



**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**NIVELES DE INFESTACIÓN DE *Haematobia irritans* EN VACAS DE
CRÍA BRAFORD PASTOREANDO EN DOS AMBIENTES DISTINTOS**

Por

**Marcos Martín, ALONSO GABRIELLI
Gabriel Fernando, SILVESTRI BARLA**

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

MODALIDAD: Ensayo experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2022**

PÁGINA DE APROBACIÓN

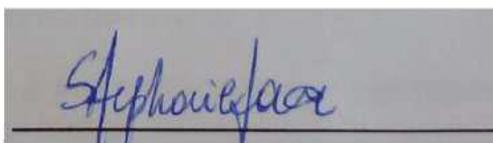
Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



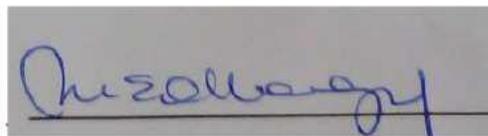
Dr. José Manuel Venzal

Segundo Miembro (tutor):



Dra. Stephanie Lara

Tercer Miembro:



Dra. Ernestina Olhagaray

Cuarto Miembro:

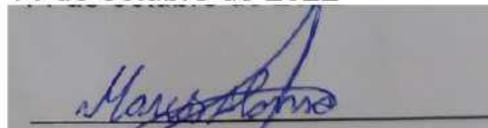


Dra. Cecilia Miraballes

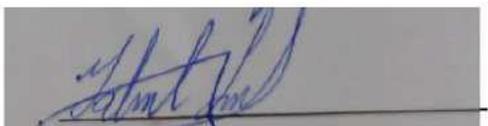
Fecha:

14 de octubre de 2022

Autores:



Marcos Martín Alonso Gabrielli



Gabriel Fernando Silvestri Barla

AGRADECIMIENTOS

A nuestras tutoras, Dras. Cecilia Miraballes y Stephanie Lara, que contribuyeron a que este trabajo saliera adelante y fuera posible realizarlo.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria que nos proporcionó los animales, materiales, transporte, y todo lo necesario para poder llevar a cabo la propuesta de tesis.

Al personal de la Unidad Experimental La Magnolia, quienes nos ayudaron en todo lo necesario para el desarrollo del trabajo de campo.

A nuestros familiares, los cuales gracias a sus esfuerzos nos permitieron poder tener una formación y así poder tener un mejor futuro.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
RESUMEN	7
SUMMARY	8
1. INTRODUCCIÓN	9
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	11
2.1. Ciclo biológico	11
2.2. Importancia económica	12
2.3. Métodos de control	13
2.4. Resistencia	15
3. HIPÓTESIS	16
4. OBJETIVOS	16
4.1. Objetivo general	16
4.2. Objetivos específicos	16
5. MATERIALES Y MÉTODOS	17
5.1. Lugar y periodo de experimentación	17
5.2. Diseño experimental	17
5.3. Análisis estadístico	20
6. RESULTADOS	21
6.1. Número de moscas.....	21
6.2. Peso vivo	23
6.3. Correlación entre el número de moscas con el peso vivo	24
6.3. Datos meteorológicos	24
7. DISCUSIÓN	26
8. CONCLUSIONES	28
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
10. ANEXOS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo biológico de <i>Haematobia irritans</i>	11
Figura 2. Ubicación geográfica de la Unidad Experimental “La Magnolia” INIA Tacuarembó, Uruguay	17
Figura 3. Colocación de caravanas de diazinón al 40% en oreja derecha	19
Figura 4. Vaca de cría con caravana de diazinón al 40% en oreja derecha	19
Figura 5. Carga de <i>Haematobia irritans</i> determinada por la mediana sobre las vacas de cría a lo largo del periodo de ensayo según tratamiento	22
Figura 6. Evolución del peso vivo promedio de las vacas de cría según tratamiento durante el periodo de ensayo	23
Figura 7. Correlación entre el peso vivo y el número de moscas según tratamiento durante todo el periodo de ensayo	24
Figura 8. Evolución de la precipitación acumulada en mm (barras) y porcentaje de humedad relativa (línea) registrados durante el periodo de ensayo.....	25
Figura 9. Evolución de la temperatura (°C) promedio registrado durante el periodo de ensayo.....	25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grupos químicos y formas de aplicación utilizados para el control de <i>Haematobia irritans</i>	14
Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos de aplicación para el control de <i>Haematobia irritans</i>	14
Tabla 3. Superficie de potreros asignados a cada grupo de ensayo	18
Tabla 4. Recuentos de <i>Haematobia irritans</i> de cada grupo según día de evaluación	21
Tabla 5. Valores de temperaturas mínima, máxima y promedio; precipitaciones y humedad relativa correspondiente a los meses de ensayo.....	24

RESUMEN

Haematobia irritans es un ectoparásito hematófago que produce molestias a los bovinos en pastoreo ocasionando pérdidas en la ganancia de peso, lo que se refleja en una menor producción de carne y leche. Además, se generan pérdidas económicas debidas a los gastos de los principios activos, los cuales traen aparejado la aparición de resistencia. En base a la importancia de la realización de tratamientos para el control de *H. irritans* y a los factores que influyen en el ciclo de la misma, es que en esta tesis se planteó como objetivo principal evaluar la infestación de mosca de los cuernos en vacas de cría de la raza Braford pastoreando en dos ambientes diferentes. Además, se comparó el número de moscas de los cuernos sobre vacas de cría pastoreando en campos bajos y campos altos, con y sin presencia de monte nativo respectivamente, y se correlacionó la infestación de mosca de los cuernos con el peso de las vacas de cría. El ensayo fue realizado en la Unidad Experimental “La Magnolia” (INIA Tacuarembó), entre los meses de diciembre de 2018 y febrero de 2019. El rodeo se dividió en cuatro grupos, cada uno integrado por 40 vacas de cría y un toro de raza Braford. Los grupos 1 y 2 se encontraban en campos altos sin presencia de monte, mientras que los grupos 3 y 4 se ubicaron en campos bajos con presencia de monte. Al comienzo del ensayo se colocó una caravana de diazinón al 40% al 10% de las vacas de cría con más moscas de cada grupo, con el propósito de disminuir el número de animales tratados y generar menor presión de selección por resistencia a los principios activos. Además, se realizó quincenalmente el conteo de moscas sobre todo el rodeo en forma manual y mensualmente se evaluó el peso vivo y condición corporal de cada animal. La carga de moscas sobre los animales registró valores más altos, en aquellos animales que se encontraban pastoreando campos bajos comparados con los de campo alto. Si bien es probable que la presencia de monte nativo y el clima hayan influido en este resultado, las diferencias entre tratamientos no fueron estadísticamente significativas. En cuanto al peso vivo no se encontraron variaciones asociadas a los niveles de *H. irritans* entre tratamientos, pudiendo estar asociado a que en ningún momento se registraron altas cargas parasitarias. La correlación entre el peso vivo y el número de moscas fue positiva. En potreros de campo bajo al tener presencia de monte nativo, los factores tales como lluvia, temperatura y humedad, probablemente favorecieron el desarrollo de *H. irritans*, aunque no se registró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. No hubo repercusión en la ganancia de peso, debido a que no se superó el valor de *H. irritans* considerado como umbral para generar pérdidas productivas significativas.

SUMMARY

Haematobia irritans is a blood-sucking ectoparasite that produces irritation in grazing cattle causing losses in weight gain, which is reflected in a lower production of meat and milk. Another of the economic losses generated by this ectoparasite is due to the cost of the chemical products which bring about the appearance of resistance. Based on the importance of performing treatments for the control of *H. irritans* and the factors that influence its cycle, the main objective of this thesis was to evaluate horn fly infestation in Braford breeding cows in two different environments. In addition, the number of horn flies on breeding cows grazing in low fields and high fields with and without the presence of native bush respectively was compared, and horn fly infestation was correlated with the weight of breeding cows. This experiment was carried out at the Experimental Unit "La Magnolia" (INIA Tacuarembó), between the months of December 2018 and February 2019. The herd was divided into four groups, each one made up of 40 breeding cows and a purebred bull Braford. Groups 1 and 2 were in high fields without the presence of forest, while groups 3 and 4 were located in low fields with presence of forest. At the beginning of the test, a ear tag containing diazinon 40% was placed on the 10% of the more flies in each group, this with the final purpose of reducing the number of treated animals and generating less selection pressure due to resistance to the drugs. In addition, the entire herd was manually counted every fortnight and the live weight and body condition of each animal were evaluated monthly. The flies load was higher in those animals that were grazing low fields compared to those in high fields. Although it is probable that the presence of native forest and the climate influenced this result, the differences between treatments were not statistically significant. Regarding live weight, no variations were found associated with the levels of *H. irritans* between treatments, which may be associated with the fact that high parasitic loads were not recorded at any time. The correlation between live weight and the number of flies was positive. In low field paddocks, having the presence of native forest, factors such as rain, temperature and humidity, probably favored the development of *H. irritans*, although no statistically significant differences were recorded between treatments. There was no repercussion on weight gain, since the value of *H. irritans* considered as a threshold to generate significant productive losses was not exceeded.

1. INTRODUCCIÓN

Haematobia irritans es un ectoparásito hematófago que en su estado adulto afecta a los bovinos. Fue descrito por primera vez por Linnaeus en 1758 y declarado como una peste en Europa en el año 1830 (Torres y Prieto, 2013). Este ectoparásito pertenece al phylum Arthropoda, subphylum Mandibulata, clase Insecta, orden Díptera, familia Muscidae y subfamilia Stomoxynae (Vignau, Venturini, Romero, Eiras y Basso, 2005). Se denomina popularmente “mosca de los cuernos”, debido a su hábito de ubicarse en la base de los cuernos de los bovinos, aunque también es común que se presente sobre la región dorsal del animal y en caso de lluvias o altas temperaturas se localizan en los miembros y vientre (Cantú y García, 2009).

Dentro de la especie *H. irritans* se distinguen dos subespecies: *H. irritans irritans* y *H. irritans exigua* (Torres y Prieto, 2013). *H. irritans exigua* (mosca de los búfalos) se encuentra distribuida geográficamente en el sur de Asia, Islas del Pacífico, Oceanía, mientras que la subespecie *H. irritans irritans* se encuentra ampliamente distribuida por Europa, África, América y Asia (Barros, Guglielmone y Martins, 2002).

Este díptero se introdujo en América del Norte desde Francia en 1890, por medio de ganado en pie (Butler, 1992). Posteriormente se extendió hacia América del Sur en la década de 1970 (Castro, 2003). En Uruguay, el primer reporte de *H. irritans* se realizó en el año 1992, en el paraje Yucutujá, ubicado en el departamento de Artigas, a partir de ahí, se extendió rápidamente hacia el resto del país. El rubro principal del establecimiento era la cría de ganado bovino de raza Hereford, en el cual se observaron moscas sobre los animales, con mayor prevalencia en toros (Carballo y Martínez, 1991).

Haematobia irritans es un parásito permanente que afecta principalmente a los bovinos, realiza la cópula sobre el animal, para luego depositar sus huevos sobre materia fecal recién eliminada del bovino. En caso de afectar a los equinos, lo hace únicamente para su alimentación, ya que *H. irritans* no puede utilizar la materia fecal de esta especie animal para completar su ciclo biológico, debido a que tienen características que no favorecen el desarrollo del huevo (Romano y Ferrari, 2013). Al igual que los machos, las hembras son hematófagas. Los hábitos de alimentación de las moscas provocan una irritación constante en los animales, lo que se ve reflejado en un aumento en los movimientos defensivos. Esto lleva a que el tiempo de pastoreo se vea disminuido, lo que en consecuencia repercute negativamente tanto en la ganancia de peso como en la producción láctea. Una infestación cercana a las 300 moscas por animal es capaz de producir pérdidas productivas significativas (Byford, Craig y Crosby, 1992). En consecuencia, se considera que una infestación cercana a las 200 moscas por animal es un número adecuado como para realizar tratamiento en razas bovinas europeas (Kunz y Kemp, 1994; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2003).

La población de moscas en un rodeo varía dependiendo de factores climáticos como la humedad, las precipitaciones y la temperatura ambiente. También influyen en su desarrollo y supervivencia los factores bióticos tales como la competencia, los depredadores y el parasitismo (Torres y Prieto, 2013).

Cabe destacar que la distribución del número de moscas en los animales no es homogénea. Se ha establecido que entre el 15 al 30% de los animales que integran

un rodeo poseen un porcentaje superior al 50% de la población total de moscas, y en consecuencia algunos animales atraen naturalmente más a *H. irritans* (Castro, 2003). Los animales de mayor tamaño presentan las cargas más altas y en general, los terneros menores de 8 a 10 meses presentan bajos niveles de infestación, por lo que son la categoría con menor incidencia para *H. irritans* (Mancebo, Monzón y Bulman, 2001). En relación con esto, se ha reportado que los terneros no tienen altos grados de infestación y que este díptero presenta mayor preferencia por los toros, lo que podría deberse a efectos de la testosterona (Torres y Prieto, 2013). Esta hipótesis concuerda con lo reportado por Dobson, Kutz y Sanders (1970), quienes demostraron que un grupo de novillos a los que se les inyectó testosterona tenían mayores cargas parasitarias de moscas con respecto a aquellos que no fueron tratados con la hormona.

En la región norte del Uruguay, donde las temperaturas son más elevadas, el número de moscas suele superar el umbral mencionado anteriormente, lo que podría deberse a que la población de moscas está más adaptada al clima comparado con el sur del país. Por esta razón, los productores aplican tratamientos con mayor frecuencia, lo que genera aumento en los costos de producción, favorece la aparición de resistencia a los insecticidas y además, si no se respetan los tiempos de espera recomendados, se puede detectar la presencia de residuos en carne y leche (Castro et al., 2008; Cuore, Solari, Castro-Janer y Valledor, 2013).

En la presente tesis se decidió evaluar la población de moscas en vacas de cría Braford expuestas a dos ambientes diferentes considerando el impacto que genera *H. irritans* en la producción ganadera de nuestro país y teniendo en cuenta que, de acuerdo con lo reportado en la bibliografía, la temperatura es el principal factor abiótico que influye en el número de generaciones de moscas que se encuentran cada año (Castillo, Rodríguez, Torrente, Fernández y Mellor, 2016).

La estrategia de investigación consistió en comparar el número de moscas de los cuernos sobre vacas que permanecieron en campos bajos con presencia de monte nativo, con las encontradas en animales ubicados sobre campos altos sin presencia de montes. Se consideró que la presencia de monte podría generar un microclima que favorece al desarrollo de *H. irritans*. Además, se realizó un monitoreo mensual del peso vivo de cada vaca que integraba el ensayo para comprobar la correlación positiva entre dicha variable y la cantidad de moscas reportada previamente por Bolatto, Fernández y Breijó (2013).

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ciclo biológico

Haematobia irritans es un insecto holometábolo, por lo que en su ciclo de vida pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto (Figura 1).

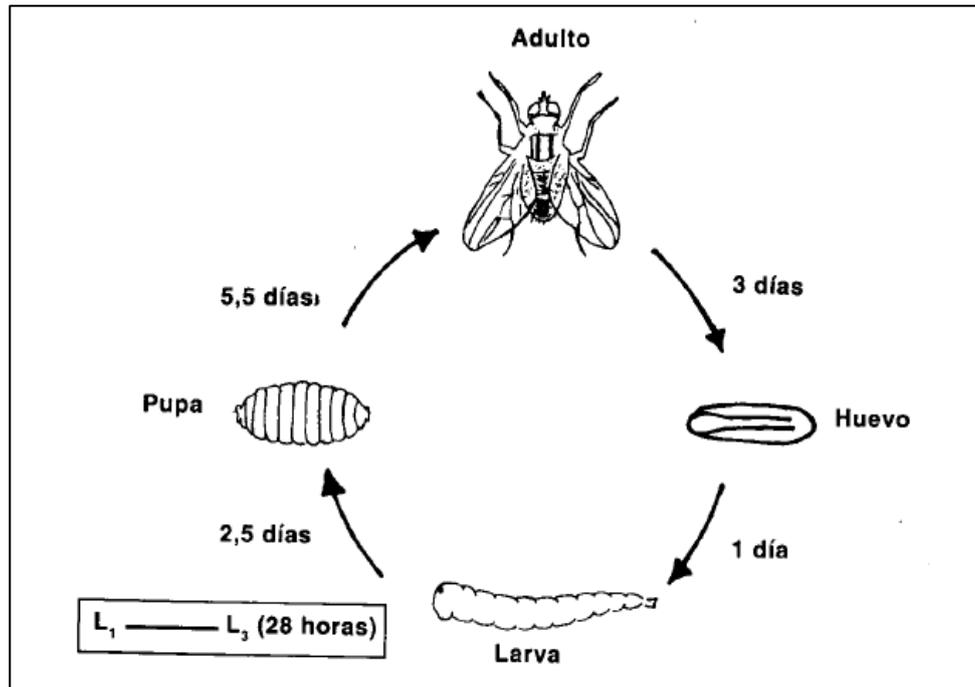


Figura 1. Ciclo biológico de *Haematobia irritans*.
Fuente: Lado y Falcón (2011)

El ciclo biológico se inicia cuando la hembra deposita grupos de 10 a 20 huevos sobre el borde de la materia fecal fresca de un bovino. Cada huevo presenta aproximadamente 1,5 mm de largo y es de color rojizo; no es posible distinguirlo a simple vista en la materia fecal. Los huevos eclosionan dentro de las 12 a 24 horas de ser depositados, pasando al primer estadio larvario, donde se alimenta de la materia fecal. Posteriormente, muda al segundo y tercer estadio larvario, hasta llegar al estado de pupa (Navarro, Lara y Borquez, 2009).

Cuando se presentan temperaturas por debajo de los 12 a 15°C se detiene el ciclo en estadio de pupa, fenómeno conocido con el nombre de diapausa (Lado y Falcon, 2011). En la diapausa la pupa disminuye su metabolismo a nivel basal, a la espera de que mejoren las condiciones y así poder evolucionar. Sin embargo, en este periodo la pupa está más expuesta a enemigos naturales como aves e insectos, pisoteos y lluvia, por lo tanto, puede desaparecer (Navarro et al., 2009).

Una vez completada la fase de pupa, emerge el adulto, el cual busca dirigirse al huésped, donde a partir del segundo día ya puede realizar la cópula. Los huevos son depositados en la materia a partir del tercer día que se desarrolló la fase adulta (Torres y Prieto, 2013).

El adulto tiene un tamaño aproximado de 2 a 4mm de largo, con probóscide y palpos largos. Este insecto puede llegar a tener una vida media de 2 a 7 semanas y realizar un vuelo de unos 5 a 15 km de radio aproximadamente, dependiendo del viento. En general, los vuelos son durante la noche (Romano y Ferrari, 1993).

El ciclo completo presenta una duración de 10 a 15 días en condiciones climáticas favorables, como son las temperaturas entre 23 a 28°C y una humedad relativa por encima del 65% y por debajo del 90%. Además, los periodos de precipitaciones cortos e intermitentes y sin presencia de viento son factores abióticos que contribuyen al desarrollo de *H. irritans* (Navarro et al., 2009).

En Uruguay, *H. irritans* se caracteriza por tener una dinámica de población que presenta dos picos. El primero va de octubre a diciembre, durante la primavera y comienzo de verano, mientras que el segundo pico se registra entre febrero y abril, al final del verano y principios del otoño. Se observa una disminución de la población de moscas al comenzar las primeras heladas (Castro, 2003).

2.2. Importancia económica

La presencia de *H. irritans* puede acarrear problemas económicos, los que dependen no sólo de la presencia de la mosca sino también de distintos factores como el nivel de infestación, la raza, el color del pelaje, el estado nutricional de los bovinos, la ubicación geográfica y el tipo de explotación (Torres y Prieto, 2013).

Las razas con origen cebuino presentan menor carga parasitaria debido a que poseen mayor movilidad del músculo cutáneo en comparación a las razas británicas (Romano y Ferrari, 1993).

Es importante considerar que los animales de pelaje claro refractan más el calor, en cambio los de pelaje más oscuro absorben más las altas temperaturas. Por esta razón, los bovinos de pelaje oscuro son más susceptibles a las infestaciones con moscas de los cuernos (Romano y Ferrari, 1993).

El ciclo de *H. irritans* puede ser afectado por la destrucción de la materia fecal, tanto por el pisoteo de los animales como por medios mecánicos, por lo tanto, este parásito se observa principalmente en condiciones extensivas y semi extensivas (Anziani y Suárez, 2013).

La mosca de los cuernos provoca molestias y produce una irritación constante en los animales que se manifiesta con movimientos defensivos tales como el movimiento de cabeza y orejas; contracciones cutáneas y patadas. En consecuencia, los animales dedican menos tiempo al pastoreo y al descanso aumentando las pérdidas de energía. Se produce entonces una menor eficiencia de conversión alimentaria; reducciones en la ganancia de peso y en la producción láctea; disminución de la libido y mayor susceptibilidad a otras enfermedades como puede ser la mastitis, con su impacto económico correspondiente. Además, las heridas producidas por las picaduras y las infecciones bacterianas secundarias dañan los cueros, disminuyendo su calidad (Zaramati, 2002).

En términos generales *H. irritans* presenta una importancia relativamente baja en cuanto a la transmisión de virus, bacterias u otros parásitos. Sin embargo, existen

reportes sobre la incidencia de mastitis en ganado lechero por *Staphylococcus aureus*, que en presencia de *H. irritans* es más prevalente. Esto probablemente es debido a que en las horas de mayor temperatura ambiente las moscas descienden a la parte ventral del animal.

2.3. Métodos de control

Dado que *H. irritans* presenta un elevado potencial biótico y realiza vuelos, se hace difícil lograr su erradicación, por lo que se recomienda realizar su control en forma integrada (Cuore et al., 2013)

En Uruguay para establecer un método de control, se debería tener en cuenta la distribución estacional que presenta *H. irritans* (Barros et al., 2002).

En un experimento realizado en el departamento de Salto-Uruguay, entre el periodo de febrero de 2001 y junio de 2003, sobre un rodeo de vacas Hereford, se concluyó que existía una relación alta entre el número de moscas y la temperatura media ambiental superior a los 18 a 20°C. Al realizar un estudio de dinámica poblacional, fue posible observar la variación de la población de moscas a lo largo de un periodo de tiempo y en base a esto establecer un modelo epidemiológico, el cual es útil para implementar un tratamiento estratégico, que tiene como finalidad tener un mayor control de la mosca con un menor número de tratamientos (Castro, 2007, citado en Cuore et al., 2013).

El control químico ha sido el método más utilizado dada su practicidad y eficacia, sin embargo, debido a los costos, la aparición de resistencia y la presencia de residuos en carne y leche, no es un método sostenible en el mediano y largo plazo (FAO, 2003). Por estos motivos se han desarrollado y evaluado métodos de control alternativos con la finalidad de reducir la utilización de tratamientos químicos. En este sentido se han descrito el uso de razas cebuinas por ser más resistentes a los ectoparásitos que las razas británicas (Mancebo et al., 2001), el uso de trampas (Miraballes, 2017), y las vacunas (Bolatto et al., 2013).

Estos métodos de control alternativo a los insecticidas químicos no tienen aún opciones comerciales masivas, por lo tanto, los productores recurren principalmente al uso de los insecticidas convencionales (Barros et al., 2002).

Otra opción a considerar son los tratamientos parciales, los cuales solo tratan algunos animales. Con este tratamiento se puede llegar a disminuir la carga parasitaria de los animales más afectados como lo son los toros y por consiguiente disminuir la cantidad de tratamientos, con este manejo disminuimos la contaminación ambiental y la aparición de resistencia se retarda (Cuore et al., 2013).

En la Tabla 1 se representan los diferentes grupos químicos y las formas de aplicación disponibles para el control de este ectoparásito. Tal como se puede ver en dicha tabla dentro de las vías de aplicación de los principios activos se incluyen los baños de inmersión, las aplicaciones *pour on*, los auto-aplicadores y elementos de aplicación externa (caravanas).

Tabla 1. Grupos químicos y formas de aplicación utilizados para el control de *Haematobia irritans*.

Grupo Químico	Formas de aplicación
Piretroides	"pour on"; baño de aspersión e inmersión
Fosforados	pour on; baño de aspersión e inmersión, caravanas
Carbamatos	bolsas autoaplicadoras
Clornicotínicos	"pour on"
Fenilpirazoles	"pour on"
Lactonas Macrocíclicas	Inyectables

Adaptada de Anziani (2002)

En base al experimento realizado en esta tesis se hará hincapié en el uso de caravanas insecticidas con compuestos fosforados. Las caravanas están compuestas por un polímero de PVC conteniendo el principio activo, generalmente diazinón al 40%. Este tratamiento es autoaplicado por el animal en el momento en el cual realiza el acicalamiento, distribuyéndose sobre el pelaje en cantidades pequeñas. Esta distribución es facilitada por la liposolubilidad del producto y la lanolina del pelaje. Dichas caravanas pueden ser colocadas en una o ambas orejas entre los pliegues del cartílago articular, mediante el empleo de pinzas. Es fundamental, que se utilicen guantes al realizar la manipulación de las caravanas para minimizar riesgo en la salud del personal que las manipula. Desde el momento de la colocación de la caravana hasta las 12 a 16 semanas aproximadamente, se espera una reducción del número de moscas del rodeo (Anziani, 2002).

En la Tabla 2 se detallan las ventajas y desventajas que tienen las diferentes formas de aplicación. Con respecto al método de aplicación con caravanas, como todo tratamiento aplicado sobre los animales, debe realizarse de manera racional, respetando los tiempos de permanencia del fármaco en el organismo, ya que el principal motivo de resistencia al emplear este tipo de tratamiento es la continua y prolongada exposición al tratamiento a dosis subletales (Anziani, 2002).

Tabla 2. Ventajas y desventajas de los métodos de aplicación para el control de *Haematobia irritans*.

Método de aplicación	Ventajas	Desventajas
carvanas insecticidas	eficaces y mayor persistencia	mayor costo
	baja posibilidad de accidente	requiere inmovilizar el animal
	sin periodo de restricción a faena	necesitan ser removidas
"pour on"	menor costo	menor persistencia
	no requiere encepar	periodo de restricción a faena
	rápida y fácil aplicación	mayor cuidado en su manejo

Adaptado de Anziani (2002)

2.4. Resistencia

En Uruguay, desde el año 1997 se está evaluando la situación de resistencia a los piretroides sintéticos y organofosforados. Existen reportes de resistencia generalizada a la cipermetrina, pero hasta ahora, no existe diagnóstico de resistencia a los organofosforados (Marques et al., 1997)

En el año 2002, se realizó un relevamiento en la Cuenca Lechera del Sur de Uruguay, que incluía cuatro predios de San José y cuatro predios de Florida, en los cuales se detectó resistencia de *H. irritans* a la cipermetrina. Este resultado refuerza la hipótesis de que este ectoparásito ingresó a nuestro país con genes resistentes a este piretroide (Cuore et al., 2005).

La resistencia está ligada a un gen recesivo incompleto ligado al sexo. Debido a que *H. irritans* posee una rápida velocidad de desarrollo y un periodo generacional corto, las posibilidades de generar resistencia son más probables (Torres y Prieto, 2013).

La rotación de los diferentes fármacos permite un mejor control del ectoparásito, y en consecuencia enlentecer la selección de genes resistentes. Por este motivo, debemos utilizar los principios activos de forma racional y realizar el control de *H. irritans* de forma integrada (Cuore et al., 2013).

3. HIPÓTESIS

La infestación poblacional de mosca de los cuernos en bovinos varía dependiendo del ambiente en el cual se encuentran pastoreando y a nivel individual varía de acuerdo al peso de los animales.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Evaluar la infestación de mosca de los cuernos en vacas de cría de la raza Braford pastoreando en dos ambientes diferentes.

4.2. Objetivos específicos

- Comparar el número de moscas de los cuernos sobre vacas de cría pastoreando en campos bajos y campos altos con y sin presencia de monte nativo respectivamente.
- Correlacionar la infestación inicial de moscas de los cuernos con el peso de las vacas de cría previo al tratamiento.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Lugar y periodo de experimentación

El ensayo se llevó a cabo en la Unidad Experimental “La Magnolia” de INIA (31°42'32.2"S 55°49'43.0"W), en el Departamento de Tacuarembó, Uruguay (Figura 2), entre el 3 de diciembre de 2018 y el 13 de febrero de 2019.

El protocolo de este experimento fue aprobado por el Comité de Ética Animal del INIA Uruguay con el N° de expediente inia.2018.9.

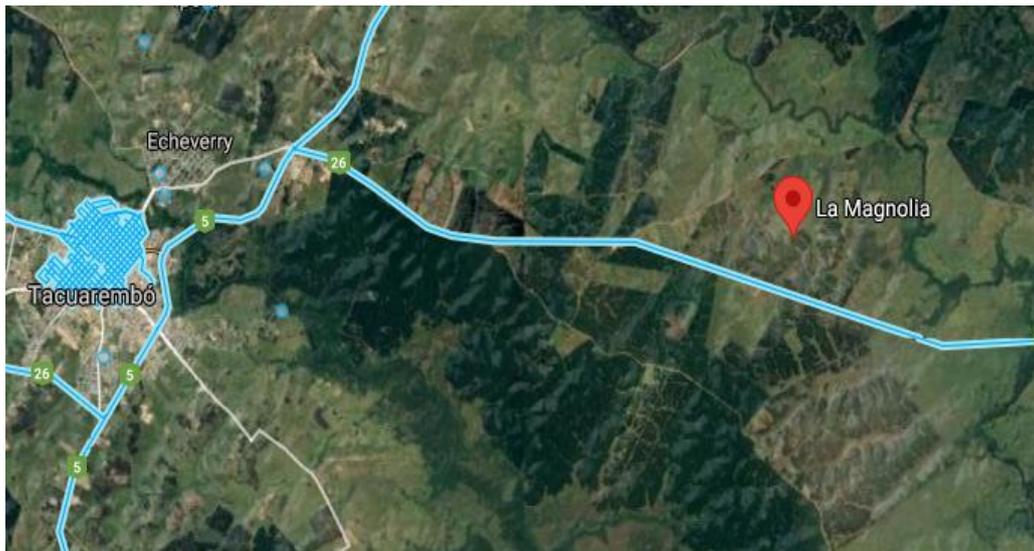


Figura 2. Ubicación geográfica de la Unidad Experimental “La Magnolia” INIA Tacuarembó, Uruguay.

5.2. Diseño experimental

Se trabajó con un rodeo Braford de 160 animales. Previo al comienzo del ensayo (día -1) los animales fueron separados aleatoriamente en 4 grupos (Anexo N° 1). Cada grupo quedó compuesto por un toro y 40 vacas de crías con terneros al pie. Los terneros, que nacieron entre septiembre y noviembre de 2018, y los toros, no fueron considerados dentro del ensayo.

Los grupos fueron asignados aleatoriamente a uno de los siguientes tratamientos:

- a. **“Campo alto”** (Grupos 1 y 2) los animales fueron mantenidos en potreros que no contaban con arroyos, bañados ni monte nativo, con una superficie total de 81,1 hectáreas.
- b. **“Campo bajo”** (Grupos 3 y 4): los animales fueron mantenidos en potreros donde había pasturas naturales, monte nativo, bañados, costa de arroyo y pajonales, con una superficie total de 162,6 hectáreas.

Cada potrero estaba separado por alambrados a una distancia de 500m a 1000m. En la Tabla 3 se detallan las superficies de cada potrero según grupo.

Tabla 3. Superficie de potreros asignados a cada grupo del ensayo.

	POTREROS	
Campo Alto	Grupo 1	49,8 Hectáreas
Campo Alto	Grupo 2	31,3 Hectáreas
Campo Bajo	Grupo 3	77 Hectáreas
Campo Bajo	Grupo 4	85,6 Hectáreas

Cada una de las vacas en evaluación disponía de un dispositivo RFID (identificador por radiofrecuencia) y la caravana de identificación individual perteneciente al sistema de trazabilidad uruguayo.

La correlación entre el número de moscas y el peso vivo iniciales se realizó evaluando a todas las vacas de cría antes del tratamiento.

Se realizó el recuento de las moscas de todas las vacas de cría, para identificar los animales más susceptibles. Para realizar dicho conteo se utilizaron contadores manuales y la frecuencia de evaluación por tratamiento fue cada 48 hrs, es decir, los contajes se realizaban en dos días, un día para los grupos del tratamiento “Campo bajo” y al otro día en los bovinos del tratamiento “Campo alto”. Al día 0 se seleccionaron el 10% de las vacas de cría con mayor número de moscas, más el toro de cada grupo, siendo tratados con caravanas impregnadas con diazinón al 40% (Over®, Santa Fe, Argentina) e identificados con un precinto en la oreja (Figuras 3 y 4).



Figura 3. Colocación de caravanas de diazinón 40% en oreja derecha.



Figura 4. Vaca de cría con caravana de diazinón al 40% en la oreja derecha.

Mensualmente las vacas fueron pesadas en forma individual utilizando una balanza digital, y quincenalmente se realizaron los conteos de mosca de los cuernos sobre las vacas de cría mediante visualización directa en el tubo.

Debido a que las moscas pueden alojarse sobre cualquier parte del animal, dependiendo principalmente de factores como lluvias, viento, sol y sombra, los conteos fueron realizados entre las 6 a 10 am con el objetivo de encontrar el mayor número de moscas sobre la zona dorsal del animal y no en la zona ventral donde los resultados podrían ser subestimados (Lysyk, 2000).

Los datos diarios de temperatura media, mínima y máxima (°C), humedad relativa (%) y el acumulado de precipitaciones (mm) fueron recabados a partir de los registros disponibles en la web del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, 2019).

5.3. Análisis estadístico

Los datos fueron registrados en planillas de campo (Anexo N° 2) y posteriormente fueron almacenados en una base de datos en Excel. Los resultados fueron procesados y analizados mediante estadística descriptiva.

Para la comparación entre tratamientos se realizó la transformación logarítmica del número de moscas con la adición de una mosca en todas las observaciones para homogeneizar las varianzas. Se aplicó un modelo de regresión múltiple donde la variable respuesta era el logaritmo neperiano (\ln) del número de moscas más una y las variables explicativas el día de observación, el grupo, el tratamiento y sus interacciones.

Además, se realizó una regresión lineal para conocer si la infestación de mosca iniciales tenía correlación con el peso vivo de las vacas antes de aplicar el tratamiento.

Para todos los análisis estadísticos se utilizó el programa STATA y se consideraron las diferencias como estadísticamente significativas cuando el valor de P era inferior a 0,05.

Los gráficos se realizaron por Microsoft Excel y por el programa Infostat®.

6. RESULTADOS

6.1 Número de moscas

En la Tabla 4 se detallan los recuentos de *H. irritans* de cada grupo registrados durante el periodo experimental.

Tabla 4. Recuentos de *Haematobia irritans* de cada grupo según día de evaluación.

Fecha	Grupo	Mediana	Mínimo	Máximo
3/12/2018	1	54	4	288
	2	15,5	3	138
	3	63	8	318
	4	26,5	2	162
19/12/2018	1	8	0	113
	2	24,5	1	220
	3	20	1	134
	4	36	1	207
3/1/2019	1	1,5	0	54
	2	11,5	2	161
	3	13	2	110
	4	20	1	154
16/1/2019	1	20,5	4	109
	2	35,5	7	229
	3	13	2	110
	4	20	1	154
31/1/2019	1	44,5	5	165
	2	35	9	225
	3	54	5	250
	4	28,5	8	251
13/2/2019	1	53,5	2	223
	2	30	3	123
	3	63,5	7	295
	4	29	5	270

En la Figura 5 se representa la evolución de la carga de *H. irritans* en los diferentes tratamientos de vacas de cría. Según lo que se puede apreciar en dicha figura, el número de moscas en el caso de los animales que se encontraban pastoreando en el tratamiento “Campo alto”, presentaron una marcada disminución hasta el día 30 de comenzado el ensayo. Posteriormente se registró un marcado aumento de la carga de moscas hasta el día 60, manteniéndose constante hasta el día 75 del ensayo.

En el caso de los animales que se encontraban pastoreando en el tratamiento “Campo bajo”, se registró una clara disminución de los niveles de *H. irritans* en el día 30 de ensayo, comportándose de manera similar hasta el día 45, momento a partir

del cual se registró un notorio aumento hasta el final del ensayo superando la carga parasitaria encontrada en el tratamiento “Campo alto”.

De acuerdo al análisis estadístico no se encontraron diferencias significativas en las medias geométricas del conteaje de moscas entre tratamientos, pero sí una tendencia a ser más bajos en el tratamiento “Campo alto” ($P=0,056$; Anexo N° 3).

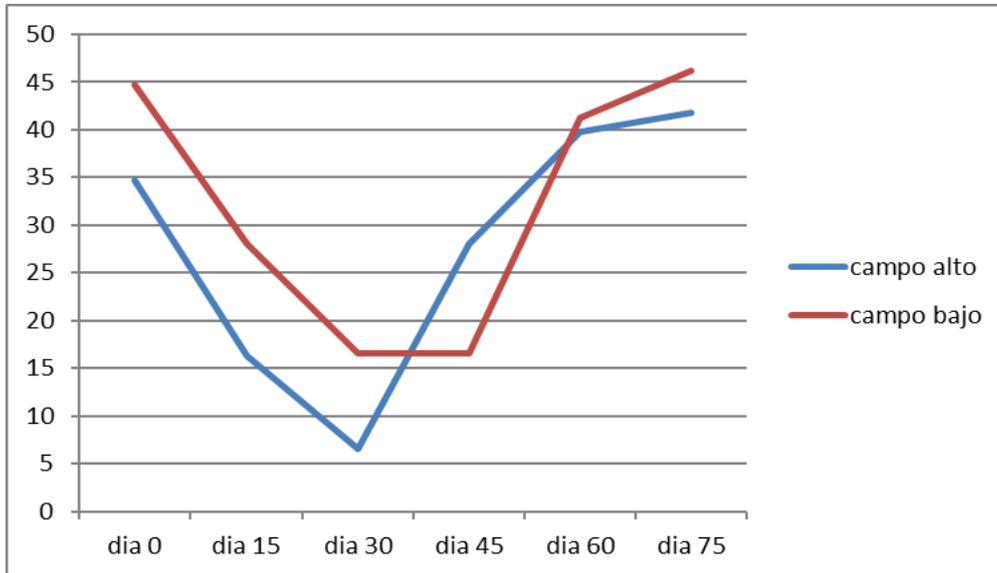


Figura 5. Carga de *Haematobia irritans* determinada por la mediana sobre las vacas de cría a lo largo del periodo de ensayo según tratamiento.

6.2. Peso vivo

En la Figura 6 se aprecia la evolución de peso vivo de las vacas de cría durante el periodo de ensayo. En el caso de las vacas de cría que se encontraban pastoreando en “Campo alto”, se produjo una disminución del peso vivo hasta el día 30. A partir de ese momento, esta variable aumentó hasta el final del ensayo, registrándose una ganancia de peso de 1,5 kg.

En cuanto a las vacas de cría que se encontraban pastoreando en “Campo bajo”, se observó que presentaban un aumento constante del peso vivo a lo largo de todo el periodo de ensayo, obteniendo una ganancia total de 14,4 kg.

No se detectaron diferencias estadísticas en los pesos vivos entre tratamientos durante el periodo de ensayo ($P= 0,1057$, Anexo N°3).

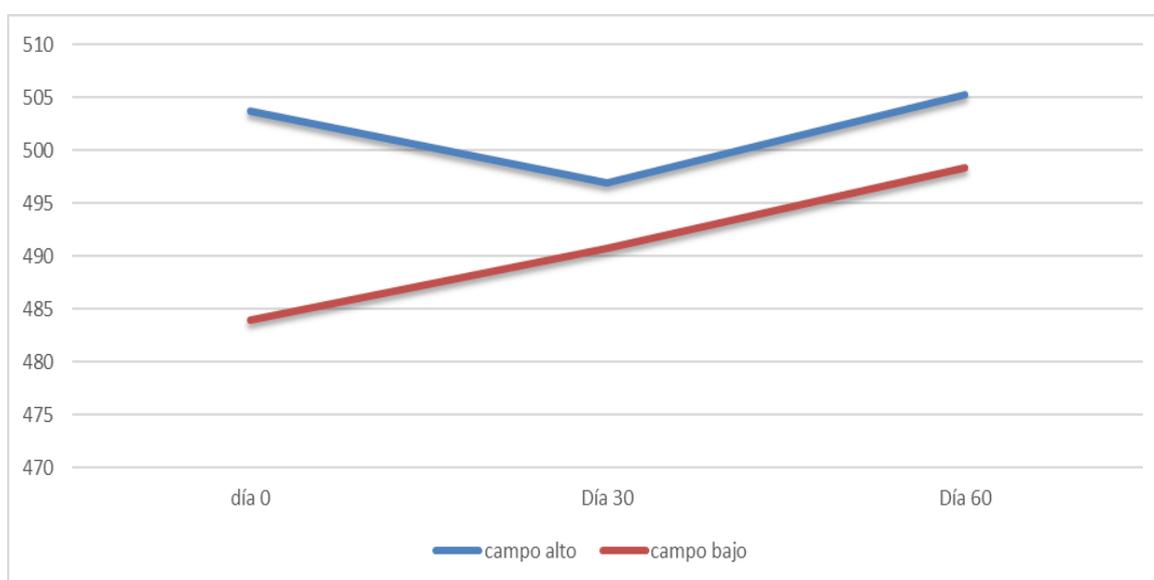


Figura 6. Evolución del peso vivo promedio de las vacas de cría según tratamiento durante el periodo de ensayo.

6.3. Correlación del número de moscas con el peso vivo

En la Figura 7 se presentan los valores de peso vivo relacionado con el número de moscas según tratamiento. En esta figura podemos observar que el número de moscas durante el periodo de ensayo no superó el umbral de 300 moscas por animal y que los animales con mayor peso tenían mayor carga de *Haematobia irritans*

Los resultados de la regresión lineal demostraron que por cada kilo que aumenta por encima de la media el peso vivo de las vacas tiene en promedio una mosca más y eso es estadísticamente significativo ($P < 0.000$, Anexo N°4).

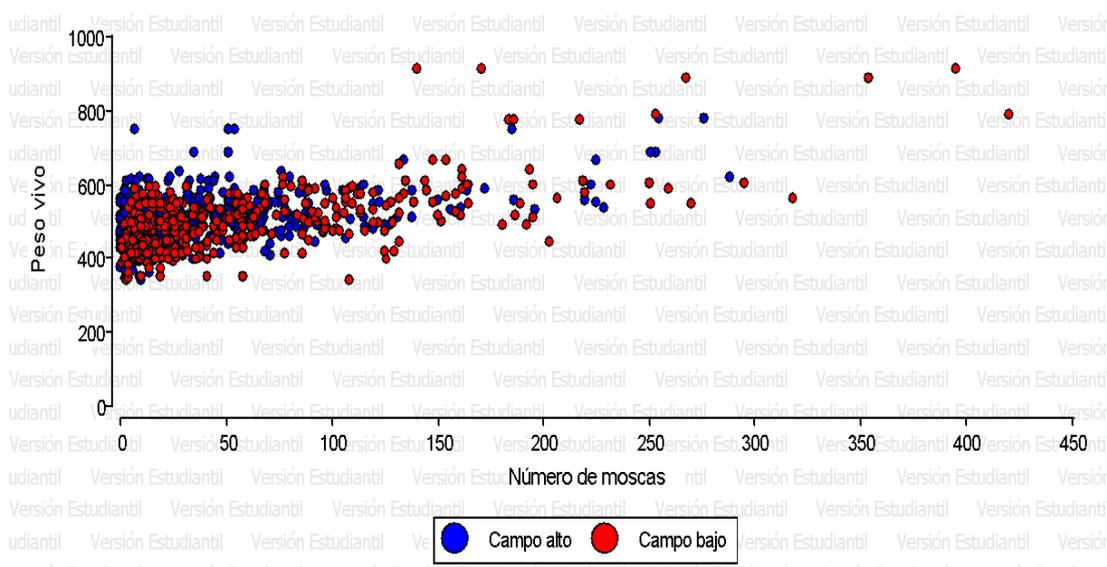


Figura 7. Correlación entre el peso vivo y el número de moscas según tratamiento durante todo el periodo de ensayo.

6.4. Datos meteorológicos

Los datos meteorológicos recabados durante el periodo de ensayo, se detallan en la Tabla 5, mientras que la evolución de estos se presenta en las Figuras 8 y 9.

Tabla 5. Valores de temperaturas mínima, máxima y promedio; precipitaciones y humedad relativa correspondiente a los meses de ensayo.

	T. °C media promedio	T. °C maxima	T. °C minima	Precipitaciones (mm)	Humedad relativa (%)
Diciembre	21,5	27,5	14,2	177	73
Enero	22,1	29,1	17,8	362	77,8
Febrero	22,6	28,7	16,8	112	76,25



Figura 8. Evolución de la precipitación acumulada en mm (barras) y porcentaje de humedad relativa (línea) registrados durante el periodo de ensayo. Fuente: INIA, 2019.

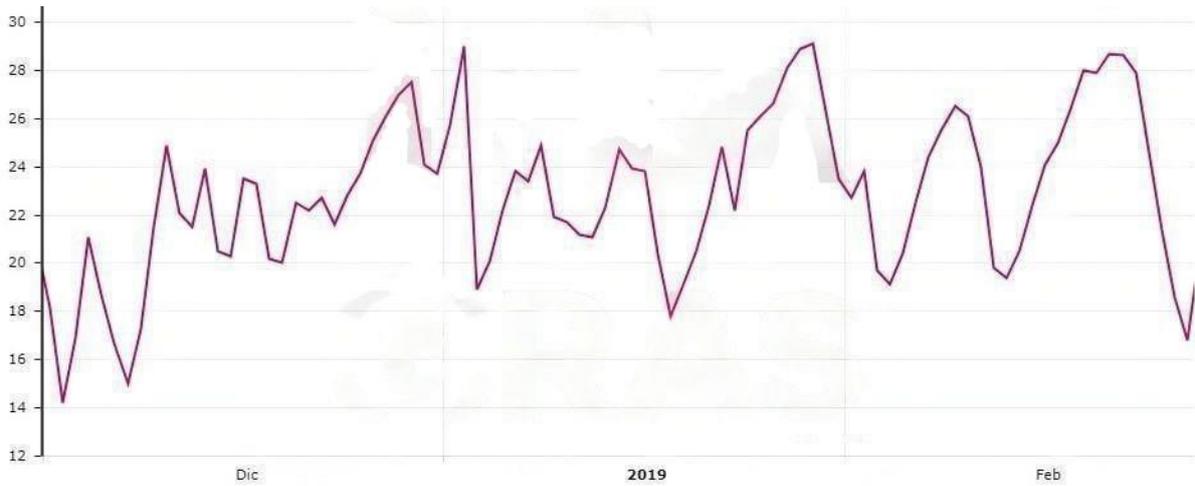


Figura 9. Evolución de la temperatura (°C) promedio registrado durante el periodo de ensayo. Fuente: INIA, 2019.

7. DISCUSIÓN

Se observó que la población de *H. irritans* en las vacas que se encontraban en campos altos, durante la mayor parte de los contajes, presentó niveles por debajo de los registrados en comparación al grupo que pastoreaba sobre campos bajo. Sin embargo, no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, lo que posiblemente sea debido al bajo número de moscas. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en otra investigación, la cual fue realizada en el mismo establecimiento y en la misma estación durante los años 2016-2017. En esta última investigación, también se evaluaron animales pastoreando en ambientes diferentes, sin embargo, el tratamiento con caravanas de diazinón fue realizado únicamente a los toros y el contaje se realizó a campo a nivel de potrero (Hitateguy y Moreno, 2020).

En el día 45 de ensayo se invirtió la tendencia observada. Esto pudo deberse a que cuando se realizó el contaje en las vacas del tratamiento de “Campo bajo”, se registraron precipitaciones muy intensas (día 17 de enero de 2019, 61 mm) y debido a que *H. irritans* en condiciones de lluvia se ubica preferentemente en zona ventral del animal, tal como menciona Mancebo et al., (2001). Debido a esto pudo haber sido subestimada la carga de mosca de los cuernos por la metodología empleada para el contaje. Además del efecto lavado que genera la lluvia sobre la materia fecal, produciendo destrucción de los estadios inmaduro de *H. irritans*.

Las variaciones registradas en el número de moscas durante el periodo de ensayo se las puede atribuir a los diferentes componentes bióticos y abióticos presentes en los diferentes potreros (Torres y Prieto, 2013). En el caso de los potreros 3 y 4 al tener presencia de monte nativo, los factores tales como lluvia, temperatura y humedad, probablemente favorecieron el desarrollo de *H. irritans*. Esto concuerda con lo demostrado por Lima, Perri y Prado (2003) en Araçatuba, San Pablo, Brasil. Quienes concluyeron que la lluvia es el factor más importante para la determinación de la población de moscas. No podemos comparar los resultados vinculados a la temperatura ambiental, dado que la investigación fue realizada en una zona de clima tropical, a diferencia de nuestro ensayo que se realizó en condiciones de clima templado. Sin embargo, es fundamental considerarla ya que, según Castro et al., (2008) en condiciones de clima templado se considera la temperatura como factor predisponente a la presencia de mosca de los cuernos en los animales.

En diciembre y en los primeros días del mes de enero, la población de moscas en todos los tratamientos comenzó a disminuir. Este descenso pudo estar relacionado al efecto generado por el tratamiento químico realizado. Estos resultados presentan concordancia con los registrados por Monge, Fraga y Ribeiro (2019), quienes observaron que el tratamiento selectivo es efectivo para controlar la población de *H. irritans*. Este ensayo se llevó a cabo en 2017-2018, en la misma Unidad Experimental de INIA y en la misma época del año que la presente tesis. Se emplearon tres grupos de animales, uno control sin tratamiento, otro donde se trató el 15% de los animales con más moscas al comenzar el ensayo y un tercer grupo en el cual se trató al total de los animales.

Otra posible explicación del descenso de moscas al llegar el verano pudo ser debido a que la dinámica poblacional de *H. irritans* presenta un comportamiento bimodal con un pico que va desde octubre a diciembre y el otro de febrero a abril (Castro, 2003).

En el caso del tratamiento “Campo alto” se registró un aumento constante del conteo de moscas durante enero, lo que podría atribuirse al aumento de temperatura y humedad registrada. En el tratamiento “Campo bajo”, el conteo de moscas se mantuvo constante hasta la segunda quincena de enero lo cual pudo deberse a las precipitaciones registradas (362mm). A partir del mes de febrero, los tratamientos se comportaron de manera dispar, pudiendo atribuirse esta variación a la presencia de monte el cual, junto con la lluvia, juega un rol importante en la epidemiología de la mosca de los cuernos. De acuerdo a la bibliografía, la presencia de monte minimiza el efecto de lavado y ayuda a la supervivencia de los estadios inmaduros de *H. irritans* (Barros et al., 2002; Mancebo et al., 2001; Castro 2003).

La variable de peso vivo se puede ver influenciada por diversos factores, sin embargo en nuestro ensayo, se tuvo en cuenta únicamente la presencia de *H. irritans*, la cual no tuvo influencia en la ganancia de peso. Esto puede estar asociado a que en ningún momento del ensayo se registraron cargas parasitarias cercanas a las 300 moscas por animal, nivel a partir del cual se ve influenciada la ganancia de peso diaria (Byford et al, 1992).

A pesar que se observó un descenso del peso vivo en el día 30, es posible que pueda estar atribuida a factores nutricionales relacionados con la superficie de pastoreo. Teniendo en cuenta la carga animal por hectárea, claramente los campos altos presentaban una carga superior a la manejada en los campos bajos lo que es negativo para la ganancia de peso diaria. En cuanto a los campos bajos, presentaban un área de pastoreo mayor, presentando una carga animal menor, lo que favorece la ganancia de peso. Estos resultados son similares a los obtenidos por Lemos (2017) quien describió que la ganancia de peso no se vio influenciada por la presencia de *H. irritans*. A diferencia de nuestra investigación, en este ensayo se tuvo en cuenta el área de pastoreo, la cual presentaba las mismas condiciones para cada tratamiento y el pastoreo fue realizado sobre pradera.

En relación a la correlación entre el peso vivo y el número de moscas podemos mencionar que la población de moscas no superó el nivel de 300 moscas por animal, esto puede ser debido al clima dado que se registró un verano lluvioso y con temperaturas no tan elevadas. Además del tratamiento realizado con las caravanas en los animales correspondientes, obtuvimos como resultado que aquellos animales con mayor peso vivo registraron mayor número de moscas, pudiendo asociarse a que a mayor peso vivo mayor superficie a parasitar, tal como describe Lemos (2017).

Como sugerencias para futuras investigaciones sería conveniente ajustar la superficie de pastoreo, además tener en cuenta la calidad nutricional que presentan las pasturas, de forma que se puedan evaluar los tratamientos en condiciones similares más allá de que por las características propias de cada tratamiento (campos altos sin montes y campos bajos con montes) muchas veces es difícil poder implementarlo en condiciones de campo.

8. CONCLUSIONES

Durante el periodo de ensayo hubo variaciones en el número de moscas en los diferentes grupos, las cuales se las puede atribuir a los componentes bióticos y abióticos presentes en los diferentes potreros.

En el caso de los potreros de campo bajo al tener presencia de monte nativo, los factores tales como lluvia, temperatura y humedad, probablemente favorecieron el desarrollo de *H. irritans*, aunque no fue posible detectar diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

La presencia de *H. irritans* no tuvo repercusión en la ganancia de peso, debido a que no se superó el valor considerado como umbral para generar pérdidas productivas significativas. El peso está correlacionado positivamente con el número de moscas, especialmente en los animales que superan la media de peso vivo.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anziani, O. (2002). FICHA N° 2. Mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) (biología, importancia económica, aspectos epidemiológicos y tendencias estacionales en el área central de la Argentina, control). En: *Guía para el control de los parásitos externos en bovinos de carne del Área Central de la Argentina*. (pp. 1-10) Rafaela: INTA Recuperado de : <https://inta.gob.ar/documentos/ficha-2-mosca-de-los-cuernos-haematobia-irritans-biologia-importancia-economica-aspectos-epidemiologicos-y-tendencias-estacionales-en-el-area-central-de-la-argentina-control>
- Anziani O., y Suárez, V. (2013). Epidemiología y control de dípteros en estado adulto y larvario en el área central de Argentina. En: Fiel, C. y Nari, A. (Eds) Enfermedades parasitarias de importancia clínica productiva en rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su diagnóstico y control. Buenos Aires, Hemisferio sur, pp 543- 568.
- Barros, A., Guglielmone, A., y Martins, J. (2002). Mosca de los Cuernos (*Haematobia irritans*): Control Sustentable y Resistencia a los Insecticidas. *Revista Red Ectopar*, 1-10.
- Bolatto, C., Fernández, C., y Breijo, M. (2013). Mosca de los cuernos: estudios hacia el desarrollo de vacunas como métodos alternativos de control. En: Breijo, M. (Resp.), *Mosca de los cuernos: estudios hacia el desarrollo de vacunas como métodos alternativos de control* (pp. 9-15). Montevideo: INIA.
- Butler, J.F. (1992). *External Parasite Control*. En: Van Horn, H. H. y Wilcox C.J. (Eds.), *Large Dairy Herd management* (pp. 568-583). Champaign: American Dairy Science Association.
- Byford, R.L., Craig, M.E., y Crosby, B.L. (1992). Review of ectoparasites and their effect on cattle production. *Journal of Animal Science*, 70 (2), 597-602.
- Cantú, A., y García, Z. (2009). *Mosca de los cuernos Haematobia irritans, un factor negativo en la producción de bovinos de carne*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México, Folleto N° 12, primera edición. Recuperado de: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/837.pdf>
- Carballo, M., y Martínez, M. (1991). Hallazgo de *Haematobia irritans* en Uruguay. *Veterinaria (Montevideo)*, 27(112), 20-21.
- Castillo, A. F., Rodríguez, Y. H., Torrente, D. Q., Fernández, R. R., y Mellor, L. M. (2016). Dinámica poblacional de la mosca *Haematobia irritans* (Linnaeus 1758) (Díptera: Muscidae) en Cuba. *Revista de Salud Animal*, 38(3), 137-141.
- Castro, E. (2003). Mosca de los cuernos: efecto en ganado de carne en Uruguay. *Revista del Plan Agropecuario*, 108, 46-48.

- 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.
- Cuore, U., Reberon, S., Alza, D., Trelles, A., Mautone, G., Solari, M. (2005). *Comportamiento del Factor de Resistencia de Haematobia irritans relacionada con diferentes tratamientos específicos*. (2005). Epidemiología y Control de *Haematobia irritans* en la Cuenca Lechera Sur. Congreso Nacional de Veterinaria, Montevideo, Uruguay.
- Cuore, U., Solari, M.A., Castro-Janer, E., y Valledor, M.S. (2013). *Epidemiología y control de Dípteros en estado adulto y larvario en Uruguay*. En: Fiel, C. y Nari, A. (Eds.), *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes* (pp. 571-604). Buenos Aires: Hemisferio Sur.
- Dobson, R. C., Kutz, F. W., y Sanders, D. P. (1970). Attraction of horn flies to testosterone-treated steers. *Journal of Economic Entomology*, 63, 323-324.
- Hitateguy, E., y Moreno, P. (2020). *Determinación de la eficacia del uso de caravanas impregnadas con Diazinon 40% en toros para el control de Haematobia irritans en un rodeo Braford* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. (2019). *Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) de INIA Uruguay*. Recuperado de http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/Carlos_Puebas/Gras/Editar3.html?est=3
- Kunz, S. E., & Kemp, D. H. (1994). Insecticides and acaricides: resistance and environmental impact. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*, 13(4), 1249-1286.
- Lado, P., y Falcón, J., (2011). *Guía Curso Práctico, Curso de Parasitología y Enfermedades Parasitarias actualización y reedición*. pp. 37- 43.
- Lemos, E. (2017). *Efecto de Haematobia irritans en novillos a pastoreo en franjas* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Lima, L. G. F., Perri, S. H. V., & Prado, A. P. (2003). Variation in population density of horn flies (*Haematobia irritans irritans*)(L.)(Diptera: Muscidae) in Nellore cattle (*Bos indicus*). *Veterinary Parasitology*, 117(4), 309-314.
- Lysyk, T. J. (2000). Comparison of sample units for estimating population abundance and rates of change of adult horn fly (Diptera: Muscidae). *Journal of medical entomology*, 37(3), 299-307.
- Mancebo, A., Monzón, C. M., y Bulman, G. M. (2001). *Haematobia irritans: Una actualización a diez años de su introducción en Argentina (Parte II)*. *Vet. Argent*, 18, 119-135.

- Marques, L., Moon, R., Cardozo, H., Cuore, U., Trelles, A., & Bordaberry, S. (1997). Primer diagnóstico de resistencia de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) en Uruguay: Determinación de susceptibilidad a cipermetrina y diazinón. *Veterinaria (Montevideo)*, 33(133), 20-23.
- Miraballes, C. (2017). *Evaluación de una trampa de paso para el control de Haematobia irritans en ganado lechero* (Tesis de maestría). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Monge, M., Fraga, A., y Ribeiro, R. (2019). *Determinación de la eficacia del uso del tratamiento selectivo para el control de Haematobia irritans en un rodeo Braford* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, UDELAR, Montevideo.
- Navarro, R., Lara, S., y Bórquez, F. (2009). Resultados y lecciones en: *Control biológico de la mosca de los cuernos en bovinos con extracto de Neem*. Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario-Chile, pp. 1-38. Recuperado de: https://opia.fia.cl/601/articles-75584_archivo_01.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Estudio FAO Producción y Sanidad Animal*. Roma: FAO.
- Romano, A., y Ferrari, O. (1993), Mosca de los cuernos *Haematobia irritans* (L). Buenos Aires, Edigraf, pp. 1- 135.
- Torres P. y Prieto, O. (2013). Dípteros parásitos al estado adulto. La mosca de los cuernos *Haematobia irritans*. En: Fiel, C., Nari, A. (Ed). Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes. (pp. 353-367). Buenos Aires, Hemisferio Sur.
- Vignau, M. L., Venturini, L. M., Romero, J. R., Eiras, D. F., y Basso, W. U. (2005). Parasitología práctica y modelos de enfermedades parasitarias en los animales domésticos. *Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de La Plata, La Plata*. Recuperado de: <http://meran.fcv.unlp.edu.ar/meran/opac-detail.pl?id1=1632#.YvqT3HbMJPY>
- Zaramati, M. (2002). *Determinación de la efectividad de Cipermetrina 6% (Pour on), Cipermetrina 15% (baño de aspersion), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (Pour on) y Cipermetrina 10%/ Ethion 40% (baño de aspersion) sobre Haematobia irritans en bovinos* (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Recuperada de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2002/fvz.36d/doc/fvz.36d.pdf>

10. ANEXOS

ANEXO N°1: Análisis estadístico grupos balanceados por peso vivo y condición corporal inicial

CC inicial

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
cc	160	0,03	0,01	10,4

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,13	3	0,38	1,79	0,1512
group	1,13	3	0,38	1,79	0,1512
Error	32,81	156	0,21		
Total	33,94	159			

PV inicial

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
weight	160	0,05	0,03	12,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27942,37	3	9314,12	2,55	0,06
group	27942,37	3	9314,12	2,55	0,06
Error	570403,88	156	3656,44		
Total	598346,24	159			

ANEXO N°2: Modelo de planilla de campo empleada para los registros

FECHA	GRUPO	N°CARAVANA	PESO (KG)	N° MOSCAS

ANEXO 3: Análisis estadístico

PESO VIVO

Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	Min	Máx	Mediana
1	Peso	491	507,21	63,08	341	778	506
2	Peso	492	499,59	83,07	342	910	494

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso	983	2,70E-03	1,60E-03	14,65

Cuadro de Análisis de varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14270,63	1	14270,63	2,62	0,1057
Tratamiento	14270,63	1	14270,63	2,62	0,1057
Error	5337675,25	981	5441,06		
Total	5351945,88	982			

NÚMERO DE MOSCAS

```
. mixed lnfly1 i.day##i.group weight || idcow:, res(ar1, t(visit)) reml
```

Obtaining starting values by EM:

Performing gradient-based optimization:

```
Iteration 0: log restricted-likelihood = -928.98078
Iteration 1: log restricted-likelihood = -911.08651
Iteration 2: log restricted-likelihood = -910.12401
Iteration 3: log restricted-likelihood = -910.10901
Iteration 4: log restricted-likelihood = -910.10901
```

Computing standard errors:

```
Mixed-effects REML regression      Number of obs   =      820
Group variable: idcow              Number of groups =      164

Obs per group:
    min =          5
    avg =         5.0
    max =          5

Wald chi2(20) =      883.60
Prob > chi2   =      0.0000
Log restricted-likelihood = -910.10901
```

Innfly1	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
day						
30	-1.330368	.1219021	-10.91	0.000	-1.569292	-1.091445
45	.812633	.1415933	5.74	0.000	.5351152	1.090151
60	1.355634	.1478534	9.17	0.000	1.065847	1.645421
75	1.450808	.1499781	9.67	0.000	1.156857	1.74476
group						
2	.9805133	.1889032	5.19	0.000	.6102698	1.350757
3	.7741559	.1900177	4.07	0.000	.4017281	1.146584
4	1.12239	.1887577	5.95	0.000	.7524317	1.492348
day#group						
30 2	.7431401	.1724782	4.31	0.000	.405089	1.081191
30 3	1.13375	.1725155	6.57	0.000	.7956258	1.471874
30 4	1.059343	.1724668	6.14	0.000	.7213147	1.397372
45 2	-.4130105	.2003144	-2.06	0.039	-.8056195	-.0204015
45 3	-1.009251	.2003465	-5.04	0.000	-1.401923	-.6165794
45 4	-1.083658	.2003045	-5.41	0.000	-1.476248	-.6910684
60 2	-.8193337	.2091645	-3.92	0.000	-1.229289	-.4093788
60 3	-.4025464	.2091953	-1.92	0.054	-.8125616	.0074688
60 4	-1.164173	.2091551	-5.57	0.000	-1.57411	-.754237
75 2	-1.198168	.2121682	-5.65	0.000	-1.61401	-.782326
75 3	-.2492088	.2121985	-1.17	0.240	-.6651103	.1666926
75 4	-1.298727	.2121589	-6.12	0.000	-1.714551	-.8829036
weight	.0078467	.0006836	11.48	0.000	.0065069	.0091864
_cons	-1.66346	.3786705	-4.39	0.000	-2.40564	-.9212791

Random-effects Parameters	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
idcow: Identity				
var(_cons)	.2599532	.0530899	.1742029	.3879136
Residual: AR(1)				
rho	.349223	.0589867	.2287677	.4591459
var(e)	.4680214	.0411197	.3939856	.5559696

LR test vs. linear model: chi2(2) = 272.24 Prob > chi2 = 0.0000

	Margin	Std. Err.	Bonferroni Groups
Innfly1			
day#group			
15 1	-1.66346	.3786705	A
15 2	-.6829464	.3663712	CDEF
15 3	-.8893039	.3559271	BCDE
15 4	-.5410696	.3684998	CDEFG
30 1	-2.993828	.3771416	
30 2	-1.270175	.3594393	AB
30 3	-1.085922	.3607558	ABC
30 4	-.8120946	.3720775	BCDEF
45 1	-.8508267	.3771416	BCD
45 2	-.2833238	.3594393	DEFGH
45 3	-1.085922	.3607558	ABC
45 4	-.8120946	.3720775	BCDEF
60 1	-.3078257	.3771416	EFGH
60 2	-.146646	.3594393	FGH
60 3	.0637838	.3607558	GH
60 4	-.3496089	.3720775	DE GH
75 1	-.2126513	.3771416	EFGH
75 2	-.430306	.3594393	CDEFG
75 3	.3122957	.3607558	H
75 4	-.3889886	.3720775	DEFG

Note: Margins sharing a letter in the group label are not significantly different at the 5% level.

Anexo N°4: Análisis de correlación entre número de moscas y peso vivo

```
. regress Innflyi weight
```

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	164
Model	40.1157711	1	40.1157711	F(1, 162)	=	37.41
Residual	173.711621	162	1.07229396	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.1876
				Adj R-squared	=	0.1826
Total	213.827392	163	1.31182449	Root MSE	=	1.0355

Innflyi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
weight	.0065265	.001067	6.12	0.000	.0044194 .0086335
_cons	.1895533	.5404643	0.35	0.726	-.87771 1.256817

```
. di exp(0.0065)
1.0065212
```