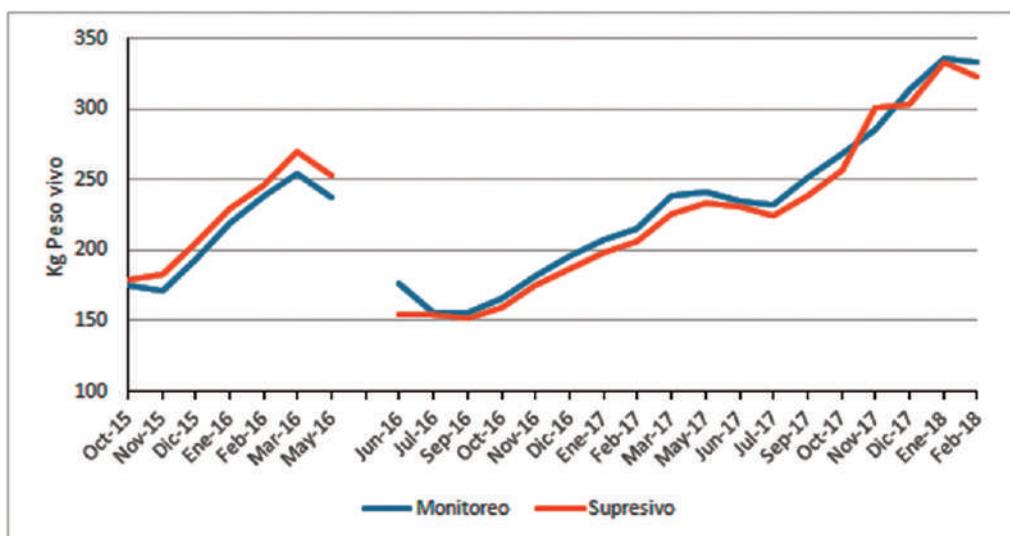
En el cuadro 2, se resumen los promedios del número de garrapata, los trata-



Gráfica 1. Evolución de peso vivo en animales centinelas temporada 2015-2016 y 2016-2017 Grupo umbral bajo.



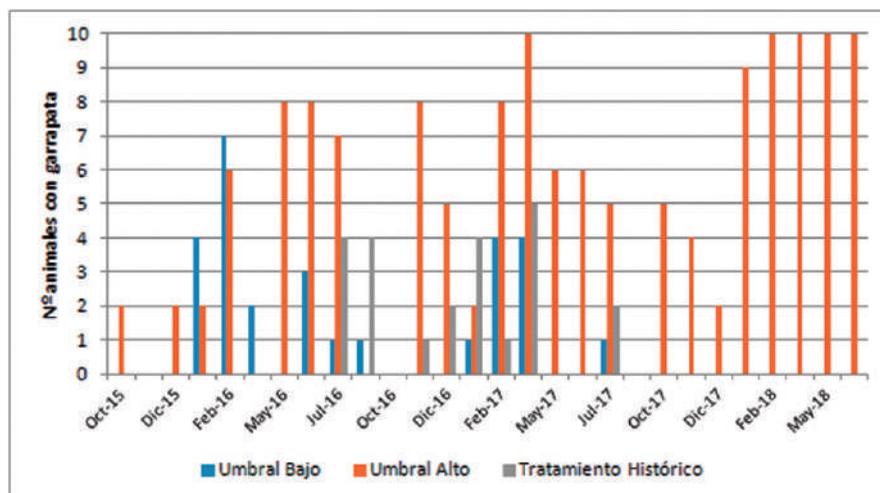
Gráfica 2. Evolución de peso vivo en animales centinelas temporada 2015- 2016 y 2016 -2018 Grupo umbral alto.



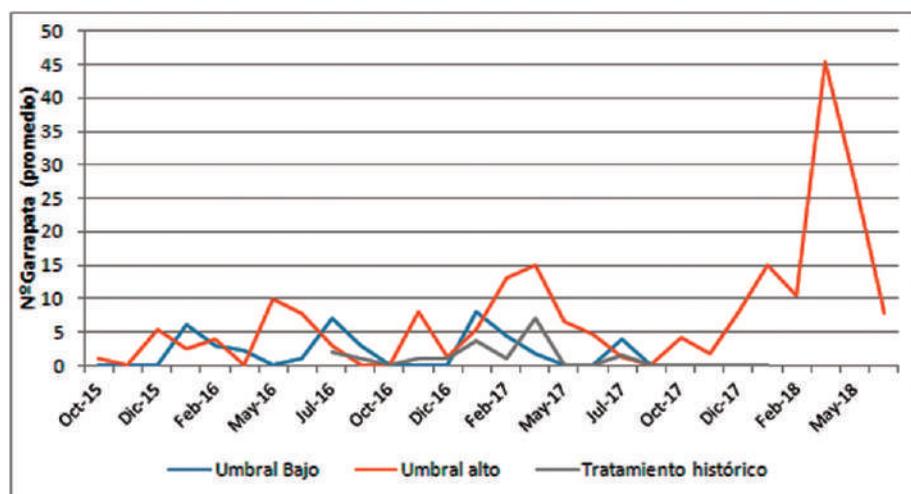
Gráfica 3. Evolución de peso vivo en animales centinelas temporada 2015-2016 y 2016 -2018 Grupo histórico.

Cuadro 2. Número de garrapata, de tratamientos y aumento de peso porcentual, comparando los dos grupos de acuerdo a los diferentes umbrales.

Grupo	Umbral bajo			Umbral alto			Tratamiento histórico		
	N° garrapata	N° tratam.	% aumento	N° garrapata	N° tratam.	% aumento	N° garrapata	N° tratam.	% aumento
Monitoreo	25	4	52	52	7	68	10	11	52
Supresivo	5	11	40	48	11	71	12	11	50



Gráfica 4. Número de animales con garrapata del grupo centinela monitoreo de acuerdo a los diferentes umbrales.



Gráfica 5. Evolución del número de garrapatas promedio en los animales del grupo centinela de acuerdo a los diferentes umbrales.

mientos y la ganancia de peso, comparando los grupos monitoreo y supresivos, de los diferentes ensayos de campo en el período junio 2016 - junio 2017.

En las gráficas 4 y 5, se presentan las evoluciones de los grupos centinelas (monitoreo) en cuanto a la proporción de animales con garrapata y el promedio de las mismas.

4.2 Resultados de ensayos de infestación experimental

4.2.1 Resultados de infestación experimental en animales de 170 kilos de peso vivo

A partir del día del tratamiento, del grupo testigo se recuperaron en promedio

122 garrapatas ingurgitadas por día, con un total de 5259 en los 43 días de prueba. Esto representó una pérdida en la ganancia de peso de 1,03 g por garrapata por animal por día, con una diferencia total de 5,4 kg a favor del grupo tratado.

4.2.2 Resultados de infestación experimental en animales de 275 kilos de peso vivo

A partir del día del tratamiento, los animales del grupo testigo, desarrollaron un promedio de 50 garrapatas ingurgitadas por día, con un total de 2741 en los 55 días de prueba. Esto no representó una pérdida en la ganancia de peso debido a la garrapata, dado que el grupo testigo presentó un aumento de peso de 2,2 kg más que el grupo tratado.

4.3 Análisis estadístico de los resultados sobre incidencia de la garrapata en la ganancia de peso vivo

Es de destacar, que si bien se encontraron diferencias, estas luego de un análisis estadístico (test de diferencia de medias para dos grupos de muestras, test t de Welch) no resultaron significativas.

4.3.1 Ensayos de campo

Los resultados de la ganancia de peso en los ensayos a campo, analizando los

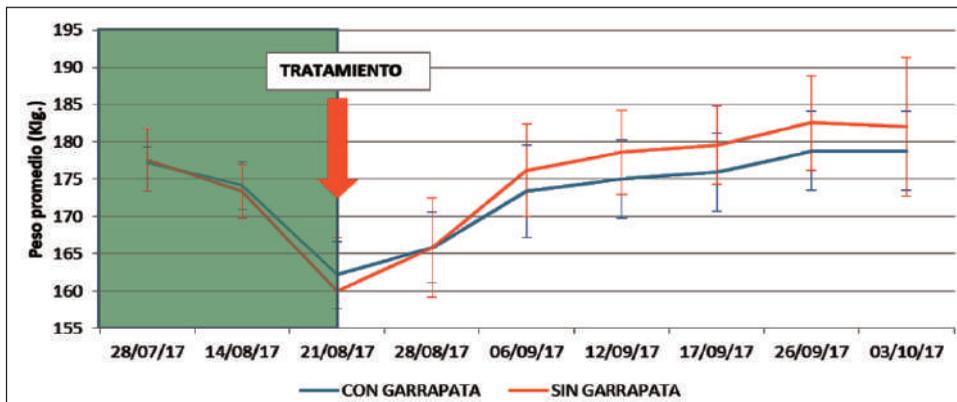
grupos correspondientes a un mismo período, se presentan en el cuadro 3, donde se observa un valor p alto ($> 0,05$), lo que indica que las diferencias no son significativas.

4.3.2 Ensayo controlado

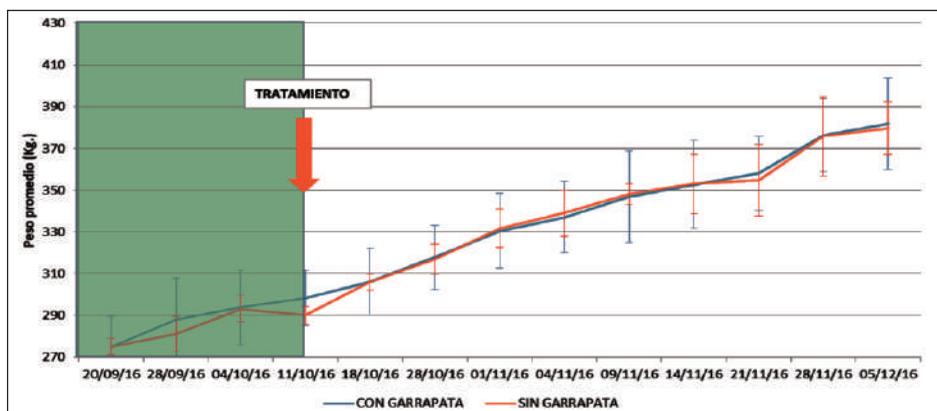
La ganancia de peso en el ensayo controlado de animales livianos (terneros), en promedio fue de 10,27 y 13,84 con valor $p = 0,26$. En el ensayo controlado de animales pesados (mayores de 1 año), la ganancia de peso en promedio fue de 19,3 y 19,7 con valor $p = 0,71$.

Cuadro 3. Resultados del porcentaje de la ganancia de peso según grupo (monitoreo y supresivo) con valor p de significancia (junio 2016 a junio 2017).

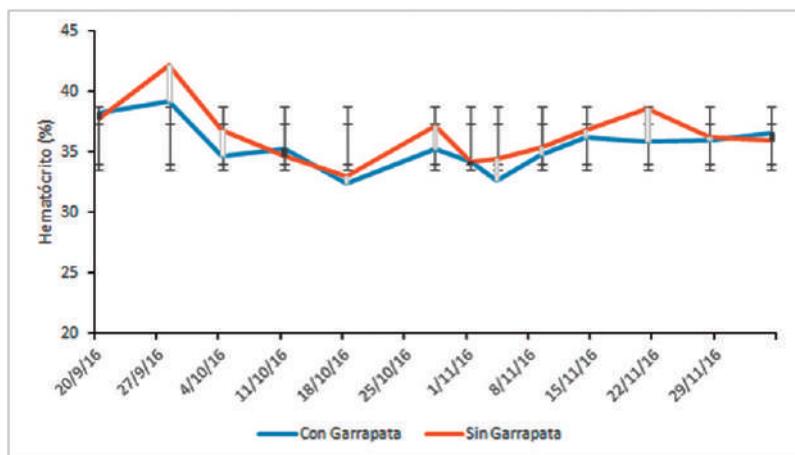
Grupo	Umbral Bajo		Umbral Alto		Tratamiento Histórico	
	Monitoreo	Supresivo	Monitoreo	Supresivo	Monitoreo	Supresivo
% aumento	57,6	45,9	86,9	73,7	47	49,3
Valor p	0,5134		0,5258		0,528	



Gráfica 6. Evolución del promedio de los pesos y desvíos estándares en bovinos terneros (ensayo controlado).



Gráfica 7. Evolución del promedio de los pesos y desvíos estándares en bovinos mayores de 1 año (ensayo controlado).



Gráfica 8. Evolución del hematocrito en bovinos mayores de 1 año (promedio y desvío estándar).

Las gráficas 6 y 7, muestran las evoluciones presentadas en los diferentes ensayos, evidenciándose una mínima diferencia de comportamiento en el grupo liviano, tanto en el peso corporal como en la mayor dispersión de los datos.

En la gráfica 8 se muestra la evolución del hematocrito, no demostrando incidencia a favor del grupo que no tenía garrapata.

5. DISCUSIÓN

En los distintos ensayos realizados en el presente estudio, no se encontraron diferencias significativas en la pérdida de peso vivo atribuible a la garrapata. Únicamente, en el ensayo en condiciones controladas, en terneros de 170 kg, se encontró una diferencia entre los grupos (con y sin garrapata) de 1,03 g por garrapata ingurgitada (valor d) pero esta diferencia no tiene significación estadística (valor $p > 0,05$).

Estudios internacionales han evaluado la relación costo beneficio entre las pérdidas que ocasiona la garrapata (sin considerar los hemoparásitos) y el costo del tratamiento. Suthers (1983) propuso una fórmula para determinar el umbral

económico, por encima del cual sería conveniente realizar un tratamiento. La misma consiste en: $n = Cx10^3/Pdkt$, donde n es el número diario de garrapata, C es el costo de tratamiento por animal, P es el precio kg carne al productor, d es la pérdida en gramos por garrapata ingurgitada, k corresponde a la eficacia del tratamiento en porcentaje, t corresponde a los 21 días de infestación por garrapata.

Artículos científicos realizados entre 1960 y 1998, encontraron que el valor medio para el coeficiente d (pérdida en gramos por garrapata ingurgitada) para ganado *Bos taurus*, fue de $1,37 \pm 0,25$ g con una dispersión de 0,37-2,7 g. Por el contrario, otros trabajos demostraron que el efecto de la infestación por garrapata fue mínimo o tan bajo que no se justificó realizar el tratamiento (Jonsson, 2006). La gran variación en las pérdidas de peso vivo por garrapata en animales que habitaban en las mismas pasturas en distintos momentos del año, sugieren que las diferencias en las estimaciones publicadas se deben con frecuencia a la variación del animal en lugar de la nutrición, raza o al medio ambiente (Suthers, 1983).

Cuadro 4. Número de garrapatas que determina el umbral económico de acuerdo al tratamiento en la categoría ternero - 170 kg.

Baño	Fipronil	Ivermectina	Fluazuron
8	9	11	27

En el presente trabajo, en el ensayo controlado en terneros de 170 kg, durante 43 días de prueba, se obtuvo una recuperación promedio de 5.259 garrapatas ingurgitadas por animal y una incidencia de 1,03 g/garrapata. Esta diferencia entre los grupos, si bien no es estadísticamente significativa, concuerda con lo descrito por Turner 1972, donde encontró una correlación negativa entre el recuento medio de garrapata y la ganancia de peso vivo en terneros.

Si tenemos en cuenta el coeficiente de daño (d) en grupo de terneros con garrapata, el precio de la categoría de USD 2,2 y el costo del tratamiento en función del principio activo utilizado (USD 0,19 - baño; 0,2 - fipronil; 0,25- ivermectina 3,15% y 0,6 - fluazuron)¹, los umbrales económicos estarán en el rango de 8 a 27 garrapatas por animal (cuadro 4).

Este umbral económico es un indicador más al momento de evaluar la realización de un tratamiento, es solamente una fórmula matemática la cual no se puede considerar en forma aislada de otros aspectos biológicos, quizás más importantes desde el punto de vista técnico para lograr éxito en el control a largo plazo. Por lo que es necesario considerar la problemática que representa las poblaciones en refugio (ciclo no parasitario), la resistencia parasitaria, las enfermedades causadas por hemoparásitos y los residuos en los alimentos. Todos estos conceptos a considerar deben tener como objetivo elaborar un plan racional de control aplicando la menor cantidad de tratamientos por temporada logrando el mayor equilibrio entre los costos, la eficacia en el control y la menor pérdida asociada a la parasitosis.

En el ensayo controlado con animales mayores de 1 año (275 kg) no se encontró diferencias significativas entre ambos grupos de estudio. Si bien los animales partieron de un peso similar al inicio de la prueba, luego de 55 días el grupo con 50 garrapatas en promedio por animal/día, pesaba 2,2 kg más en promedio que el grupo sin garrapata. En relación a los valores de hematocrito, tampoco existieron diferencias entre grupos con y sin garrapa-

tas, estando todos los valores dentro del rango normal para la especie. En principio se podría plantear que el alto nivel nutricional o la categoría de los bovinos utilizada, enmascaren la posible pérdida que ocasiona la garrapata.

En los trabajos de campo, comparando la estrategia del grupo monitoreo con la del grupo supresivo, si bien no se logró el objetivo planteado de que este grupo no tuviese garrapatas, principalmente a causa de la resistencia parasitaria (ver componente I), no se establecieron diferencias significativas en la evolución del peso vivo, valor $p > 0,05$ (cuadro 3).

6. CONCLUSIONES

- En los ensayos realizados, no se pudo establecer incidencia de la garrapata en la pérdida de peso vivo ni en la disminución del hematocrito.
- Si bien la categoría ternero presentó diferencias de peso a favor del grupo sin garrapatas, las mismas no son estadísticamente significativas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Avila, D. (1998). Análisis Cuantitativo de los Costos a Nivel del País y del Productor por la Presencia de la Garrapata en el Uruguay, Informe IAEA-DILAVE-MGAP.
- Cuore, U.; Solari, M. A. & 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), 53(205), 2-2.
- Cuore, U.; Gayo, V. & Solari, M.A. (2016) Monitoreo de las parasitosis a través de animales centinela. Opción Veterinaria (4): 24-29.
- Jonsson, N.N. (2006) The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses, (Review). Veterinary Parasitology, 137 pp1-10.
- Muzzio, F. (2006) «Programa de la lucha contra la garrapata». Seminario Taller – Aportes a la lucha contra la garrapa-

¹ Comunicación personal: Cámara de Especialidades Veterinarias (Ing. Agr. José Mantero).

- ta; FAO-TCPURU3003-MGAP, DGSG.
- Nari, A.; Solari, M.A.; Cuore, U.; Lima, A.; Casaretto, R. & Valledor, S. (2013) Control Integrado de Parásitos en establecimientos comerciales del Uruguay. En: Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fiel C, Nari A. Ed. Hemisferio Sur ISBN 978-9974-674-36-3.
- Quintana, S. (1993) Babesiasis. Estudio retrospectivo de un foco de babesiosis bovina y su repercusión económica en un establecimiento lechero en el Departamento de Paysandú en 1990. Monografía, Maestría de Epidemiología, Universidad de la Rep. O. del Uruguay, pp24.
- Riek, R. F. (1957) Studies on the reactions of animals to infestation with ticks. I. Tick anaemia. Australian Journal of Agriculture Research 8(2) 209 - 214.
- Roulston, W.J. & Wilson, J. T. (1964) Chemical control of the cattle *R. microplus* (can) Bulletin of Entomology 55:617-635.
- Solari, M.A; Nari, A. & Cardozo, H. (1992) Impact of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* on the production of beef cattle in Uruguay, Mem.Inst.Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, Vol 87 Suppl III, 143-149.
- Solari, M.; Cuore, U.; Sanchís, J.; Gayo, V.; Trelles, A.; Bermudez, F. & Rizzo, E. (2007) Aplicación del Control Integrado de Parásitos (CIP) en un Establecimiento Comercial. En Seminario Regional «Aplicación del Control Integrado de Parásitos (CIP) a la Garrapata *Boophilus microplus* en Uruguay». Departamento de Parasitología DILAVE «Miguel C. Rubino» ISBN 978-92-5-305846-4; pp 9-26.
- Solari, M.A.; Nari, A.; Cardozo, H. & Orcasberro, R. (1990) Estudio preliminar sobre el efecto del *Anaplasma marginale* en la ganancia de peso. XXII Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. La Habana, Cuba.
- Sutherst, R.W.; Maywald, G.; Kerr, J. & Stegeman, D.A. (1983) The Effect of Cattle Tick (*Boophilus microplus*) on the Growth of *Bos indicus* x *B. taurus* Steers. Australian Journal of Agricultural Research, 34, 317-27.
- Wharton, R. H. & Utech, K. B. W. (1970) The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Caneistrini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle. J. Aust.Entomol. Soc. 9, 171-82.

María A. Solari, Ulises Cuore,
Leonardo Dutra, Santiago
Losiewicz, Alfredo Trelles

Componente VI

Sobrevida de larvas 3 y pupas de *Cochliomyia hominivorax* expuestas experimentalmente durante los meses de invierno en un ecosistema forestal

RESUMEN

Se estudió la sobrevida de larvas 3 y pupas de *Cochliomyia hominivorax* expuestas en un ecosistema forestal durante los meses de mayo, junio y julio de 2017, registrando el momento de emergencia de adultos y la duración de la viabilidad del estado de pupa. El objetivo fue determinar la influencia del medio ambiente en la sobrevida de las poblaciones de pupas. Los adultos comenzaron a emerger entre los 7 y 10 días, en las cinco exposiciones de larvas 3, con una temperatura promedio del suelo entre 14 y 15 °C (correspondiendo a 15-16 °C en el aire) y una humedad relativa ambiente entre 88 y 97%. En exposiciones de pupas y larvas 3, realizadas en el medio ambiente y posteriormente llevadas en condiciones de laboratorio antes de su emergencia, se comprobó que se mantenían viables como máximo entre 42 y 47 días. Se considera que parte de la recomposición anual de las poblaciones de *C. hominivorax* pueda ser debida a la sobrevida en la etapa de pupa durante las condiciones adversas del invierno.

Palabras claves: *Cochliomyia hominivorax*, larvas 3 y pupas, ecología, silvopastoreo.

1. INTRODUCCIÓN

La mosca *Cochliomyia hominivorax* tiene una etapa parasitaria obligatoria en los mamíferos y otra que se efectúa a nivel del suelo, la cual al estar relacionada con factores abióticos, principalmente temperatura, influyen en la presentación anual de las poblaciones.

Muchas especies de insectos, ante bajas temperaturas, entran en un estado de dormancia donde hay una supresión del desarrollo metabólico (Mansingh, A. 1971; Wipking, W. 1995; Kostal, V. 2006). Algunos, como *Haematobia irritans*, desarrollan un subtipo de dormancia llamada diapausa, la cual está determinada genéticamente y es regulada por factores neuro-endócrinos del parásito (Thomas, D.B. 1986; Foil, L. 1994; Kostal, V. 2006).

En caso de *C. hominivorax* frente a temperaturas inferiores a 9,5 °C, las pupas entran en otro subtipo de dormancia denominada hibernación (Parman, 1945; Mansingh, A. 1971). De acuerdo a Laake, 1936, la duración del estado de pupa está influenciada por factores climáticos y la duración puede variar entre una semana en los meses de verano hasta 54 días durante el invierno.

Varios autores indican que al no presentar diapausa, la presencia de miasis

cutánea por *C. hominivorax*, debería ocurrir si las condiciones de temperatura son superiores a 16 °C permitiendo el vuelo y la ovipostura (Krafsur, 1987; OIE, 2013).

En una revisión realizada por Parman, 1945, en relación al comportamiento de la miasis por *C. hominivorax* y los factores climáticos, destaca que la fase de adulto y de pupa se enlentece por debajo de 15,5 °C, habiendo encontrado que si temperaturas adversas se prolongan por más de 40 días, el porcentaje de moscas que emergen disminuyen drásticamente y no sobrepasa el 1 al 2% de emergencia si se extiende por 50 días.

Lindquist, en 1945 estableció que temperaturas medias diarias de 13 °C enlentecían el período de desarrollo, mientras que valores de 10,5 °C serían letales para la mayoría de los estadios inmaduros en el suelo.

En función de esta información, se considera de importancia el estudio ecológico de *C. hominivorax* en nuestro país a los efectos de encarar medidas de control con un criterio técnico propio.

El **objetivo** consiste en confirmar la metodología de trabajo exponiendo Larvas 3 y definir la sobrevivencia de las pupas en condiciones naturales del invierno.

2. HIPÓTESIS

La población de moscas de *C. hominivorax* puede sobrepasar las condiciones del invierno en estadio de pupa.

3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se realizaron exposiciones de L3 y pupas bajo trampas de emergencia cada quince días, observando la salida de adultos. Así mismo se estudió en el laboratorio la viabilidad de las pupas que permanecían a campo sin emerger. Las exposiciones de L3 se realizaron con la finalidad de validar la metodología empleada ya que es la forma natural en que se realiza el ciclo. La finalidad de exponer pupas, fue la de establecer la sobrevivencia máxima a campo, verificando su viabilidad en condiciones de laboratorio.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación geográfica

El presente estudio se realizó en un predio forestado con pino marítimo, ubicado en ruta 5 «Brigadier Gral. Juan A. Lavalleja», km 473, situados en la 2° Seccional Policial del Departamento de Rivera (31,13 Lat. Sur y 55,6 Long Oeste). Se seleccionó un sitio de exposición a cielo abierto, calle entre montes (Mapa 1).



Mapa 1. Ubicación geográfica del predio

4.2 Población de mosca

Se trabajó con una colonia de moscas del género *C. hominivorax*, mantenida desde 2007 en condiciones de laboratorio en las instalaciones de DILAVE «Miguel C. Rubino» (protocolo adecuado a los Manuales de procedimiento de COPEG, 2014).

4.3 Remisión de material biológico

Cada quince días se realizaba la remisión de 150 ejemplares de L3, acondicionada en caja isotérmica asegurando un mínimo de 30 °C al tiempo de salida, acompañada con dieta y 250 ejemplares de pupas en cajas de Petri.

4.4 Exposición del material biológico

En un espacio cercano al monte de pino, se acondicionó un área para ubicar las exposiciones, delimitándola con malla galvanizada gruesa electro-soldada y postes para evitar el ingreso de animales. Cada exposición se identificaba las trampas con número, banderín y fecha correspondiente. En cada fecha de exposición se realizaron 3 réplicas de larvas y 5 de pupas.

4.5 Observación y registro de datos

Cada 48 horas se registraba la presencia de adultos en las trampas de emergencia sobre los lugares donde se expusieron las larvas 3 y pupas.

Cada 15 días se tomaban los perfiles de tierra correspondientes a una de las cinco réplicas de cada exposición de pupas y se los enviaba al laboratorio de Parasitología de la DILAVE «Miguel C. Rubino» para su análisis. Macroscópicamente se analizaba el terrón a los efectos de observar la presencia de otros insectos o parásitos que pudiesen afectar a las pupas. A partir de las pupas recolectadas se estudió su viabilidad en condiciones ideales de 27°C y 70% de humedad relativa, durante 5,5 días, posteriormente las que no emergieron fueron colocadas en 27°C y 55% de humedad hasta un máximo de 10 días.

4.6 Registro meteorológico

Se utilizó una estación meteorológica (Acurite weather - cinco en uno), la que fue dispuesta en el lugar de exposición, registrando principalmente la temperatura del aire. Durante la etapa de emergencia de adultos en la exposición de L3, se registró la temperatura del suelo, a través de un termómetro entre las 14:00 y 16:00 hs, día por medio.

4.7 Características del suelo

El predio se ubica sobre la unidad de Rivera, en un paisaje de colinas sedimentarias no rocosas sobre la Formación Tacuarembó. Se analizaron los siguientes parámetros: textura, Fosforo (Bray I), Potasio, pH (agua) y materia orgánica.

5. RESULTADOS

5.1 Exposición de Larvas 3

Todas las muestras expuestas de L3, presentaron las primeras emergencias de adultos (cuadro 1), con un rango entre 4 a 10 días con una temperatura media del aire que osciló entre 12 °C y 14 °C (cuadro 2), la lluvia no presentó registros de volúmenes importantes y la humedad relativa fue de 90% aproximadamente. La emergencia de L3 avala la metodología empleada para realizar los estudios de exposición de pupas.

Cuadro 1. Resultados de las exposiciones de L3.

Fechas de exposición	Emergencia (a campo - días)	Temperatura del suelo (promedio - °C)	% Humedad
17/05/2017	4	15,7	97
30/05/2017	7	15,5	95
13/06/2017	10	14,4	90
27/06/2017	10	14,3	95
11/07/2017	8	14	88

Cuadro 2. Datos climáticos propios del período de emergencia en cada exposición.

Fechas de exposición	Temperatura					Lluvia acum.	% humedad
	Rango Mín.	Media Mín.	Media	Rango Máx.	Media Máx.		
17/5 - 20/5	6,1 - 13,3	9	14	15,6 - 20,6	19	0,2	97
30/5 - 5/6	3,9 - 11,1	7	13	14,4 - 23,9	19	0	95
13/6 - 22/6	0,6 - 16,7	4	12	13,9 - 28,9	20	0,5	90
27/6 - 6/7	6,1 - 15	11	14	10 - 27,8	19	2	94
11/7 - 18/7	5 - 21	12	12	18 - 26	20	1,6	88

En el cuadro 2 se resumen los datos de lluvia, temperatura ambiente y humedad relativa correspondientes al período específico de la emergencia de cada exposición.

Como resultado complementario, al analizar las muestras de suelo en el laboratorio de las exposiciones de larvas 3, se observaron pupas viables con un máximo de 42 días de exposición en el campo. Este dato correspondió a la exposición del 30/5, obteniéndose pu-

pas con emergencia en el laboratorio el 11/07.

Asimismo se estudió la ubicación de las pupas provenientes de la primera y tercera exposición de L3, habiéndose encontrado a 5 y 8 cm de profundidad de la superficie de la muestra.

5.2 Exposición de pupas

A lo largo del período de estudio, se observó emergencia de adultos en todas

Cuadro 3. Datos de pupas, fechas de exposición, días de expuestas, evidencia de eclosión, total de pupas incubadas, adultos y porcentaje de emergencia, en la fracción de suelo.

Fecha de exposición	Días de expuestas	Observación	Total de pupas	Adultos	Emergencia (%)
17/05/2017 (Primera)	14	Viables	22	4	18
	29	Hormigas *	-		
	47	Viables	12	5	42
	57	No viables	2		
	71	No había pupa			
31/05/2017 (Segunda)	15	Hormigas *			
	33	Viables	7	7	100
	43	Viables	5	1	20
	57	No viables	2		
	71	No había pupa			
13/06/2017 (Tercera)	20	Viables	5	5	100
	30	Viables	6	4	67
	44	Sin dato	2	Sin dato	
	58	No había pupa			
27/06/2017 (Cuarta)	16	Viables	9	2	22
	30	Sin dato	30	Sin dato	
	44	Viables	5	1	20
11/07/2017 (Quinta)	16	Sin dato	26	Sin dato	
	30	No viables	6	0	

*Se observó grandes cantidades de hormigas, coincidiendo con no encontrar pupas viables.

las exposiciones de pupas. Esto indica que el enlentecimiento o duración del estado de dormancia de la pupa no fue uniforme para todos los individuos a pesar de las condiciones climáticas adversas.

Cada 15 días se analizó una muestra de suelo de cada exposición, en el cuadro 3 se detallan los datos obtenidos de cada lectura, así como de la viabilidad de los ejemplares que fueran luego mantenidos en condiciones ideales de temperatura y humedad para observar la emergencia. Petersen 1983 describió la influencia de parasitoides en detrimento de las pupas de mosca.

En el cuadro 4 se detalla el tiempo en días en que se observó la emergencia de adultos en condiciones ideales de temperatura y humedad (en el laboratorio), el máximo de días que se encontró pupas viables y el porcentaje de adultos que evolucionaron, de acuerdo a cada fecha de exposición.

En el cuadro 5, se detallan la temperatura del aire (mínima, media y máxima)

y el porcentaje de humedad, promedio mensual en las que estuvieron expuestas las pupas. Los registros promedio de temperatura del suelo correspondieron a 14 °C, siendo 9 °C y 17,9 °C los valores mínimo y máximo respectivamente.

En cuanto al comportamiento de sobrevivencia de las pupas expuestas en el medio ambiente y llevadas al laboratorio de acuerdo al cronograma, se encontró una sobrevida máxima similar en las exposiciones primera, segunda y cuarta, de 47, 43 y 44 días, presentando durante los respectivos días promedios de temperatura de 14, 13 y 16 °C. En estas exposiciones se obtuvo un porcentaje de emergencia de 42, 20 y 20 respectivamente. No se disponen los resultados de laboratorio de la tercera exposición debido a la pérdida del material. En la quinta exposición no fue evidente la emergencia de adulto a nivel de campo y no se constató emergencia en el laboratorio.

Cuadro 4. Resultados de las exposiciones de pupas.

Fecha de Exposición	Pupas viables (días de expuestas)	Emergencia (laboratorio - días)	Emergencia (% de adultos)
17/05/2017	47	4	42
30/05/2017	43	6	20
13/06/2017	30	4	67
27/06/2017	44	5	20
11/07/2017	30	0	0

Cuadro 5. Datos climáticos relacionados a la exposición de pupas a campo (promedio del mes).

	Temperatura media	Temperatura máxima	Temperatura mínima	% de Humedad
May-17	16,2	21	11,7	84,9
Jun-17	14,9	20,5	9,9	79,6
Jul-17	16,2	22,3	9,7	70,4

6. DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas del invierno de 2017 permitieron la emergencia de moscas adultas a partir de la exposición de L3 y pupas en condiciones de campo. A pesar de registrarse emergencia, algunos ejemplares demostraron un alargamiento del estadio de pupa hasta 47 días, hecho compatible con el fenómeno de dormancia que se describe en la bibliografía.

En condiciones de laboratorio, los tiempos de emergencia de L3 de la colonia, presentan una dispersión entre 6 y 8 días (Departamento de Parasitología - DILAVE), mientras que lo encontrado a campo a nivel nacional fue de 13-17 días en condiciones favorables de otoño y primavera (Marques, proyecto INIA FPTA 334 - 2017, datos a publicar). Se considera que tiempos superiores a lo encontrados a nivel nacional, coincidente con condiciones climáticas adversas, podría deberse al fenómeno de dormancia.

Cabe destacar que el inicio de las emergencias a campo, entre 4 y 10 días, son diferentes a las halladas a nivel nacional obtenidos por Marques en 2017, habiendo utilizado en ambos proyectos el mismo origen, metodología de envío del material biológico y las mismas fechas de exposición. Estos períodos cortos de emergencia podrían haberse originado por error de operación previos a la exposición del material con diferentes tiempos de maduración ya que se asemejan más a los valores obtenidos *in vitro*, en condiciones ideales de laboratorio. Por otro lado se plantea la hipótesis que pueden haber sido afectados por factores ecológicos relacionados al lugar de la exposición (tipo de suelo, protección del monte, radiación solar, humedad del suelo, etc.).

En el presente estudio, el tiempo máximo de 47 días en que las pupas que estuvieron viables en el medio ambiente, es coincidente con la bibliografía nacional e internacional. Marques y col, en un estudio epidemiológico durante el año 2017 obtuvo valores de sobrevivencia de pupa con posterior emergencia a campo de mosca adulta de 43 días en el mes de mayo en los Departamentos de Artigas y Tacuarembó, mientras que en una zona

sur, Departamento de Florida, la sobrevivencia máxima fue de 57 días.

En Brasil, Ribeiro 1997 (citado por Orcellet, 2005), estudió la evolución y viabilidad de las L3 y de las pupas en condiciones de campo con una ubicación (Lat. Sur 31,7, Long O. 52,3) y metodología similar a la del presente estudio, encontró que el tiempo de sobrevivencia de las pupas fue hasta 44 días en el mes de julio.

Este alargamiento del estado de pupa frente a bajas temperaturas sería el responsable en parte de mantener y posteriormente reiniciar el ciclo de la mosca en el país una vez que mejoran las condiciones climáticas. Este hecho no descarta la posibilidad que ingrese al país moscas de áreas más tropicales de la región.

7. CONCLUSIONES

- A pesar de las bajas temperaturas registradas durante el período de estudio, moscas adultas de *C. hominivorax* lograron emerger durante los meses del invierno.
- Algunos ejemplares de pupa se mantuvieron en este estadio hasta 47 días en condiciones de campo comprobando su viabilidad posteriormente en condiciones de laboratorio donde emergieron moscas adultas.
- Este enlentecimiento del estadio de pupa, denominado dormancia por la bibliografía, sería el responsable en parte de mantener la población de mosca en refugio en nuestro país durante las condiciones adversas del invierno.

8. BIBLIOGRAFÍA

- COPEG (2014) Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado. Gusano Barrenador (protocolo de trabajo interno).
- Foil, L.D. & Hogsette, J.A. (1994) Biology and control of tabanids, stable flies and horn flies, Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz., 13 (4), 1125-1158.
- Kostal, V. (2006) Eco-physiological phases of insect diapause. Journal of Insect Physiology, 52:113-127.

- Krafsur, E.; Whitten, C. & Novy, J. (1987) Screwworm eradication in North and Central America. *Parasitology Today*, 3 (5): 131–137.
- Laake, E.W.; Cushing, C. & Parish, H.E. (1936) Biology of the primary screwworm fly, *Cochliomyia Americana*, and a comparison of its stages with those of *C. macellaria*. Technical Bulletin N°500.
- Lindquist, A.W. & Barrett, W.L. (1945) Overwintering of *Cochliomyia americana* at Uvalde, Texas. *Journal of Economic Entomology*, (38), 77-83.
- Mansingh, A. (1971) Physiological classification of dormancies in insects. *The Canadian Entomologist*, (103); 983-1009.
- Marques, L. (2017) Proyecto INIA FPTA 334 – DGSG - MGAP; «Estudios epidemiológicos de las miasis cutáneas a *Cochliomyia hominivorax*» Comunicación personal
- OIE - World Organization for Animal Health, (2013) Miasis por *Cochliomyia hominivorax* y Miasis por *Chrysomya bezziana*. Manual Terrestre de la OIE, Capítulo 2.1.13.
- Orcellet, V. (2005) Sobrevida del Estadio Pupal de *Cochliomyia hominivorax*, en Laboratorio bajo Determinadas Condiciones de Humedad y Temperatura. *FAVE Sección Ciencias Veterinarias*, 4(1/2), 7-16.
- Parman, D.C. (1945) Effect of weather on *Cochliomyia americana* and review of methods and economic applications of the study. *Econ. Entomol.* 38: 66-76.
- Petersen, J.J. & Meyer, J.A. (1983) Host preference and seasonal distribution of Pteromalid parasites (Hymenoptera: Pteromalidae) of stable flies and house flies (Diptera: Muscidae) associated with confined livestock in Eastern Nebraska. *Environ. Entomol.* 12:567-571.
- Thomas, D.B. & Kunz, S.E. (1986) Diapause survival of overwintering populations of the horn fly, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae), in South-central Texas. *Environ. Entomol.* 15:44-48.
- Wipking, W. (1995) Influences of day length and temperature on the period of diapause and its ending process in dormant larvae of burnet moths (Lepidoptera, Zygaenidae); *Oecología* 102:202-210.

Ulises Cuore, Alfredo Trelles,
Rafael Carriquiry, Jaime Sanchis,
María A. Solari

Componente VII

Guía práctica de procedimiento para el control de las parasitosis en bovinos

El objetivo de la presente guía es dar pautas al productor para que junto al veterinario de libre ejercicio se consideren determinados aspectos con la finalidad de realizar un control racional de las parasitosis.

1. ELABORACIÓN DE UN PLAN DE CONTROL EN UN ESTABLECIMIENTO COMERCIAL

Diagnóstico de situación inicial de las principales parasitosis involucradas:

Esta etapa requiere del apoyo de un laboratorio diagnóstico. Se deberá remitir material biológico para conocer:

- 1.1 Susceptibilidad a los garrapaticidas: Se debe utilizar preferentemente los productos que demostraron ser eficaces en las técnicas de diagnóstico en los estadios de adulto y larvas de garrapatas.
- 1.2 Susceptibilidad a los antihelmínticos: se debe utilizar preferentemente los productos que demostraron ser eficaces en la técnica de Lombritest.
- 1.3 Estabilidad enzoótica de hemoparásitos: diagnosticar el riesgo de presentar brotes por hemoparásitos mediante serología en las categorías terneros y adultos.
- 1.4 Presencia de *Fasciola hepatica*: mediante el diagnóstico por sedimentación, determinar su impacto para aplicar los tratamientos estratégicos.

2. PLANTEO TEÓRICO DE UNA ESTRATEGIA DE CONTROL

Se dispone de las siguientes herramientas para ser aplicadas a nivel predial:

- 2.1 Modelo epidemiológico conceptual: establece la probabilidad de ocurrencia de tres generaciones al año y los meses en que transcurren.
- 2.2 Tratamiento generacional: se basa en rotar los principios activos en cada generación de acuerdo al resultado del diagnóstico de susceptibilidad.

Las generaciones de garrapatas transcurren:

- G1: de agosto a noviembre (utilizar producto «A»)
- G2: de diciembre a febrero (utilizar producto «B»)
- G3: de marzo a mayo (utilizar producto «C»)

La rotación de los productos «A», «B» y «C» en las diferentes generaciones, surge del resultado de laboratorio (test de resistencia a los acaricidas).

- 2.3 Hemovacuna: aplicar a terneros en función de la situación de riesgo del rodeo a los efectos de lograr una estabilidad enzoótica del ganado.
- 2.4 Vacuna contra la garrapata: (cuando esté disponible comercialmente).
- 2.5 Animales centinelas: formar grupos de diez animales, que estén en potreros de mayor riesgo para monitorear las infestaciones y evaluar la eficacia 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.
- 2.6 Nematodos gastrointestinales: realizar tratamientos en terneros hasta los 18 meses de edad cuando el 50% de las muestras analizadas sobrepasa el umbral de 350 huevos por gramo (h.p.g.) de acuerdo a la cámara de Mc Master modificada, usando el factor 50 de multiplicación. Para ello es necesario realizar un diagnóstico de laboratorio en las fechas claves, por ejemplo al destete, salida del invierno, fines de primavera, etc.
- 2.7 *F. hepatica*: constatada la presencia e importancia de esta parasitosis realizar los tratamientos estratégicos a fines de primavera - principio de verano y principio del otoño.

3. APLICACIÓN DEL PLAN

• Tratamientos contra la garrapata

- 3.1 Tratamientos supresivos: si las cargas parasitarias son muy altas, definidas por los animales centinelas, es conveniente realizar tratamientos supresivos a todo el rodeo, aplicando una frecuencia para erradicación de acuerdo a la etiqueta del producto, con la finalidad de disminuir la población de garrapatas en refugio (pasturas).
- 3.2 Tratamientos estratégicos: a partir de que las poblaciones de garrapata en refugio sean bajas, realizar tratamientos estratégicos a todo el rodeo con la finalidad de disminuir el impacto de cada generación. El inicio de los tratamientos es dependiente del factor año y la G1 se comenzaría en julio- agosto (producto «A»), para G2 en noviembre-diciembre (producto «B») y para G3 en febrero-marzo (producto «C»).
- 3.3 Tratamientos tácticos: entre tratamientos estratégicos aplicar tratamientos de acuerdo a la carga parasitaria de los animales centinelas, en todo el rodeo o en aquellos potreros más afectados.

• Tratamientos contra hemoparásitos

- 3.4 Brote de hemoparásitos: Frente a la sospecha de un brote por animales enfermos y/o muertos, primero consultar al veterinario para tomar muestras a los efectos de confirmar y establecer un diagnóstico diferencial. Luego, mientras no se cuente con el resultado de laboratorio, se puede tratar los animales enfermos con imidocarbo 2,5 ml/100 kg y posteriormente, aplicar los tratamientos específicos para cada hemoparásito (*Babesia* y/o *Anaplasma*). Otros tratamientos, pueden combinar diminazeno 3,5 mg/kg y oxitetraciclina entre 6 y 11 mg/kg. El imidocarbo a la dosis preventiva de 2,5 mg/kg tiene también un efecto prolongado para las babesias (60 días para *B. bigemina* y 30 días para *B. bovis*).
- 3.5 Desequilibrio enzoótico: si el rodeo está en riesgo de enfermar por tristeza, inmunizar a los terneros con hemovacuna y a los 90 días posteriores al inóculo, de ser posible confirmar la inmunización por medio de serología.
- 3.6 Monitoreo de evolución: una vez al año enviar suero de terneros (previo a inmunizar) a los efectos de diagnosticar indirectamente la evolución de la infección por garrapata.

- **Medidas de manejo**

- 3.7 Adaptar el tratamiento estratégico del invierno de acuerdo al factor año, ya que en años con temperaturas muy bajas (heladas) generalmente disminuye la incidencia de la parasitosis y se puede postergar el inicio de la temporada. En cambio, en caso de inviernos benignos quizás se deba continuar con los tratamientos. Controlar mediante animales centinelas.
- 3.8 Establecer un protocolo de ingreso de animales al predio, ya sea por compra a terceros o por pasaje de ganado propio a predios linderos:
- Tratar en origen para ingresar sin garrapata.
 - En destino, realizar cuarentena en un potrero cercano a las instalaciones.
 - Revisar cada 10 días durante un mes para confirmar que los animales estén libres de garrapatas.
 - En caso de encontrar garrapata en destino tratar con productos eficaces. Continuar con la cuarentena hasta que no estén parasitados.
- 3.9 En caso de realizar un tratamiento ya sea a todo el rodeo o selectivo por potrero, se debe:
- Tratar todos los animales.
 - Si por diferentes motivos los animales no llegan a las instalaciones, se deberán tratar en el campo.
- 3.10 En caso de cerrar un potrero al pastoreo recordar que cada garrapata puede poner 2000 huevos y el ciclo en la pastura puede durar un año. Asimismo, otras especies de animales, como equinos, ovinos y fauna silvestre, pueden ocasionalmente desarrollar y completar el ciclo de la garrapata.
- 3.11 Si hay una recontaminación de la pastura, por ingreso accidental de la garrapata, reiniciar el plan con los tratamientos supresivos.
- 3.12 En vacas en ordeño, utilizar productos con tiempo cero de espera para el consumo como ser eprinomectina o flumetrin y realizar durante el ordeño la técnica manual de despunte (quitar manualmente las garrapatas visibles de mayor tamaño).
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 (previo al embarque).
- 3.13 Mantener en buen estado los alambrados, principalmente los perimetrales. Establecer un colchón sanitario (buffer) en los potreros de mayor riesgo (ej. con ovinos, agricultura, etc.).

- **Evaluación del plan sanitario**

Evaluar el éxito del plan sanitario anualmente de acuerdo a los siguientes criterios:

- 3.14 Evolución del número de garrapatas en los animales centinelas.
- 3.15 Disminución del número de tratamientos y de casos clínicos de hemoparásitos (enfermos y muertes).
- 3.16 Por medio de la serología, evaluar la disminución de la transmisión de los hemoparásitos en terneros sin inmunizar.

- **Registro de eventos sanitarios**

Dada la importancia de los residuos en los alimentos, es necesario documentar con registro todos los eventos sanitarios. La presencia de residuos puede representar un riesgo a la salud humana e interferir con la exportación de alimentos al exterior. Las etiquetas de los productos indican el tiempo de espera para la faena. Respetando los tiempos de espera aseguramos que los alimentos son seguros para su consumo.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Animales centinelas: Son los vacunos seleccionados a criterio del productor, que van a permanecer en el establecimiento y son identificados para su revisión en el tubo (cepo) para el recuento del número de garrapatas y definir un umbral de tratamiento.

Brote de hemoparásitos: Cuando se presentan animales enfermos o muertos y se confirma en el laboratorio que es debido a hemoparásitos.

Cuarentena: Período en que los animales que ingresan al predio se los ubican en un potrero cercano a las mangas para controlarlos. Una vez descartado el riesgo los animales se pueden juntar con el rodeo general.

Diagnóstico: Es el estudio que debe realizar un veterinario, con apoyo del laboratorio, para analizar la situación de las parasitosis y otras enfermedades de establecimiento. Ejemplo: Diagnóstico de resistencia en garrapatas, riesgo de enfermar de tristeza (ver Brote).

Estabilidad enzoótica: Cuando el rodeo está protegido y no tiene riesgo de enfermarse.

Hemoparásitos: Parásitos de la sangre que se transmiten por la garrapata, insectos, agujas que pueden provocar la tristeza.

Hemovacuna: Vacuna de hemoparásitos, que se aplica a terneros y evita que de adultos enfermen o mueran de tristeza parasitaria

Inestabilidad enzoótica: Es el riesgo que presentan los animales de enfermarse de tristeza parasitaria.

Inmunizar: Vacunar

Lombritest: Técnica de laboratorio que diagnostica la resistencia a los lombricidas e identifica los parásitos presentes.

Plan Sanitario: Acciones sanitarias (tratamientos, vacunas) y de manejo que se deben cumplir regularmente a lo largo del año para tener éxito en controlar la garrapata.

Refugio: Es la población de garrapata que se encuentra en la pastura (garrapata que se desprende del bovino, huevos y larvas). El refugio representa el 95% de la problemática, solo el 5% de las garrapatas de un potrero están sobre los animales.

Residuos en los alimentos: Es la presencia en las carnes y leche de residuos químicos por causa de los tratamientos.

Serología: Técnica de diagnóstico que se procesa en el laboratorio con la sangre entera (sin anticoagulante).

Técnica de adultos y larvas: Diagnóstico de laboratorio en larvas y adultos de garrapata que estudia la susceptibilidad a los productos garrapaticidas.

Tratamientos estratégicos: Son los tratamientos que se aconsejan realizar al inicio de cada generación.

Tratamientos supresivos: Se refiere a la frecuencia en la cual se aplican los tratamientos para interrumpir el ciclo de la garrapata manteniendo libre el ganado de parásitos. En la etiqueta de cada producto figura el tiempo entre tratamientos para erradicar la garrapata (tratamiento supresivo).

Tratamiento táctico: Tratamiento que se realiza solamente si se sobrepasa el umbral de garrapatas definido (ver umbral).

Tratamiento Generacional: Son los tratamientos que se realizan en el año de acuerdo al momento en que se presentan las generaciones de garrapatas. En cada generación se debe utilizar un producto eficaz y diferente a las generaciones anteriores. Esto retardaría la aparición de resistencia.

Umbral: Cantidad de garrapatas presentes en los animales que indica si se debe o no realizar el tratamiento de acuerdo al límite máximo fijado.

INIA Dirección Nacional
Andes 1365, P. 12
Montevideo
Tel.: 598 2902 0550
Fax: 598 2902 3633
iniadn@dn.inia.org.uy

INIA La Estanzuela
Ruta 50, Km 11
Colonia
Tel.: 598 4574 8000
Fax: 598 4574 8012
iniale@le.inia.org.uy

INIA Las Brujas
Ruta 48, Km 10
Canelones
Tel.: 598 2367 7641
Fax: 598 2367 7609
inia_lb@lb.inia.org.uy

INIA Salto Grande
Camino al Terrible
Salto
Tel.: 598 4733 5156
Fax: 598 4732 9624
inia_sg@sg.inia.org.uy

INIA Tacuarembó
Ruta 5, Km 386
Tacuarembó
Tel.: 598 4632 2407
Fax: 598 4632 3969
iniatbo@tb.inia.org.uy

INIA Treinta y Tres
Ruta 8, Km 281
Treinta y Tres
Tel.: 598 4452 2023
Fax: 598 4452 5701
iniatt@tyt.inia.org.uy

www.inia.uy