

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**PROPUESTAS PARTICULARIZADAS DE CONTROL O
ERRADICACIÓN DE *Rhipicephalus microplus* EN
ESTABLECIMIENTOS DE CRÍA DEL DEPARTAMENTO DE
TACUAREMBÓ**

por

**RAMOS CARBALLO, Joaquín
URRUTY ZUNINO, Joaquín**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
ORIENTACIÓN: Producción Animal

MODALIDAD: Estudio de caso

MONTEVIDEO

URUGUAY

2019

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:

Dra. Zully Hernández

Segundo Miembro (Tutor):

Dra. Eleonor Castro-Janer

Tercer Miembro:

Dra. Teresa Armúa

Cuarto Miembro:

Dra. Cecilia Miraballes

Quinto Miembro

Dra. Stephanie Lara

Fecha:

14 de junio de 2019

Autores:

Joaquín Ramos Carballo

Joaquín Urruty Zunino

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Veterinaria por permitir nuestra formación académica.

A Elinor Castro que nos brindó su apoyo.

A Cecilia Miraballes y Stephanie Lara por acompañarnos en todo el proceso.

A biblioteca por ayudarnos con la información.

A nuestras familias y amigos.

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO.....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS.....	4
RESUMEN.....	5
SUMMARY.....	6
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. <i>Rhipicephalus microplus</i>.....	9
2.1.1. Generalidades.....	9
2.1.2. Ciclo biológico.....	9
2.2. Agentes de enfermedades transmitidas por <i>R. microplus</i>.....	11
2.3. Modelo epidemiológico conceptual de <i>R. microplus</i> en Uruguay.....	13
2.4. Tratamiento con garrapaticidas.....	14
2.4.1. Amitraz.....	15
2.4.2. Piretrinas y piretroides.....	15
2.4.3. Organofosforados.....	15
2.4.4. Lactonas macrocíclicas.....	16
2.4.5. Fipronil.....	16
2.4.6. Fluazurón.....	16
2.5. Resistencia a los garrapaticidas.....	16
2.6. Tratamiento generacional y empleo de animales centinela.....	18
2.7. Caracterización del problema.....	19
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. Objetivo general.....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4.1. Características de los establecimientos.....	20
4.2. Análisis de riesgo de reintroducción de <i>R. microplus</i>.....	26
4.3. Factores que se tuvieron en cuenta para la propuesta de planes de control.....	26
4.4. Estimación de costo de tratamientos.....	27
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1. Probabilidad de reintroducción de <i>R. microplus</i>.....	28
5.2. Propuestas de planes de control o erradicación.....	29
5.3. Costos de tratamientos.....	32
5.4. Planes de erradicación propuestos.....	35
5.5. Planes de control propuestos.....	37
6. CONCLUSIONES.....	41
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
8. ANEXOS.....	48

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

TABLA 1. Primer diagnóstico de resistencia a cada molécula de garrapaticidas.....	17
TABLA 2. Características de los establecimientos, resumen de resultados del test de resistencia a los garrapaticidas y estabilidad enzoótica a los hemoparásitos.....	22
TABLA 3. Test de resistencia a garrapaticidas.....	24
TABLA 4. Porcentaje de seropositividad de los tres agentes causantes de tristeza parasitaria en bovinos de sobreaño.....	25
TABLA 5. Probabilidad de introducción de garrapata y descripción de datos según variable en cada establecimiento.....	28
TABLA 6. Planes de control de <i>R. microplus</i> y hemoparásitos para cada establecimiento.....	31
TABLA 7. Costos estimados en dólares para cada principio activo por animal según categoría.....	33
TABLA 8. Comparación de la frecuencia, costos y garrapaticidas utilizados por los productores y los propuestos en la tesis según establecimiento.....	34
FIGURA 1. Zonas de control y erradicación de <i>R. microplus</i> en el Uruguay.....	8
FIGURA 2. Morfología de <i>R. microplus</i>	9
FIGURA 3. Ciclo parasitario de <i>R. microplus</i>	11
FIGURA 4. Modelo epidemiológico para <i>R. microplus</i>	14
FIGURA 5. Ubicación de los establecimientos en estudio en el departamento de Tacuarembó.....	21

RESUMEN

Uno de los principales problemas que el sector ganadero de nuestro país enfrenta son las pérdidas productivas provocadas por el ectoparásito *Rhipicephalus microplus*, responsable de transmitir los agentes causantes de tristeza parasitaria: *Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*. Este trabajo tuvo como objetivo proponer planes de control o erradicación de *R. microplus* en ocho establecimientos de cría del departamento de Tacuarembó, con presencia de garrapatas (pero sin antecedentes de muertes por hemoparásitos), y con resultados de pruebas de resistencia a los garrapaticidas. Aunque estos establecimientos se encontraban en la zona de control de garrapatas, los tratamientos se realizaban sin un asesoramiento técnico, y sin un diagnóstico de situación. En base al análisis de los resultados del test de resistencia, la probabilidad de reintroducción de garrapatas y las características de cada establecimiento se realizaron las propuestas de control o erradicación de acuerdo a cada situación. Las mismas, se basaron en el uso de tratamientos generacionales y se ponderó el control integrado de parásitos. Además, se estimaron los costos de los tratamientos que los productores realizaban previos a la tesis, así como de los planes propuestos en este trabajo. De todos los establecimientos estudiados, se recomendó la erradicación del parásito sólo en tres: los establecimientos N°3 y 4 por tener baja probabilidad de reintroducción de la garrapata (26 y 2% respectivamente), y el N°2 por la presencia de poblaciones de garrapatas multirresistentes. En el resto de los establecimientos (N°1, 5, 6, 7 y 8) se recomendó realizar planes de control de la garrapata. En términos generales, los costos estimados de erradicar fueron mayores a los costos de los tratamientos que los productores realizaban debido a la mayor frecuencia de aplicación de principios activos. No obstante, en el largo plazo, estos costos se minimizarían al lograr la erradicación y no tener que volver a usarlos. En todos los establecimientos con planes de control, las nuevas propuestas disminuyen el número de tratamientos realizados por año y en consecuencia se reducen los costos y la presión por selección de poblaciones de garrapatas resistentes. Como medida de bioseguridad primordial, se aconsejó mantener en buenas condiciones los alambrados de ley linderos con los vecinos. Se recomendó la hemovacunación a los terneros de 4 a 9 meses de edad, debido a que todos los establecimientos se encontraban en desequilibrio enzoótico para al menos un agente de tristeza parasitaria.

SUMMARY

Productive losses caused by the ectoparasite *Rhipicephalus microplus* are one of the main problems that livestock sector of our country faces, which is responsible in the transmission of causal agents of tick fever: *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* and *Anaplasma marginale*. The objective of this work was to propose control or eradication *R. microplus* plans in eight breeding farms in the department of Tacuarembó, with tick presence (without history of hemoparasite deaths), and with results of tick resistance tests. Although, these farms were located in the tick control area, treatments were performed without technical advice, and without a diagnosis status. Based on the analysis of the results of the resistance test, the probability of reintroduction of ticks and the characteristics of each farms, control or eradication approach were made according to each situation. These were based on the generational treatments and integrated control of parasites was considered. In addition, the costs of treatments that producers made before this thesis, as well as the plans proposed in this work were estimated. Of all the farms studied, eradication of the parasite was recommended only in three: the farms N° 3 and 4 because it had low probability of reintroduction of the tick (26 and 2% respectively), and N°2 due to the presence of multi-resistant tick populations. In the rest of the farms (N°1, 5, 6, 7 and 8) it was recommended to carry out control plans for tick. In general terms, the estimated costs of eradication were greater than the costs of treatments that the producers made due to the greater frequency of application of drugs. However, in the long term, costs will be minimized when achieving eradication. In all farms with control plans, the new proposals reduce the number of treatments per year and, as a consequence, reduce the costs and pressure by selecting populations of resistant ticks. It was advised to keep the fences of law bordering on neighbors in good condition as a main measure of biosecurity. Hemovaccination was recommended in calves from 4 to 9 months of age, because all farms were in enzootic instability for at least one parasitic tick fever agent.

1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales limitantes de la producción ganadera son los parásitos y las agentes transmitidos por ellos (Cuore y col., 2013). Las garrapatas son los ectoparásitos que causan más pérdidas económicas a nivel mundial. El 80% del ganado bovino del mundo se encuentra parasitado e incluso existen regiones en las cuales la ganadería no se ha podido establecer debido a esta problemática (FAO, 2004). Particularmente, la garrapata común del ganado *Rhipicephalus microplus* y la tristeza parasitaria forman parte de uno de los desafíos más importantes al que se enfrenta el sector pecuario de las áreas tropicales y subtropicales del mundo (OIE, 2010).

Uruguay es un país con tradición ganadera, con ingresos económicos considerables por la exportación de carne vacuna. Por este motivo, todo aquello que afecte directamente al sector productivo afectará la economía del país y la sustentabilidad de los productores (Bertino y Tajam, 2000).

Nuestro país se encuentra en una zona marginal para el desarrollo de *R. microplus*; a pesar de ello, esta provoca pérdidas anuales de gran significancia (Solari, 2006). Ávila (1998) realizó un estudio acerca del impacto económico de la garrapata y hemoparásitos transmitidos en Uruguay, donde los gastos estimados fueron de US\$ 32.7 millones anuales. El 88,5 % de estos gastos ocasionan pérdidas directas para los productores. Todas estas pérdidas directas se distribuyen de la siguiente manera: 44,6% en tratamientos garrapaticidas, 31,1% en disminución de producción de kilos de carnes por hemoparásitos, 12,8% debido a tratamientos y muertes por hemoparásitos, mientras que, 6,3% por pérdidas de cueros dañados por garrapatas y el 4,5% por acciones del Estado. Según el estudio realizado por Solari y col. (2007) en un establecimiento comercial frente a un brote por hematozoarios, los costos fueron de 7,3 dólares por animal/año considerando únicamente las muertes y los gastos en tratamientos.

Desde comienzos del siglo XX, Uruguay dentro del marco de la Ley N° 3.606 ha luchado contra la garrapata (Cardozo, 1989), y hasta la fecha, se han ido aplicando diferentes reglamentaciones para su control. En 2008, se aprobó la actual Ley N°18.268 (Uruguay, 2008), que divide al país en una zona libre (donde se debe eliminar la garrapata) y una zona control (Figura 1). Además, los establecimientos son categorizados según el riesgo epidemiológico que representan, basándose en su ubicación geográfica, carga parasitaria, resistencia a los acaricidas y riesgo de enfermedades asociadas (Errico y col., 2009).



Figura 1. Zonas de control y erradicación de *R. microplus* en el Uruguay. Fuente: MGAP-DIGESEGA 2009.

Se entiende por zona libre de garrapatas a aquella región geográfica donde no está presente el parásito, mientras que en el área donde se constata la presencia del ácaro se define como zona de control (Ley N°18.268).

En la zona libre de garrapatas el objetivo es la erradicación del parásito mediante la aplicación de tratamientos supresivos. Cardozo y Franchi (1994) reportaron que los tratamientos de inmersión cada 21 días evitan la presencia de *R. microplus* viables. De esta manera se evita el desarrollo del ciclo biológico entre tratamientos y resultando en la eliminación las poblaciones de garrapatas en refugio. Un establecimiento se considera “erradicado” cuando transcurren al menos 10 meses sin presencia del parásito y sin tratamiento (Cuore y col., 2015).

Debido a las condiciones epidemiológicas que dificultan la erradicación en las zonas de control de las garrapatas, el objetivo es disminuir las cargas parasitarias con una menor frecuencia de tratamientos, por lo tanto, se tiende a convivir con la garrapata (Cuore y col., 2012).

En ambas estrategias, es importante considerar que en Uruguay se presentan tres generaciones de garrapatas al año (Nari, 1989) y que la rotación de principios activos en cada una de ellas es fundamental para evitar la presión por selección de resistencia (Cardozo y Franchi, 1994).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Rhipicephalus microplus*

2.1.1. Generalidades

La garrapata común del ganado *Rhipicephalus microplus*, antiguamente clasificada como *Boophilus microplus*, pertenece al orden Acarina, familia Ixodidae (garrapatas dura). Presenta un escudo dorsal de color marrón oscuro sin ornamentos y además se caracteriza por tener rostro corto, presencia de ojos, surco anal poco evidente y ausencia de festones (Figura 2) (Lapage, 1979).

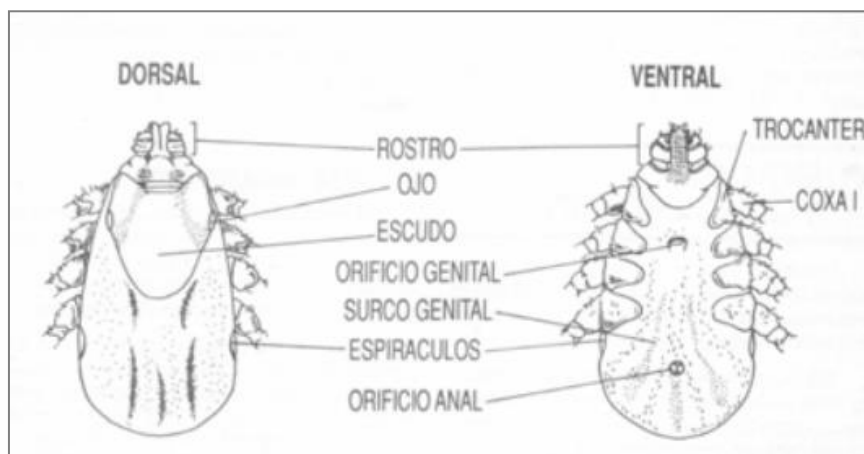


Figura 2. Morfología de *R. microplus*. Fuente: DGSV SA, 1994.

2.1.2. Ciclo biológico

Rhipicephalus microplus es una garrapata de un sólo hospedero, es decir que todas las fases parasitarias suceden en el mismo animal, por lo que es factible su erradicación si se tiene en cuenta el máximo del período de sobrevivencia larvaria en las pasturas (FAO, 2007).

Su ciclo de vida se divide en una fase de vida libre en las pasturas, es decir, fuera del animal, y una fase parasitaria que tiene lugar sobre el bovino (Núñez, 1994). En nuestro país, la fase parasitaria tiene una duración de 23 días (Moda) con un rango de 20,5 a 42 días (Cardozo y col., 1984), mientras que la fase extraparasitaria puede ser de 2 a 12 meses (Nari, 1989).

El inicio del ciclo parasitario de *R. microplus* comienza cuando la larva, que se encuentra en el medio ambiente, logra subir a un bovino y se fija a la piel (Figura 3). La larva posee tres pares de patas, su tamaño es de 0,5 x 0,4 mm, por lo que se dificulta su observación a simple vista sobre el bovino. En esta

etapa del ciclo biológico es cuando los productos ectoparasiticidas tienen mayor efecto sobre *R. microplus*. La larva se alimenta de la sangre del hospedero y generalmente alrededor de los 9 días evoluciona a ninfa previa muda del exoesqueleto (metalarva) (Cuore y col., 2013).

La metalarva es de color blanquecino y presenta mayor tamaño que la larva (1mm), por lo cual es más fácil observarla macroscópicamente. La presencia de una doble cutícula, es lo que la hace más resistente a la acción de los garrapaticidas de contacto. Por su parte, la ninfa presenta 4 pares de patas y mantiene el tamaño de su estadio anterior (Cuore y col., 2013).

Alrededor de los 13 días del ciclo, se desarrolla la metaninfa (segunda muda) que mide de 2,5 a 4 mm, la cual se caracteriza por poseer una doble envoltura de quitina. Al igual que la metalarva, esta característica biológica impide la penetración de los principios activos de aplicación tópica. Por esta razón, es que si se aplican tratamientos a los bovinos en estas etapas del ciclo, se produce una falla en la llegada al sitio de acción del fármaco y se pueden observar garrapatas ingurgitadas 9 a 14 días post tratamiento. Es fundamental tener en cuenta esta información para no sospechar de fallas en la eficacia del producto aplicado (Cuore y col., 2013).

En la etapa posterior de adulto, se evidencia la diferenciación sexual. Los machos miden 2,5 x 1,3 mm y son muy móviles, es decir que se prenden y desprenden para alimentarse y buscar a la hembra para la cópula. En el día 14 del ciclo las hembras neóginas poseen un tamaño de 2,0 x 1,3 mm y sus patas son largas en relación al tamaño de su cuerpo. En la siguiente etapa las neóginas aumentan de peso y tamaño, transformándose en partenóginas. Estas últimas, entre los 17 a 18 días, comienzan a estar ingurgitadas hasta ser fecundadas por el macho y continúan el ciclo. De lo contrario, si esto no ocurre, no logran completar el ciclo y mueren (Cuore y col., 2013).

A partir del día 20 la hembra teleóquina, completamente ingurgitada, mide alrededor de 8 a 13 mm, en las primeras horas de la mañana caen al suelo donde realizan la oviposición. Se denomina protoquia, al período que va desde que cae la teleóquina al suelo hasta que comienza a poner huevos, estado que se llama kenóquina, se encuentra sobre las pasturas hasta que comienza a depositar los huevos en el medio ambiente. Cada kenóquina deposita entre 1000 a 4500 huevos en forma de racimos los cuales corresponden a un 50% de su peso vivo. El período que va desde este momento hasta que la kenóquina finaliza la oviposición, se conoce como ootoquia (Cuore y col., 2013).

Luego, dependiendo de las condiciones meteorológicas, se desarrollan las larvas y ocurre la eclosión de los huevos (a los 15 días como mínimo). Estas últimas, por geotropismo negativo, ascienden por el pasto hasta que pase un hospedador al cual parasitar (FAO, 2004).

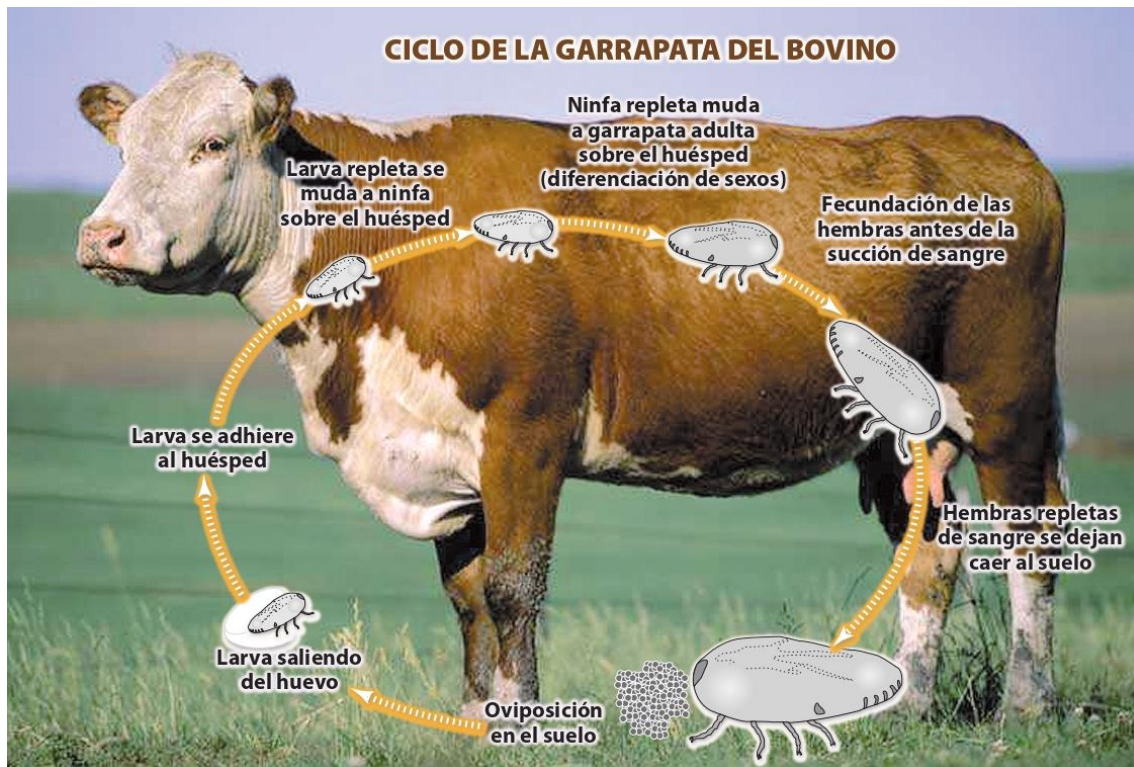


Figura 3. Ciclo parasitario de *R. microplus*.

2.2. Agentes de enfermedades transmitidos por *R. microplus*

Más allá de los daños que produce *R. microplus* por pérdidas de peso y gastos en tratamientos, la importancia en establecimientos comerciales se debe principalmente por las muertes ocasionadas por los hemoparásitos que transmite (Vanzini y Ramírez, 1994).

Dado que *R. microplus* se alimenta de la sangre de su hospedero, es capaz de transmitir a los bovinos dos protozoarios, *Babesia bovis* y *B. bigemina*, responsables de la enfermedad denominada babesiosis, y una rickettsia (*Anaplasma marginale*) que causa la anaplasmosis. Esta última puede ser también transmitida mecánicamente por dípteros hematófagos y fómites (Guglielmo, 1995) así como de forma iatrogénica.

En la etapa de larva se produce la transmisión de *B. bovis*, mientras que la ninfa y los adultos machos y hembras de *R. microplus* son los responsables de transmitir *B. bigemina* (Riek, 1964). Además, debido a su comportamiento (preñarse y despreñarse de forma repetida), el macho es transmisor mecánico de *A. marginale* (Cuore y col., 2013). La transmisión de *A. marginale* en hembras se produce entre los estadios de la fase parasitaria (transestadial), mientras que en machos adquiere más importancia la transmisión de un hospedero a otro (Draghi y col., 1997).

Popularmente estas enfermedades son enmarcadas dentro del complejo “tristeza parasitaria bovina” que se manifiesta clínicamente por fiebre, anemia, hemoglobinuria, ictericia, falta de apetito, postración, pelo hirsuto, determinando altas mortalidades en rodeos sensibles (Suarez y Noh, 2011).

Los cuadros clínicos causados por los hemoparásitos presentan similitudes en transmisión y epidemiología; sin embargo, cada agente posee sus peculiaridades. Los signos clínicos varían en intensidad, dependiendo de la virulencia de la cepa del organismo actuante, la cantidad inoculada, la edad del animal, la raza y el estrés. En aquellos animales que se encuentran en zonas enzoóticas, existe inmunidad adquirida por el calostro y durante los primeros meses de vida, los terneros están protegidos (Ortiz y col., 2012).

Debido a los síntomas comunes que presentan estas tres enfermedades, algunos de los cuales también se observan en otras afecciones, para poder realizar un diagnóstico preciso es importante que se correlacionen los datos anamnésticos, diagnóstico clínico y los resultados de los análisis de laboratorio para poder realizar un tratamiento específico (Cipolini y col., 2004).

Cuando la mayoría de los terneros son infectados antes de los nueve meses la seropositividad en el rodeo es alta. En cambio, cuando el desafío es bajo la seropositividad en los terneros es baja. En ambas situaciones los animales no muestran síntomas clínicos y el rodeo se califica en equilibrio enzoótico. El desequilibrio enzoótico se presenta cuando la cantidad de garrapatas no es suficiente para infectar a todos los terneros y algunos animales serán susceptibles a enfermarse de adultos. Cuando se realiza un diagnóstico de situación de hemoparásitos en un rodeo, existe equilibrio enzoótico cuando la seropositividad es menor a 19% y mayor al 79%; mientras que valores entre 19% y 79% indican desequilibrio (Cuore y col., 2013).

Solari y col. (1992) realizaron un ensayo experimental en el que se comprobó que los terneros infectados naturalmente tuvieron una ganancia de peso menor que los que nunca se enfrentaron a un desafío. Para prevenir esta situación es recomendable la utilización de la hemovacuna. La vacuna contra los hemoparásitos es una herramienta biológica disponible para ser utilizada en terneros que se encuentren en situación de desequilibrio enzoótico. La inmunidad adquirida por la vacuna es de por vida, evitando la muerte por los hemoparásitos, pérdidas subclínicas, y pérdidas de peso (Solari y col., 1992).

Si bien en Uruguay existen vacunas desde 1941, la cobertura de vacunación es muy baja considerando que en la zona control, se declararon más de dos millones de terneros (DICOSE, 2016) y sólo se venden 22.000 dosis por año. Esta situación posiblemente se deba a la falta de conocimiento, tanto de productores como de técnicos, de la disponibilidad y de los efectos positivos que el empleo de la hemovacuna posee (Miraballes y col., 2018).

En Uruguay existen dos tipos de vacunas comerciales: una refrigerada y otra congelada. Miraballes y col. (2018) realizaron un trabajo donde se evaluó la presencia de anticuerpos en animales vacunados por los dos tipos de vacunas disponibles en el mercado. Los resultados de dicha investigación demuestran que no hubo diferencias significativas entre ambas vacunas, utilizadas en terneros de establecimientos que presentaban entre un 93 y 98,3% de los animales positivos para cada uno de los tres agentes.

2.3. Modelo epidemiológico conceptual de *R. microplus* en Uruguay

Las condiciones climáticas del Uruguay hacen que la garrapata presente un promedio de tres generaciones por año y el ciclo no parasitario se interrumpa en el invierno (Figura 4) (Nari, 1989; Sanchís y col., 2008).

Cuando las garrapatas caen en mayo y los inviernos son fríos, con presencia de heladas, existe una reducción del 80% de la eclosión de huevos o no emergen larvas viables (Solari, 2006).

Entre agosto y noviembre, transcurre la primera generación de garrapatas (promedio de menos de 3,4 garrapatas/animal) la cual se genera a partir de las teleóginas caídas en el otoño. Cuando las condiciones climáticas son más favorables (fines de invierno y primavera), el ciclo extraparasitario se acorta. La descendencia de las garrapatas de la primera generación son las responsables de formar la segunda. En esta generación el número de garrapatas promedio por animal es bajo, aunque debido a la aparición de resistencia a los garrapaticidas se han encontrado hasta 100 garrapatas ingurgitadas por animal a la salida del invierno (Cardozo y Franchi, 1994).

La segunda generación, con menos de 25 garrapatas promedio por animal, ocurre en los meses de diciembre-enero y da lugar a la tercera generación. Esta última generación tiene un pico importante durante el otoño, con aproximadamente 400 garrapatas por animal (Cardozo y Franchi, 1994).

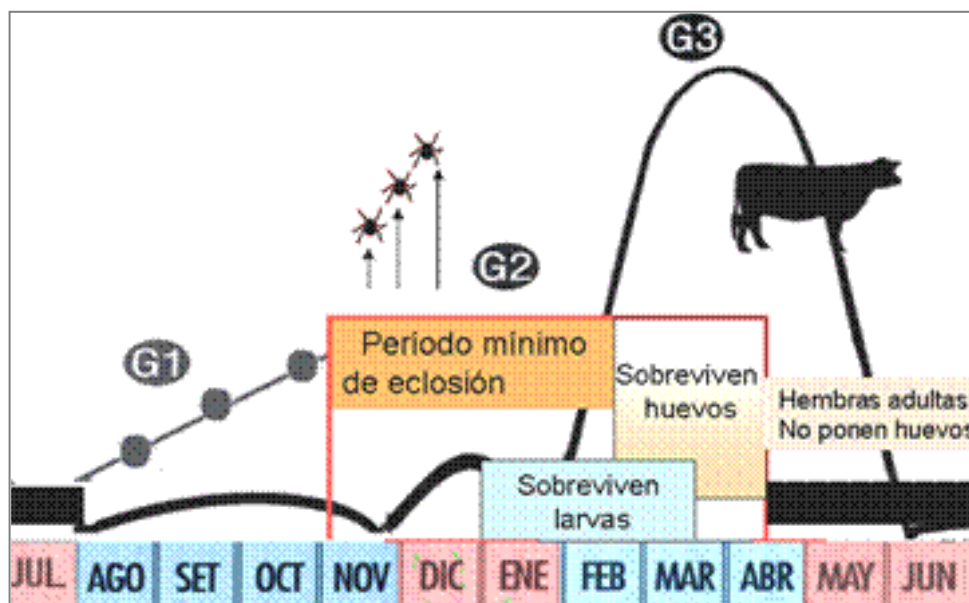


Figura 4. Modelo epidemiológico de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.
Fuente: Nari, A. Solari, M.A. 1990.

2.4. Tratamiento con garrapaticidas

El método de control de la garrapata más difundido en el mundo es la utilización de productos ectoparasiticidas. Si bien existen sólo 6 familias de principios activos, están disponibles comercialmente una amplia variedad de formulaciones farmacológicas con diferentes vías de aplicación, tiempos de espera y mecanismos de acción (Cuore y col., 2008). Todos los fármacos deben cumplir con ciertos requisitos para su aprobación y posterior uso en la campaña de lucha contra la garrapata (Uruguay, 1997).

Las distintas drogas que tenemos hoy en día en el mercado, se pueden dividir en dos categorías según su modo de acción (Taylor, 2001): 1- los que interfieren a nivel de neurotransmisores (amidinas, piretroides, organofosforados, fipronil y lactonas macrocíclicas) los cuales exacerbaban o deprimen la transmisión de impulsos nerviosos, provocando hiperexcitabilidad o parálisis flácida con la muerte de la garrapata; 2- los que producen inhibición de la síntesis de quitina y de esta forma interfiere a nivel de la muda del parásito (fluazurón) (Cuore, 2006).

El poder residual de los productos es el tiempo durante el cual el principio activo es eficaz y posee capacidad de impedir el desarrollo de los parásitos. El mismo termina cuando las larvas que suben al animal completan el ciclo, llegando a desarrollarse garrapatas adultas. No tienen poder residual los productos que se aplican en baño de inmersión o aspersion (amitraz, piretroides o las mezclas con organofosforados), las ivermectinas inyectables al 1% u otras lactonas de aplicación *pour on* al 0,5% debiéndose repetir el tratamiento al cabo de 21 días, en caso de que se quiera erradicar. En cambio, existen otros principios activos cuya acción residual es de 25 a 45 días, tales como ivermectinas 3,15%, fipronil y fluazurón (Cuore, 2006).

2.4.1. Amitraz

El amitraz pertenece al grupo de las formamidinas, es soluble en agua y muy soluble en solventes orgánicos. Actúa como agonista de la octopamina tanto a nivel central como periférico. El amitraz tiene gran afinidad por los receptores octopaminérgicos, provocando incoordinación muscular, parálisis y muerte del parásito. Además, tiene una acción subletal, provocando una hiperexcitación, desprendimiento del hospedero y disminuyendo el consumo de alimentos. En este caso, también la postura de huevos en las hembras adultas es menor y las larvas que eclosionan mueren a las pocas horas. En contacto con el agua, el amitraz pierde eficacia y se degrada, por lo tanto, se recomienda la aplicación de cal (0,5% de CaOH) con el propósito de aumentar su estabilidad, elevando el pH a 12. De esta manera el principio activo se estabiliza y adicionalmente evita la proliferación bacteriana (Picco, 2005). Con las nuevas formulaciones este inconveniente se ha superado.

2.4.2. Piretrinas y piretroides

Las piretrinas son ésteres del ácido pirético, por acción del medio ambiente son fácilmente degradables a través de la luz solar, el oxígeno y el sistema inmunitario de los parásitos. Su modo de aplicación es sobre el animal, esparciéndose sobre la superficie del cuerpo, tomando contacto con el ectoparásito. Es un potente agente neurotóxico que mediante alteraciones en el sistema nervioso periférico provoca hiperexcitación, incoordinación, volteo, parálisis y muerte de la garrapata. Tienen como sitio de acción los canales de sodio (Picco, 2005).

2.4.3. Organofosforados

Los organofosforados son ésteres sintéticos del ácido fosfórico. Su mecanismo de acción es a través de la inhibición de la acetilcolinesterasa del parásito. La misma es una enzima que se encarga de hidrolizar la acetilcolina, por lo que los organofosforados producen un aumento de la acetilcolina en las sinapsis, provocando neurotoxicidad y desencadenando una falla del funcionamiento del sistema muscular (Picco, 2005).

En 2016, las autoridades sanitarias de Estados Unidos detectaron carne vacuna uruguaya con residuos de ethión. Por esta razón retornaron contenedores con carcasas a Uruguay y el Estado suspendió transitoriamente su uso, y retiró del mercado los productos a base de este principio activo. Por este acontecimiento, la Cámara de Especialidades Veterinarias (CEV) junto al MGAP investigó el tiempo de espera en carne, realizando cinco faenas de animales con distintos tratamientos en base a ethión, y demostraron que el mismo fue de 130 días (Miraballes y Riet-Correa, 2018).

2.4.4. Lactonas macrocíclicas

Las lactonas macrocíclicas son una variedad de sustancias naturales o semisintéticas, originadas a partir de la fermentación de un hongo (*Streptomyces* spp.). Según la especie de *Streptomyces* spp. que la origina se dividen en dos grupos: avermectinas y milbemicinas. Las lactonas macrocíclicas tienen gran afinidad por los receptores de glutamato en los invertebrados, logrando la apertura del canal de cloro y causando parálisis y muerte de la garrapata (Litterio, 2005).

2.4.5. Fipronil

El fipronil pertenece al grupo fenilpirazoles, se utiliza para el control de los insectos y garrapatas. Es un componente muy liposoluble. Su modo de aplicación es *pour on*, teniendo una distribución sobre la piel del animal, depositándose en glándulas sebáceas, y con las secreciones glandulares se va liberando gradualmente. Su mecanismo de acción es mediante contacto con el ectoparásito, por medio de la piel y los pelos. A través del exoesqueleto del parásito la molécula ingresa rápidamente al interior de la garrapata para alcanzar su sitio de acción. Actúa a nivel del sistema nervioso central de los invertebrados, provocando inhibición no selectiva del GABA, y, mediante la fijación de su receptor inhibe el flujo intracelular del cloro. De esta manera se produce la muerte del parásito por hiperexcitabilidad (Picco, 2005).

2.4.6. Fluazurón

El fluazurón es un derivado de las benzoilureas, de aplicación *pour on*. El fluazurón interfiere en el desarrollo de la garrapata, inhibiendo el desarrollo de la quitina, no permitiendo la muda de larva a adulto e interrumpiendo su ciclo. Además, posee efecto transovárico; las garrapatas hembras producen menor cantidad de huevos que lo normal, y los que sobreviven son poco viables (Bull y col., 1996).

2.5. Resistencia a los garrapaticidas

La resistencia a los acaricidas viene aparejada con el uso de productos químicos dado que aparece cuando se utiliza repetidamente una droga o cuando no son respetadas las dosis (Nari y col., 2013). Stone (1972) define a la resistencia de los acaricidas como la habilidad que tiene la población parasitaria para tolerar dosis que alcanzarían a ser letales para la mayoría de los individuos de la misma especie.

Además de la resistencia, otros de los principales inconvenientes con el uso de los productos químicos son el impacto ambiental y la presencia de residuos en

los alimentos de origen animal. Debido a estos problemas la tendencia actual es el empleo de diferentes alternativas de control no químico como ser descanso de pasturas, rotación agrícola-ganadera, empleo de razas cruza cebuinas, control biológico (vacunas, hongos), entre otras (Cuore y col., 2013).

De todos los métodos anteriormente mencionados, la aplicación de tratamientos químicos continúa siendo el más usado recurso disponible con el que cuentan los productores para el control de este parásito y por lo tanto la disminución de tratamientos anuales es una de las principales estrategias para reducir la presión de selección de poblaciones de garrapatas resistentes (Guglielmone y Nava, 2013).

En el Cuadro 1, se describe la evolución de los diagnósticos de resistencia registrados en el Dpto. de Parasitología de la División de Laboratorios Veterinarios (DILAVE). Los primeros diagnósticos de resistencia a los distintos productos acaricidas fueron a: organofosforados; piretroides sintéticos y a sus mezclas, seguidos por fipronil, las lactonas macrocíclicas y amitraz (Cuore y col., 2012).

La resistencia está distribuida en el país y en muchos casos es a dos o tres principios activos a la vez. En este sentido, Cuore y col. (2013), demostraron la presencia de garrapatas multirresistentes a cinco principios activos en un establecimiento del departamento de Artigas.

Cuore (2016) determinó que la mayoría de las muestras de *R. microplus* eran resistentes a piretroides (87%) y en menor medida, se diagnosticó resistencia a fipronil (45%), organofosforados (43,5%), amitraz (39%) y lactonas macrocíclicas (19%). De los 6 grupos químicos que están disponibles comercialmente, el único principio activo para el cual no hay aún diagnóstico oficial de resistencia es el fluazurón. Sin embargo, cabe esperar que en breve pueda aparecer debido a que aumentó su aplicación en los últimos tiempos, tal como sucedió en Brasil en 2013 (Reck y col., 2014).

Tabla 1. Primer diagnóstico de resistencia de los garrapaticidas

Organofosforados	Piretroides	Fipronil	Amitraz	Lactonas macrocíclicas	Fluazurón
1978	1994	2006	2009	2010	Negativo

Modificado de Cuore y col., 2015.

2.6. Tratamiento generacional y empleo de animales centinela

Como se mencionó anteriormente, la rotación de garrapaticidas ha demostrado ser eficiente en enlentecer la aparición de resistencia (Kunz y Kemp, 1994). Teniendo en cuenta la situación de resistencia a los acaricidas y la necesidad de reducir su empleo, se ha propuesto para el control y la erradicación de poblaciones de *R. microplus*, el uso de tratamientos generacionales. Este método de control consiste en tratar cada generación de garrapatas con un principio activo diferente y con mecanismo de acción diferente considerando el modelo epidemiológico de *R. microplus* en nuestro país (Cuore y col., 2012). En Uruguay, se realizaron distintos planes pilotos de erradicación en tres establecimientos caracterizados de alto riesgo y ubicados en Artigas, Tacuarembó y Canelones. Para los planes de saneamiento se utilizó el tratamiento generacional de *R. microplus*, y los resultados obtenidos evidenciaron la validez de este tipo de método de control (Cuore y col., 2012).

Nari y col. (2013) utilizaron animales centinelas en establecimientos criadores de la zona norte del país, para definir cuándo aplicar tratamientos garrapaticidas en todo el rodeo. En el estudio se evaluaron diez animales por categoría, terneros, sobreaño y adultos, en el cual se los revisó mensualmente. Según la cantidad de garrapata que tenían esos animales centinelas, a través de un umbral de cargas parasitarias se consideraron: cargas bajas (de uno a tres garrapatas por animal), cargas medias (hasta 20 garrapatas,) y cargas altas (más de 20 garrapatas). Según la carga parasitaria que tuvieran esos bovinos, se trató al rodeo con un principio activo diferente para cada generación. También se consideró el momento del año en el que transcurrió la parasitosis, ya que no es lo mismo encontrar dos garrapatas en julio que encontrar dos garrapatas en octubre. En julio la presencia de dos garrapatas indica altas cargas parasitarias en el predio. En este caso debemos adelantar a julio el tratamiento de la primera generación.

2.7. Caracterización del problema

Cabe destacar que en el norte del país *R. microplus* es muy prevalente y se necesita actualizar la información sobre la situación tanto de la garrapata como de los agentes que esta transmite, para poder así aplicar planes de control o erradicación acordes a cada situación.

Es importante tener en cuenta que, para la elaboración de una estrategia de control sostenible, se debe comenzar con un diagnóstico de situación. Esto implica conocer el estatus de resistencia a los garrapaticidas y determinar el riesgo que presenta el rodeo frente a los hemoparásitos. De ser posible, en los tratamientos se deben utilizar exclusivamente aquellos productos que demostraron ser eficaces en las pruebas de laboratorio y en caso de desequilibrio enzoótico de tristeza parasitaria se debe inmunizar a los terneros (Solari y col., 2013).

La información proporcionada en la presente tesis permite un mejor abordaje para el control o erradicación de este parásito.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Contribuir al control de *Rhipicephalus microplus* en establecimientos de cría en el departamento de Tacuarembó.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar un análisis de situación de cada predio a través de los datos epidemiológicos y de anamnesis.
- Determinar las probabilidades de reintroducción de garrapatas en cada predio.
- Proponer planes de control o erradicación de la *R. microplus* en establecimientos de cría de acuerdo a cada situación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

La estrategia para el desarrollo del presente trabajo fue la siguiente: seleccionar establecimientos con presencia de *R. microplus* pero sin antecedentes de muertes por tristeza parasitaria y con información de resultados de test de resistencia a los garrapaticidas. Para ello, se contó con datos de anamnesis propios de cada uno de los establecimientos, y con los resultados serológicos de los hemoparásitos. Una vez analizadas las características de cada predio, se determinaron las probabilidades de reintroducción de garrapatas y se sugirieron los planes de control o erradicación de garrapata. Finalmente, se estimaron los costos de los tratamientos por establecimiento, tanto de los planes que los productores venían realizando como de los propuestos en esta tesis.

4.1. Características de los establecimientos

Se trabajó con ocho establecimientos de cría con presencia de garrapata ubicados en el departamento de Tacuarembó (Figura 5). Dos establecimientos tenían menos de 100 hectáreas, cuatro entre 350 y 450 hectáreas y los otros dos, 1250 y 2000 hectáreas aproximadamente. En todos los predios el tipo de explotación era extensiva. La dotación animal promedio fue de 0,8 Unidades Ganaderas.

En la Tabla 2 se presentan las características de los establecimientos estudiados (incluyendo la intención de los productores de controlar o erradicar la garrapata), un resumen de los resultados del test de resistencia a los garrapaticidas y de la situación de estabilidad enzoótica a los hemoparásitos.

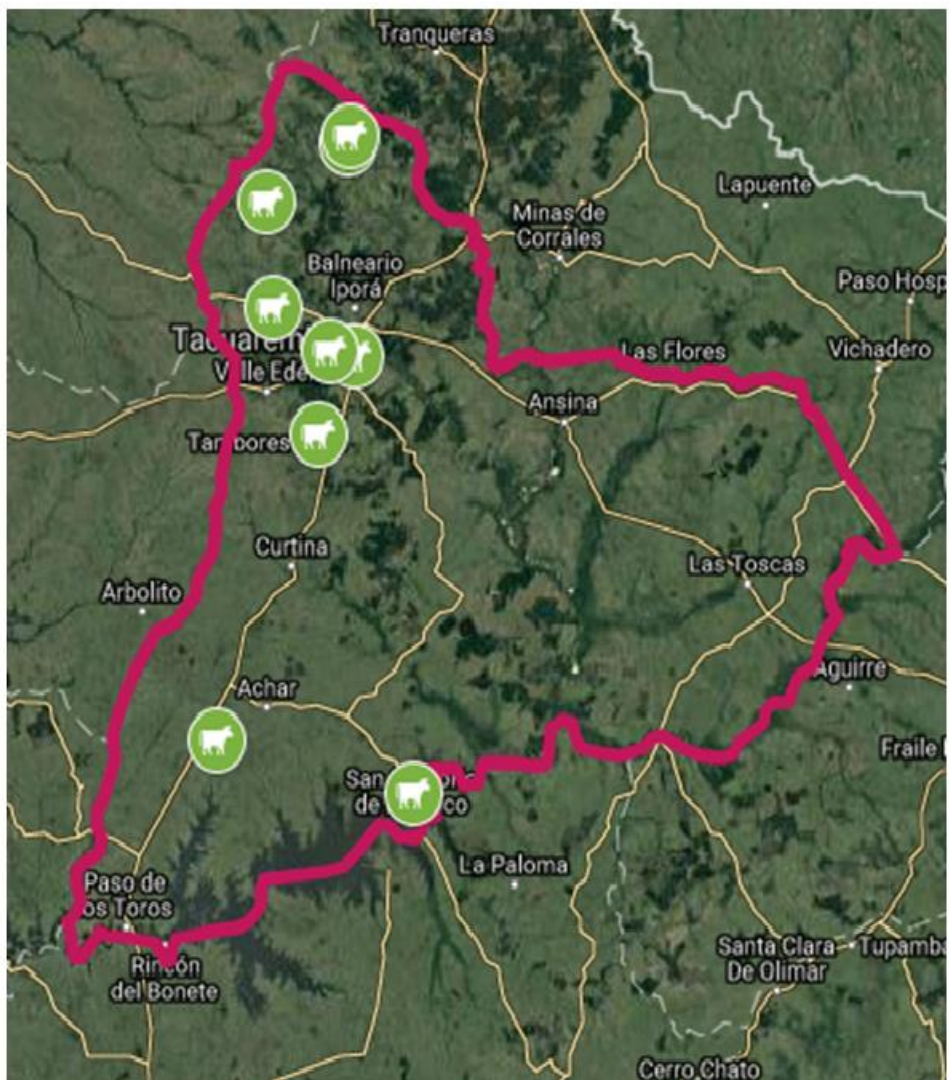


Figura 5. Ubicación de los establecimientos en estudio en el Departamento de Tacuarembó. Fuente: Bariani, 2018.

Tabla 2. Características de los establecimientos, resumen de resultados del test de resistencia a los garrapaticidas y estabilidad enzoótica a los hemoparásitos

Est.	Sup. (ha)	Nº Bovinos	Razas	Instalaciones y baños de inmersión	Factores de riesgo	G.I.G	Objetivo del productor	Estabilidad enzoótica*	Garrapaticidas Susceptibles**
1	389	225	Cruza <i>Bos indicus</i>	Buenas. No tiene baño de inmersión	Alambrados perimetrales regulares. Pasan animales. 100 há monte.	Alto	Control	Ninguno	Amitraz, Fipronil, Ivermectina
2	435	140	<i>Bos Taurus</i>	Buenas. No tiene baño de inmersión, si de aspersión	Alambrados perimetrales buenos. Linderos infestados.120 há monte.	Bajo	Control	Ninguno	Ivermectina
3	381	750	<i>Bos Taurus</i>	Buenas. Tiene baño de inmersión	Alambrados perimetrales buenos. Lindero con calle (paso de tropa con control, no animales sueltos) Vecinos con garrapata.	Bajo	Control	<i>A. marginale</i> <i>B. bigemina</i>	Sin resultados
4	1244	520	<i>Bos Taurus</i>	Regulares. No tiene baño de inmersión	Alambrados perimetrales buenos. Lindero con calle. No se ve ganado.	Bajo	Control	<i>A. marginale</i> <i>B. bigemina</i>	Amitraz, Fipronil, Ivermectina
5	50	64	<i>Bos Taurus</i>	Malos. No tiene baño de inmersión	Alambrados perimetrales buenos. Lindero con calle y animales sueltos. Préstamo de toros.	Alto	Control	<i>B. bovis</i>	Amitraz, Fipronil, Ethión
6	335	349	<i>Bos Taurus</i>	Buenas, baño de inmersión abandonado	Buenos alambrados periféricos.	Medio	Control	<i>A. marginale</i> <i>B. bovis</i>	Amitraz, Ivermectina, Ethión
7	2056	1100	Cruza <i>Bos indicus</i>	Buenas, baño de inmersión abandonado	Alambrados perimetrales regulares. Lindero con calle, animales sueltos. Vecinos con garrapata.	Medio	Control	Ninguno	Amitraz, Fipronil, Ethión
8	80	77	<i>Bos Taurus</i>	Buenas, no tiene baño de inmersión	Alambrados perimetrales regulares. Lindero con calle. Pasaje de animales de vecinos con garrapata.	Medio	Control	Ninguno	Sin resultados

Est.: Establecimiento; Sup: Superficie; G.I.G: Grado de infestación de garrapatas

Datos extraídos de: *Bariani (2018) y **Saporiti (2018).

Para el diagnóstico de garrapatas resistentes a piretroides sintéticos, fipronil y lactonas macrocíclicas de los establecimientos en estudio, se utilizó la técnica de paquete de larvas (Stone y Haydock, 1962) y para las amidinas, el test de inmersión de adultas (Drummond y col., 1973). Los datos de los bioensayos de los establecimientos N°3 y N°8, fueron descartados debido a problemas informados por el laboratorio durante la incubación de las garrapatas en la estufa. Por lo tanto, del total de los establecimientos, se analizaron los resultados de seis test de resistencia.

En la Tabla 3 se presentan los resultados de test de resistencia para los siguientes principios activos: flumetrina, cipermetrina, amitraz, fipronil, ivermectina y ethión. Los resultados de los mismos demuestran que todos los establecimientos tienen algún grado resistencia (alto, medio o bajo) a los piretroides sintéticos (flumetrina, cipermetrina). Dos establecimientos (N°2 y N°6) presentaron resistencia baja a fipronil, mientras que dos establecimientos (N°5 y N°7) presentaron resistencia baja a ivermectina. El establecimiento N°2 presentó resistencia baja al amitraz. Los tres establecimientos que teníamos a disposición el test de resistencia para ethión (N°5, N°6 y N°7) fueron susceptibles a dicho fármaco. Sólo el establecimiento N°2 presentó resistencia a tres principios activos (multirresistente).

Las técnicas utilizadas para la determinación de la situación de estabilidad enzoótica fueron la Inmunofluorescencia Indirecta (IFI) para *B. bovis* y *B. bigemina* y el Card Test para *A. marginale* (IICA, 1987). Se analizaron los resultados serológicos de 15 bovinos adultos y 15 bovinos de sobreaño por establecimiento.

En la Tabla 4 se presentan los resultados de serología de animales sobreaño en los ocho establecimientos para los tres agentes causantes de tristeza parasitaria. Del total de establecimientos sólo dos presentaron equilibrio enzoótico para *B. bigemina* y *A. marginale*. En el establecimiento N°5 el 100% de los adultos y el 93% de los animales sobreaño tenían anticuerpos contra *B. bovis* mientras que en el establecimiento N°6 el 7% de adultos y el 10% de sobreaño presentaron seropositividad. Los demás establecimientos (N°1, 2, 3, 4, 7 y 8) presentaron desequilibrio enzoótico para este agente.

De los ocho establecimientos evaluados sólo dos (N°3 y 4) se encontraban en equilibrio enzoótico para *B. bigemina*. El resto de los establecimientos (N° 1, 2, 5, 6, 7 y 8) estaban en desequilibrio enzoótico para este agente. Para *Anaplasma* spp., tres establecimientos (N° 3, 4, 6) presentaron equilibrio enzoótico y cinco desequilibrio enzoótico (N° 1, 2, 5, 7, 8). En los establecimientos en equilibrio enzoótico, no está circulando el agente en la categoría de sobreaño.

Tabla 3. Test de resistencia a garrapaticidas

Establecimientos	Grado de resistencia					
	Flumetrina	Cipermetrina	Amitraz *	Fipronil	Ivermectina	Ethión
1	Alta	Media	Susceptible	Susceptible	Susceptible	
2	Alta	Alta	Baja	Baja	Susceptible	
3	Resultado descartado					
4	Baja	Baja	Susceptible	Susceptible	Susceptible	
5	Baja	Baja	Susceptible	Susceptible	Baja	Susceptible
6	Baja	Baja	Susceptible	Baja	Susceptible	Susceptible
7	Baja	Baja	Susceptible	Susceptible	Baja	Susceptible
8	Resultado descartado					

Fuente: Saporiti, 2018.

Tabla 4. Porcentaje de seropositividad de los tres agentes causantes de tristeza parasitaria en bovinos adultos y sobreaño

Registro	Total bovinos	Grado infestación garrapatas	Categoría	N	Seropositividad					
					<i>A. marginale</i>		<i>B. bovis</i>		<i>B. bigemina</i>	
					N	%*	N	%*	N	%*
1	225	Alto	Adultos	16	8	50	8	50	7	44
			Sobreaño	15	9	60	7	47	4	27
2	120	Bajo	Adultos	15	10	67	9	60	12	80
			Sobreaño	15	3	20	6	40	7	47
3	750	Bajo	Adultos	15	0	0	2	13	14	93
			Sobreaño	16	0	0	5	31	14	88
4	520	Bajo	Adultos	14	1	7	4	29	13	93
			Sobreaño	15	0	0	2	13	15	100
5	64	Alto	Adultos	15	12	80	15	100	15	100
			Sobreaño	14	11	79	13	93	10	71
6	349	Medio	Adultos	15	2	13	1	7	15	100
			Sobreaño	20	0	0	2	10	11	55
7	1100	Bajo	Adultos	14	7	50	11	79	12	86
			Sobreaño	15	10	67	15	100	9	60
8	77	Medio	Adultos	12	6	50	6	50	8	67
			Sobreaño	15	8	53	9	60	13	87

Est: Establecimientos. * Porcentaje de animales positivos para cada agente

N: n° total de sueros

Fuente: Bariani, 2018.

4.2. Análisis de riesgo de reintroducción de garrapata

En cada establecimiento se realizó un análisis de riesgo para determinar la probabilidad de reintroducción de la garrapata a los establecimientos (Miraballes y col., 2019), utilizando el software estadístico GENIE. Las diferentes variables utilizadas para el análisis fueron: época del año (alta, baja), tipo de producción (cría, ciclo completo, invernada), presencia de garrapatas (si, no), senda de paso (si, no), vecinos infectados (si, no), estados de los alambrados (buenos, malos), ganado en la calle (si, no).

4.3. Factores que se tuvieron en cuenta para la propuesta de planes de control

El grado de infestación por garrapatas fue dividido en tres categorías según información proporcionada por los productores: grado alto, medio y bajo. Se consideró como grado alto aquellos establecimientos que, durante la tercera generación de garrapatas, tuvieron infestación suficiente en los animales para realizar el test de resistencia (entre 60 y 80 teleóginas). Los grados medio hasta 20 garrapatas por animal y bajo fueron considerados cuando los animales presentaban de 1 a 3 garrapatas.

Para la definición de los diferentes grados de resistencia, se usaron los valores de la DILAVE (Cuore, 2016): resistencia baja cuando la supervivencia de las larvas a la exposición del garrapaticida no supera el 20%, resistencia baja-media cuando la supervivencia es entre 20 y 50% y resistencia alta cuando sobreviven más del 50%.

Para cada uno de los hemoparásitos, se consideró que un establecimiento estaba en equilibrio enzoótico cuando menos del 20% o más del 79% de los animales fueron seropositivos a la presencia del agente. Cuando el porcentaje de animales seropositivos se encontraba entre 20% y 79%, se consideró que estaba en desequilibrio enzoótico para dicho agente (Solari y col., 2013).

Se consideró riesgo bajo de reintroducción de la garrapata cuando el análisis de riesgo determinó un resultado menor a 37% (Miraballes y col., 2019).

Para cada establecimiento, se analizó la posibilidad de la erradicación o el control de la garrapata en base al estado de instalaciones y acceso a baño de inmersión; el resultado de test resistencia; de la situación de estabilidad o inestabilidad enzoótica de los hemoparásitos y los resultados del análisis de riesgo.

4.4. Estimación de costos de tratamiento

En base al promedio nacional de peso por categoría (350kg para vacas de cría, 180kg para ternero, 220kg para sobreño y 600kg para toros según Saravia y col., 2011) y en relación al número de animales por categoría en los establecimientos estudiados se realizó una estimación de los costos de los tratamientos realizados hasta el momento por los productores y los costos de los planes de control propuestos en la presente tesis.

En relación a los productos químicos, el costo en dólares por animal según categoría se calculó para los garrapaticidas inyectables y *pour on*, de acuerdo a la compañía que primero los patentó (por ejemplo, para fipronil-Ectoline[®], ivermectina 1% y 3,15%-Ivomec[®] y Acatak[®] para fluazurón). Los costos para los tratamientos por baño de aspersión o inmersión se tomaron de Carriquiry (2016) ya que se desconocía la cubicación de los baños en los establecimientos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Probabilidad de reintroducción de garrapatas

En la Tabla 5 se presentan los resultados de la probabilidad de reintroducción de garrapatas y la descripción de los datos de las variables consideradas en el análisis para cada establecimiento estudiado. De los ocho establecimientos estudiados, sólo en dos (Nº 3 y 4) la probabilidad de reintroducción era baja, mientras que en los otros seis (Nº 1, 2, 5, 6, 7 y 8) era alta.

Tabla 5. Probabilidad de reintroducción de garrapata y descripción de datos según variable en cada establecimiento

Est.	Época del año	Presencia de garrapata	Senda de paso	Vecinos Infestados	Estado de alambrados	Ganado en la calle	Probabilidad de reintroducción (%)
1	Alta	Si	Si	Si	Malo	No	98
2	Alta	Si	Si	Si	Buenos	Si	86
3	Alta	No	No	Si	Buenos	No	26
4	Alta	Si	No	No	Buenos	No	2
5	Alta	Si	No	Si	Buenos	Si	91
6	Alta	Si	Si	Si	Buenos	No	66
7	Baja	No	Si	Si	Malos	Si	98
8	Baja	No	No	Si	Malos	Si	99

Est: Establecimientos

5.2. Propuestas de planes de control o erradicación

Para lograr la erradicación o el control de *R. microplus*, es necesario elaborar y aplicar un plan sanitario, basado en el tratamiento generacional en el cual se utiliza un principio activo con un mecanismo de acción diferente en cada generación de garrapatas. La diferencia entre un plan sanitario de erradicación y uno de control, está en la frecuencia de aplicación de los garrapaticidas, la cual es mayor en la erradicación (Cuore y col., 2012).

El modelo epidemiológico conceptual establece que en nuestro país se presentan tres generaciones por año (Nari, 1989) y la recomendación de Cuore (2012) es de realizar una rotación de principios activos por generación con el objetivo de evitar la resistencia o al menos retrasar la misma. Este mismo autor manifiesta que para lograr un control adecuado de la garrapata se debe realizar entre cinco y seis tratamientos por año.

A la hora de elaborar un plan sanitario para *R. microplus*, es fundamental considerar que los principios activos tienen tiempos residuales diferentes, donde se incluyen los 21 días del ciclo de la garrapata. Para realizar la erradicación, los tratamientos deben ser supresivos, o sea, lograr que se corte el desarrollo de los parásitos, interrumpiendo el ciclo sobre el animal (Cuore, 2006).

Uruguay se encuentra ubicado en un área donde el clima favorece la presencia y multiplicación de *R. microplus* (Solari y col., 2008). Los establecimientos en estudio se encuentran en la zona definida como control donde es muy difícil de erradicar el parásito. Si bien todos los productores tenían como finalidad controlar (Tabla 2), en algunos establecimientos existe la posibilidad de erradicar. Por lo tanto, para lograr dicho objetivo, además se deben implementar algunas medidas de bioseguridad y manejo, tales como acondicionar los alambrados perimetrales, verificar que todos los animales estén presentes al momento de aplicar los productos garrapaticidas, conocer los potreros problemáticos, realizar cuarentena en los animales que ingresan, contar con buenas instalaciones y con baño de inmersión o de aspersion.

Si bien en ninguno de los establecimientos existían reportes de muertes por hemoparásitos, en la situación de inestabilidad enzoótica en la que se encuentran pueden ocurrir brotes con pérdidas productivas importantes (Solari y col., 1992) constituyendo un problema para dichos establecimientos. Al erradicar o controlar la garrapata, se podría disminuir o eliminar los agentes causantes de tristeza parasitaria (Suarez y Noh, 2011). Otra medida de control de hemoparásitos necesaria en esta situación de inestabilidad enzoótica es el uso de las hemovacunas (Solari y col., 1992).

En la Tabla 6 se presentan las distintas recomendaciones para cada establecimiento de acuerdo a los datos analizados y teniendo en cuenta las sugerencias de Kunz y Kemp (1994) y de Cuore y col. (2008) para los tratamientos. También se tuvo en cuenta la presencia de mosca de los cuernos y de los nematodos gastrointestinales en la recria para el uso de endectocidas.

Tabla 6. Planes de control y erradicación de garrapatas y hemoparásitos para cada establecimiento

Establecimiento	Decisión	Tratamientos <i>R. microplus</i>				Premunición en terneros	Medidas de bioseguridad
		Año 1		Año 2			
		1ra gen	2da gen	3ra gen			
1	Control	IVM* 3,15% (1)	Fipronil (1)	Fluazurón (1-2)		Vacunación 4-9 meses	Mejorar alambrados perimetrales
2	Erradicación	IVM 3,15% (3)	IVM 3,15% (1)	Fluazurón (4)	IVM 1% (2)	Vacunación 4-9 meses	Controlar el ingreso al monte natural
3	Erradicación	Fipronil (4)	Fluazurón (2)	Amitraz (6)	Fipronil (2)	Vacunación 4-9 meses	Mejorar alambrado perimetrales con vecina problemática
4	Erradicación	IVM 3,15% (3)	Fipronil (2)	Fluazurón (3)	IVM 1% (2)	Vacunación 4-9 meses	Control de bovinos en calle
5	Control	Fipronil (1)	Amitraz (1)	Fluazurón (2)		Vacunación 4-9 meses	Controlar ingreso de toros (cuarentena)
6	Control	IVM 3,15% (1)	Fluazurón (1)	Amitraz (3)		Vacunación 4-9 meses	Usar baño de inmersión abandonado
7	Control	Fipronil (1)	Amitraz (1)	Fluazurón (2)		Vacunación 4-9 meses	Mejorar alambrados perimetrales. Usar baño inmersión.
8	Control	IVM 3,15% (1)	Fipronil (1)	Fluazurón (2)		Vacunación 4-9 meses	Mejorar alambrados perimetrales

*IVM: Ivermectina; Frecuencia de tratamientos entre paréntesis.

Todos los establecimientos presentaron resistencia a uno o más principios activos, posiblemente sea debido a la utilización de los productos garrapaticidas en forma indiscriminada ya que ninguno de estos predios contaba con asesoramiento técnico.

De todos los establecimientos evaluados sólo en tres se sugirió elaborar un plan de erradicación (N° 2, 3 y 4). En los otros establecimientos (N° 1, 5, 6, 7 y 8) se recomienda controlar las poblaciones de garrapatas, por tener altos porcentajes de probabilidad de reintroducción.

En los planes de control, se pretende convivir con las garrapatas, pero disminuyendo su población y se propone disminuir la cantidad de tratamientos que se realizan al año. Al disminuir el número de tratamientos se reduce la presión por selección de poblaciones de garrapatas resistentes y además se minimizan los costos (Cuore y col., 2013). Se prefiere que esta diferencia a favor, sea destinada a los arreglos de alambrados perimetrales como medida de bioseguridad primordial, evitando ingresos de animales de vecinos que puedan tener garrapatas. El costo estimado de un metro de alambrado de ley (materiales y mano de obra) es de US\$ 4,5 y el costo de un metro de alambrado eléctrico fijo (3 hilos) es de US\$ 2,25 (Bentos, L. 2019, comunicación personal).

En relación al control de tristeza parasitaria recomendamos premunizar a todos los terneros entre 4 y 9 meses contra los tres agentes en todos los establecimientos. En los establecimientos que se recomienda la erradicación, se sugiere premunizar hasta que se haya erradicado la garrapata, y los establecimientos que controlan, premunizar los terneros todos los años.

5.3. Costos de tratamientos

Los costos de tratamiento por animal según los pesos promedio de cada categoría de bovino estimados a partir de los precios de plaza de los garrapaticidas de los laboratorios que primero patentaron el principio activo se describen en la Tabla 7.

En la Tabla 8 se presentan el número de tratamientos, los principios activos y los costos estimados de los planes de control que los productores empleaban y los propuestos en esta tesis.

En la sección Anexos se puede consultar en detalle todos los cálculos realizados.

Tabla 7. Costos estimados en dólares para cada principio activo por animal según categoría.

Peso/ categoría (kg)*	Amitraz**	Flumetrina**	Fluazurón	IVM 1%	IVM 3,15%	Fipronil
Terneros (180)	0,1	0,5	0,63	0,11	0,32	0,32
Sobreaño (220)	0,2	0,7	0,77	0,14	0,4	0,4
Vaca de cría (350)	0,2	1	1,23	0,22	0,63	0,63
Toro (600)	0,4	2	2,1	0,38	1,08	1,08

IVM: ivermectina.

*Fuente: Saravia y col. (2011).

**Fuente: Carriquiry (2016): Cálculos a partir de costos por cabeza en promedio de 350kg.

Tabla 8. Comparación de la frecuencia, costos y garrapaticidas utilizados por los productores y los propuestos en la tesis, según establecimiento.

Est.	Nº Bovinos	Planes de control empleados por los productores			Planes de control propuestos		
		Nº Tratamientos/año	Principio activo	Costos (US\$)	Nº Tratamientos/año	Principio activo	Costos (US\$)
1	225	8 – 9	Fip y Flu	1274	3 (o 4)	IVM, Fip y Flu	448
2	140	7 – 8	Am y Flu	730	10	IVM, Flu	1079
3	750	6	IVM y Am	1229	14	Fip, Flu y Am	4336
4	520	5	AlfaCip, IVM y Fip	1746	10	IVM, Fip y Flu	3598
5	64	12 – 13	IVM, Ethion, Fip, Am y Ciper	272	4	Fip, Am y Flu	177
6	349	8 – 9	IVM, Fip y Flu	1942	5	IVM, Flu y Am	767
7	1100	6	Flu	7375	4	Fip, Am y Flu	3313
8	77	9	IVM y Flu	493	4	IVM, Fip y Flu	227

Flu: Flumetrina, Ciper: Cipermetrina, AlfaCip: Alfacipermetrina, Am: Amitraz, Fip: Fipronil, IVM: Ivermectina, Flu: Fluazurón

5.4. Planes de erradicación propuestos

En tres de los establecimientos se optó por un plan de erradicación. A continuación se detalla las medidas en cada predio.

En el establecimiento N°2, se detectaron poblaciones de garrapatas multirresistentes (a amitraz, piretroides y fipronil) es decir que es un predio con alto riesgo epidemiológico, según el artículo 5 de la Ley N°18268 (Uruguay, 2008), ver Tabla 3. Este productor sospechaba de resistencia ya estaba utilizando muchas formulaciones con el amitraz y el fluazurón. Debido a que el tratamiento generacional está limitado en este caso, porque sólo hay dos principios activos a los cuales las garrapatas son susceptibles, se decidió utilizar la ivermectina 3,15% vía subcutánea, para la primera y segunda generación comenzando el 1° de agosto hasta fines de enero, con intervalos de 45 días, (un total de cuatro aplicaciones), y derrame dorsal con fluazurón de febrero a junio, con un intervalo de 35 días (un total de cuatro aplicaciones). En la repetición del tratamiento, se retoma con dosificación subcutánea de ivermectina 3,15%, hasta finalizar los 12 meses de saneamiento, siendo una aplicación más de ivermectina a partir del 1° de junio. Consideramos que en esta estrategia, si bien la presión de selección es mayor en el tiempo, no tendría un efecto negativo ya que se pretende presionar no más de 3-4 generaciones. En otros artrópodos, como por ejemplo insectos, se detectó la resistencia a lactonas macrocíclicas después de 42 o 55 generaciones (Rugg y col., 1998; He y col., 2009). Además, se sugirió mayor precaución en los potreros que tienen montes naturales, ya que este establecimiento tiene 120 hectáreas de montes nativos, y realizar vigilancia y control de presencia de garrapata por un año. El costo estimado total del tratamiento que recomendamos (US\$ 1079) es mayor al costo estimado de los tratamientos que el productor estaba realizando (US\$ 730). Con nuestra propuesta hay una diferencia económica negativa de un 32% (US\$ 349). Sin embargo, esta diferencia se minimiza al considerar que una vez erradicado no se gastaría más. El alto costo de los tratamientos sólo va ser de ese año, siendo beneficioso para el productor a largo plazo.

En el establecimiento N°3, la recomendación también fue de erradicar, dado que la probabilidad de reintroducción de garrapatas es baja (26%). Los resultados de test de resistencia de este establecimiento no pudieron ser considerados dado que hubo algunos inconvenientes en los equipos durante el cultivo de las garrapatas. Para la recomendación de los tratamientos nos basamos en los antecedentes sanitarios de uso de ivermectina y la declaración del productor en su eficacia. En virtud de que la ivermectina presentó fallas, se recomendó, el derrame dorsal con fipronil para la primera generación con un total de 4 aplicaciones, comenzando el primero de agosto, hasta noviembre, con intervalos de 35 días entre cada aplicación. En la segunda generación, se

sugirió realizar derrame dorsal con fluazurón desde diciembre a enero en dos aplicaciones con intervalo de 35 días. Mientras que, en la tercera generación, realizar baños de amitraz cada 21 días, desde febrero hasta mayo (un total de 6 aplicaciones). El amitraz fue utilizado con frecuencia por el productor, ya que considera a su eficacia, por esta razón le sugerimos su utilización. Finalmente, se reanuda el tratamiento con el uso de fipronil (derrame dorsal), con dos aplicaciones en junio y julio, cumpliendo el año para el tratamiento de erradicación. Como medida de bioseguridad, se recomienda colocar alambrado eléctrico junto al alambrado de ley que tiene al predio lindero que no se ocupa del mantenimiento de su parte de alambrado de ley; o de lo contrario, asumir los costos de ese alambrado. Por último, realizar la vigilancia y control de presencia de garrapata por un año. El costo estimado del tratamiento que recomendamos (US\$ 4336) es elevado en comparación con el costo del plan de control que el productor realizaba (US\$ 1229). En este caso, la diferencia económica es de casi 70% (US\$ 3107). La gran diferencia de costo está dada porque este productor realizaba 6 tratamientos en el año, y con nuestra recomendación se debería realizar 14 tratamientos. Este aumento de los costos se debe a la sugerencia de incorporar el fluazurón, que es el principio activo más costoso actualmente en el mercado. Cabe destacar que, esta diferencia negativa en los costos sería sólo durante el plan de erradicación ya que, posteriormente no tendría que gastar más en tratamientos.

En el establecimiento N°4, también se recomienda erradicar, dado que la probabilidad de reintroducción es muy baja (2%). Por esta razón, se recomendó en la primera generación dosificación subcutánea de ivermectina 3,15%, con tres aplicaciones con 45 días de intervalo (dependiendo del momento en que se puede comenzar) iniciando con la primera dosificación el 1° de agosto, y terminando en noviembre, con un total de tres dosificaciones en la primera generación. A su vez, como se constató la presencia de endoparásitos, el tratamiento tendría el cometido de tratar conjuntamente de controlar las larvas hipobióticas de *Ostertagia ostertagi*. En la segunda generación, se aconseja dos aplicaciones de derrame dorsal con fipronil cada 35 días, comenzando en diciembre y terminando en enero. De esta manera se intenta controlar simultáneamente las poblaciones de mosca de los cuernos. Por último, en la tercera generación, se recomienda el derrame dorsal con fluazurón (tres aplicaciones cada 35 días) comenzando en febrero y terminando a finales de mayo. Luego, se continuaría con dos dosis de IVM al 1% a intervalos de 21 días. Al no contar con las instalaciones para realizar baños de inmersión ni tampoco de aspersión, imposibilita el tratamiento con amitraz aunque en este establecimiento se diagnosticó como susceptible. Al ser lindero con calle, se recomienda vigilancia de bovinos en la misma. Así mismo, se recomienda vigilancia y control de presencia de garrapata por un año.

El costo estimado del tratamiento que recomendamos es de US\$ 3598 mientras que el costo estimado de los tratamientos que el productor realizaba es de US\$ 1746, resultando en una diferencia económica de US\$1852(51%).

Este productor realizaba cinco tratamientos por año, y la cantidad de tratamientos supresivos que recomendamos es el doble (diez tratamientos). El aumento de la frecuencia de tratamientos a realizar es lo que explica el costo elevado de la implementación del plan sanitario sugerido. Sin embargo, el mismo disminuye a largo plazo al considerar que, si el plan se realiza correctamente, no se seguirán haciendo tratamientos a futuro.

5.5. Planes de control propuestos

En los establecimientos N°1, 5, 6, 7 y 8 se decidió llevar a cabo planes de control ya que su probabilidad de reintroducción fue alta. En estos planes de control, en algunos casos se propuso el manejo de umbrales de garrapatas por animal, como decisión de tratamiento, de acuerdo a lo sugerido por Kunz y Kemp (1994) y Nari y col. (2012). Se decidió la utilización de umbrales ya que las parasitosis tienen una distribución binomial negativa, es decir, son pocos los animales que cargan con muchos parásitos (Alexander y col., 2000). En estos casos se propone el monitoreo de 15 animales por categoría, realizando el conteo de garrapatas de acuerdo a la metodología de descrita Walker (1977). Brevemente, se revisa a los bovinos de manera sistemática en lugares como pabellón de la oreja, cabeza, cuello, espalda, tren anterior, axilas, pecho, vientre, ubre, escroto, flanco, ingle, tren posterior, periné y cola y cuando se supera el umbral de partenóginas, preestablecido en el 40% de los animales centinela, se realiza el tratamiento de todo el rodeo (Nari y col., 2012). Estos autores proponen que el número de garrapatas por animal para la primera generación que sea de 3, en la segunda generación de 10 y en la tercera 20. Cuando se establece un umbral, además se debe tener en cuenta el número de animales por hectárea y la topografía del terreno, para disminuir la probabilidad de encuentro de la garrapata con el hospedero.

En el establecimiento N°1, la recomendación es de controlar, ya que la probabilidad de reintroducción de la garrapata es alta (98%), comenzando el tratamiento con una aplicación subcutánea de ivermectina 3,15% en octubre (principalmente con el objetivo de controlar larvas hipobióticas *Ostertagia ostertagi* en la recría). A finales de diciembre una aplicación por derrame dorsal con fipronil de acuerdo a la epidemiología contra la moscas de los cuernos (Castro y col., 2008.), y en febrero comenzar con fluazurón (derrame dorsal) cuando aparezcan más de 20 garrapatas en 40% de los animales, se aplicaría un nuevo tratamiento de fluazurón. Con esta propuesta se reduce a la mitad los tratamientos utilizados por el productor, debido a que realizaba entre 8-9 tratamientos por año y el que se recomienda es de 3-4 tratamientos. A este productor no se le pudo recomendar el uso de amitraz por falta de instalaciones en su establecimiento ni en la vecindad. Además, como medida de bioseguridad se sugiere mejorar los alambrados perimetrales ya que los

alambrados en mal estado no impiden el flujo de animales con garrapatas de un lugar a otro (Mederos y col., 2014, Cuore y col., 2015). El costo estimado del tratamiento que recomendamos (US\$ 448) es menor al costo de los tratamientos que el productor viene realizando (US\$ 1274). Hay una diferencia económica positiva de US\$ 826, es decir, el plan de control recomendado disminuye un 65% los costos de tratamiento, permitiendo destinar esa ganancia a mejorar los alambrados perimetrales.

En el establecimiento N°5 se recomienda control, dado que la probabilidad de reintroducción es alta (91%). Tal como se observa en la Tabla 3, existe susceptibilidad a fipronil, amitraz y ethión. Este establecimiento se caracteriza por utilizar de 12 a 13 tratamientos por año, (rotando ivermectina, ethión, fipronil, amitraz y cipermetrina). Dado que posee pocos animales (64) se recomienda la revisión de todos los bovinos con la metodología de Walker (1977), teniendo en cuenta umbrales en todas las generaciones para realizar los tratamientos (Nari y col., 2012), de esta forma disminuimos la cantidad de tratamientos comenzando con aplicaciones de derrame dorsal con fipronil, en setiembre y la segunda aplicación cuando el productor encuentre 3 garrapatas en el 40% de los animales. En la segunda generación se recomienda tratar con amitraz por aspersion con mochila dado que el productor utilizaba esta vía de aplicación previamente y el principio activo es sensible. Esta metodología es aplicable cuando la cantidad de animales es baja. En la tercera generación se recomienda derrame dorsal con fluazurón a partir de finales de febrero hasta mayo, dependiendo del número de partenógenas. Con los tratamientos recomendados se reduce más de la mitad de los tratamientos totales que éste productor hacía. Como medidas de bioseguridad le recomendamos tener un piquete para la cuarentena de toros porque los mismos se prestan entre vecinos. Si bien tiene buenos alambrados perimetrales, se sugiere que los mantenga en buenas condiciones por la presencia de garrapatas en los predios linderos, y porque es lindero con calle con ganado suelto. El costo estimado del tratamiento que recomendamos es de US\$ 177, y el que el productor implementa es, aproximadamente, de US\$ 272. Existe una diferencia económica de US\$ 95 a favor de nuestra propuesta, con un 35% de reducción en los costos de saneamiento.

En el establecimiento N°6 se recomienda control, dado que la probabilidad de reintroducción de garrapatas es alto (66%). Se sugiere el comienzo del tratamiento para la primera generación con dosificaciones subcutáneas de ivermectina 3,15% una sola aplicación, a mediados de setiembre. Con esta concentración del principio activo, se podrá lograr el control de larvas hipobióticas de *Ostertagia ostertagi*. Luego, en la segunda generación aplicar entre uno y dos aplicaciones de derrame dorsal con fluazurón, dependiendo el grado de infestación de la población de garrapatas, y en la tercera generación tres baños de amitraz. Cabe resaltar que el baño no lo usó durante los últimos

3 años habiendo sustituido ese tratamiento por fipronil, pero en el presente trabajo se diagnosticó resistencia a éste último y a piretroides. Por dicha razón es que se recomienda volver a usar y poner en condiciones el baño de inmersión que estaba en desuso, y emplear amitraz. El costo estimado del tratamiento que le recomendamos es de US\$ 767, y los tratamientos que el productor viene realizando le cuestan US\$ 1942. En este establecimiento en particular, hay una diferencia económica positiva de US\$ 1175, un 60% de reducción de los costos debida a nuestra recomendación. Este cambio se debe a que el productor realizaba entre 8-9 tratamientos, y el número de tratamientos propuestos es de cinco.

En el establecimiento N°7 se recomienda control, dado que el grado de probabilidad de reintroducción es alto (98%). Este productor utilizaba un sólo principio activo (fluazurón) en 6 aplicaciones desde hace 4 años. Se detectó resistencia a ivermectina y piretroides. Las garrapatas fueron susceptibles a fipronil, amitraz (Tabla 3). En virtud de que las garrapatas fueron presionadas por más de 12 generaciones a fluazurón, en primera instancia se recomienda usarlo sólo a partir de la tercera generación. Se recomienda para la primera generación derrame dorsal con fipronil cuando se constaten más de 3 garrapatas por animal en 50 bovinos centinelas en cada categoría. Se utiliza esa cantidad de animales centinelas por la gran cantidad de bovinos que tiene este establecimiento (1100 bovinos). Otro dato que se tuvo en cuenta es la dotación de bovinos por hectárea, siendo 0,42 unidades ganaderas. Para la segunda generación se utilizó el mismo criterio, pero el umbral de cantidad de garrapatas va aumentando por generaciones (Nari y col., 2012) tratando con baños de inmersión con amitraz, comenzando en diciembre cuando haya más de 10 garrapatas/animal en 50 bovinos por categoría. En la tercera generación, como ya se mencionó al principio, se recomienda utilizar derrame dorsal con fluazurón, a partir de febrero, cuando se constaten más de 20 garrapatas/animal en 50 bovinos por categoría. Al reintroducir la utilización del baño, se maximiza el uso de las instalaciones. Se recomienda fuertemente, arreglar el alambrado perimetral. El costo estimado del tratamiento que recomendamos es de US\$ 3313 y comparado con los costos estimativos de tratamientos que el productor viene realizando (US\$ 7375), hay una diferencia económica positiva de US\$ 4062 (55%). Esta diferencia tan notoria a favor de nuestra propuesta se debe a la sugerencia del empleo de otros principios activos diferentes al fluazurón (que era el único principio activo que el productor utilizaba) el cual tiene un precio en plaza superior al resto de los garrapaticidas (ver Anexos).

En el establecimiento N°8 también se recomienda un plan de control, porque la probabilidad de reintroducción de garrapatas al predio es muy alta (99%), debido a que los alambrados están en muy mal estado. Los datos sobre resistencia fueron desconsiderados porque hubo fallos en los equipos durante el cultivo de las garrapatas. Para la recomendación de los tratamientos nos basamos en la anamnesis del predio y la historia sanitaria. Hasta la fecha dicho productor controlaba la garrapata con ivermectina y fluazurón, con 9 tratamientos al año. El productor no ha notado fallas en la eficacia de ninguno de los productos. Por lo que se recomienda un tratamiento realizando dosificaciones subcutánea con ivermectina 3,15% en primera generación (setiembre-octubre) aprovechando también el control de las lavas hipobióticas de *Ostertagia ostertagi*. Luego, en la segunda generación, en diciembre, una aplicación por derrame dorsal con fipronil controlando a su vez las poblaciones de mosca de los cuernos, y en la tercera generación dos aplicaciones de derrame dorsal con fluazurón. Como medida de bioseguridad, se recomienda mejorar los alambrados perimetrales. Los costos estimados de los tratamientos propuestos y el de los que realizaba el productor son de US\$ 227 y US\$ 493 respectivamente. La diferencia es de US\$ 266, teniendo un menor costo (53%) el que recomendamos. De esta manera el productor podría destinar ese monto al mejoramiento de los alambrados perimetrales de su establecimiento, como medida adicional para controlar la garrapata sin invertir mucho más dinero del que gasta hasta la fecha.

6. CONCLUSIONES

Existen establecimientos donde es posible erradicar la garrapata, aunque se encuentren en la zona de control.

La inestabilidad enzoótica está presente en todos los establecimientos por lo que en todos ellos se sugiere vacunar contra hemoparásitos.

El diagnóstico de situación de cada establecimiento es fundamental para la elaboración de los planes de control de garrapata.

Las propuestas sugeridas en esta tesis con el objetivo de controlar las poblaciones de *R. microplus* son económicamente más baratas que las realizadas por los productores y contribuirán a una menor presión de selección de resistencia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, N., R. Moyeed, J. Stander. (2000). Spatial modelling of individual-level parasite counts using the negative binomial distribution. *Biostatistics* 1:453-463.

Ávila, D. (1998). Análisis cuantitativo de los costos a nivel del país y del productor por la presencia de la garrapata en Uruguay. Informe IAEA.DILAVE-MGAP. Montevideo, IAEA, DILAVE-MGAP.

Bariani Command, M M. (2018). Diagnóstico serológico de *Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale* en establecimientos del Departamento de Tacuarembó. Tesis. Facultad de Veterinaria, UdelaR. 41p.

Bertino, M.; Tajam, H. (2000). La ganadería en el Uruguay 1911-1943. Montevideo, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, 37 p.

Bull, MS; Swindale, S; Overend D; Hess, EA (1996). Suppression of *Boophilus microplus* populations with fluazuron, an acarine growth regulator. *Australian Veterinary Journal* 74(6): 468–470.

Castro, E., Gil, A., Piaggio, J., Chifflet, L., Farias, N. A., Solari, M. A., & Moon, R. D. (2008). Population dynamics of horn fly, *Haematobia irritans irritans* (L.)(Diptera: Muscidae), on Hereford cattle in Uruguay. *Veterinary Parasitology*; 151(2-4):286-299.

Cardozo, H., Franchi, M. (1994). Epidemiología y Control de *Boophilus microplus*. En: Nari, A. Fiel, C. Enfermedades parasitarias de importancia económica en Bovinos: Bases epidemiológicas para su prevención y control Uruguay. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur, pp. 457-484.

Cardozo, M. (1989). Historia y control de erradicación de la garrapata. En: FAO. La erradicación de las garrapatas. Roma. FAO, pp. 45-58.

Cardozo, H., Nari, A., Franchi, M., López, A., Donatti, N. (1984). Estudio sobre la ecología de *Boophilus microplus* en tres áreas enzoóticas del Uruguay. *Veterinaria* (Montevideo) 20:4-10.

Carriquiry, R. (2016) Bienestar y Salud Animal. *Revista Plan Agropecuario*. 44: 66- 69.

Cipolini, M. A, Mangold; Jacobo, R. A (2004). Actualización: Tristeza bovina, diagnóstico clínico, tratamiento. Disponible en: [http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_bov/nuevos/blank_copia\(28\)/bov000.htm](http://www.veterinaria.org/asociaciones/vet-uy/articulos/artic_bov/nuevos/blank_copia(28)/bov000.htm) Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019.

Cuore, U. (2016). Estado de la resistencia a los garrapaticidas en Uruguay. XLIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay, pp. 111-119.

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* resistentes a lactonas macrocíclicas. Veterinaria (Montevideo), 51 (198), 14-25.

Cuore U., Cardozo, H., Solari M.A., Cicero, L. (2013). Epidemiología y control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. En: Fiel C.; Nari A. Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur, pp. 457-484.

Cuore U, Altuna M, Cicero L, Fernández F, Luengo L, Mendoza R, Nari A, Pérez Rama R, Solari M, Trelles A. (2012) Aplicación del tratamiento generacional de la garrapata en la erradicación de una población multirresistente de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en Uruguay. Veterinaria (Montevideo) 48 (187): 5-13.

Cuore, U.; Cardozo, H.; Trelles, A.; Nari, A.; Solari, M.A (2008). Características de los garrapaticidas utilizados en Uruguay. Eficacia y poder residual. Veterinaria (Montevideo) 43 (169):13 – 24.

Cuore, U. (2006). Resistencia a los Acaricidas, Manejos y Perspectivas. XXXIV Jornadas de Buiatría del Uruguay. Paysandú, Uruguay, pp. 30-41.

DICOSE (2016). Indicadores basados en la declaración jurada anual de existencias SNIG. Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-snig-2016>. Fecha de consulta: 6 de octubre de 2017.

DGSV-DSA (1994).Epidemiología y campaña sanitaria de la garrapata *Boophilus microplus*. Proyecto-BID. 25p.

Draghi, M.G., Cetra, B., Ramiraz, L.M., Vanzini, V.R. (1997). Anaplasmosis y Babesiosis. INTA EEA. Serie Técnica N°28. 24p.

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.

Errico, F., Nari, A., Cuore, U., Mendoza, R., Suárez, H., Mesa, P., Fernández, S., Sosa, E., Salada, D., Saporiti, D. (2009). Una nueva Ley de lucha contra la garrapata *Boophilus microplus* en el Uruguay. Revista Plan Agropecuario 131: 42-47.

FAO (2007). *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Garrapata del ganado del sur, garrapata del ganado bovino. Disponible en:

http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf

Fecha de consulta: 8 de octubre de 2017.

FAO (2004). Ticks: Acaricide resistance, diagnosis, management and prevention. En: FAO. Guideline resistance management and integrated parasite control in ruminants. Roma, FAO, pp 25-66.

Guglielmone, A; Nava, S. (2013). Epidemiología y control de las garrapatas de los bovinos en la Argentina. En: En Fiel, C., Nari, A. Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos para su prevención y control. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. Pp

Guglielmone, A. A. (1995). Epidemiology of babesiosis and anaplasmosis in South and Central America. *Veterinary Parasitology* 57(1-3):109-119.

He, L., Gao, X., Waang, J., Zhao, Z., Liu, N. (2009). Genetic analysis of abamectin resistance in *Tetranychus cinnabarius*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 95:147-151

IICA (1987). Técnicas para el diagnóstico de Babesiosis y Anaplasmosis bovina. San José, Comité de expertos sobre hematozoarios del área Sur del IICA, pp 1-79.

Kunz, S.; Kemp, D. (1994). Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. *Revue Scientifique et Technique*. Office International des Épizootics. 13 (4): 1249-1286.

Lapage, G. (1979). Orden Acarina. Suborden Ixodides. En: Lapage, G. *Parasitología Veterinaria*, Mexico, CECSA, pp 491-517.

Litterio, N. (2005). Fármacos endectocidas. En: Rubio, M.R., Boggio, J.C.. *Farmacología Veterinaria*. Córdoba, EDDUC, pp. 553-560.

Mederos, A., Galarraga, D., Carracelas, B., Pimentel, S., Lopez, F., Moreno, L., Bove, R. (2014). Campylobacteriosis Genital Bovina: Importancia del monitoreo previo al entore. *Revista INIA*. N° 38:16-20.

Miraballes C, Riet-Correa F, Saporiti T, Lara S, Parodi P, Sanchez J, (2019). Probability of *Rhipicephalus microplus* introduction into farms by cattle movement using a Bayesian Belief Network, *Ticks and Tick-borne Diseases*.10:883-893.

Miraballes C, Lara S, Lorenzelli E, Lemos E, Riet-Correa, F. (2018). Eficacia de dos vacunas, congelada y refrigerada, contra la tristeza parasitaria. *Veterinaria (Montevideo)* 55(209):9-13.

Miraballes, C., Riet-Correa, F. (2018). A review of the history of research and control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, babesiosis and anaplasmosis in Uruguay. *Experimental and Applied Acarology*. 75:383-398.

MGAP-DIGESEGA (2009) Una nueva ley de lucha contra la garrapata *Boophilus microplus* en el Uruguay. Revista del Plan Agropecuario 131:42-47.

Nari, A.; Solari, M.A.; Cuore, U.; Lima, A.L.; Casaretto, A.; Valledor, M.S. (2013). Control integrado de parásitos en establecimientos comerciales del Uruguay. En: Fiel C., Nari A. (Ed). Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes, Montevideo, Hemisferio Sur, pp. 715-743.

Nari, A.; Solari, M.A, Lima, A, Risso E, Casaretto A, Franchi M, Cuore U, Quintana S, Gayo V, Cicero L, Bermudez F, Valledor S, Salada D, Machi I, Lorezelli E, Barboza N, Castell D, Bonino J. (2012) Control integrado de parásitos, en sistemas de producción mixtos, en aéreas de basalto del Uruguay. Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria, INIA FPTA - 282. 36p.

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, Uruguay, pp. B1-B20.

Nari, A. (1989). Ecología y control de garrapatas en Uruguay. Proceedings of the Expert Consultation on the Eradication of Ticks with Special Reference to Latin America. Ciudad de Mexico, Mexico, pp. 265-276.

Nuñez, J. (1994). Taxonomía y ciclo biológico del *B. microplus*. En: Nari, A., Fiel, C. Enfermedades parasitarias de importancia económicas en bovino. Montevideo, Editorial Hemisferio, pp 289-299.

OIE (2010). Bovine Babesiosis. En: OIT. Terrestrial Manual 2010 Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.04.02_bovine_babesiosis.pdf Fecha de consulta: 5 de octubre de 2017.

Ortiz, E. B., Palencia, N. P., Gerdtz, O. V., Hurtado, Ó. B. (2012). Criterios y protocolos para el diagnóstico de hemoparásitos en bovinos. Revista Ciencia Animal (5): 31-49.

Picco, E. (2005). Fármacos que actúan contra parásitos externos. En: Rubio, M.R., Boggio, J.C. (2005). Farmacología Veterinaria. Córdoba, Unidad Católica de Córdoba, pp. 641-658.

Reck, J., Klafke, G. M., Webster, A., Dall'Agnol, B., Scheffer, R., Souza, U. A. de Souza Martins, J. R. (2014). First report of fluazuron resistance in *Rhipicephalus microplus*: a field tick population resistant to six classes of acaricides. Veterinary Parasitology, 201(1-2):128-136.

Riek, RF (1964). The life cycle of *Babesia bigemina* (Smith and Kilborne, 1893) in the tick vector *Boophilus microplus* (Canestrini). Australian Journal of Agricultural Research 15 (5) 802-821.

Rugg, D., Kotze, A.C., Thomapson, D.R., Rose, H.A., (1998). Susceptibility laboratory-selected and field strains of the *Lucilia cuprina* (Diptera: Calliphoridae) to ivermectin. Journal of Economic Entomology 91:601-607.

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, pp. 247-248.

Saporiti, T. (2018) Resultados de resistencia de *Rhipicephalus microplus* a los acaricidas en la region norte. VI Jornadas de actualización en salud animal en bovinos. Tacuarembó, Uruguay. Disponible en: <http://www.inia.uy/Documentos/P%C3%BAblicos/INIA%20Tacuaremb%C3%B3/2018/Destacada%20VI%20jornada%20salud%20bovinos/Viernes/Pruebas%20de%20resistencia%20Dra.%20Tatiana%20Saporiti.pdf> Fecha de consulta: 18/11/2018.

Saravia, A., César, D., Montes, E., Taranto, V., Pereira, M. (2011). Principales características de las categorías que componen el rodeo de cría. En: Saravia, A., César, D., Montes, E., Taranto, V., Pereira, M. Manejo del rodeo de cría sobre campo natural. Montevideo, MGAP. pp 8-11.

Solari, M. A., Dutra, F., Quintana, S., (2013). Epidemiología y prevención de los hemoparásitos (*Babesia* y *Anaplasma*) en el Uruguay. En Fiel, C., Nari, A. Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. Fundamentos para su prevención y control. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. pp 657-608.

Solari, M. A., Cuore, U. , Sanchis, J., Gayo, V.(2008) Control integrado de parásitos con énfasis en *Boophilus microplus* y *Babesia* spp. aplicado en un establecimiento. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1788_4_control_integrado_de_parc3a1sitos_aplicado_a_un_establecimiento_0.pdf Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019.

Solari, M. A., Cuore, U., Trelles, A., Sanchís, J., Gayo, V. (2007). Aplicación del Control Integrado de Parásitos (CIP) en un establecimiento comercial. Seminario Regional Aplicación del Control Integrado de Parásitos (CIP) a la Garrapata *Boophilus microplus* en Uruguay. Departamento de Parasitología DILAVE "Miguel C. Rubino", MGAP, Uruguay TCP FAO URU 3003 A. ISBN 978-92-5-305846-4.

Solari, M. A. (2006). Epidemiología y perspectivas en el control de hemoparásitos. XXXIV Jornadas Uruguayas de Buiatría. Paysandú, Uruguay. pp 36-40.

Solari, M. A., Cuore, U., Trelles, A., Mautone, G. (2006). Taxonomía de los cinco géneros de garrapatas diagnosticados en Uruguay, En: FAO. Programa de la lucha contra la garrapata. Roma, FAO, 5p.

Solari, M. A., Nari, A., Cardozo, H. (1992). Impact of *Babesia bovis* and *Babesia bigemina* on the production of beef cattle in Uruguay. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz (87):143-149.

Stone, B. F., (1972). The genetics of resistance by ticks to acaricide. Australian Veterinary Journal 48: 345-350.

Stone, B. F., Haydock, P., (1962). A method for measuring the acaricides susceptibility of the cattle tick *Boophilus microplus* (Can.) Bulletin of Entomological Research 53: 563-578.

Suárez, C., Noh, S. (2011). Emerging perspectives in the research of bovine babesiosis and anaplasmosis. Veterinary Parasitology 180 (1-2):109-125.

Taylor, M. A. Y. (2001) Recent developments in ectoparasiticides. Veterinary Journal 161.

Uruguay (2008). Lucha contra la garrapata *Boophilus microplus* (garrapata común del bovino). Ley N° 18268. Disponible en: <https://legislativo.parlamento.gub.uy/temporales/leytemp4420021.htm>
Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2018.

Uruguay. (1997). Aprobación del marco regulatorio sobre productos veterinarios en el MERCOSUR. Decreto 160/997. Montevideo, Registro Nacional de Leyes y Decretos. pp.1088. Disponible en: <https://www.impo.com.uy/bases/decretos/160-1997/4>. Fecha de consulta: 23 de mayo de 2019.

Vanzini, V. R., Ramírez, L. M. (1994). Babesiosis y Anaplasmosis Bovina: Diagnóstico, epidemiología y control. INTA-Argentina RIA, 25(3):137-190.

Walker, J.B. (1977). Técnicas de investigación para las especies de garrapata que afectan a los animales domésticos. Seminario internacional sobre ecología y control de los parásitos externos de importancia económica que afectan el ganado en América Latina. Cali, Colombia, pp. 27-40.

8. ANEXOS

1- Precios de garrapaticidas en agroveterinarias (2019).

Producto	Principio activo	Costo envase (US\$)	Unidad
Bayticol	Flumetrina	33,6	L
Acatak	Fluazurón	35,1	L
Ivomec	Ivermectina 1%	16	1/2 L
Ivomec	Ivermectina 3,15%	45	1/2 L
Ectoline	Fipronil	18	L

2- Cálculos de costo de cada principio activo por categoría en base al promedio nacional de peso por categoría (350kg para vacas de cría, 180kg para ternero, 220kg para sobreño y 600kg para toros según Saravia y col., 2011)

Fipronil		Y	18US\$-----1000ml
Categoría	Costo/animal		x-----1ml
Ternero	0,32		x=0,018/ml
Sobreño	0,39		Dosis: 1ml/10kg
Vaca	0,63		0,018 US\$-----10 kg
Toro	1,08		y -----peso de cada categoría

Fluazurón		y	35,1US\$-----1000ml
Categoría	Costo/animal		x-----1ml
Ternero	0,63		x=0,035/ml
Sobreño	0,77		Dosis: 1ml/10kg
Vaca	1,23		0,035 US\$-----10 kg
Toro	2,1		y -----peso de cada categoría

IVM 1%		y
Categoría	Costo/animal	
Ternero	0,11	
Sobreaño	0,14	
Vaca	0,22	
Toro	0,38	

16x2=32
32US\$-----1000ml

x-----1ml

x=0,032/ml

Dosis: 1ml/50kg

0,035 US\$-----50 kg

y -----peso de cada categoría

IVM 3,15%		y
Categoría	Costo/animal	
Ternero	0,32	
Sobreaño	0,4	
Vaca	0,63	
Toro	1,08	

45x2=90

90US\$-----1000ml

x-----1ml

x=0,09/ml

Dosis: 1ml/50kg

0,09 US\$-----50 kg

y -----peso de cada categoría

3- Costos según Carriquiry (2016)

Tabla 1. Costos en dólares para cada principio activo por envase (1), por cabeza (2) de 350 Kg y para el tratamiento de 350 resas (3) de 350 Kg.

PRINCIPIO ACTIVO	COSTO ENVASE (1)	COSTO U\$/CAB (2)	COSTO U\$/ TRATAMIENTO(3)
Amitraz	36 U\$/caja	0,2	54
Ivermectina 3,15	99 U\$/litro	0,7	210
Fipronil	18 U\$/litro	0,6	180
Fluazuron	60 U\$/litro	2,1	630
Flumetrina	28 U\$/litro	1,0	300
Ganacia de peso no realizada	0,25 Kg/día x 1,4U\$	0,35	105

4- Cálculos de costos para baños (Amitraz y Flumetrina) según costos US\$/cabeza de Carriquiry (2016)

Categorías	Costo/animal	
	Amitraz	Flumetrina
Terneros	0,1	0,5
Sobreaño	0,2	0,7
Vaca de cría	0,2	1
Toro	0,4	2

Amitraz

0,2US\$-----350 kg
y -----peso de cada categoría

Flumetrina

1US\$-----350 kg
y -----peso de cada categoría

5- Cálculos de costos de tratamientos por número de animales por categoría de cada establecimiento

a- Costos estimados en dólares para cada principio activo por animal según categoría.

Peso/ categoría (kg)*	Amitraz**	Flumetrina**	Fluazurón	IVM 1%	IVM 3,15%	Fipronil
Terneros (180)	0,1	0,5	0,63	0,11	0,32	0,32
Sobreaño (220)	0,2	1	0,77	0,14	0,4	0,4
Vaca de cría (350)	0,2	1	1,23	0,22	0,63	0,63
Toro (600)	0,4	2	2,1	0,38	1,08	1,08

b- Número de animales por categoría de cada establecimiento

Est.	Terneros	Sobreaño	Vacas	Toros	Nº total Bovinos
1	50	65	105	5	225
2	20	15	102	3	140
3	270	150	321	9	750
4	42	18	458	2	520
5	12	12	40	-	64
6	90	-	250	9	349
7	154	250	600	96	1100
8	17	20	40	-	77

- c- **Multiplicamos:** Costos estimados en dólares para cada principio activo por animal según categoría X Número de animales según categoría de cada establecimiento= Costos totales de cada principio activo según categoría de cada establecimiento.
- d- **Estimación de los costos totales según planes de control utilizados por los productores y los propuestos** (suma de garrapaticidas empleados en cada situación)