



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**“ABUNDANCIA Y DINÁMICA POBLACIONAL DE MOSCA
DOMÉSTICA (*MUSCA DOMESTICA*) Y MOSCA DE LOS ESTABLOS
(*STOMOXYS CALCITRANS*) EN DOS ECOSISTEMAS EN EL SUR DE
URUGUAY.”**

Ana Laura Pérez Sarasqueta

TESIS DE MAESTRÍA EN SALUD ANIMAL

URUGUAY

2021



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA

Programa de Posgrados

**“ABUNDANCIA Y DINÁMICA POBLACIONAL DE MOSCA
DOMÉSTICA (*MUSCA DOMESTICA*) Y MOSCA DE LOS ESTABLOS
(*STOMOXYS CALCITRANS*) EN DOS ECOSISTEMAS EN EL SUR DE
URUGUAY.”**

Ana Laura Pérez Sarasqueta

Eleonor Castro Janer; DMTV, MSc, PhD.

Director de Tesis

2021

**INTEGRACIÓN DEL TRIBUNAL DE
DEFENSA DE TESIS**

Andrès Gil; DMTV, MSc, PhD;

Universidad Tecnológica.

Uruguay.

Antonio Thadeu Medeiros de Barros; DMTV, MSc, PhD;

Embrapa Gado de Corte, Grupo de Pesquisa Animal.

Brasil

Avelino José Bittencourt; DMTV, MSc, PhD;

Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro. Departamento de Medicina y
Cirugía Veterinária- Instituto de Veterinária.

Brasil

2021



Facultad de Veterinaria
Universidad de la República
Uruguay

*Ac. Gil
15/03/22*



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA

ACTA DE TESIS DE MAESTRIA

ORIENTACIÓN: Salud Animal

LUGAR Y FECHA DE LA DEFENSA: Por sala Zoom 11/03/22 hora 15

TRIBUNAL: Andrés Gil, Antonio Thadeu Medeiros de Barros, Avelino Bittencourt

CI	NOMBRE	CALIFICACIÓN	NOTA
4552040-1	PEREZ SARASQUETA, ANA LAURA	S.S.S.	12

TRIBUNAL

Andrés Gil

Antonio Thadeu Medeiros de Barros

Avelino Bittencourt

FIRMA

Andrés Gil

Antonio Thadeu Medeiros de Barros
Avelino Bittencourt

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

Especialmente a mi tutora Eleonor Castro por apoyarme con esta y otras ideas desde la primera idea y ayudarme a creer que era posible, por ayudarme en todo el trabajo de campo y lo más importante a crecer como persona y profesional.

A CSIC por financiar este proyecto y la exposición de los resultados preliminares.

A la ANII por otorgarme una beca de Maestría.

A todos los compañeros del Parque Lecocq por permitirnos realizar el estudio y colaborar con el mismo. Por acompañar en el día a día este proceso y permitirme dedicarle tiempo.

A Richard, el dueño del tambo, por permitirnos trabajar allí y ayudarnos, y fomentar el manejo integrado de ectoparásitos.

A Anderson Saravia por la inmensa ayuda en el muestreo en el tambo y con las trampas.

A todos los compañeros del laboratorio que nos acompañaron desde la elaboración e instalación de trampas, en el muestreo, identificación de dípteros y mil cosas.

A Thadeu por ayudarnos desde el principio con la planificación del proyecto.

A todos los compañeros y docentes de cursos de posgrado.

A toda la Facultad de Veterinaria y su gente por todo lo brindado en forma incondicional.

A todos mis amigos que han ayudado de todas las maneras posibles, empujándome cada día para llegar a la meta, incluso Flavi ayudándome a armar trampas.

A toda mi Flia que han hecho posibles que este aquí hoy. A mi madre que me ayudó a recolectar moscas.

A Agus por estar siempre en todas, incluso recolectando moscas.

A mis perritas que han dedicado tantas horas juntas a esta tesis que podrían recibir algún título.

Indice

AGRADECIMIENTOS.....	i
RESUMEN.....	v
SUMMARY.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. <i>Musca domestica</i>	1
1.1.1. Biología y morfología.....	1
1.1.2. Impacto.....	1
1.2. <i>Stomoxys calcitrans</i>	2
1.2.1. Biología y morfología.....	2
1.2.2. Impacto.....	2
1.3. Control.....	5
1.3.1. Control cultural.....	5
1.3.2. Control biológico.....	5
1.3.3. Control químico.....	6
1.3.4. Control físico.....	6
2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.....	6
2.1. Métodos de monitoreo.....	6
2.2. Dinámicas poblacionales y factores abióticos.....	9
2.3. Exigencias térmicas.....	10
2.4. Antecedentes en Uruguay.....	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4. HIPÓTESIS.....	12
5. OBJETIVOS.....	12
5.1. Objetivo general.....	12
5.2. Objetivos específicos.....	13
6. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	13
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
7.1. Período y área de estudio.....	16
7.1.1. Humedales de Santa Lucía y Zoológico Parque Lecocq.	16
7.1.2. Tambo.....	17

7.2. Trampas.....	19
7.2.1. Captura de adultos en vuelo.....	19
7.2.2. Trampas de emergencia.....	20
7.3. Estudio de formas inmaduras.....	23
7.4. Determinación de humedad de los sitios de cría.....	23
7.5. Remisión de muestras al laboratorio e identificación morfológica	24
7.6. Información agro meteorológica.....	24
7.7. Grados días y generaciones.....	24
7.8. Estudio de comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales.....	24
7.9. Análisis estadístico.....	25
8. RESULTADOS	25
8.1. Ensayos de trampas.....	25
8.2. Determinación de las poblaciones de adultos	25
8.2.1. Parque Lecocq.....	25
8.2.2. Tambo.....	26
8.3. Capturas en trampas de emergencia y trampas de vuelo	31
8.4. Evaluación de formas inmaduras	33
8.5. Factores abióticos.....	33
8.6. Humedad materia orgánica (sitios de cría)	36
8.7. Generaciones y disponibilidad térmica.....	36
8.8 Estudio de comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales.....	38
8.9. Otros dípteros de interés	40
9. DISCUSIÓN	41
9.1. Trampas y modificaciones	41
9.2. Poblaciones de adultos.....	42
9.2.1. <i>Musca domestica</i>	43
9.2.2 <i>Stomoxys calcitrans</i>	43
9.3. Comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales.....	45
9.4. Otros dípteros de interés	45
9.5. Consideraciones finales	46
10. CONCLUSIONES.....	47

11. PERSPECTIVAS A FUTURO.....	47
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	49

RESUMEN

La “mosca doméstica” (*Musca domestica*) y la “mosca de los establos” (*Stomoxys calcitrans*) son dípteros de gran importancia en sistemas pecuarios donde hay gran concentración de materia orgánica, ya sea por su papel perturbador sobre los animales así como por la transmisión de patógenos. En particular, la mosca doméstica tiene gran impacto en la salud pública. La “mosca de los establos”, por su picadura dolorosa y hematofagia, produce gran estrés en los animales, llevando a una disminución de la producción. En el caso de animales silvestres el estrés es notorio, afectando su bienestar. En el Zoológico Parque Lecocq, área protegida, la alta concentración de animales en espacios reducidos produce una alta producción de materia orgánica que constituyen sitios de cría para estas moscas. Especies en peligro crítico de extinción como los antílopes Addax (*Addax nasomaculatus*) que allí se encuentran deben ser particularmente protegidos de estos dípteros. A nivel productivo, también hay una alta producción de materia orgánica en los tambos, cuyo manejo siempre constituye un problema, lo que conlleva a altas poblaciones de moscas. Para poder instaurar un control eficiente de estas plagas es necesario obtener datos básicos de sus comportamientos en sistemas de producción y sitios de cría de animales. El objetivo del presente trabajo fue conocer la dinámica poblacional de *M. domestica* y de *S. calcitrans* en dos ambientes en la zona sur de Uruguay. Durante 23 meses, se realizaron capturas de adultos en diferentes lugares, mediante el uso de trampas de emergencia para determinar sitios de cría y trampas para captura en vuelo, en el Parque Lecocq (Montevideo) y un tambo en el departamento de Colonia. Ambas moscas estuvieron presentes todo el año pero con una dinámica diferente. En general, el período de mayor abundancia se extiende desde fines de primavera hasta inicio de otoño. La época de mayor abundancia de *M. domestica* se dió en otoño y puede extenderse desde verano a inicio de invierno. Los picos de mayor magnitud de *S. calcitrans* se presentaron entre fines de primavera e inicio de verano, y otro de menor magnitud a fines de verano e inicio de otoño. No se evidenció correlación de la población de moscas con las temperaturas media, mínima, máxima, la humedad relativa y las precipitaciones acumuladas. En el Parque Lecocq, se observó una mayor diversidad de dípteros pertenecientes a las familias Muscidae, Sarcophagidae, Calliphoridae, Tabanidae y Drosophilidae, allí *Stomoxys calcitrans* tuvo una prevalencia mayor que *M. domestica*, contrariamente a lo observado en el tambo, donde *M. domestica* constituye la mayor problemática. *Stomoxys calcitrans* ocasiona gran malestar en antílopes Addax con cargas bajas (2 moscas por animal) y presenta preferencia por miembros torácicos y cabeza. Como medida de control en el Parque Lecocq se recomienda un manejo más riguroso de los sitios de cría estudiados, principalmente en primavera y verano. En el tambo se recomienda mayor higiene en áreas como comederos, playa de alimentación y guachera, especialmente en verano y otoño, asociada con el uso de trampas Nzi, de melaza o modelos comerciales. Se realizó el primer diagnóstico de ejemplares adultos de *Philornis* sp., agente causal de miasis en aves, en un área protegida en Uruguay.

SUMMARY

The "house fly" (*Musca domestica*) and the "stable fly" (*Stomoxys calcitrans*) are dipterans of great importance in livestock systems where there is a high concentration of organic matter, either because of their disturbing role on the animals as well as because of the pathogen transmission. In particular, the housefly has a great impact on public health. The "stable fly", due to its painful bite and hematophagy, produces great stress to animals, leading to a decrease in production. Fly stress is notorious in wildlife, affecting their welfare. In the Parque Lecocq Zoo, a protected area, the high concentration of animals in small spaces produces a high production of organic matter that constitutes breeding sites for these flies. Critically endangered species such as "Addax antelopes" (*Addax nasomaculatus*) that are found there must be particularly protected from these dipterans. At a productive level, there is also a high production of organic matter in the dairy farms, whose management is a problem, leading to high populations of flies. In order to establish an efficient control of these pests, it is necessary to obtain basic data on their behavior in production systems and animal husbandry sites. The objective was to know the population dynamics of *M. domestica* and *S. calcitrans* in two locals in the southern zone of Uruguay. During 23 months, adults catches were made in different places, using emergency traps to determine breeding sites and traps for capture in flight, in Parque Lecocq (Montevideo) and a dairy farm in the department of Colonia. Both flies were present throughout the year but with a different dynamic. In general, the period of greatest abundance extends from late spring to early fall. The season of greatest abundance of *M. domestica* occurred in autumn and can extend from summer to early winter. The highest magnitude peaks of *S. calcitrans* occurred between late spring and early summer, and another of lower magnitude at the end of summer and early fall. No correlation was found between the fly population and the average, minimum, and maximum temperatures, relative humidity, and accumulated rainfall. A greater diversity of Diptera belonging to the Muscidae, Sarcophagidae, Calliphoridae, Tabanidae and Drosophilidae families was observed, in the park, where *Stomoxys calcitrans* had a higher prevalence than *M. domestica*, contrary to what was observed in the dairy farm, where *M. domestica* constitutes the biggest problem. *Stomoxys calcitrans* causes great discomfort in Addax antelopes with low loads (2 flies per animal) and has a preference for the thoracic limbs and head. As a control measure in Parque Lecocq, a more rigorous management of the breeding sites studied is recommended, mainly in spring and summer. In the dairy, greater hygiene is recommended in areas such as feeders, feeding beach and guachera, especially in summer and autumn, associated with the use of Nzi traps, molasses or commercial models. The first diagnosis of adult specimens of *Philornis sp.*, causal agent of myiasis in birds, was made in a protected area in Uruguay

1. INTRODUCCIÓN

La “mosca doméstica” (*Musca domestica*) y la “mosca de los establos” (*Stomoxys calcitrans*), son plagas ampliamente distribuidas y de gran importancia en animales confinados, presentándose a menudo en poblaciones mixtas.

1.1. *Musca domestica*

1.1.1. Biología y morfología

La “mosca doméstica” es el díptero más común en muchas regiones y se puede encontrar desde los trópicos hasta las regiones polares, estrechamente asociada al hombre y sus actividades. Es la mosca más frecuente en granjas de suinos, avícolas, tambos, “feed-lots”, establos de equinos y zoológicos, sitios donde hay gran acumulación de materia orgánica. Es en esta materia orgánica en descomposición donde la hembra adulta realiza la oviposición, aproximadamente 2000 huevos en su vida, la cual dura un promedio de 6-8 semanas (Bowman et al. 2004). Producen varias generaciones cada año. El adulto mide de 6 a 7 mm de largo y es generalmente de color gris. Como todas las moscas, tiene dos alas y un cuerpo dividido en tres partes: cabeza, tórax y abdomen. El tórax es gris con cuatro fajas longitudinales en el dorso. Las patas son de color pardo negruzco. Las alas tienen una venación distintiva. Presentan un aparato bucal de tipo lamedor que les permite alimentarse de las secreciones de los animales y el hombre, ocasionándoles graves molestias. El abdomen presenta coloración amarillenta a los lados y en la porción posterior es negro parduzco con líneas longitudinales en el medio del dorso. Las hembras normalmente copulan una sola vez por postura. Una hormona sexual volátil, denominada (z)-9-tricoseno, producida por la hembra sirve para atraer al macho. Tres a cuatro días después de la deposición de los huevos, la hembra esta apta para volver a copular. La importancia del control de la mosca doméstica se reconoce si se considera que, en dos semanas, una mosca puede depositar mas de 1000 huevos. Las larvas eclosionan de los huevos en 12-24 horas y completan su desarrollo en 4-7 días. En climas más frescos, medio seco o donde la comida sea escasa puede extender el desarrollo a 2 semanas o más. Las larvas pasan por tres etapas de crecimiento o estadios a medida que aumentan en tamaño. Forman una carcasa oscura y endurecida llamada pupario y la pupa de la mosca doméstica se desarrolla allí dentro. La etapa de pupa dura 3-4 días en verano y semanas o meses durante el invierno. Emerge una mosca adulta para completar el ciclo. Las moscas viven un promedio de 2 a 4 semanas en verano y más en climas más fríos. Las moscas adultas son más activas durante el día a temperaturas de 26-32 °C y se vuelven inactivas por la noche y a temperaturas inferiores a 6,9-10 °C. Los adultos descansando se pueden ver en el techo, las vigas, las paredes, los postes y otras superficies dentro de instalaciones para animales, en las paredes, cercas y vegetación exterior (West, 1951)

1.1.2. Impacto

Debido a sus hábitos alimenticios y reproductivos, se encuentran en estrecha vinculación con gran cantidad de microorganismos, incluidos patógenos humanos. El papel de la *M. domestica* en la transmisión de agentes patógenos ha sido reportado por muchos autores. Ellas son

capaces de transportar organismos patógenos tanto para el hombre como para los animales, mediante sus heces, vómitos, en sus patas y pelos, lo que las convierte en importantes vectores biológicos o mecánicos (Joyner et al. 2013; Davies et al. 2016; Bahrndorff et al. 2017). Se ha asociado a bacterias de diversos géneros, los más comunes incluyen *Corynebacterium*, *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Vagococcus*, *Weissella*, *Lactococcus* y *Aerococcus* (Bahrndorff et al. 2017). Pueden actuar también como vectores biológicos de parásitos nematodos del estómago de caballos (*Habronema* spp). Altas poblaciones de moscas pueden ocasionar disminución de la ganancia de peso, disminución de la producción de leche y ocasionar un aumento en el recuento bacteriano en leche.

1.2. *Stomoxys calcitrans*

1.2.1. Biología y morfología

La “mosca de los establos”, también llamada “mosca brava”, de apariencia similar a la “mosca doméstica”, se diferencia por su aparato bucal que presenta una larga y puntiaguda probóscide con la cual produce dolorosas picaduras y realiza hematofagia. La mosca de los establos posee un abdomen amplio con manchas oscuras en el dorso, en el tórax tiene cuatro líneas longitudinales, similares a las de mosca doméstica. Parasitan varias especies de animales, principalmente a equinos y bovinos estabulados, e incluso al hombre. Al igual que la “mosca doméstica” pone sus huevos sobre materia orgánica en descomposición. Las moscas adultas se alimentan de sangre una o dos veces al día, cada vez durante unos cinco minutos. Lo más habitual es observarlas alimentándose sobre las patas, principalmente miembros torácicos, pero también en tórax, cuello y abdomen (Bittencourt & Moya Borja, 2002). Cuando no están alimentándose sobre los animales descansan fuera del hospedador, posadas sobre paredes y otras instalaciones próximas a los hospedadores (alambrado, paredes, etc). Tiene un ciclo de vida igual al de la mosca doméstica pero su desarrollo es ligeramente más lento. El período de ovoposición es de 6 a 8 días (Axtell, 1986). La actividad de estas moscas es máxima en primavera y verano, pero en zonas tropicales y subtropicales puede haber adultos durante todo el año. Se observó que a temperaturas entre 26-28 °C y con una humedad relativa entre 65-75 %, el ciclo biológico fue de 18 días, y se alargó hasta 43 días cuando las condiciones nutricionales fueron insuficientes, manteniéndose en estadio larval (Vargas Chacn & Solorzano, 2018).

1.2.2. Impacto

La presencia de esta mosca causa efectos adversos para los animales debido tanto a las pérdidas de sangre (es capaz de ingerir 0,05 ml por cada picadura), como por la irritación que ocasionan ya que su picadura es muy dolorosa. La molestia ocasionada altera la conducta normal de los animales, en un intento por evitar ser picados produciéndole un estrés que en ocasiones es muy importante (Guimaraes, 1984; Vitela-Mendoza et al. 2016) Por ejemplo, en bovinos, si el nivel de infestación es bajo (50 moscas/animal), los animales pueden realizar

movimientos de cola, patadas y temblores cutáneos. En niveles de infestación moderados (51 a 100 moscas/animal) los animales pueden además utilizar su cabeza y lengua para intentar espantar las moscas de los miembros torácicos. En infestaciones elevadas puede observarse a los animales agrupados o con los miembros inmersos en agua. En equinos la sensibilidad a la picadura es mayor, teniendo reacciones más intensas incluso en infestaciones bajas (Bittencourt & Moya Borja, 2000). En ocasiones pueden ser vistos galopando desconcertados. El efecto patógeno de esta mosca interfiere con el bienestar animal, conlleva al agrupamiento de los animales lo que incrementa el estrés calórico, impacta en forma directa por la picadura y consumo de sangre y produce pérdida de energía involucrada en disminución de la ganancia de peso entre 28,5 a 71,5% (Wieman et al. 1992), disminución de peso de hasta 50 Kg (Gomes, 2009) y de la producción de leche (Stork, 1979; Campbell et al. 2001) de hasta 40% (Gomes, 2009), problemas reproductivos y lesiones pódalas (Barros et al. 2010) y aumento de los niveles séricos de cortisol (Vitela- Mendoza et al. 2016). *Stomoxys* sp. también puede afectar a los animales salvajes, con consecuencias altamente negativas.

Se ha observado que *S. calcitrans* tras ser interrumpida en su alimentación, puede, al picar luego otro animal, inocular parte de la sangre infectada presente en sus piezas bucales y se ha observado también que es capaz de actuar como cultivo de microorganismos los cuales pueden ser regurgitados en su siguiente alimentación. Se ha demostrado que es responsable de la transmisión de los agentes de Anemia Infecciosa Equina, Peste Porcina Africana, Virus del Oeste del Nilo y del Valle del Rift, Herpes y se sospecha la transmisión de *Rickettsia* (*Anaplasma*, *Coxiella*), Herpes Virus Bovino, Virus de Leucosis Bovina, Virus de la Estomatitis Vesicular, Lengua Azul y otras bacterias y parásitos (*Trypanosoma* spp., *Besnoitia* spp.) (Baldacchino et. al. 2013)

En varios países se ha registrado la ocurrencia de brotes de *S. calcitrans*, asociados a diferentes factores predisponentes y / o determinantes humanos y naturales. En Brasil las pérdidas económicas ocasionadas por *S. calcitrans* fueron estimadas en 340 millones de dólares (Grisi et al. 2014). Algunos autores establecen el umbral de pérdidas económicas en ganado lechero a partir de 25 moscas/animal (Jonsson & Mayer, 1999). Si bien los problemas producidos por *S. calcitrans* son más frecuentes en ganado de leche y animales confinados, también se ha visto en bovinos en cría extensiva asociados a la suplementación con forraje donde se acumulan residuos constituyendo sitios de cría para las formas inmaduras de esta mosca (Hall et al. 1982; Campbell et al. 2001) o cercano a plantas de elaboración de alcohol (Gomes, 2009; Barros et al. 2010; Oda & Arantes, 2010) donde también se ha observado un aumento desmesurado de *M. domestica*. En Estados Unidos, el uso de fardos de heno para alimentar al ganado en sistemas extensivos llevó a las “moscas de los establos” a convertirse en una plaga importante para el ganado de carne. El heno en descomposición mezclado con estiércol resulta en un excelente sustrato para el desarrollo de “*S. calcitrans*“, habiéndose determinado entre 632 a 19.600 moscas/m²(Broce et al. 2005).

La siembra directa es otro factor que contribuye al acúmulo de materia orgánica que, sumado a una alta dotación animal, favorece el desarrollo de estas moscas. En Costa Rica la gran proliferación de la “mosca de los establos” en los desechos del monocultivo de la piña se ha convertido en un grave problema en varias regiones del país siendo reconocida como una plaga grave por el Ministerio de Agricultura de Costa Rica (Kunz et al. 1991). Algunas medidas de manejo de esa materia orgánica, como la quema, han sido restringidas en algunos países como Brasil debido al impacto ambiental, favoreciendo la aparición de brotes en distintas regiones, inclusive en ciudades cercanas a zonas de alta producción de caña de azúcar (Barros et al. 2010; Bittencourt, 2012; Cançado et al. 2013). En Australia Occidental se ha presentado gran problemática como consecuencia del uso de cama de aves de corral como fertilizante, llevando a la necesidad de creación del grupo "Stable Fly Action Group", con el fin de desarrollar estrategias para combatir esta plaga en Australia (Cook et al. 1999). De manera similar, los brotes de la “mosca de los establos” en los residuos del procesamiento del aceite de palma ha causado graves problemas en el ganado en Colombia (Mora et al. 1997), pese a la toma de diversas medidas, incluida la liberación de parasitoides microhimenópteros, la captura y el control de adultos. La efectividad de tales enfoques hasta ahora ha sido insuficiente durante la temporada de lluvias (Martinez et al. 2013).

Los brotes de “*S. calcitrans*” también se han asociado con eventos naturales en todo el mundo. En la costa de Florida, el desarrollo de grandes cantidades de “*S. calcitrans*” en algas marinas en descomposición impidió el uso de áreas de recreación en la playa por parte de los turistas durante varios meses (King & Lenert, 1936). Sequías prolongadas seguidas de períodos muy lluviosos provocaron un brote de *Stomoxys* spp en el bosque de tierras bajas del norte de la República del Congo en 1997, produciendo la muerte de gran número de Bongos (*Tragelaphus eurycerus*) y otros grandes ungulados. La gran cantidad de paja seca acumulada de la estación seca y luego humedecida por las lluvias se convirtió en un substrato ideal para el desarrollo de *S. omega*. Los animales padecieron las picaduras de enjambres de moscas y sufrieron fatiga extrema resultante de la lucha, afectando sus patrones normales de alimentación y su conducta normal, lo que los hizo más vulnerables a la depredación (Elkan et al. 2009). Algo similar ocurrió en el cráter del Ngorongoro, Tanzania, en 1962 donde las larvas se desarrollaban en el barro mezclado con excrementos de animales (Fosbrooke, 1963), el ataque masivo a los leones provocó una alta mortalidad y redujo la población local de leones en más del 80% (Fosbrooke, 1963; National Geographic Magazine, 1992).

En Uruguay, estos dípteros han sido referenciados por primera vez por Gaminara (1929) y Tállice (1952). Pero la intensificación de la agropecuaria en los últimos años, ha conllevado a la producción de más materia orgánica/ha con el consiguiente aumento de criaderos de moscas (Uruguay XXI, 2016). En 2010 se describe un brote en equinos y bovinos en condiciones de cría extensiva, en el Departamento de Cerro Largo (DILAVE, 2010.) En 2014, el Departamento de Parasitología de la Facultad de Veterinaria fue consultado para la identificación de una mosca que se presentaba en alto número en ganado de carne a pastoreo,

produciendo importantes alteraciones en el comportamiento de los animales, en el Departamento de Florida, Uruguay, la cual fue diagnosticada como *S. calcitrans*.

1.3. Control

El control de estas plagas se puede realizar con medidas culturales, biológicas, químicas y físicas. Puede ser complicado y poco exitoso, principalmente si no hay una integración de las mismas para el control. Para que el control sea eficiente, es prioritario conocer la epidemiología de la mosca y determinar los sitios de cría (si son del propio establecimiento o en otros lugares). *M. domestica* presenta una dispersión baja pero igualmente puede volar algunos kilómetros en busca de alimento o sitios de cría, sin embargo *S. calcitrans* presenta mayor dispersión, pudiendo recorrer gran cantidad de kilómetros (Stafford, 2008) como lo ocurrido en Costa Rica donde recorrió más de 20 km desde los cultivos de piña hasta el ganado (Solorzáno, 2014) Es importante destacar que ambas moscas deben ser monitoreadas en forma independiente, para determinar las medidas de control ya que las mismas suelen diferir.

1.3.1. Control cultural

Existe una fuerte asociación entre la disponibilidad de materia orgánica en descomposición y la población de las mencionadas moscas, por lo que el manejo de ésta es el primer punto a tener en consideración. Cruz Vázquez et al. (2007) observaron una asociación entre el índice de infestación por mosca de los establos en bovinos y la distancia a los silos y al montón de estiércol. La compactación del estiércol por pisoteo de los animales, apilado o por compactación mecánica es un factor que afecta negativamente la reproducción de las moscas en los corrales, generan un hábitat inadecuado para la cría de las moscas. (González, 1994). Los métodos culturales, como el manejo de las camas, restos de comida, y otras fuentes de materia orgánica en descomposición, son los más eficientes.

1.3.2. Control biológico

Donde hay una acumulación prolongada de materia orgánica, se desarrolla una fauna de artrópodos diversa. Muchos son ácaros y escarabajos que se alimentan de los huevos y larvas de las moscas. También hay avispas parasíticas que llegan al estiércol y ovipositan en la pupa de la mosca ocasionando su muerte. Los escarabajos depredadores de la familia Staphylinidae e Histeridae abundan en el estiércol. Los ácaros depredadores de huevos y larvas de las moscas pertenecen a diversas especies de las familias Macrochelidae, Urupodidae y Parasitidae. También se ha demostrado que *Ophyra* Los parásitos de las moscas comúnmente asociados con animales en confinamiento son pequeñas avispas (Hymenoptera) de la familia Pteromalidae, principalmente de los géneros *Muscidifurax*, *Spalangia* y *Pachyorepoideus*. En ciertas regiones están disponibles en forma comercial algunos de estos parasitoides para utilizarlos como parte de un control integrado de moscas (Williams, 2011). También existe un depredador de gran efectividad, que ha sido utilizado en programas de control biológico en EE.UU. y Europa, pues ejerce un control efectivo en los estados inmaduros de la mosca

doméstica. Se trata de *Ophyra aenescens* (Díptera: Muscidae), “mosca negra de la basura” (Salas & Larrain, 2007)

1.3.3. Control químico

Aunque los insecticidas son la primera opción de la mayoría de los productores para controlar los ectoparásitos este método no siempre es efectivo ni sostenible y se recomienda sólo en situaciones de emergencia. La aplicación de insecticidas para el control de moscas tiene resultados variables, alto costo y gran impacto ambiental. Pueden utilizarse adulticidas o larvicidas. Su uso puede ser dirigido al control de formas inmaduras sobre los sitios de cría, lo que puede ocasionar efectos perjudiciales sobre insectos benéficos. O puede ser dirigido a eliminar adultos en las instalaciones mediante pulverizaciones o cebos. El control de *S. calcitrans* sobre los animales es ineficiente debido a la biología de esta mosca, ya que permanece la mayor parte fuera de los animales y los sitios de alimentación de su preferencia son difíciles de alcanzar con insecticidas (patas y abdomen) con poca durabilidad debido al efecto del agua, barro y pastizales sobre esas regiones. Por otro lado, la resistencia a los insecticidas es un problema presente y en aumento (Cziek & Geene, 1994), y debe ser considerado a la hora de realizar un control eficiente de moscas. El aumento del pH de los sustratos se ha considerado un enfoque prometedor para el control de *Musca domestica*, incluídas las áreas donde se aplica vinaza (Buralli & Guimaraes, 1985; Calvo et al. 2010), sin embargo aún se requiere de estudios más detallados para respaldar su aplicación a gran escala.

1.3.4. Control físico

Se utilizan trampas para monitoreo de poblaciones, control y evaluación de eficacia de medidas de control. Contribuyen en gran medida a un control más amigable con el medio ambiente. Existen trampas que capturan adultos en los sitios de cría; una vez que estos emergen son retenidos en las trampas, permiten evaluar sitios de cría. También se han diseñado trampas que capturan dípteros interceptándolos en vuelo. Luego existen diversos modelos que requieren del uso de cebos atrayentes. Para la correcta elección y uso de las trampas, es muy importante conocer la biología de cada especie, como por ejemplo altura de vuelo, sitios de cría, descanso, alimentación, distancia de vuelo, especies animales de preferencia, etc. (Kaufman 2005; Solorzano, 2014).

2. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

2.1. Métodos de monitoreo

Existen numerosos diseños de trampas para dípteros y esto afecta su eficiencia y utilidad, por lo que es motivo de numerosos estudios. Continuamente se están creando nuevas variantes de trampas artesanales; también están disponibles trampas comerciales pero su costo suele ser elevado.

Trampas de emergencia:

Para la captura de adultos en los sitios de cría se han ideado trampas de tipo piramidal con un colector en su parte superior (Kunz et al. 1969). Una vez que el adulto emerge del sustrato emprende vuelo hacia arriba donde es capturada en un colector. Este tipo de trampas se han ido modificando adaptándose a las condiciones de estudio. Se consigue una mayor eficiencia de captura cuando ellas son traslúcidas. Correa et al. (2013) utilizaron trampas de emergencia, para estudiar la abundancia de *S. calcitrans* en cuatro subproductos de caña. El modelo consiste en una trampa piramidal de (45 x 45 x 45 cm) revestida de tejido traslúcido que en la parte superior presenta un recipiente colector para la captura de los adultos recién emergidos

Tarjetas de punto, índice visual y trampas de adultos en vuelo:

Es posible también estimar la abundancia de moscas mediante métodos indirectos como tarjetas de puntos (“spot card”) (Birkemoe & Svedrup Thygeson, 2011), Se usan rectángulos o cuadrados de papel o cartón, con un área conocida, que se colocan a una altura determinada, dependiendo de la mosca que se quiera estudiar. En ella se contabilizan los puntos que representan vómitos y fecas por centímetro cuadrado. Este método requiere de un conocimiento previo de la abundancia relativa de moscas para su uso ya que la contribución en número de manchas es diferente para las especies (Birkemoe & Svedrup Thygeson, 2011).

Otro método de monitoreo es el índice visual, donde se contabiliza el número de moscas sobre el o los animales. Este método tiene algunas limitantes debido a la distancia a la que se observa ya que no siempre las instalaciones permiten un acercamiento mayor hacia el animal o mismo por el temperamento de los animales que se alejan cuando llega el observador. De esta manera no pueden diferenciar especies o contar en forma precisa el número de ejemplares.

Birkemoe & Svedrup Thygeson (2011), evaluaron tres métodos de monitoreo de *S. calcitrans* y *M. domestica*: trampas adhesivas montadas en cilindros, tarjetas de puntos, ambas colocadas de a pares a 1,5 metros de altura, e índice visual. La eficacia de las trampas depende en gran medida de su ubicación y condiciones meteorológicas y el índice visual depende de la habilidad del observador. Las trampas adhesivas permiten distinguir individualmente y por lo tanto facilita la identificación de especies, sin embargo, las trampas pueden saturarse fácilmente por las moscas y el polvo, y muchos ejemplares pueden dañarse con el pegamento o al retíralos lo que dificulta su identificación. Las tarjetas de puntos son un método de monitoreo utilizado frecuentemente, sin embargo otras moscas pueden también realizar marcas. Sólo 33% de las marcas son producidas por “moscas de los establos” cuando las densidades de las dos especies son similares. Esto puede deberse a que *M. domestica* realiza marcas por fecas y regurgitación, y *S. calcitrans* sólo contribuye con fecas. El índice visual de ambas especies en conjunto tiene un valor limitado en aquellos lugares donde se presentan poblaciones mixtas. El índice visual y el uso de trampas pegajosas son estimaciones imperfectas de la abundancia de las moscas (Birkemoe & Svedrup Thygeson, 2011).

Broce (1988) reportó que las trampas adhesivas Alsynite y William tienen eficiencia comparable de captura para *Stomoxys*, sin embargo su eficiencia es variable para *M. domestica*. Pickens & Miller (1987) reportaron que trampas con cebo y trampas piramidales de pegamento capturaron gran número de mosca doméstica, y que esto impacta en una reducción de la población de *S. calcitrans* en granjas de bovinos. Kaufman et al. (2005) evaluaron la eficiencia de la trampa de pegamento Spider Web en capturar *M. domestica* y *S. calcitrans* y el impacto en los animales. Observaron un aumento del número de “moscas de los establos” en trampas en la estación cálida, pero no un aumento del número de moscas en los terneros, lo que sugiere que las trampas reducen el impacto en los animales debido a un descenso de la población de moscas que coincidió con la apreciación de los productores. Blanco-Metzler & Arguedas-Marin (2015) debieron evaluar trampas para la captura de *S. calcitrans* en cultivos de piña en Costa Rica, ya que no contaban con un método estándar de monitoreo. Evaluaron trampas plásticas construidas con bastidores de madera y bolsas plásticas (75 x 50 cm) de cinco colores y dos tipos adhesivos. Las trampas azules con pegamento Zapicol 53® resultaron ser las más eficientes y destacaron que el mayor número de insectos capturados se registró en la parte inferior de la trampa, por lo que recomiendan tener especial atención a la altura en la que se colocan las trampas. Solorzano (2014) también utiliza trampas de pegamento realizadas con bolsas plásticas blancas y adherente, sostenidas por dos bastidores clavados en tierra y remarca la importancia de la altura a la que deben ser colocadas, a 10 cm del suelo hasta 1 metro.

En otros trabajos se estudió el impacto de los colores en la eficacia de las trampas. Se observó que el funcionamiento de las mismas en la captura de *Stomoxys* spp es óptimo cuando las trampas están hechas de telas de color azul, colores como blanco, rojo, violeta, verde y turquesa no son tan eficaces (Cilek, 2003; Milhok et al. 2006).

El tipo de cebo juega un rol importante en la eficacia de las trampas. Geden et al. (2009) estudiaron nueve trampas comerciales con cebo para la captura de *M. domestica*, resultando mejor la trampa “Terminator”. También evaluaron diversas soluciones dulces como atrayente y demostraron que la melaza resultó más atractiva que la miel o jarabe de arce. Este resultado concuerda con un trabajo previo en el cual se evidenció que la melaza resultaba muy atractiva para *M. domestica* (Geden, 2005; Quinn et al. 2007). La eficacia de la melaza, junto con su bajo costo y disponibilidad en todo el mundo, lo convierte en una interesante alternativa. Evaluaron también trampas caseras realizadas con botellas de plástico y melaza como cebo, obtuvieron pobres resultados al compararlo con el mismo cebo en una trampa comercial, lo que puede deberse a que los modelos comerciales poseen una cubierta sobre la abertura que funciona como un deflector de luz para disuadir a las moscas capturadas de usar la luz para localizar la abertura para escapar. Las trampas caseras con melaza como cebo, son una buena opción ya que su costo es muy bajo. Previamente, Burg and Axtell, 1984, también evaluaron trampas caseras para *M. domestica* realizadas con jarras plásticas de 3,8 litros, con cuatro orificios de entrada, pintadas de diversos colores: amarillo, rojo, verde, azul, negro y blanco,

utilizando varios cebos comerciales. Las trampas amarillas atraparon más número de moscas que los otros colores, y las de color blanco traslúcido (color original de las jarras) capturaron menor número de moscas que el resto. En otro trabajo se estudiaron 10 diluciones de melaza en agua (desde 35 hasta 80%). El efecto atrayente y adherente de la melaza fue efectivo en las concentraciones superiores, donde la mejor dilución fue la de 65% de melaza (densidad 1270 g/mL) (Díaz-Gutiérrez et al. 2011).

Otro modelo de trampas son las Nzi, desarrolladas para el control de especies de *Glossina* resultó ser muy eficaz para otros géneros de dípteros. Este modelo de trampa fue intensamente estudiado por Mihok (2002) para Stomoxyinae y mosca tse-tsé, demostrando una captura significativamente mayor de moscas tse-tsé y moscas picadoras que cualquier otra trampa convencional. La trampa Nzi representó una mejora importante para la captura de Stomoxyinae, incluyendo la especie *S. calcitrans*, capturando hasta ocho veces más *Stomoxys* spp. en comparación con la mejor trampa para este grupo, la trampa “Vavoua”. Mihok (2002) Testó varios diseños de Nzi, el diseño con mejores resultados consiste en un cuerpo en forma de triángulo equilátero flanqueado por dos alas azules en la parte delantera, los lados son mitad negros hacia el frente y mitad red traslúcida hacia la parte de atrás. Un estante de red trapezoidal se extiende horizontalmente desde la parte inferior del estante frontal hasta el punto medio de los lados, dejando un espacio en la parte posterior a través del cual los insectos pueden volar hacia el cono. El cono es un tetraedro de red y en la parte superior presenta un colector realizado con una botella plástica transparente.

Solorzano et al. (2015) evaluaron 5 modelos de trampas para *Stomoxys*: Nzi, Vavoua, Modelo H y Ngu y un modelo de trampa adherente con Zapicol53® diluido con gasolina. Con esta última se recogieron dos veces más moscas que con cualquiera de los otros modelos. En dicho estudio la frecuencia de recambio de la trampa adherente fue diaria, lo que difiere con lo habitualmente realizado para las otras, de 2 veces por semana. La trampa adherente puede sufrir saturación de la superficie por insectos y polvo y degradación del adhesivo. Las moscas colectadas con las trampas Nzi, Vavoua, Modelo H y Ngu, pudieron ser adecuadamente identificadas y sexadas, lo cual es una importante ventaja frente a las trampas adhesivas, ya que en éstas es imposible la remoción de ejemplares íntegros debido a la fuerte adhesión al pegamento. Las trampas de tela también tienen la ventaja de ser amigables con el ambiente y las trampas de pegamento son descartables y no biodegradables y requieren mayor trabajo para la identificación de especies.

2.2. Dinámicas poblacionales y factores abióticos

La temperatura es un factor limitante de gran importancia para la supervivencia de poblaciones ectotermas, como los insectos, que se ven expuestos a variaciones térmicas extremas, sobre todo en los meses de verano e invierno. Pero otros factores ambientales como las precipitaciones, humedad relativa, tipo y uso de suelo tienen gran influencia en las dinámicas poblacionales.

El ciclo de vida de la mosca doméstica depende de la temperatura y requiere aproximadamente 10 días a 29 °C, 21 días a 21 °C y 45 días a 15,5 °C (West, 1951; Axtell, 1986). Por lo general, no se producen moscas a temperaturas inferiores a 10-11 °C. En áreas con inviernos fríos las moscas domésticas pasarán el invierno en el interior de edificios con sólo una reducción de la actividad de cría si se dispone de las condiciones adecuadas. La actividad de las moscas adultas puede comenzar alrededor de una temperatura promedio de 6,7 °C, pero pueden volar a 11,6 °C (Axtell, 1986)

Los estudios de dinámica poblacional de estas moscas a nivel mundial han presentado valores en extremo variables, registrándose picos de abundancia de tipo monomodal, bimodal e incluso trimodal. Asimismo, los resultados de la correlación de la población con factores abióticos ha sido también variable. En zonas tropicales, donde la temperatura es más o menos uniforme a lo largo del año, las precipitaciones podrían jugar un papel importante en la dinámica. En Honduras, se observó que las dinámicas de ambos géneros eran similares, con picos a fines de primavera y en el otoño. Las fluctuaciones estuvieron regidas principalmente por las precipitaciones, y las temperaturas máximas tuvieron un efecto negativo en el desarrollo de ambos géneros (González, 1994). En una región semiárida de México, la dinámica para *S. calcitrans* fue bimodal, con picos en primavera y verano, estando más asociados a la humedad relativa (Cruz et al., 2004) y los descensos poblacionales de verano-otoño estuvieron correlacionados sólo con la temperatura. En Mato Grosso do Sul, Brasil, los picos fueron en invierno y primavera (Correa et al., 2013). En zonas de clima templado, en Inglaterra y Canadá, se observó que los picos de *S. calcitrans* ocurren en verano (Khumalo and Galloway, 1996; Parravani et al., 2019), sin embargo, no se pudo asociar una correlación entre la abundancia de esta mosca con la temperatura y/o las precipitaciones (Broce et al., 2005). Es posible que los picos de la población de estas moscas estén más relacionados a factores no atribuibles al clima (Herrero et al. 1991; Cruz et al., 2000), como la oferta de sitios propicios para el desarrollo de las formas inmaduras. Herrero et al. (1991) demostraron que en Costa Rica la distancia del ganado a los sitios de plantación de piña es un factor determinante de la abundancia de *S. calcitrans*. Cruz-Vázquez et al. (2000) estudiaron la dinámica de *S. calcitrans* en tres establos y constataron fluctuaciones bimodales en dos de ellos pero en diferentes épocas del año y trimodal en otro, indicando que existen diferencias por factores no atribuibles únicamente al clima.

2.3. Exigencias térmicas

La acumulación de calor durante un período de un día se denomina “unidades de calor”, “grados día de crecimiento acumulativo” “tiempo fisiológico” e indica el concepto de una relación cuantificable entre la temperatura y la tasa de desarrollo. El “tiempo fisiológico” se expresa en grados días crecientes (GDD o °C días). La temperatura base o umbral (T_b o T_0), es la temperatura teórica más baja a la que la tasa de desarrollo es cero. La constante térmica (K), es el número de unidades de calor por encima de T_b , expresados como grados-día (GD), que se requieren para el desarrollo completo. En el caso de *M. domestica*, Brandao (2009)

determinó que la T_b es $6,92^{\circ}\text{C}$ y K es igual a $302,65$ GD. Para *S. calcitrans*, la T_b es $12,2^{\circ}\text{C}$ y K es igual a $224,7$ GD (Gilles et al. 2005). El conocimiento del número de generaciones mensuales o anuales, constituye una herramienta valiosa en la predicción y manejo de las plagas y resulta del cociente entre la acumulación térmica mensual y anual y la constante térmica (K). Existen varios métodos propuestos para el cálculo de los grados día de crecimiento, donde se consideran las temperaturas máximas, mínimas y media y también la temperatura base o umbral. Según el estudio realizado por Unigarro et al. (2017) el método de Arnold (1955) ($GDD=(T_M+T_m/2)-T_b$) tiende a sobreestimar el tiempo térmico, mientras que el método de Villa-Nova et al. (1972) tiende a subestimar este tiempo.

2.4. Antecedentes en Uruguay

El clima en Uruguay se define como templado-húmedo sin estación seca según la clasificación de Köppen (Köppen, 1931). La temperatura media anual es de aproximadamente 16°C en el sur y 19°C en el norte. La temperatura media mensual varía desde 7°C en julio a 31°C en enero. La precipitación mensual se distribuye uniformemente a lo largo del año (aproximadamente, entre 100 y 120 mm mensuales) (Corsi, 1978), con un leve incremento durante verano, otoño y primavera (Barreiro et al. 2019).

En Uruguay el estudio de dípteros de importancia veterinaria es muy escaso. Dentro de la familia Muscidae los estudios han sido enfocados hacia *Haematobia irritans* (plaga de importancia en bovinos, de ingreso relativamente reciente al país), pero no hay estudios epidemiológicos ni de control sobre *M. domestica* y *S. calcitrans* a pesar del problema que ellas representan desde hace una centuria. Tampoco existen antecedentes en el país del estudio de la familia Muscidae en animales silvestres y en áreas protegidas. La finalidad de este trabajo, no sólo fue llenar ese vacío de conocimiento sino comenzar a producir información que permita el control de estos dípteros en una forma sostenible. Con los datos epidemiológicos, además, se podrá planificar un control integrado, utilizando en forma inteligente los insecticidas, presionando así lo menos posible las poblaciones de moscas, prolongando en el tiempo la aparición de resistencia insecticida.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Zoo Parque Lecocq, ubicado en el humedal de Santa Lucia, Montevideo, Uruguay, es un centro de conservación de flora y fauna con más de 500 animales de 33 especies de todo el mundo, además de una gran variedad de especies de vertebrados e invertebrados de vida libre. Participa activamente en la conservación mediante planes de conservación de especies amenazadas y protegiendo el hábitat de cientos de especies. Allí gran número de animales se encuentran en cautiverio, los cuales diariamente son alimentados con dietas balanceadas y los desechos son eliminados dentro del parque. Como ocurre en otros lugares donde se genera gran cantidad de materia orgánica la presencia de moscas representa un problema al bienestar animal, a la salud animal y humana. Algunas especies animales, como los antílopes Addax se ven especialmente atacados por dípteros, afectando su normal comportamiento y por ende su

bienestar. Hay constantes reportes veterinarios relacionados al gran malestar que estos antílopes sufren por las picaduras de estos dípteros lo que conlleva al tratamiento frecuente con insecticidas, con resultados pobres o nulos. Estos antílopes son una especie que reviste gran amenaza de extinción en vida libre y la población del Parque Lecocq es una de las pocas poblaciones del mundo, por lo que se debe cuidar especialmente su bienestar. Cabe destacar que, además, el Zoo es un centro de recreación muy popular con gran cantidad de visitantes, donde las personas pueden reunirse a comer en mesas de uso público. Dentro de las sugerencias que realizan trabajadores y visitantes, se encuentra el control de dípteros.

Por lo antedicho, fue nuestro interés evaluar la ecología de la mosca doméstica y de la mosca de los establos en este sitio, con el fin de sugerir correctas medidas de manejo de las mismas, considerando la importancia de la conservación de especies que allí se desarrollan y procurando generar el menor impacto ambiental posible. De esta manera se podrá velar por el bienestar de los animales y las personas.

Uruguay se caracteriza por ser un país agrícola ganadero. La exportación de productos lácteos representa el 9% del total de las exportaciones del país (Uruguay XXI, 2016) por lo que se debe prestar especial atención a cualquier factor que disminuya la producción y la calidad de sus subproductos. En los tambos, la presencia de moscas constituye una verdadera plaga, que ocasiona gran incomodidad en los animales y en el personal durante el ordeño. En el caso de *S. calcitrans* es notorio el daño que ocasiona a las vacas, dejándolas muy intranquilas y alterando la rutina de ordeño. Tanto la mosca doméstica como la mosca de los establos no sólo molestan a los animales durante el ordeño sino también durante su período de alimentación en las “playas de alimentación”. En los tambos el riesgo sanitario es relevante a todo nivel, tanto en el animal en ordeño por el riesgo de mastitis, en los terneros por las diarreas y en la salud pública, a través de la leche o material contaminado. La presencia de moscas resulta muy molesta para el personal, ocasionándole mucho estrés. Cabe destacar que la utilización de insecticidas en forma única en el tambo puede constituir un problema de contaminación de la leche y del medio ambiente. Al poder estudiar la abundancia relativa de estas dos moscas, en diferentes sitios del tambo, se podrán sugerir medidas de control para estas plagas, con un concepto de manejo integrado.

4. HIPÓTESIS

Musca domestica y *Stomoxys calcitrans* están presentes todo el año, pero su mayor actividad se observa desde fines de primavera hasta otoño.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Contribuir con el conocimiento de la dinámica de *M. domestica* y *S. calcitrans* en Uruguay para su control.

5.2. Objetivos específicos

- Evaluar y poner a punto modelos de trampas artesanales para monitoreo de *M. domestica* y *S. calcitrans*.
- Determinar la abundancia de *M. domestica* y *S. calcitrans* en el Zoológico Parque Lecocq, Montevideo.
- Determinar la abundancia de *M. domestica* y *S. calcitrans* en un tambo en el departamento de Colonia.
- Estudiar la influencia de la temperatura, humedad y precipitaciones en la dinámica poblacional de *M. domestica* y *S. calcitrans*.
- Determinar los sitios de cría de *M. domestica* y *S. calcitrans* en ambos establecimientos.
- Estimar el número de generaciones anuales de *M. domestica* y *S. calcitrans* en la zona sur del País.
- Evaluar el comportamiento de antílopes Addax en presencia de *S. calcitrans*

6. ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN

Para este estudio se eligieron dos lugares en la zona sur del país, con características ecológicas y de manejo de dípteros diferentes. Se escogieron establecimientos con uso limitado de insecticidas para no interferir con el estudio de la dinámica poblacional. Se escogió el Parque Zoológico Lecocq (Departamento de Montevideo) y un tambo comercial en el departamento de Colonia (Figura 1). Previo al inicio del ensayo, se visitaron los establecimientos para definir los sitios de muestreo (lugares donde se colocarían las trampas). Para la elección de los mismos se tuvo en cuenta los posibles criaderos naturales de *M. domestica* y *S. calcitrans* así como la rutina de trabajo en ambos locales, para no interferir con la misma. A partir de la localización de estos criaderos y teniendo en cuenta la presencia de árboles/arbustos, sitios de descanso y fuente de alimento, se ubicaron las trampas de vuelo. En el parque zoológico, además se tuvo que considerar la visión paisajista para el visitante y el impacto en el bienestar animal de objetos extraños en los recintos, limitando mucho la selección de los lugares ideales

de muestreo. En ambos sitios también se debió considerar la seguridad de las trampas por ataque de animales.

El estudio se realizó durante dos años con la finalidad de registrar dos períodos favorables de desarrollo para ambos dípteros. Se usaron trampas para captura de adultos en vuelo y también para la captura de estos dípteros en los sitios de cría, o sea cuando recién emergían. Si bien existen varios tipos de trampas para adultos en vuelo, se eligieron las trampas que resultaron más eficientes según la bibliografía consultada, para cada uno de los géneros estudiados. Si bien las trampas Nzi fueron diseñadas específicamente para la captura de adultos en vuelo de la mosca tse-tse. Mihok (2002) demostró que son altamente eficientes para el monitoreo de *S. calcitrans* por lo que se decidió por ellas. En el caso de *M. domestica*, se escogió la utilización de un modelo casero de trampa realizados con bidones plásticos de color amarillo, recomendado por Burg & Axtell (1984) y Geden et al. (2009) y como cebo, inicialmente, se comparó un cebo comercial y la melaza. Se utilizó melaza ya que demostró ser el cebo más eficiente (Geden et al. 2009) y económico, además de ser natural y amigable con el ambiente, de uso frecuente en los establecimientos. Para la captura de ambas moscas recién emergidas en sitios de cría se utilizó el modelo de trampa de emergencia recomendado por Correa et al. (2013). Previo al muestreo, se evaluaron las trampas en el campo con el fin de mejorar su diseño y eficacia. Se realizaron modificaciones, tanto de las trampas para *M. domestica* como las que se usaron en los sitios de cría hasta poner a punto la captura. En la elección de trampas y cebos fue muy importante considerar el costo bajo, la disponibilidad de productos en el mercado local y el uso de materiales no contaminantes, reutilizables y libres de insecticidas.

Las trampas estuvieron instaladas en forma permanente durante el estudio y las colectas se planificaron cada 7 o 15 días (dependiendo de los meses), para posteriormente realizar los estudios de asociación con los principales factores abióticos de la zona. Se previó que, caso aumentasen mucho las poblaciones de moscas, se utilizarían papeles con pegamentos, principalmente en la sala de ordeño del tambo. Finalmente, se estimó el número de generaciones por estación y año de cada género parasitario para la zona sur del país para el diseño de estrategias futuras de control. Se optó por usar la fórmula de Vila Nova et al., (1972) ya que considera situaciones en las que la temperatura base es mayor o menor a la temperatura media, ajustándose mejor a la dinámica real.

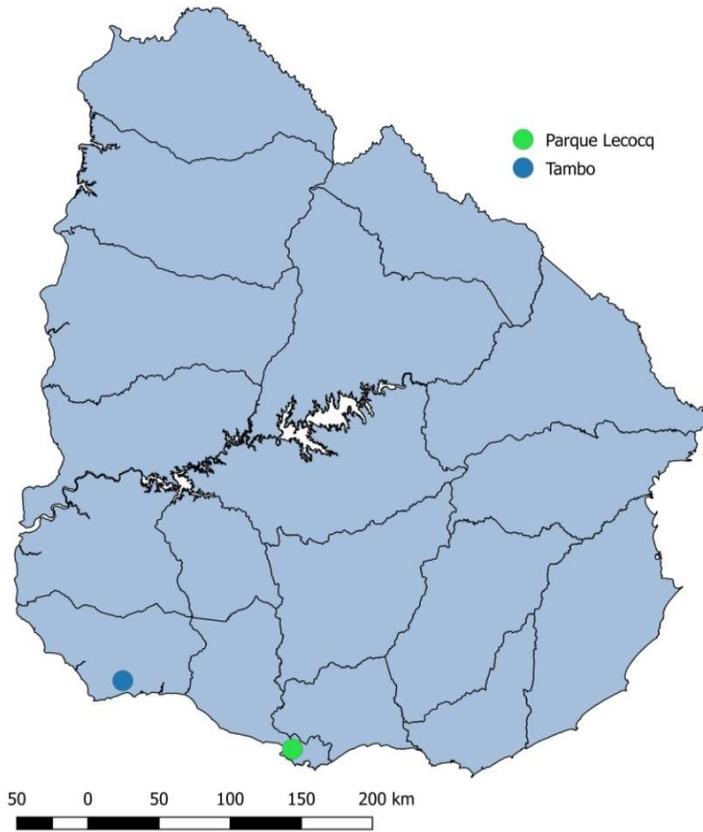


Figura 1: Mapa de Uruguay indicando los dos sitios de estudio, al sur del país.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Período y área de estudio

El estudio comenzó en febrero de 2018 y se extendió hasta febrero de 2020, de forma de tener dos períodos favorables de moscas. En los dos lugares de estudio no se usaron insecticidas durante el período experimental, ni reguladores del crecimiento, y cualquier manejo no previsto, que se consideró de emergencia, como uso de insecticida, movimiento de los acúmulos de materia orgánica o formación de nuevos acúmulos, fue registrado.

7.1.1. Humedales de Santa Lucía y Zoológico Parque Lecocq.

El Zoológico Parque Lecocq, se encuentra dentro del área protegida del Humedal de Santa Lucía, en el Departamento de Montevideo, Uruguay, 34°47'42.5"S 56°19'60.0"W (Figura 1) En el área, además de los imponentes humedales, se presentan formaciones vegetales nativas, monte ribereño y monte parque, esta diversidad de ambientes provee el hábitat para numerosas especies animales. Asimismo esta zona constituye un ambiente único en el país para el cumplimiento del ciclo reproductivo de especies marítimas. En particular la zona de los humedales da soporte a una intensa actividad agropecuaria, con una producción de características intensivas en donde se concentran rubros como la lechería, la granja y horticultura. El Zoológico Parque Lecocq tiene una extensión de 120 hectáreas, dentro de ella hay áreas naturales con las características propias del humedal en el que se encuentra, y áreas destinadas al cautiverio de animales. Hay más de 500 animales en cautiverio y una enorme cantidad de vertebrados e invertebrados de vida libre. El cuidado diario de los animales en cautiverio implica una alta producción de materia orgánica de desecho. Esta materia orgánica es acumulada en diversos sitios del parque, generalmente cuatro acúmulos, que luego de alcanzar cierto volumen, en aproximadamente dos meses, son recolectados y vertidos en grandes pozos que luego son tapados con tierra.

Los sitios de muestreo incluyeron tres de los lugares donde se acumula la materia orgánica en donde las formas inmaduras se desarrollan (criaderos), y varios sitios en el área de animales en cautiverio para captura de adultos en vuelo (Figura 2).

Se colocaron trampas para monitorear la emergencia de moscas en tres de los acúmulos de materia orgánica, ya que se debió considerar la posibilidad de acceso y la no interferencia con el desarrollo de las tareas cotidianas del zoológico. En total se colocaron 12 trampas de emergencia en tres acúmulos (cuatro trampas por acúmulo). Los mismos se ubicaban en un monte detrás del recinto de antílopes. Estos acúmulos eran removidos cuando alcanzaban dimensiones aproximadas de 4 metros de diámetro que en general ocurría cada 45 a 60 días (Figura 7). Las trampas fueron colocadas a una distancia de 1 a 2 metros unas de otras y teniendo la precaución de que quedaran bien colocadas para evitar fugas de moscas por debajo, permanecieron 30 días en el mismo lugar en el acúmulo,

Para la captura de *M. domestica* se utilizaron trampas caseras, siguiendo el modelo de Burg & Axtell (1984) con modificaciones, en ocho sitios.

Para la captura de *S. calcitrans* se utilizaron trampas Nzi. Se instalaron en cuatro sitios, dos de los cuales estaban próximos (menos de 100 metros) a los acúmulos de materia orgánica estudiados y dos alejados de los acúmulos (distancia mayor de 100 metros). Los sitios fueron elegidos considerando los criterios mencionados previamente para las trampas de *M. domestica*.

El total de trampas utilizadas en el Parque Lecocq fue de 24, 8 trampas de melaza, 4 trampas Nzi y 12 trampas de emergencia.

7.1.2. Tambo.

La otra parte del estudio se realizó en un tambo, ubicado en el paraje Quinton en el departamento de Colonia, Uruguay, 34°20'59.5"S 57°37'32.8"W (Figura 1). La elección del tambo se basó, principalmente en que no se usan insecticidas para el control de las moscas, tanto en animales como en el local. El productor tiene problemas serios de control de moscas y está interesado en la aplicación de un control integrado de parásitos, y de una producción no contaminante. La elección también se basó en que dicho productor fue pionero en el país, en la utilización de trampas de paso para el control de la “mosca de los cuernos” (Miraballes et al. 2017).

En el tambo la mayor producción de forraje se produce en el propio establecimiento. Consta de 254 has, donde más de 200 has son cultivadas. El rodeo vacuno es de la raza Holando y está constituido por 245 vacas en ordeño, 60 vaquillonas preñadas, 45 vacas secas. Se manejan en forma separada, 2 lotes de vacas, un lote de vacas preñadas de menos 150 días y el otro con una preñez de más de 150 días. La recría hembra permanece en el establecimiento y los terneros machos son vendidos semanalmente. La alimentación se basa en pastoreos sobre verdeos de verano (sorgo), de invierno (raigrás) y praderas (mezcla de raigrás, trébol rojo y blanco). Adicionalmente, se suplementa con alimento concentrado dos veces por día. El lugar de desecho de la materia orgánica está aproximadamente a 200 metros de la sala de ordeño, grandes volúmenes de materia orgánica se acumulan allí (Figura 8). La plaza de comida está al lado (20 m) de la sala de ordeño. Las guacheras se encuentran a 250 m del acúmulo de materia orgánica y a 70 m de la sala de ordeño. Se mantuvo la rutina del manejo de las heces y materia orgánica. Generalmente se acumula materia orgánica aproximadamente dos meses en el estercolero y luego con esparcidor de estiércol se distribuye en el campo para siembra. Este manejo se puede ver alterado si hay mucha lluvia que impida entrar en los campos o en época de siembra que se utiliza maquinaria y personal

Los sitios de muestreo se localizaron en los lugares donde se acumula la materia orgánica: la sala de ordeño, la “playa de alimentación”, las guacheras y entre la sala de ordeño y las

guacheras (Figura 3). Se colocaron 21 trampas en total, 9 trampas de melaza, 3 trampas Nzi y 9 trampas de emergencia.



Figura 2: Vista satelital del Zoológico Parque Lecocq. Los puntos azules indican los sitios donde se colocaron las trampas Nzi; los puntos amarillos los sitios donde se colocaron las trampas específicas para mosca doméstica; y los puntos blancos los sitios donde se colocaron las trampas de emergencia.



Figura 3: Vista satelital del tambo. Los puntos azules indican los sitios donde se colocaron las trampas Nzi; los puntos amarillos los sitios donde se colocaron las trampas específicas para mosca doméstica; y los puntos blancos los sitios donde se colocaron las trampas de emergencia.

7.2. Trampas.

Se utilizaron tres tipos de trampas para la captura más eficiente de los dípteros en estudio. Previo al uso de las trampas en el período de estudio se realizaron ensayos con las trampas artesanales, con el fin de mejorar su diseño final y se evaluaron dos cebos. Todas las trampas fueron realizadas en forma artesanal ya que el costo comercial de las mismas (en caso de estar disponible comercialmente) es muy superior.

7.2.1. Captura de adultos en vuelo.

Para la captura de mosca doméstica se utilizó el modelo de trampa descrito por Burg & Axtell (1984) recomendada para captura de mosca doméstica, con modificaciones. Fueron confeccionadas artesanalmente según lo descrito por los autores y se fueron modificando para aumentar su eficiencia. Se testó el agregado de conos anti fuga en los orificios de entrada de moscas (Figuras 4 y 5). También se testó el uso de atrayentes comerciales “Ultra pum” (imidacloprid 0,5g%, Z-9 tricosene (Ultralure®) 0,125 g%; benzoato de Denantonuim (Birtax®) 0,001 g%) y melaza. Finalmente, se utilizó como cebo melaza al 65% diluida en

agua ya que tiene características atrayentes y adherentes (Díaz et al. 2011). Se instalaron ocho trampas en el zoológico en los sitios indicados en el mapa de la Figura 2, y nueve trampas en el tambo en los sitios indicados en la Figura 3.

Para la captura de *S. calcitrans* se utilizó el modelo de trampa Nzi recomendado por Mihok (2002). Se confeccionaron artesanalmente siguiendo el modelo de la Figura 4 y 6. Se instalaron cuatro trampas en el zoológico ubicadas en los sitios indicados en la Figura 2 y tres en el tambo en los sitios indicados en la Figura 3.

Ambos tipos de trampas, se revisaron y vaciaron semanalmente durante los meses cálidos (octubre-marzo) y quincenal o mensualmente en los meses fríos (abril-setiembre), dependiendo de la abundancia de moscas.

Las imágenes satelitales y las mediciones de distancia se obtuvieron de Google Maps.

7.2.2. Trampas de emergencia.

Para la captura de adultos en los acúmulos de materia orgánica, se usaron trampas de emergencia, piramidales de 45 x 45 cm (Correa et al., 2013) con algunas modificaciones (Figura 4,7 y 8). Como tejido de contención se utilizó malla antiáfida mate debido a que presenta mayor resistencia que la organza como es sugerida. Las mismas fueron colocadas en los sitios indicados en las Figuras 2 y 3. Se revisaron y vaciaron semanalmente durante los meses cálidos (octubre-marzo) y quincenal o mensualmente en los meses fríos (abril-setiembre), dependiendo de la abundancia de moscas. Al mes, las trampas fueron corridas medio metro para comenzar un nuevo ciclo de captura. No siempre se pudo realizar la colecta según lo previsto debido a cambios inesperados en la rutina de trabajo del establecimiento.

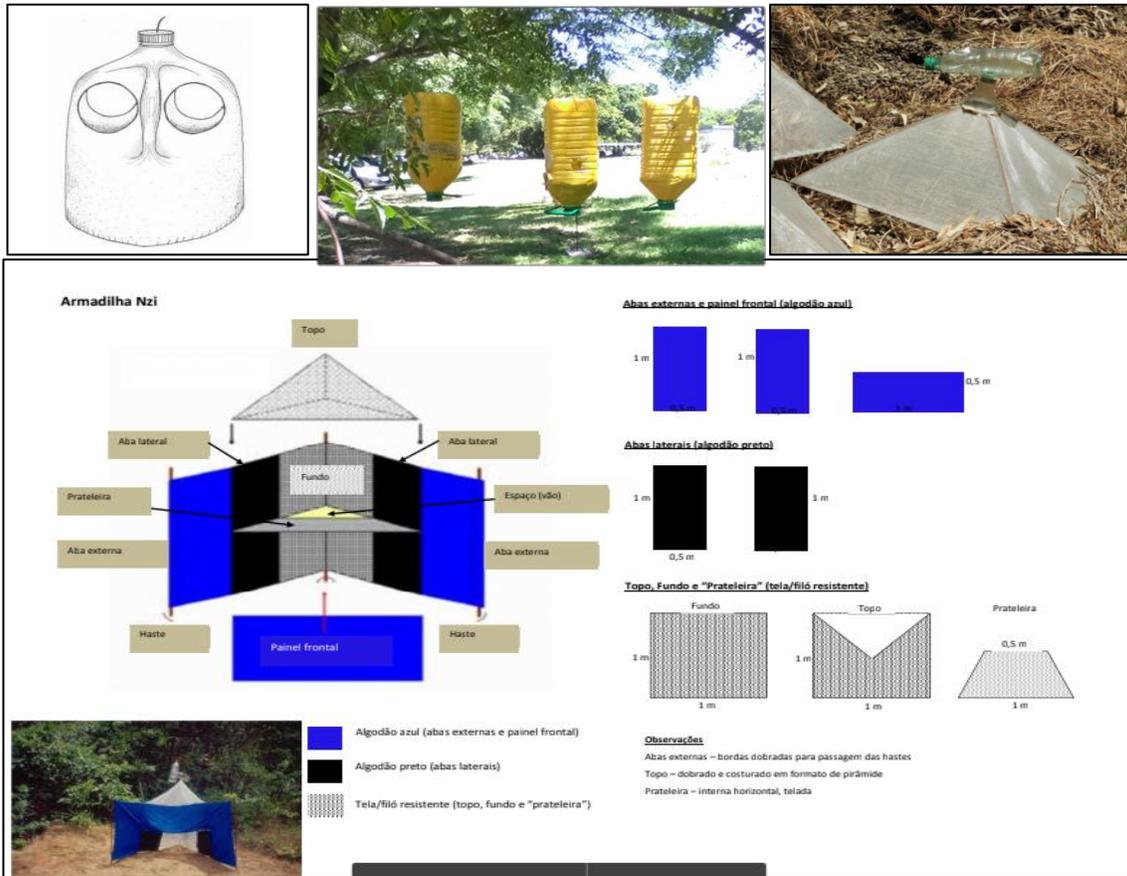


Figura 4: Modelos de armadilhas. **a)** Modelo de armadilha para *M. domestica* sugerido por Burg and Axtell, (1984); **b)** Modelo de armadilha artesanal para *M. domestica* utilizada em el estudio; **c)** Modelo de armadilha de emergencia utilizada; **d)** Diseño detallado de armadilha Nzi recomendado por Mihok (2002) para *S. calcitrans*.

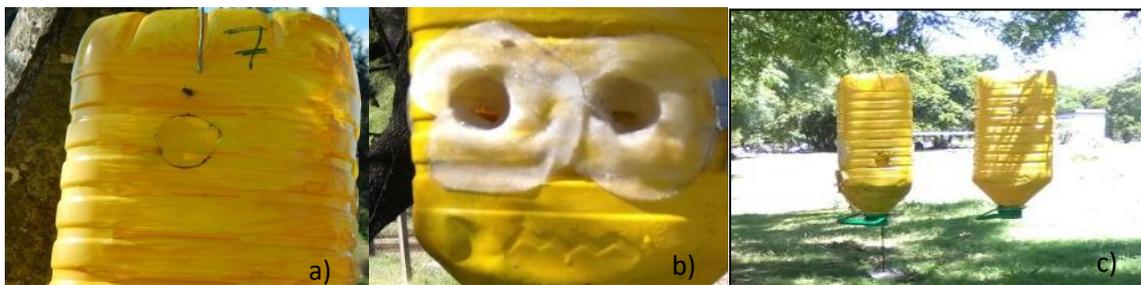


Figura 5: Armadilha artesanal utilizada para *M. domestica*. **a)** Orificio sin suplemento anti fuga de moscas; **b)** Orificio con suplemento; **c)** diseño final con cono anti fuga.



Figura 6: Trampa Nzi artesanal instalada en el tambo, próxima a sala de ordeño.



Figura 7: Trampas de emergencia artesanales instaladas en acúmulo de materia orgánica (sitio de cría) en el Parque Lecocq.



Figura 8: Trampas de emergencia artesanales instaladas en acúmulo de materia orgánica (sitio de cría) en el tambo.

7.3. Estudio de formas inmaduras

En cada día de visita, y en cada acúmulo de materia orgánica de desecho, sitios de cría, se tomaron muestras de sustrato ($n=70$) de 30 cm por 30 cm y 10 cm de profundidad los cuales fueron revisadas visualmente en búsqueda de formas inmaduras de ambas especies de moscas. Esto se realizó únicamente en el Parque Lecocq ya que el análisis de la materia orgánica en el tambo no fue viable debido a las características de la misma. Fue realizado en cada instancia de recolección de moscas, siempre y cuando hubiera acumulo de materia orgánica que lo permitiera.

7.4. Determinación de humedad de los sitios de cría

Con el fin de evaluar la influencia de la humedad de los sitios de cría en el desarrollo de las moscas estudiadas, en el Parque Lecocq se realizó la determinación del porcentaje de humedad de los acúmulos de materia orgánica al día de la recolección de muestras. Se tomaron muestras de materia orgánica que fueron secadas en horno a 180°C durante 60 min. Se registró su peso previo y posterior al secado, determinando así el porcentaje de humedad. Esta determinación no pudo realizarse en el tambo ya que no se contaba con el equipamiento necesario en el lugar.

7.5. Remisión de muestras al laboratorio e identificación morfológica

Los adultos recolectados fueron almacenados en frascos plásticos e identificados por fecha y sitio de recolección. La identificación de las especies de interés se realizó en el Departamento de Parasitología de la Facultad de Veterinaria (UdelaR) (Montevideo). Los ejemplares se mantuvieron refrigerados hasta su identificación la cual se hizo bajo lupa binocular (Olympus SZ61) y con captura de imagen (Olympus LC30). Se usaron las claves taxonómicas descritas por Carvalho (2002).

7.6. Información agro meteorológica

Los registros de temperatura media, mínima y máxima diaria, humedad relativa diaria y precipitación acumulada fueron obtenidos de la estación meteorológica más próxima a cada local: INIA Las Brujas para el zoológico (distancia aprox 14 km); INIA La Estanzuela para el Tambo (distancia aprox 6 km). Inicialmente se implementó el registro diario de precipitaciones con pluviómetro, pero no se contó con personal para el registro diario.

7.7. Grados días y generaciones

Primero se determinó la disponibilidad térmica (dt) para cada díptero, o sea los grados favorables para el desarrollo de cada especie de mosca que estuvieron disponibles ese día. Posteriormente se usó la constante térmica (K) y la temperatura base (Tb). Para *M. domestica* se usaron los valores obtenidos por Brandao (2009) (K=302,65 GD; Tb=6,92°C) y para *S. calcitrans* los datos obtenidos por Gilles et al. (2005) (K=224,7 GD; Tb=12,2°C). Para el cálculo de grados días y generaciones de se utilizó la fórmula de Villa-Nova et al. (1972).

- Cuando $T_b > T_m$: $GD = (T_m - T_b)^2 / 2 * (T_M - T_m)$

- Cuando $T_b < T_m$ $GD = ((T_m - T_b) + (T_M - t_m)) / 2$

Donde : T_m : temperatura mínima ; T_M = temperatura máxima; GD: grados día

N° generaciones= GD/K

7.8. Estudio de comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales

En el Parque Lecocq se contaba con una población de 30 antílopes Addax al momento del estudio. Para la evaluación del comportamiento en presencia de moscas, se utilizaron algunos ejemplares que puntualmente no fueron tratados con insecticidas (n=4), dentro de ellos uno solo permitió una cercanía adecuada para realizar el conteo de moscas y registro de comportamiento sin alterar el mismo. Se contó el número de moscas por animal e inmediatamente se lo filmó durante dos minutos para registrar los movimientos de cola, sacudida de miembro anterior, sacudida de miembro posterior, movimiento de cabeza, movimientos de oreja y espasmos cutáneos. Para evaluar la región corporal de preferencia de la mosca de los establos en antílopes Addax, se registró fotográficamente a cuatro ejemplares no tratados con insecticidas, en reiteradas ocasiones obteniendo 11 registros/animal. Se tomó una fotografía de perfil, y los conteos de moscas por individuo se multiplicaron por 2

suponiendo que la distribución de las moscas es uniforme en ambos lados (Campbell et., 2001).

7.9. Análisis estadístico.

Se realizó una estadística descriptiva y se usaron tablas de contingencia. La población de moscas se correlacionó (test de correlación de Pearson) con la temperatura media, máxima y mínima, con las precipitaciones acumuladas y con la humedad relativa. Para ello se usaron los registros abióticos de 1, 2, 3 y 4 semanas previas al conteo. Se utilizó el software estadístico STATA. Para la significancia, se tomó un nivel de confianza $\alpha=0,05$.

8. RESULTADOS

8.1. Ensayos de trampas

Trampa *M. domestica*: En la evaluación de dicha trampa se evidenció un problema considerable en su diseño original (Burg et al.,1984): el tamaño del orificio de entrada para las moscas permitía que las mismas lograran escaparse muy fácilmente. Se diseñaron unos pequeños conos translúcidos que fueron colocados en dichos orificios de forma que la entrada de las moscas no se viera afectada y que dificultara su salida (escape). Se capturaron moscas domésticas únicamente con el diseño con conos y utilizando melaza como cebo.

Con el fin de facilitar la comprensión y elaboración de las trampas Nzi para investigadores y productores se creó un modelo 3D en la plataforma Sketchfab, disponible en el siguiente enlace: <https://skfb.ly/6wVRW>.

8.2. Determinación de las poblaciones de adultos

Durante el período comprendido entre marzo de 2018 y febrero de 2020, se realizaron 39 muestreos en el Parque Lecocq y 33 en el Tambo. Mediante el uso de los tres tipos de trampas se recolectó: en el Parque Lecocq un total de 27635 insectos, de los cuales 125 (0,45%) fueron identificados como *M. domestica* y 567 (2,05%) como *S. calcitrans*. En el tambo se recolectó un total de 54371 insectos, de los cuales 16463 (30%) fueron identificados como *M. domestica* y 3002 (5,5%) como *S. calcitrans*.

8.2.1. Parque Lecocq

8.2.1.1 Musca domestica

La dinámica poblacional de *M. domestica* en el Parque Lecocq puede apreciarse en la Figura 9. La presencia de esta mosca en términos generales fue baja. Estuvo presente todo el año, a excepción de mediados y fines de invierno. La mayor abundancia de moscas se constató desde fines de verano hasta fines de otoño. El pico poblacional se presentó en mayo de 2018 alcanzando valores totales de 26 moscas. En primavera prácticamente no hubo moscas, sólo en noviembre de 2018 y en octubre de 2019. En 2019 el pico poblacional comienza en enero y se extiende hasta fines de otoño; en 2020 ocurre algo similar pero de menor magnitud.

8.2.1.2. *Stomoxys calcitrans*

Stomoxys calcitrans estuvo presente todo el año (Figura 9). Presentó un comportamiento bimodal, con un pico poblacional a finales de primavera e inicio de verano y otro a finales de verano e inicios de otoño. Las fechas de mayor abundancia fueron diciembre de 2018 con 66 moscas totales y febrero de 2020 con 64 moscas. A mediados de primavera se presentaron los niveles poblacionales más bajos. En invierno hubo presencia de moscas, incluso en invierno del 2019 hubo un pico poblacional (n=38).

8.2.2. Tambo

8.2.2.1. *Musca domestica*

La dinámica poblacional de *M. domestica* en el tambo se presenta en la Figura 11. Se destaca su alta abundancia y presencia durante todo el año. En invierno y primavera se aprecia un descenso de la población, con picos en verano y otoño. En mayo de 2018 se observa el mayor incremento de la población, alcanzando un máximo de 8413 moscas totales en una muestra del mes de mayo.

8.2.2.2. *Stomoxys calcitrans*

Stomoxys calcitrans estuvo presente todo el año (Figura 11) con variaciones en su abundancia. Presentó un pico poblacional desde mediados de primavera a inicios de verano. En mediados de verano presentó un leve descenso, seguido de un incremento a fines de verano. Presento picos de menor magnitud a fines de otoño. En invierno se registró otro pico, con niveles poblacionales medios.

En el tambo el número de moscas domésticas y moscas de los establos fue notoriamente superior al del Parque Lecocq. En la figura 13 puede observarse la abundancia de moscas en las instalaciones de ordeño y comederos del tambo

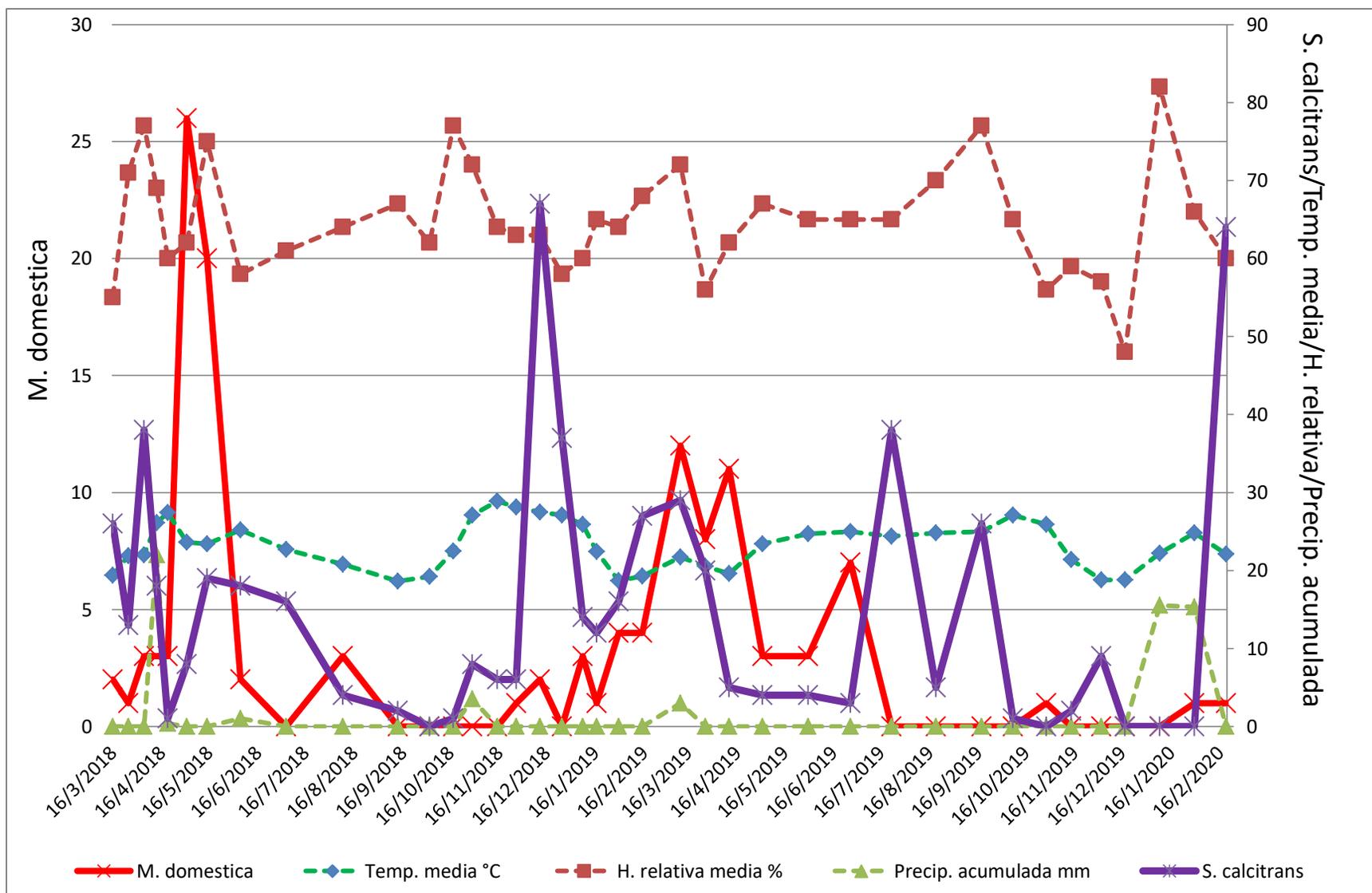


Figura 9: Abundancia de moscas en el Parque Lecocq y principales factores abióticos.

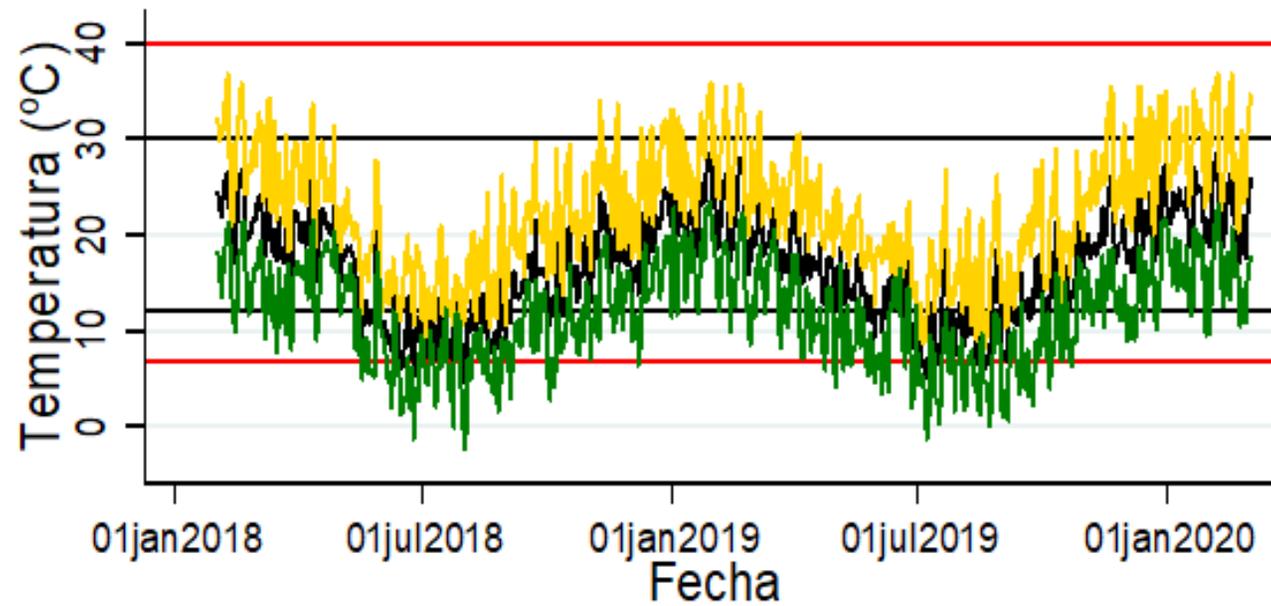


Figura 10: Temperatura media, máxima y mínima en el Parque Lecocq, líneas rojas representan temperatura umbral mínima y máxima de *M. domestica* y líneas negras temperatura umbral mínima y máxima para *S. calcitrans*

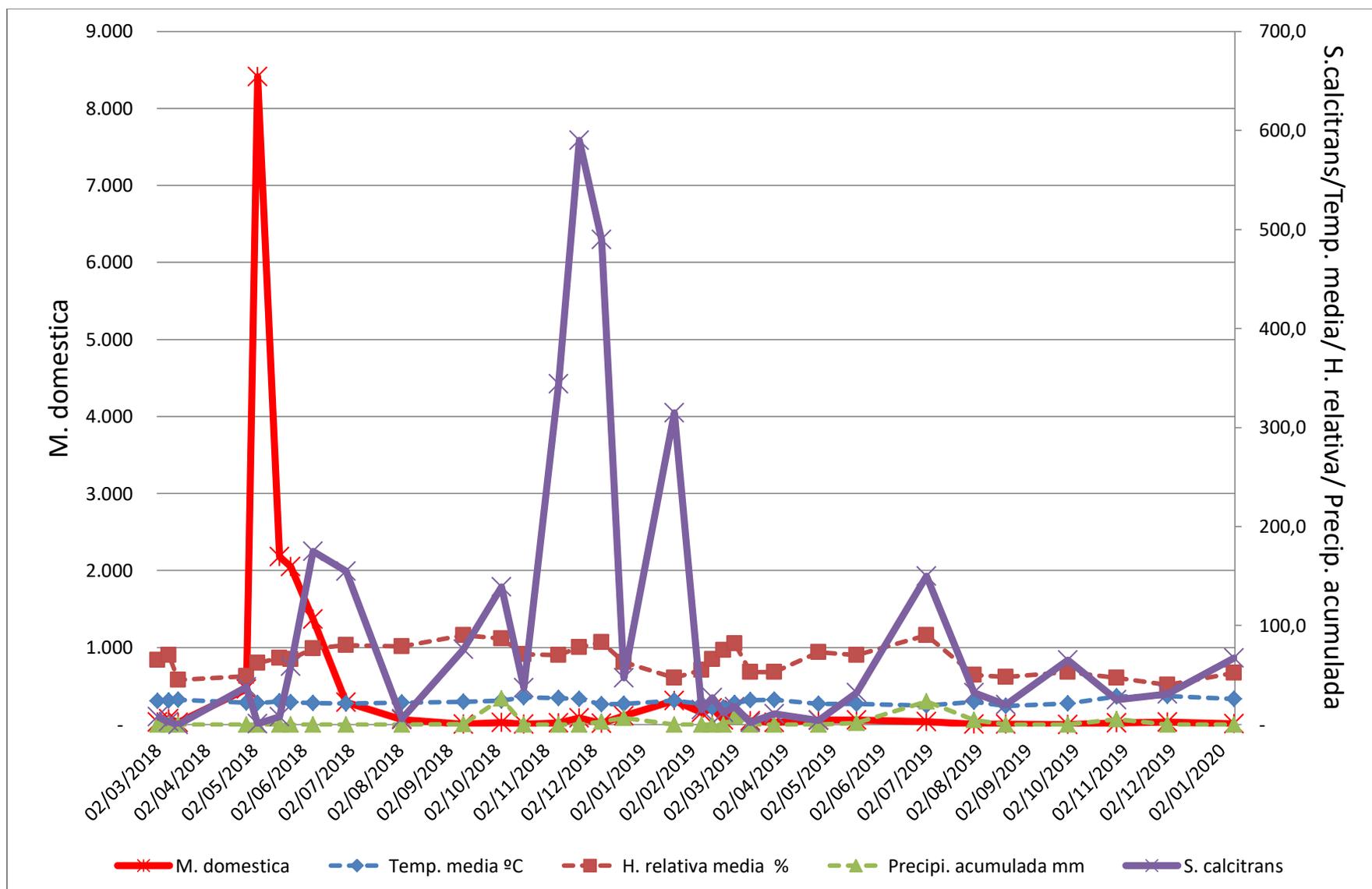


Figura 11: Abundancia de moscas en el tambo y principales factores abióticos.

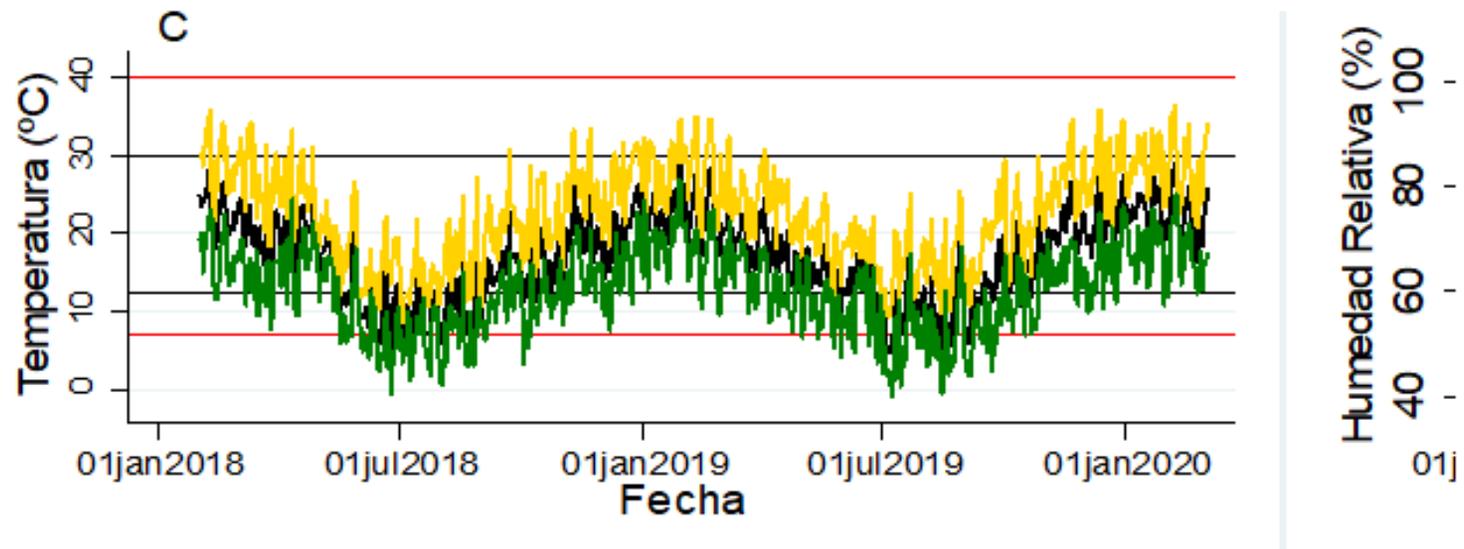


Figura 12: Temperatura media, máxima y mínima en el Parque Lecocq, líneas rojas representan temperatura umbral mínima y máxima de *M. domestica* y líneas negras temperatura umbral mínima y máxima para *S. calcitrans*.



Figura 13: Presencia de gran cantidad de moscas en la sala de ordeño y en un comedero en el tambo (10 de enero de 2020).

8.3. Capturas en trampas de emergencia y trampas de vuelo

En la Figura 14 se presentan los datos de abundancia de *M. domestica* y *S. calcitrans*, según el tipo de trampa utilizada para ambos establecimientos. Los ejemplares de *M. domestica* en el Parque Lecocq fueron capturados casi exclusivamente en las trampas de melaza (Figura 14A); prácticamente no se colectaron adultos en los sitios de cría estudiados, contrariamente a lo observado para *S. calcitrans*. A su vez, la captura de estas moscas en las trampas de emergencia fue constantemente superior a la captura en las trampas Nzi y, ocasionalmente, se capturaron algunos ejemplares en las trampas de melaza (Figura 14B).

En el tambo *M. domestica* fue mayormente capturada en trampas de melaza (Figura 14C), pero, igualmente, se capturó un bajo número en trampas de emergencia. En ocasiones, las fluctuaciones se vieron reflejadas en ambas trampas, e incluso hubo captura en trampas Nzi. Con *S. calcitrans* sucedió algo similar a lo observado en Parque Lecocq (Figura 14D), el mayor número de ejemplares fue capturado en trampas de emergencia, seguido por las trampas Nzi; ocasionalmente hubo captura en trampas de melaza.

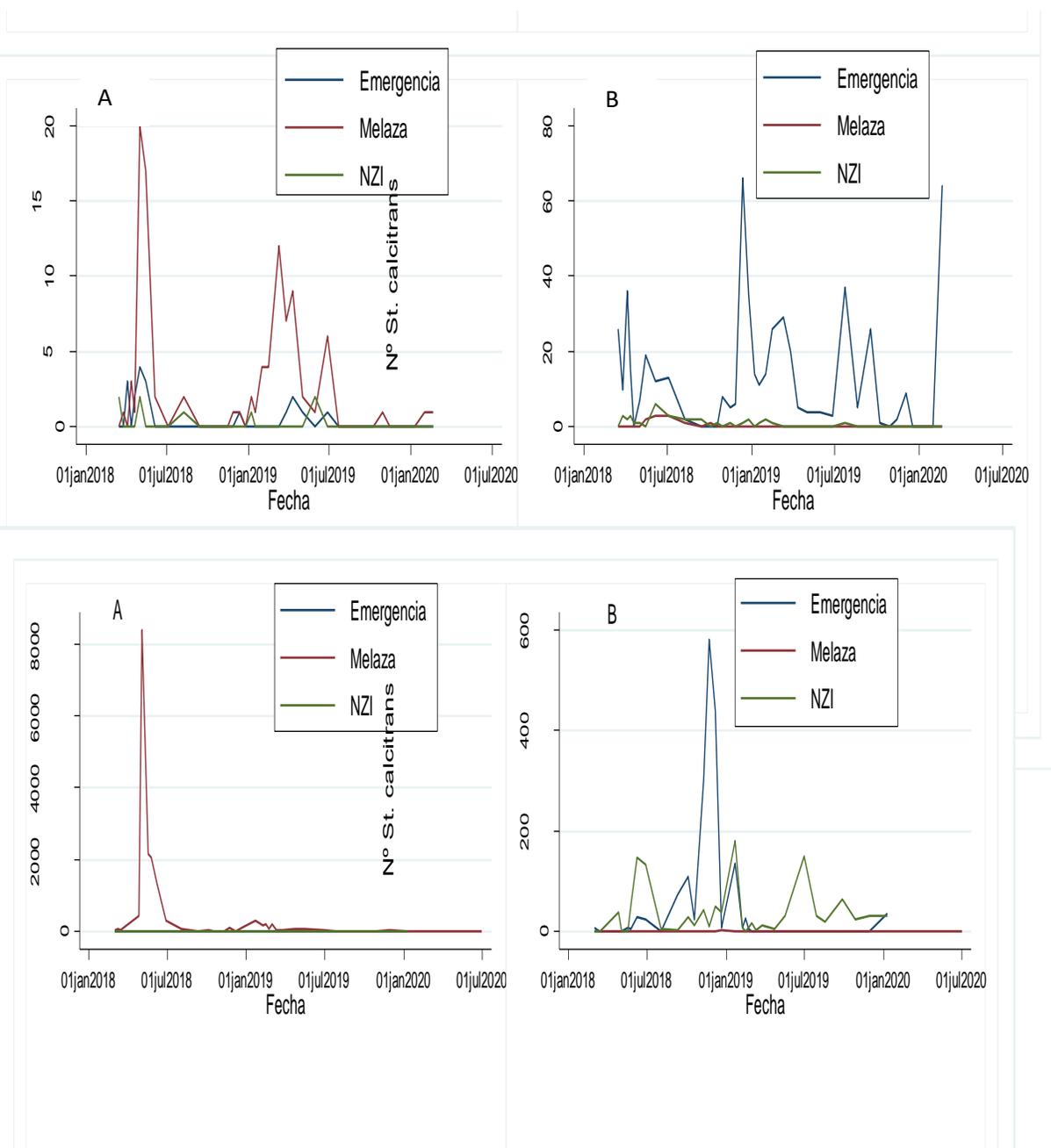


Figura 14: **A)** Abundancia de *M. domestica* en el Parque Lecocq; **B)** Abundancia de *S. calcitrans* en el Parque Lecocq; **C)** Abundancia de *M. domestica* en el tambo; **D)** Abundancia de *S. calcitrans* el tambo.

8.4. Evaluación de formas inmaduras

En ninguna de las 70 muestras de materia orgánica analizadas en el Parque Lecocq, durante el período de estudio, se detectaron formas inmaduras de moscas.

8.5. Factores abióticos

En las Figuras 9 y 11 se presentan conjuntamente los factores abióticos y la variación poblacional de moscas durante el período experimental. Puede apreciarse la poca asociación con la dinámica poblacional de ambas moscas. En las Figuras 10 y 12 se presentan las temperaturas medias, máximas y mínimas de las estaciones meteorológicas más próximas a los sitios de estudio. Las líneas rojas representan las temperaturas umbral mínima (6,92 °C) y máxima (40°C) para *M. domestica*. Del total de 760 días estudiados, en ningún día, en ambos sitios, se superaron los 40 °C. En 154 días en INIA Las Brujas y en 121 días en INIA La Estanzuela se registraron temperaturas $\leq 6,92^{\circ}\text{C}$. Las líneas negras representan las temperaturas umbral mínima (12,2 °C) y máxima (30°C) para *S. calcitrans*. Del total de 760 días estudiados, en 112 días se registraron temperaturas $\geq 30^{\circ}\text{C}$, en ambas estaciones meteorológicas; en 398 días en INIA Las Brujas y 353 días en INIA La Estanzuela se registraron temperaturas $\leq 12,2^{\circ}\text{C}$.

La humedad relativa se presenta en las Figuras 9 y 11. Tampoco se observa aparente influencia en las dinámicas poblacionales, contrariamente a lo que sí ocurre con las precipitaciones acumuladas, en las que se puede apreciar una aparente asociación con algunos picos poblacionales. En el pico de *M. domestica* en el tambo, en mayo de 2018, las precipitaciones acumuladas previamente (marzo-mayo de 2018), alcanzaron picos máximos con valores de hasta 100mm diarios.

En las Tablas 1 y 2 se presenta la correlación entre abundancia de moscas y los factores abióticos estudiados, por estación del año, en el periodo de estudio. Para verano se correlacionó el número de moscas con la información de factores abióticos de los 14 días previos al conteo, para otoño y primavera de los 21 días previos, y para invierno con la información de los 28 días previos. Los valores de correlación y su significancia presentaron resultados muy heterogéneos. La temperatura máxima y la humedad relativa en el Parque Lecocq presentaron valores variables de correlación con la población de *M. domestica*, no así en el tambo. En el caso de *S. calcitrans* fue menos frecuente la presencia de correlación. Al igual que *M. domestica* en el Parque Lecocq, se presenta correlación con la humedad relativa. La correlación con temperatura media, no presentada en la tabla, no fue estadísticamente significativa. Tampoco se encontraron diferencias significativas en las temperaturas medias entre los dos años, ni entre los sitios de estudio ($P=0,28$), sin embargo, sí hubo diferencias significativas en la temperatura media entre el período marzo-mayo de 2018 con respecto al 2019, de hasta 3 grados, para ambos locales. Analizando la información de los 10 años

previos, este período del año presentó diferencias significativas con varios de los años analizados, siendo en el año 2018 hasta 4 grados superior.

Al estudiar los parámetros de temperatura y humedad entre los dos locales, se detectaron diferencias significativas ($p=0,00001$) en la temperatura mínima, siendo ésta un poco inferior en el Parque Lecocq. No se encontraron diferencias significativas en la temperatura máxima. La humedad relativa fue significativamente menor ($p=0,0001$) en el Parque Lecocq .

Tabla 1: Correlación entre la abundancia de *M. domestica* y los factores abióticos estudiados, en el Parque Lecoca v tambo.

AÑO	ESTACIÓN	Parque Lecocq				Tambo			
		T MAX	T MIN	HR	PREC	T MAX	T MIN	HR	PREC
2018	Verano	1,000	ns	-1,000	ns	ns	ns	Ns	Ns
	Otoño	-0,010	ns	0,519	-0,147	ns	ns	Ns	Ns
	Invierno	-0,354	-0,693	0,878	ns	ns	ns	Ns	Ns
	Primavera	0,611	0,348	-0,682	-0,277	ns	ns	Ns	Ns
	Todo el año	0,114	ns	0,408	-0,098	ns	ns	Ns	Ns
2019	Verano	-0,328	-0,846	-0,583	-0,276	0,326	0,596	Ns	Ns
	Otoño	0,583	ns	-0,141	ns	ns	0,982	-0,998	Ns
	Invierno	0,613	ns	0,699	-0,708	-0,246	ns	0,918	0,687
	Primavera	-0,341	-0,176	0,650	ns	ns	ns	Ns	Ns
	Todo el año	0,076	0,207	-0,935	-0,166	0,545	0,672	ns	Ns
2020	Verano	0,542	-0,756	-0,935	ns				

T MAX: temperatura máxima; TMIN: temperatura mínima; HR: humedad relativa; PREC: precipitaciones acumuladas; ns: no hay significancia estadística $p>0,05$

Tabla 2: Correlación entre la abundancia de *S. calcitrans* y los factores abióticos estudiados, en el Parque Lecocq y tambo.

AÑO	ESTACIÓN	Parque Lecocq				Tambo			
		T MAX	T MIN	HR	PREC	T MAX	T MIN	HR	PREC
2018	Verano	Ns	ns	ns	ns	0,143	ns	0,997	Ns
	Otoño	-0,429	ns	-0,398	0,842	ns	ns	ns	Ns
	Invierno	Ns	ns	0,108	ns	ns	ns	ns	Ns
	Primavera	Ns	ns	-0,685	0,164	ns	0,764	ns	Ns
	Todo el año	0,238	0,209	-0,392	0,136	0	0,111	0	Ns
2019	Verano	0,087	-0,756	-0,873	ns	ns	ns	ns	Ns
	Otoño	0,882	ns	-0,799	ns	ns	ns	ns	Ns
	Invierno	Ns	ns	0,993	-0,995	ns	ns	ns	Ns
	Primavera	0,509	ns	-0,219	ns	ns	1	-1	Ns
	Todo el año	0,173	ns	0,147	-0,106	ns	ns	ns	Ns
2020	verano	Ns	ns	ns	ns				

T MAX: temperatura máxima; TMIN: temperatura mínima; HR: humedad relativa; PREC: precipitaciones acumuladas; ns: no hay significancia estadística $p > 0,05$

8.6. Humedad materia orgánica (sitios de cría)

Se evidenció baja correlación ($r= 0,013$; $p<0,05$) entre la humedad de cada acúmulo de materia orgánica estudiado en el Parque Lecocq y el número de *S. calcitrans* capturadas en sus respectivas trampas de emergencia. No se pudo estudiar la correlación con *M. domestica* ya que sólo en 5 muestras de trampas de emergencia se registró su presencia.

8.7. Generaciones y disponibilidad térmica

Para ambos géneros de moscas, el mayor número de generaciones ocurre durante el verano, donde se concentra prácticamente el 50% de las generaciones anuales, habiendo un descenso marcado durante el invierno. Para *M. domestica* se estimaron entre 8 y 8,5 generaciones al año (Tabla 3) y para *S. calcitrans* se estimaron entre 6,3 y 6,9 generaciones al año (Tabla 4).

Tabla 3. Número de generaciones mensuales y anuales estimadas para *M. domestica* en el Parque Lecocq y tambo (2018-2020)

Meses	Número de generaciones					
	Parque Lecocq			Tambo		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Enero	1,1	1,04	1,1	1,08	1,06	1,08
Febrero	1,11	1,03	1,12	1,08	1,02	1,07
Marzo	0,99	0,88	1,38	1	0,88	1,33
Abril	0,93	0,78		0,91	0,84	
Mayo	0,5	0,5		0,5	0,53	
Junio	0,17	0,38		0,16	0,43	
Julio	0,2	0,21		0,21	0,26	
Agosto	0,24	0,25		0,3	0,28	
Setiembre	0,63	0,29		0,67	0,4	
Octubre	0,64	0,57		0,66	0,65	
Noviembre	0,88	0,98		0,92	0,98	
Diciembre	0,91	1,06		0,96	1,05	
TOTAL	8,3	7,97		8,45	8,38	

Tabla 4: Número de generaciones mensuales y anuales estimadas para *S. calcitrans* en el Parque Lecocq y tambo (2018-2020)

Meses	Número de generaciones					
	Parque Lecocq			Tambo		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Enero	1,03	0,99	1,03	1,04	1,07	1,04
Febrero	1,03	0,91	1,03	1,05	0,96	1,08
Marzo	0,68	0,63	1,05	0,72	0,7	1,44
Abril	0,86	0,39		0,78	0,44	
Mayo	0,37	0,21		0,36	0,29	
Junio	0,37	0,27		0,34	0,25	
Julio	0,35	0,4		0,35	0,39	
Agosto	0,3	0,37		0,28	0,39	
Setiembre	0,28	0,31		0,29	0,26	
Octubre	0,26	0,3		0,27	0,34	
Noviembre	0,59	0,71		0,66	0,92	
Diciembre	0,74	0,8		0,78	0,89	
TOTAL	6,86	6,29		6,92	6,9	

8.8 Estudio de comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales

En el estudio del comportamiento se evidenció una mosca en la vista lateral del animal, por lo que puede estimarse que el total en el animal fuera de 2 moscas las cuales no pueden identificarse familia debido a la distancia. Se observó durante 2 minutos obteniendo los siguientes resultados: movimientos de cola casi constante que no permitía su registro; sacudida miembro anterior: 4; sacudida miembro posterior: 8; movimiento de cabeza: 1; movimiento de oreja: 13 y espasmos cutáneos: 9.

En el estudio de las regiones corporales, de los 11 registros fotográficos obtenidos, en diez de ellos se presentaba una sola mosca y en uno presentaron dos moscas. Del total de doce moscas, nueve se presentaban en miembros anteriores y tres en la cabeza, véase Figura 15.



Figura 15: Regiones del cuerpo de antílope Addax macho con presencia de *S. calcitrans*. A y B) Miembro anterior derecho; C y D) Morro del mismo animal.

8.9. Otros dípteros de interés

En forma complementaria se registraron otros dípteros colectados conjuntamente en los muestreos en el Parque Lecocq. Las principales familias halladas fueron Sarcophagidae, Tabanidae, Muscidae, Calliphoridae y Drosophilidae.

La familia Sarcophagidae estuvo presente en casi la totalidad de las muestras. Los ejemplares fueron capturados tanto en trampas de melaza y como las Nzi.

Fue muy frecuente la presencia de la familia Tabanidae en casi todo el estudio, observándose un descenso y ausencia de ejemplares en invierno. Los tabanídeos fueron capturados por las trampas Nzi.

Dentro de la familia Muscidae se evidenció la presencia de *Muscina stabulans*, *Neurotriia felsina*, *Phaonia trispila*, *Atherigona* sp., *Synthesiomyia nudiseta*, *Ophira* spp, *Haematobia irritans* y *Philornis* spp. (Figura 16).

Si bien en el tambo no se estudiaron otros dípteros, se debe resaltar que en varias colectas se obtuvo un gran número de sarcófagídeos, algunos muscídeos y tábanos.



Figura 16: Ejemplar de *Philornis* sp. obtenido de una trampa de utilizada para mosca doméstica con cebo de melaza en el Parque Lecocq (octubre de 2018).

9. DISCUSIÓN

9.1. Trampas y modificaciones

Trampa para *M. domestica*:

El agregado de conos anti fuga en el modelo de trampa artesanal recomendado para la captura de adultos de *M. domestica* en el trabajo de Burg & Axtell (1984), mejoró notoriamente la eficiencia de la trampa. Geden et al. (2009) evaluaron también trampas caseras realizadas con botellas de plástico y las compararon con las trampas comerciales y concluyeron que las caseras eran menos eficientes ya que podían escapar de éstas con facilidad por los orificios de entrada. En el primer diseño evaluado en este trabajo, sin conos antifugas, las capturas de moscas fue menor debido a que escapaban fácilmente, pero el agregado de conos antifuga impidió en gran medida que escaparan. Respecto al cebo, tal como describieron Díaz et al. (2011) la melaza diluida al 65%, fue un buen cebo para *M. domestica*. Por dicha razón, y por el interés de utilizar productos amigables con el ambiente que no contengan insecticidas, se optó por su uso como cebo en el presente trabajo. Sin embargo, se detectaron algunos inconvenientes en el desarrollo de algunas actividades relacionado a la característica adhesiva de la melaza que hicieron más laborioso el trabajo de recuperación de los ejemplares sumergidos en la misma y que se perdieran o no se pudieran identificar algunos ejemplares por destrucción total del individuo o parcial de estructuras de valor taxonómico, durante su limpieza. Es importante destacar que con este modelo de trampa y melaza como cebo, se capturó gran variedad de dípteros, por lo que si bien es efectiva para *M. domestica*, no resulta muy específica, característica a tener en cuenta en estudios de monitoreo.

Trampas Nzi:

La principal dificultad durante su uso en el proyecto fue la necesidad periódica de mantenimiento debido al deterioro de las telas por el sol, agua, viento y paso de animales. Se evaluaron dos telas para su elaboración, tela panamá y lona náutica. La primera es de un costo inferior pero su durabilidad fue notoriamente menor lo que implicó mayor tiempo destinado a reparaciones y en algunos casos re confección, por lo que se recomienda el uso de lona náutica. Siguiendo las indicaciones de algunos modelos publicados (Mihok, 2002) inicialmente se usó como estructura de soporte de la trampa caña tacuara o ramas pero su durabilidad fue muy corta, sea por las inclemencias del tiempo o por los embates de algunos animales, debiéndose substituir frecuentemente, por lo que posteriormente se usaron varillas de hierro, las que mostraron una durabilidad sensiblemente mayor, por lo que, caso los costos lo permitan, se recomienda este tipo de material. Las trampas con adhesivos permiten capturar más individuos que las trampas de tela (Solorzano et al. 2015) pero el uso de adhesivo dificulta la identificación de especies por daño de estructuras de interés taxonómico, y su uso es altamente contaminante, de las trampas de tela la Nzi ha demostrado ser la más eficiente, seguido por Vavoua (Mihok, 2002; Solorzano et al. 2015). Considerando esto se recomienda el uso de Nzi como trampa de elección para estudios de monitoreo poblacional.

Trampas de emergencia:

El modelo realizado resultó muy práctico para su uso rutinario ya que el recipiente colector es de muy fácil vaciado debido al acople por rosca, ésta modificación al modelo inicialmente descrito por Kunz et al. (1969) resulta en un importante ventaja. El uso de una estructura de hierro recubierta de una malla antiáfida, elementos de mayor durabilidad que los recomendados por Kunz et al. (1969) permitió tener gran durabilidad de las trampa, permitiendo su uso adecuado en el periodo de estudio, por este motivo se recomienda para estudios de monitoreo.

9.2. Poblaciones de adultos

El número de insectos capturados en el Parque Lecocq fue aproximadamente la mitad que los capturados en el tambo. Cabe destacar que la abundancia de *M. doméstica* fue notablemente menor en el Parque Lecocq (0,45% vs 30%), lo que indica que esta especie representa un problema mucho mayor en el tambo que en el zoológico. Respecto a *S. calcitrans* también hubo diferencias en la proporción (2,05% en el parque vs 5,5% en el tambo) pero los valores fueron más similares. En base a esto podemos concluir que en el zoológico la mayor atención en el control de dípteros debe ir dirigida a *S. calcitrans* y en el tambo a ambas especies

Es importante destacar también las diferencias en cuanto a diversidad de fauna entre ambos lugares. En el Parque Lecocq estas especies de moscas son sólo un bajo porcentaje de los insectos capturados. Esto es coherente ya que es un área protegida con menor impacto humano a diferencia del área donde se encuentra el tambo, que está fuertemente influenciada por las actividades humanas vinculadas a la producción. Del total de dípteros colectados por las trampas NZI y de emergencia, *S. calcitrans* ocupa un porcentaje notoriamente alto (33%), en relación a lo observado por Changbunjong et al. (2013) en un Parque Nacional en Thailandia, usando trampas Vavoua. Esta diferencia posiblemente no sea sólo debido a los diferentes ecosistemas donde se realizó la captura sino también puede deberse a la eficiencia de captura de las trampas. Las trampas NZI son más eficientes en la captura de *Stomoxys* spp. que las Vavoua (Mihok, 2002). Cabe destacar que en el porcentaje de *S. calcitrans* fue incluida también la captura en los sitios de emergencia. Si bien el porcentaje de *S. calcitrans* en el tambo fue muy bajo en relación a otros dípteros, estaría dentro de umbrales posiblemente de alerta de daño. En Brasil, en áreas de producción de caña, donde se han reportado brotes de este díptero, se constató una presencia de 9.22% (Correa et al., 2013). Sin embargo, el mayor problema que estaría teniendo el tambo está relacionado a *M. doméstica* seguido de *S. calcitrans*. De todo modos no se debe subestimar la importancia que tienen dichas plagas como vectores biológicos de microorganismos patógenos, en un estudio realizado en Brasil aislaron un total de 161 colonias de 33 especies distintas, tales como *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* y *S. intermedius*. de cutícula, piezas bucales y tracto alimentario de *S. calcitrans* (Castro et al., 2007).

Las dinámicas poblacionales de ambas especies de moscas fueron diferentes, lo que difiere con lo observado por González (1994) en Honduras y la dinámica poblacional de cada especie fue similar en ambos sitios de estudio.

Los estudios de dinámica poblacional de estas moscas a nivel mundial y su correlación con factores abióticos ha presentado valores en extremo variables.

9.2.1. *Musca domestica*

Su presencia durante todo el año, incluso en los meses de más frío (invierno) donde sólo se constató un descenso de la población, no era de esperar y hace pensar que las temperaturas bajas en Uruguay no representarían una limitante importante para esta especie. A pesar de no haber encontrado estudios de dinámica en la región con los cuáles comparar, sorprende la baja población de esta mosca en primavera, en la cual la temperatura es favorable para su desarrollo. González (1994), en Honduras, describió picos poblacionales en primavera regidos por la temperatura mínima. Tal vez esta diferencia en los resultados se deba a que las precipitaciones fueron menores que las esperadas. Si bien no se evidenció correlación con la temperatura media, ni hubo diferencias significativas entre la temperatura media de los dos años de estudio, la misma fue casi 2°C superior en el período marzo–mayo de 2018 con respecto al 2019. Esta diferencia de temperatura, sumada a las altas precipitaciones del mes de mayo, puede explicar el pico de población en mayo de 2018, tanto en el Zoo como en el tambo. Posiblemente, los picos poblacionales dependan de otras variables. En la isla Gran Turca (clima tropical, con precipitaciones mensuales medias entre 35-50 mm que aumentan en otoño con una media de entre 65-95 mm) la densidad más alta ocurrió en verano y la más baja en invierno (Weidhaas & Labrecque, 1970). Los períodos lluviosos dificultan en ambos sitios el manejo de la materia orgánica ya que el terreno muy húmedo impide el acceso y trabajo de las maquinarias necesarias, favoreciendo las condiciones propicias para el desarrollo de estos dípteros.

En ambos lugares de estudio, el número de individuos de *M. domestica* capturados en trampas de emergencia fue menor al capturado en vuelo, lo que indicaría que los acúmulos de materia orgánica estudiados, no representarían los principales sitios de cría. En el zoológico, durante el pico poblacional de adultos capturados en vuelo, sólo hubo un leve incremento en el número de estas moscas en las trampas de emergencia. En el tambo, ocurrió algo similar donde el pico de moscas registrado en las trampas con melaza parece provenir de otros sitios de cría. La presencia de materia orgánica compuesta por restos de alimento, materia fecal y orina, debajo y a los lados de los comederos en la playa de comida de la sala de ordeño, y en el área de la guachera donde hay materia orgánica muy dispersa con escaso o nulo manejo, deberían estudiarse para determinar si constituyen sitios de cría en este establecimiento.

La falta de correspondencia entre la captura de adultos durante el vuelo y la captura en los sitios de cría, implica la necesidad de más estudios para definir el origen de estos individuos en vuelo con el fin de diseñar medidas de manejo de otros potenciales sitios de cría.

9.2.2 *Stomoxys calcitrans*

En cuanto a la dinámica poblacional de *S. calcitrans* es de destacar que la misma difiere de la dinámica de *M. domestica*, está presente todo el año, con un carácter bimodal. En términos

generales, la dinámica se asemeja más a lo ocurrido en regiones más cálidas donde se reportan picos de *S. calcitrans* en primavera-verano, como en Honduras (González, 1994), México (Cruz et al. 2000, Cruz Vazquez et al. 2004) y Brasil (Bittencourt & Borja, 2000). Sin embargo, en el presente trabajo se registraron también picos en invierno, como lo observado en en Mato Grosso do Sul, Brasil (Correa et al. 2013), En el sur de Uruguay los niveles poblacionales a mediados de verano fueron medios, mientras que en regiones templadas como Inglaterra (Paravani et al. 2019), y en Canadá Khumalo & Galloway (1996) se presentaron picos en este época. Este descenso en verano posiblemente se haya debido a la baja humedad relativa durante ese período.

La falta de correlación entre la población de moscas y los factores abióticos observados en el presente estudio coincide con lo observado por otros autores. Paravani et al. (2019) en un estudio realizado en Inglaterra y Broce et al. (2005) en Estados Unidos no encontraron relación entre el número de moscas y la temperatura, humedad, ni precipitaciones. Sin embargo, otros autores (Cruz Vazquez et al. 2004) reportan correlación entre la fase de incremento poblacional y la humedad relativa, y entre la fase de disminución poblacional y la temperatura, y no observaron correlación con las precipitaciones

La fluctuación de individuos capturados en las trampas Nzi acompaña en cierta medida las fluctuaciones de individuos en las trampas de emergencia, lo que indicaría que en ambos sitios los ejemplares se crían allí. En el Parque Lecocq si bien hay concordancia entre las fluctuaciones en trampas de emergencia y Nzi, la cantidad de ejemplares que logran ser capturados en vuelo fue considerablemente menor a los capturados en los sitios de cría, lo que podría indicar una escasa dispersión de *S. calcitrans* en el Parque Lecocq, o la imposibilidad de capturarlos en las condiciones en las que se tuvo que desarrollar el trabajo. Hay dos posibles explicaciones para esto, una de ellas es que los sitios de cría se encuentran en montes contiguos a los corrales de antílopes, por lo que una vez emergido el adulto obtiene muy fácilmente refugio (monte e instalaciones de dormitorios de antílopes), alimento (antílopes) y sitios donde volver a comenzar el ciclo (acúmulos de materia orgánica) lo que conllevaría a una baja dispersión dentro del parque. Para evaluar la dispersión se podría utilizar en estudios futuros la técnica del marcado y recaptura. La otra posible explicación, es que las trampas Nzi no pudieron ser colocadas en los lugares ideales, que permitieran interceptar el vuelo de la mayoría de los ejemplares de *S. calcitrans*, ya que en esos sitios interfería con el comportamiento de los animales y el tránsito de visitantes.

En el tambo era de esperar un menor desarrollo de *S. calcitrans* en la materia orgánica ya que las características de la misma, gran cantidad de materia fecal y poca o nula materia vegetal, no parecían ser tan propicias para su desarrollo (Marcondes, 2001). Sin embargo, resultó ser un importante sitio de cría de *S. calcitrans* ya que el pico poblacional de noviembre y diciembre de 2018, se debió principalmente a la mayor captura de ejemplares en las trampas de emergencia.

Esta información permite concluir que los principales sitios de cría de *S. calcitrans* en ambos sitios están bien identificados, por lo que el manejo de ellos va a permitir manejar la infestación de los animales.

Es llamativo como *S. calcitrans* estuvo presente incluso en invierno ya que presenta una temperatura base mayor que *M. domestica* la cual se vió más afectada por la estación fría. Esto podría deberse a que los sitios de cría son diferentes y, posiblemente, los sitios de cría de *S. calcitrans* presentaron cierto reparo a las temperaturas bajas y los de *M. domestica* no. Durante el estudio, el período de heladas se extendió desde los primeros días de junio hasta los últimos días de agosto, con 42 y 46 días de registro de heladas en el Parque Lecocq y tambo, respectivamente, con lo que sería de esperar que hubiera poco desarrollo durante ese período. Posiblemente, el volumen de los acúmulos de materia orgánica brinde resguardo a las formas inmaduras de las temperaturas ambientales extremas, y en el Parque Lecocq, el abrigo del monte sea el principal responsable.

9.3. Comportamiento en antílopes y preferencias de regiones corporales

El estudio de preferencia de regiones corporales de *S. calcitrans* en antílopes Addax e impacto en su comportamiento presentó algunos obstáculos para su desarrollo. La distancia óptima para su observación alteraba su comportamiento; la gran mayoría de animales tendían a huir impidiendo evaluar su comportamiento y la visualización y conteo de moscas. El otro obstáculo que se presentó fue el reiterado uso de insecticidas por parte de los cuidadores sobre los animales con el fin de aliviar su molestia, por lo que el número de animales y oportunidades para el conteo fue limitado. Se evidenció gran molestia en los animales con carga de moscas muy baja (1 a 2 moscas por animal). Estos resultados eran esperables, si lo comparamos con especies domésticas con alta susceptibilidad como los equinos (Bittencourt & Moya Borja, 2000). En los antílopes estudiados la región corporal de preferencia para *S. calcitrans* fueron los miembros anteriores y luego la cabeza, la preferencia por los miembros anteriores coincide con lo observado en bovinos, esto se debe a una mayor irrigación y piel más fina de la región y a que por su rol de soporte de gran parte del peso corporal las reacciones para espantar moscas son más dificultosas que en los miembros posteriores (Bittencourt & Moya Borja, 2002).

9.4. Otros dípteros de interés

Algo importante a destacar de los resultados obtenidos es la importante diferencia en la diversidad de especies de dípteros observada en ambos locales. La notoria diferencia de variabilidad de especies de dípteros era esperable. El Parque se encuentra dentro de un área protegida, con varias especies animales y el tambo es un sistema de producción altamente intensivo con una sola especie animal, que genera gran producción de materia orgánica rica en heces y orina bovinas, ración y fardos que afecta el hábitat de muchos dípteros generando un impacto ambiental negativo.

La identificación del género *Philornis* (Diptera: Muscidae) en un área protegida de Uruguay, pone en alerta el sistema de control sanitario del zoo. El género *Philornis* está estrechamente relacionado con las aves, ya que la mayoría de sus especies presentan estadios larvales que son parásitos obligados de gran número de especies de aves, produciendo miasis cutánea, afectando principalmente a las nidadas (Little, 2008). El Humedal de Santa Lucía representa un nicho ecológico para muchas especies animales, incluidas un gran número de aves migratorias, por lo que el impacto de esta especie parásita en este local justifica estudios más profundos. La identificación taxonómica de especies del género *Philornis* basada exclusivamente en información morfológica ha generado errores diagnósticos (Quiroga et al. 2016), por lo que el diagnóstico deberá confirmarse mediante técnicas de biología molecular.

9.5. Consideraciones finales

Los resultados del presente trabajo han permitido establecer que la prevalencia de estos dípteros y su problemática es diferente en ambos lugares de estudio por lo que las medidas de control deben ser diferentes. Además, hay que tener en cuenta la amplia diversidad de especies de dípteros encontrada en el Parque Lecocq; actualmente, se está realizando la identificación de los principales géneros de la familia Muscidae, en conjunto con el área de Entomología de la Facultad de Ciencias.

La utilización de insecticidas en ambos lugares debería estar limitada a situaciones puntuales, disminuyendo las posibilidades de contaminación ambiental, riesgo para la salud animal y humana. Algunas prácticas culturales como el uso de descomponedores creados a partir de microorganismos como hongos, levaduras y bacterias han demostrado ser poco eficaces para el control de *S. calcitrans*. Han sido utilizados por productores de piña, pero la eliminación de los olores no ha contribuido a disminuir el atractivo para *S. calcitrans* (Solorzano, 2014). Sin embargo, medidas de control biológico con parasitoides han demostrado resultados prometedores en estudios *in vitro* (Solorzano, 2014) aunque aún se deben validar estos ensayos ya que los resultados a campo son dudosos (Gonzalez, 1994; Solorzano, 2014). Otras medidas de control deben ser estudiadas, principalmente teniendo en cuenta su sostenibilidad en el tiempo y los lugares en los que se debe intervenir (área protegida y tambo).

Las mayores molestias en los antílopes Addax reportadas por los cuidadores de los animales, fueron en primavera y verano, coincidiendo con los picos de *S. calcitrans*. Ya que los sitios de cría de esta mosca y los períodos de mayor abundancia están bien identificados y su dispersión en el parque es baja, la remoción frecuente de estos sitios de cría, principalmente en primavera y verano constituye la herramienta más importante para el control. No se recomienda el uso de trampas, salvo casos o sitios puntuales que lo requieran.

En el caso del tambo, su propietario también tiene bien identificado los momentos de mayor molestia por moscas (otoño) coincidente con lo registrado en el presente estudio. Si consideramos los picos de *M. domestica* en otoño y su abundancia relativa, sumado a que *S.*

calcitrans también puede presentarse en otoño, es en esta época del año y previo a ella, se debe prestar especial atención al control de dípteros en este sistema productivo. Estos sitios deberían presentar un manejo adicional en dirección de una reducción del número total de moscas. También se recomiendan mayores medidas de higiene en los sitios de acúmulo de materia orgánica como debajo de los comederos y en la periferia de playa de comida, y en la guachera, principalmente a partir de fines de verano-otoño. Debido a los niveles de dispersión superiores al Parque Lecocq también se recomienda el uso de trampas como forma de control. Las trampas a utilizar pueden ser las Nzi y de melaza ya que son de bajo costo y amigables con el medio ambiente, o trampas adhesivas como alzynite u otras trampas comerciales que en términos generales capturan mayor número de moscas.

10. CONCLUSIONES

Las trampas con cebo de melaza para captura de *M. domestica* permiten realizar un monitoreo de la población con bajos costos, pero el procesamiento posterior es laborioso. Las trampas Nzi artesanales resultan económicas pero su gran tamaño puede ser una limitante para su instalación.

M. domestica y *S. calcitrans* están presentes todo el año y tienen dinámicas poblacionales diferentes entre sí, pero no entre los lugares de estudio. Los picos de mayor abundancia ocurren en otoño para *M. domestica* y a fines de primavera-inicio de verano para *S. calcitrans*.

Los factores abióticos estudiados no estuvieron asociados con la dinámica poblacional de las moscas por lo que otros factores no relacionados con el clima deben ser estudiados

En el Parque Lecocq la mayor problemática está dada por *S. calcitrans* y en el tambo por *M. domestica*.

La diversidad de dípteros en el Parque Lecocq es notoriamente alta.

Los acúmulos de materia orgánica estudiados representan los principales sitios de cría de *S. calcitrans* y en escasa medida los sitios de cría de *M. domestica*.

La dispersión de *S. calcitrans* en ambos sitios es baja.

Los antílopes Addax son altamente sensibles a *S. calcitrans* y la misma presenta preferencia por miembros torácicos y cabeza.

En el sur de Uruguay *Musca domestica* tiene de 8 a 8,5 generaciones por año, mientras que *S. calcitrans* tiene entre 6 y 7 generaciones anuales.

11. PERSPECTIVAS A FUTURO

Musca domestica y *Stomoxys calcitrans* presentan gran impacto en sistemas productivos y zoológicos, ocasionado pérdidas económicas, estrés en los animales y riesgo para la salud humana y animal. Este estudio nos permite conocer la dinámica poblacional de estas plagas,

en dos sitios de cría animal muy diferentes, en el sur de Uruguay. Estos son los primeros datos sobre sus dinámicas en este país, pero se requieren estudios en el resto del país y otros sistemas productivos. Así mismo, se debe evaluar el efecto de las medidas de control sugeridas en ambos sitios y el uso de alternativas de control como el uso de parasitoides. En este estudio se realizó el primer diagnóstico de *Philornis sp.* en el sur de Uruguay, en un área protegida que presenta gran diversidad de aves. Su abundancia e impacto en Uruguay se desconoce completamente y debe ser estudiada.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Arnold, C.Y. (1959). The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 74, 430-445.

Axtell, R.C. (1986) Fly control in confined livestock and poultry production. . Greensboro, NC: CIBA-GEIGY Corporation Tech. Monograph.

Bahrndorff S., De Jonge N., Skovgard H., Nielsen J.L. (2017) Bacterial Communities Associated with Houseflies (*Musca domestica* L.) Sampled within and between Farms. PLoS ONE 12 (1): e0169753. Doi: 10.1371/ journal.pone.0169753.

Baldacchino F., Muenworn V., Desquesnes M., Desoli F., Charoenviriyaphap T., Duvallet G. (2013) Transmission of pathogens by *Stomoxys* flies (Diptera, Muscidae); a review. Parasite 2013, 20-26.

Barreiro, M., Arizmendi, F., Trinchin, R. (2019) Variabilidad observada del clima en Uruguay Departamento de Ciencias de la Atmósfera Instituto de Física, Facultad de Ciencias, Uruguay.

Barros, A.T., Koller W.W, Catto J-B., Soares C.O. (2010) Surtos por *Stomoxys calcitrans* em gado de corte no Mato Grosso do Sul. Pes. Vet. Bras. 30: 945-952.

Birkemoe, T., Thygeson, A.S. (2011). Stable fly (*Stomoxys calcitrans*) and house fly (*Musca domestica*) densities: a comparison of three monitoring methods on pig farms. J. Pest. Sci. 84: 273-280.

Bittencourt, A.J. & Borja, G.E. (2000) Seasonal fluctuation of *Stomoxys calcitrans* on bovines and equines in the Espirito Santo do Pinhal county, São Paulo, Brazil. Rev. Univ. Rural, Sér. Ciênc. Vida, 22 (Supl.):101-106.

Bittencourt, A.J., Moya Borja, G.E. (2000) *Stomoxys calcitrans* (L.): Preferências por regiões do corpo de equinos para alimentação. Parasitol. Dia, 24:119-122.

Bittencourt, A.J., Moya Borja, G.E. (2002) *Stomoxys calcitrans* (Linnaeus, 1758) (Diptera, Muscidae): preferência por locais do corpo de bovinos para alimentação. Rev. bras. Zootecias Juiz de Fora 4(1). 75-83.

Bittencourt, A.J. (2012) Avaliação de surtos e medidas de controle ambiental de *Stomoxys calcitrans* (Diptera. Muscidae) na região sudeste do Brasil. Ver. Bras. Med. Vet, 34(1): 73-82.

Blanco-Metzler, H., Arguedas-Marin, M. (2015) Efecto del color de trampa y tipo de adherente en la captura de *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Entomol. Mex. 2: 319-324.

- Bowman, D. D., Lynn, R.C., Eberhard, M.L. (2004) *Georgis Parasitología para veterinarios*. 8ª ed. Madrid, Elsevier, 440.
- Brandao, R.K. (2009) Binomia de *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) e *Spalangia endius* Walker, 1839 (Hymenoptera, Pteromalidae) em condicoes de laboratorio. Tesis de posgrado. UFPEL/Parasitologia.
- Broce, A.B. (1988) An improved Alsynite trap for stable flies, *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) *J. Med. Entomol.*, 25: 406-409.
- Broce, A.B., Hogsette, J., Paisley, S. (2005) Winter feeding sites of hay in round bales as major developmental sites of *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in pastures in spring and Summer. *J. Econ. Entomol.* 98(6):2307-2316.
- Buralli, G.M., Born, R.H., Gerola, O., Pimont, M.P. (1987) Soil disposal of residues and the proliferation of flies in the station of Sao Paulo. *Water. Sci. Technol.* 19(8): 121-125.
- Burg, J.G., Axtell, R.C. (1984) Monitoring House Fly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae), populations in Caged-Layer Poultry Houses Using a Baited Jug-Trap. 13(4): 1083-1090.
- Carvalho, C.J.B. (2002) *Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: Taxonomy*. Curitiba: Ed. UFPR. Pesquisa68: 287.
- Calvo, M.S., Gerry, A.C., McGarvey, J.A., Armitage, T.L., Mitloehner, F.M. (2010) Acidification of calf bedding reduces fly development and bacterial abundance. *J. Dairy Sci.* 93(3): 1059-1064.
- Campbell, J.B., Skoda, S.R., Berkebile, D.R., Boxler, D.J., Thomas, G.D., Adams, D.C., Davis, R. (2001) Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) on weight gains of grazing yearling cattle. *J. Econ. Entomol.*, 94:780-783.
- Cançado, P.H.D., Ferreira, T., Piranda, E.M., Soares, C.O. (2013) Sugarcane stems as larval habitat for the stable fly (*Stomoxys calcitrans*) in sugarcane plantations. *Pesq. Vet. Bras.* 33(6):741-744.
- Castro, B. G, De Souza, M.M.S, Bittencourt, A.J. (2007) Aerobic bacterial microbiota in *Stomoxys calcitrans*: preliminary studies in Brazil. *Brazil. J. Vet. Parasitol.* 16(4): 193-197.
- Changbunjong, T., Weluwanarak, T., Sedwisai, R., Chamsai, T. (2013) Stomoxyni fly fauna of the Khao Yai National Park, Thailand. *Asian. Pac. J. Trop. Dis.* 3(5): 348-351.
- Cilek, J.E., Greene, G.L. (1994) Stable fly (Diptera: Muscidae) insecticide resistance in Kansas cattle feedlots. *J. Econ. Entomol.* 87(2):275-279.

- Cilek, J.E. (2003) Attraction of colored plasticized corrugated boards to adult stable flies, *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae). Fla. Entomol. 86(4): 420- 423.
- Cook, D. F., Dadour, I.R., Keals, N.J. (1999) Stable fly, house fly (Diptera: Muscidae) and other nuisance fly development in poultry litter associated with horticultural crop production. J Econ Entomol 92 (6); 1352-1357.
- Correa, E.C., Ribas, A.C.A, Campos, J., Barros, A.T.M. (2013) Abundancia de *Stomoxys calcitrans* em diferentes subprodutos canavieiros. Pesq. Vet. Bras. 33(11): 1303- 1308.
- Corsi, W.C. (1978) Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Böerger. La Estanzuela. Uruguay. Clima. IN: Avances en Pasturas IV. Miscelánea 18:255-256.
- Cruz Vázquez, C., Martínez, R.S., Vitela, M.I., Ramos, P.M., Quintero Martínez M.T., García Vázquez Z. (2000) Variación anual de la infestación por *Stomoxys calcitrans* (L.) (díptera: Muscidae) en tres establos lecheros de Aguascalientes, México. Téc. Pecu. Méx.. 38 (2): 135-142.
- Cruz Vázquez, C., Ramos, P.M., Vitela, M.I., García Vázquez Z., Quintero Martínez M.T., (2007) Relationships between stable fly infestation with some physical facility characteristics and sanitation practices in several dairy farms in the state of Aguascalientes, Mexico. Vet Parasitol. 149: 246-250.
- Cruz Vázquez, C., Vitela, M.I., Ramos, P.M., García Vázquez Z. (2004). Influence of temperature, humidity and rainfall on field population trend of *stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) in a semiarid climate in Mexico. Parasitol. Latinoam. 59: 99-103.
- Davies M.P., Anderson M., Hilton A.C. (2016) The housefly *Musca domestica* as a mechanical vector of *Clostridium difficile*. Journal of hospital infection 94 263-267.
- Díaz Gutiérrez C., Herrera Gallardo M.T., Barajas cruz R., Aguirre Ortega J., Rodríguez Flores A., Martínez González S. (2011) La melaza como control ecológico de las moscas. Abanico Veterinario 1 (1) ISSN 2007-4204.
- DILAVE Treinta y Tres. (2010) Infestación por *Stomoxys calcitrans*. Arch. Vet. Este 2(1): 15.
- Elkan, P.W., Parnell, R., David Smith, J.L. (2009) A die-off large ungulates following a *Stomoxys* biting fly out-break in lowland forest, Northern Republic of Congo. Afr. J. Ecol. 47:528-536.
- Fosbrooke, H.A.(1962) The *Stomoxys calcitrans* plague in Ngorongoro. Afr Ecol. 1(1): 124-126.
- Gaminara, A. (1929) Clasificación de muscoideos en Uruguay. An. Fac. Med. Urug. 14: 1235.

- Geden, C.J. (2005) Methods for monitoring outdoor populations of house flies. *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). J. Vector Ecol. 30: 244- 2500.
- Geden, C.J., Szumlas, D.E., Walker, T. W. (2009) Evaluation of comercial field- expediente baited traps for house flies, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae). J. Vector Ecol. 34(1): 99-103.
- Gilles, J.,David, J.F., Duvallet, G. (2005) Temperature effects on development and survival of two stable flies, *Stomoxys calcitrans* and *Stomoxys niger niger* (Diptera: Muscidae), in La Réunion Island. J. Med. Entomol. 42(3): 260-265.
- Gomes R.A. (2009) Surtos de *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) em bovinos e equinos na região Noroeste de São Paulo/ Brasil devido ao desequilíbrio ambiental. Disponible en: <http://pt.engormix.com/pecuaria-corte/artigos/surtos-stomoxys-calcitrans-diptera-t36758.htm>. Fecha de consulta: 28/03/2017.
- Gonzalez, M. (1994) Dinamica poblacional y parasitismo de la mosca domestica, *Musca domestica*, y la mosca del establo, *Stomoxys calcitrans*. Tesis de grado. Esceula Agricola Panamericana, El Zamorano, Honduras.
- Grisi L., Leite, R.C., Martins, J.R., Barros, A.T., Andreotti, R-. Cancado, P.H., Pérez de León, A.A., Pereira, J.B., Villela, H.S. (2014) Reassessment of the potential economic impact of cattle parasites in Brazil. Braz. J. Vet. Parasitol. 23: 150-156.
- Guimarães, J.H. (1984) Mosca dos estábulos: uma importante Praga de gado. Agroq. CibaGeigi, 23: 10-14.
- Hall, R.D., Thomas, G.D., Morgan C.E. (1982) Stable fly, *Stomoxys calcitrans* (L.), breeding in large round hay bales: Initial associations -Diptera: Muscidae). J. Kansas Entomol. Soc. 55(3): 617-620.
- Herrero, M.V., Pico, L.M., Hernández, R. (1991) Abundancia relativa de *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae) en seis localidades del Pacífico Sur de Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 39(2): 309-310.
- Jonsson, N.N., Mayer, D.G. (1999) Estimation of the effects of buffalo fly (*Haematobia irritans exigua*) on the milk production of dairy cattle based on a meta-analysis of literature data. Med. Vet. Entomol. 13(4):372-376.
- Joyner, C., Millis, M.K., Nayduch, D. (2013) *Pseudomonas aeruginosa* in *Musca domestica* L.: Temporospatial Examination of Bacteria Population Dynamics and House Fly Antimicrobial Responses. PLoS ONE, 8(11) e 79224.
- Kaufman, P.E., Rutz, D.A., Frisch, S. (2005) Large Sticky Traps for capturing house flies and stable flies in dairy calf greenhouse facilities. J. Dairy Sci. 88: 176-181.

- Khumalo, W.V., Galloway, T.D. (1996) Seasonal abundance of stable flies, *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae), at Glenlea, Manitoba. Proc. Entomol. Soc. Manit., 52: 4-16.
- King, W.V., Lenert, L.G. (1936) Outbreaks of *Stomoxys calcitrans* L. ("Dog flies") along Florida's Northeast coast. Fla Entomol. 19(3): 33-41.
- Kunz, S.E., Blume, R.R., Hogan, B.F., Matter, J.J. (1969) Biological and Ecological Investigations of Horn Flies in Central Texas: Influence of Time of Manure Deposition on Oviposition. 63(3): 930-933.
- Kunz, S.E., Murrell, K.D., Lambert G., James L.F., Terrill C.E. (1991) Estimates losses of livestock to pests. CRC Handbook of pests management in agricultura. D. Pimentel (Ed.), 2 (1): 69-98.
- Köppen, W. (1931) Grundriss der Klimakunde. De Gruite. Berlin
- Little, S.E. (2008) Myiasis in wild birds. En: Parasitic Diseases of Wild Birds. Ed.: Atkinson, Thomas NJ, Hunter DB) Wiley & Sons Inc. 546-556.
- Marcondes, C.B. (2001) Entomologia médica e veterinária. Ed. Atheneu Rio de Janeiro.
- Martínez, P.J.A, Calvache, H.G., Mantilla, C.E.G. (2013) Control integrado de la mosca *Stomoxys Calcitrans* en el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Rev Sist Prod Agroecol. 4(2): 81-99.
- Mihok S. (2002) The development of a multipurpose trap (the Nzi) for tsetse and other biting flies. Bulletin of Entomological Research (2002) 92, 285-403.
- Milhok, S. Carlson, D., Krafur, E., Foil, L. (2006) Performance of the Nzi and other traps for baiting flies in North America, Bull. of Entomol. Res. 96: 387-397.
- Miraballes, M. (2017) Evaluación de una trampa de paso para el control de *Haematobia irritans* (L.) ("Mosca de los cuernos") en ganado lechero. Montevideo : Udelar. FV. Tesis de maestría.
- Mora, S.T., Calvache, H.G., Alvañil, F.A., Torres, A.J., Verdugo, A., Luna, J.E. (1997) La mosca de los establos *Stomoxys calcitrans* (L.) (Diptera: Muscidae), en palma de aceite. Palmas ,18(3): 31-42.
- National Geographic Magazine (1992) Captives in the wild the lions on Ngorongoro crater. Disponible en; <http://lynx.uio.no/jon/lynx/ngoro-e.htm>. Fecha de consulta: 12/03/2021.

- Oda, F.H., Arantes, C.A. (2010) Surto populacional da mosca dos estábulos *Stomoxys calcitrans* Linnaeus, 1758 (Diptera: Muscidae) no município de Planalto, SP. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 3(1): 145-159.
- Parravani, A., Chivers C.A., Bell, N., Long, S., Burden, f., Wall, R. (2019). Seasonal abundance of the stable fly *Stomoxys calcitrans* in southwest England. Med. Vet. Entomol. 33(4):485-490.
- Pickens, L.G., Miller, R.W. (1987) Techniques for trapping flies on dairy farms. J. Agric. Entomol. 4: 305-313.
- Quinn, B.P., Bernier, U.R., Geden, C.J., Hogsette J.A., Carlson, D.A. (2007) Analysis of extracted and volatile components in blackstrap molasses feed as candidate house fly attractants. J. Chromatography A 1139: 279-284.
- Quiroga, M.A., Monje, D.L., Arrabal, J.P., Beldomenico, P.M. (2016) New molecular data on subcutaneous *Philornis* (Diptera: Muscidae) from southern South America suggests the existence of a species complex. Rev. Méx. Biodiver. 87: 1383-1386.
- Salas, C., Larraín, P. (2007) Alternativas de control biológico de la mosca doméstica en explotaciones pecuarias. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/6354/NR34462.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Fecha de consulta: 5/12/2021.
- Solorzano, J.A. (2014) Manejo integrado de la Mosca del Establo *Stomoxys calcitrans* en Costa Rica. Inta. Disponible: https://www.redinnovagro.in/docs/INTA_crMosca.pdf. Fecha de consulta 1/12/2021.
- Solorzano, J.A, Gilles, J., Bravo, O., Vargas, C., Gomez Bonilla, Y., Bingham. G.V., Taylor D.B. (2015) Biology and Trapping of Stable Flies (Diptera: Muscidae) Developing in Pineapple Residues (*Anana comosus*) in Costa Rica. J. Insect. Sci. 15(1): 1-5.
- Stafford, K.C. (2008) Fly Management Handbook A Guide to Biology, Dispersal, and Management of the House Fly and Related Flies for Farmers, Municipalities, and Public Health Officials. Bulletin 1013: 30.
- Stork, M.G. (1979) The epidemiological and economic importance of fly infestation of meat and milk producing animals in Europe. Vet Rec, 105:341-343.
- Tállice, R.V. (1952) Estudios sobre la biología de las moscas doméstica. An. Fac. Med. Monte. 37: 423-433.
- Uruguay XXI (2016) Oportunidad de inversión, agronegocios. Disponible en: <http://www.uruguayxxi.gub.uy/informacion/wp>

content/uploads/sites/9/2017/01/InformeAgronegocios-Diciembre-2016-Uruguay-XXI.pdf.

Fecha de consulta: 20/03/2017.

Unigarro, C.A., Bermúdez, L.N., Medina, R.D., Jaramillo, A., Flórez, C.P. (2017) Evaluation of four degree-day estimation methods in eight Colombian coffee-growing áreas. *Agron. Colomb.* 35(3), 374-381.

Vargas Chacn, C., Solorzano, J.A. (2018) Biología y cría de la mosca del establo *Stomoxys calcitrans* L. *Alcances tecnológicos*, 11(1), 5-19. <https://doi.org/1035486/at.v11i1.23>

Villa-Nova, N.A., Pedro., M.J., Pereira A.R., Ometo, J.C. (1972) Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base, em função das temperaturas máximas e mínima. *Caderno de Ciências da Terra Instituto de Geografia Uniersidade de São Paulo* 30: 1-8.

Vitela-Mendoza, I., Cruz-Vázquez, C., Solano-Vergara, j., Orihuela-Trujillo, A. (2016) Short communication: Relationship between serum cortisol concentration and defensive behavioral responses of dairy cows exposed to natural infestation by stable fly, *Stomoxys calcitrans*. *J. Dairy Sci.*, 99:9912-9916.

Weidhaas, D.E, Labrecque, G.C (1970) Studies on the population dinamics of the housefly *Musca domestica* L. *Bull world Health organ* 43(5): 721-725.

West, L.S. (1951) *The house fly: its natural history, medical importance, and control.* Ithaca, NY: Comstock Publ. Co. 584.

Wieman, G.A., Campbell, J.B., Deshazer, J.A., Berry I.L. (1992) Effects of stable flies (Diptera: Muscidae) and heat stress on weight gain and feed efficiency of feeder cattle. *J. Econ. Entomol.*, 85: 1835-1842.

Williams, R.E. (2011) Fly control in confined livestock and poultry production operations. Disponible en: <http://ocj.com/2011/06/fly-control-in-confined-livestock-and-poultryproduction-operations>. Fecha de consulta: 22/03/2017.

13. ANEXOS

Anexo 1: Temperatura media mensual, desvío estándar y frecuencia, en el Parque Lecoq y Tambo

Parque Lecoq					Tambo				
Mes	Año			Total	Mes	Año			Total
	2018	2019	2020			2018	2019	2020	
Abril	20.473333	17.046667	.	18.76	Abril	20.516667	17.456667	.	18.986667
	2.3668594	2.3064726	.	2.8902642		2.6648522	2.5482493	.	3.0104602
	30	30	0	60		30	30	0	60
Agosto	10.841935	10.506452	.	10.674194	Agosto	10.832258	10.519355	.	10.675806
	2.8022342	3.2775942	.	3.0288198		3.0340717	3.7998613	.	3.4136988
	31	31	0	62		31	31	0	62
Diciembre	20.035484	21.580645	.	20.808064	Diciembre	20.487097	21.945161	.	21.216129
	3.22134	3.6005017	.	3.4764452		3.2957286	3.441883	.	3.4217334
	31	31	0	62		31	31	0	62
Enero	.	22.854839	22.651613	22.753226	Enero	.	23.06129	22.874194	22.967742
	.	2.8939982	2.2179376	2.5590545		.	2.6606612	2.1945338	2.4205252
	0	31	31	62		0	31	31	62
Febrero	22.45	21.732143	22.682759	22.292941	Febrero	22.657143	21.889286	22.462069	22.337647
	2.7233558	3.6735341	3.5329135	3.3237882		2.6162496	3.80539	3.4692954	3.3125655
	28	28	29	85		28	28	29	85
Julio	10.064516	9.9838709	.	10.024194	Julio	9.5516129	9.9322581	.	9.7419355
	2.4650285	3.2213968	.	2.8449371		2.3112581	3.3785981	.	2.8771314
	31	31	0	62		31	31	0	62
Junio	9.6399999	13.34	.	11.49	Junio	9.82	13.453333	.	11.636667
	2.3293628	2.8063475	.	3.1652081		2.6251305	2.8174008	.	3.2626789
	30	30	0	60		30	30	0	60
Marzo	19.983871	19.458064	25.799999	19.81746	Marzo	20.122581	19.503226	25.700001	19.906349
	2.7236124	2.6149282	0	2.7484036		2.8551369	2.709918	0	2.8537396
	31	31	1	63		31	31	1	63
Mayo	14.983871	14.154839	.	14.569355	Mayo	15.258065	14.493548	.	14.875807
	3.3759045	2.3471741	.	2.9135967		3.2972489	2.3423542	.	2.8624583
	31	31	0	62		31	31	0	62
Noviembre	19.346667	20.28	.	19.813333	Noviembre	19.653333	20.813333	.	20.233333
	2.8779462	2.4948776	.	2.7114614		2.9687724	2.4436735	.	2.7585102
	30	30	0	60		30	30	0	60
Octubre	15.629032	15.574193	.	15.601613	Octubre	15.632258	15.832258	.	15.732258
	3.0011324	3.1265495	.	3.0393858		2.9563928	3.1557763	.	3.0342187
	31	31	0	62		31	31	0	62
Setiembre	15.376667	12.276667	.	13.826667	Setiembre	15.546667	12.543333	.	14.045
	2.3659486	3.1551472	.	3.1761221		2.5439222	3.5441728	.	3.4129576
	30	30	0	60		30	30	0	60
Total	16.201796	16.532329	22.718033	16.883553	Total	16.314072	16.752877	22.72459	17.039342
	5.1257985	5.2786004	2.9061147	5.3439097		5.2820007	5.4003382	2.8665692	5.4538951
	334	365	61	760		334	365	61	760

Anexo 2: Temperatura máxima por estación , desvío estándar y frecuencia, en el Parque Lecoq y Tambo

Parque					Tambo				
estacion_n	Año			Total	estacion_n	Año			Total
	2018	2019	2020			2018	2019	2020	
Invierno	16.328261	15.83913	.	16.083696	Invierno	16.479348	16.041304	.	16.260326
	4.1544184	4.1492474	.	4.1477303		4.215527	3.9109639	.	4.0609162
	92	92	0	184		92	92	0	184
Otoño	21.253261	20.948913	.	21.101087	Otoño	20.741304	21.073913	.	20.907609
	5.6084992	3.6907515	.	4.7369376		5.8650231	4.1552791	.	5.071397
	92	92	0	184		92	92	0	184
Prim	23.403297	24.334066	.	23.868681	Prim	23.592444	24.638462	.	24.118343
	4.4250411	5.3620937	.	4.9245083		4.231629	4.9531757	.	4.6255685
	91	91	0	182		90	91	0	181
Verano	28.667797	27.536667	29.419672	28.401429	Verano	28.598644	27.494444	28.870492	28.204381
	3.8923197	4.4732024	4.2304381	4.3020467		3.5683241	4.2875141	3.8748482	4.0077929
	59	90	61	210		59	90	61	210
Total	21.792216	22.129315	29.419672	22.566316	Total	21.726547	22.27726	28.870492	22.565534
	6.2174605	6.2054956	4.2304381	6.4010063		6.2095942	6.0843795	3.8748482	6.2771594
	334	365	61	760		333	365	61	759

Anexo 3: Temperatura mínima por estación , desvío estándar y frecuencia, en el Parque Lecoq y Tambo

Parque					Tambo				
estacion_n	Año			Total	estacion_n	Año			Total
	2018	2019	2020			2018	2019	2020	
Invierno	6.9706522	5.95	.	6.4603261	Invierno	7.4108696	6.7423913	.	7.0766304
	3.6637979	3.4401795	.	3.5807777		3.563535	4.041848	.	3.8145319
	92	92	0	184		92	92	0	184
Otoño	11.920652	10.363044	.	11.141848	Otoño	12.317391	11.561956	.	11.939674
	5.1963964	3.5151076	.	4.4923905		5.0890014	3.2790994	.	4.2858519
	92	92	0	184		92	92	0	184
Prim	12.205495	12.278022	.	12.241758	Prim	13.459341	13.581319	.	13.52033
	3.7489958	3.760136	.	3.7443605		3.6049651	3.7832059	.	3.6854461
	91	91	0	182		91	91	0	182
Verano	15.454237	16.668889	16.359016	16.237619	Verano	16.347458	17.707778	17.632787	17.30381
	3.3411913	3.7112233	3.3365839	3.5237491		3.4363853	3.7323737	3.3407445	3.5739736
	59	90	61	210		59	90	61	210
Total	11.258982	11.283014	16.359016	11.679868	Total	11.988922	12.366027	17.632787	12.623026
	5.0353907	5.2662294	3.3365839	5.2170696		5.0885578	5.4127847	3.3407445	5.3403364
	334	365	61	760		334	365	61	760