



**ESTUDIOS
EPIDEMIOLÓGICOS
DE LAS MIASIS CUTÁNEAS
A *COCHLIOMYIA*
HOMINIVORAX EN EL
URUGUAY**

DICIEMBRE 2019

SERIE
FPTA-INIA

82

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS DE LAS MIASIS CUTÁNEAS A *COCHLIOMYIA* *HOMINIVORAX* EN EL URUGUAY

FPTA - 334

Responsable Técnico:

Lic. Laura Marques

Institución Ejecutora: Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Elaboracion de Informe:

Lic. Laura Marques ¹

Dr. Federico Fernandez ¹

Dra. María Victoria Iriarte ¹

¹ Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

Título: ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS DE LAS MIASIS CUTÁNEAS A *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX* EN EL URUGUAY

Responsable Técnico: Lic. Laura Marques

Institución Ejecutora: Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Elaboración de Informe: Lic. Laura Marques
Dr. Federico Fernandez
Dra. María Victoria Iriarte

Serie: FPTA N° 82

ISBN: 978-9974-38-438-5

© 2019, INIA

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

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

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

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

Ing. Agr., Mag. Mariana Hill - Vicepresidenta



Ing. Agr. Rafael Secco



Ing. Agr. Alberto Bozzo

Ing. Agr. Alejandro Henry



FONDO DE PROMOCIÓN DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

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

El FPTA se integra con la afectación preceptiva del 10% de los recursos del INIA provenientes del financiamiento básico (adicional del 4o/oo del Impuesto a la Enajenación de Bienes Agropecuarios y contrapartida del Estado), con aportes voluntarios que efectúen los productores u otras instituciones, y con los fondos provenientes de financiamiento externo con tal fin.

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

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

- a) los productores agropecuarios, beneficiarios finales de la investigación, o por sus instituciones.
- b) por instituciones nacionales o internacionales ejecutoras de la investigación, de acuerdo a temas definidos por sí o en acuerdo con INIA.
- c) por consultoras privadas, organizaciones no gubernamentales o cualquier otro organismo con capacidad para ejecutar la investigación propuesta.

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

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

El FPTA es un instrumento para profundizar las vinculaciones tecnológicas con instituciones públicas y privadas, a los efectos de llevar a cabo proyectos conjuntos.

De esta manera, se busca potenciar el uso de capacidades técnicas y de infraestructura instalada, lo que resulta en un mejor aprovechamiento de los recursos nacionales para resolver problemas tecnológicos del sector agropecuario.

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

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

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

Índice general

Estudios epidemiológicos de las miasis cutáneas a <i>Cochliomyia hominivorax</i> en el Uruguay	11
Justificación y objetivos	11
I.- COMPATIBILIDAD SEXUAL ENTRE LA CEPA NATIVA Y LAS CEPAS PRODUCIDAS EN LA PLANTA DE LA COMISION PARA LA ERRADICACIÓN Y PREVENCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO (COPEG), EN PANAMÁ.....	12
I.1. Desarrollo de una colonia de GBG.....	12
I.2. Prueba de Compatibilidad Sexual	15
Referencias bibliográficas	18
II.-SOBREVIVENCIA DE ESTADIO DE PUPA DE <i>COCHLIOMYIA HOMINIVORAX</i> BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS EN EL URUGUAY Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE LOS ADULTOS EMERGIDOS BAJO ESAS CONDICIONES.....	19
Resumen	19
Introducción.....	19
Materiales y métodos	20
Resultados y discusión.....	31
Conclusiones	52
Referencias bibliográficas	53
III.-ROL DEL RIO URUGUAY COMO POTENCIAL BARRERA NATURAL FRENTE AL DESPLAZAMIENTO DE LA MOSCA	54
Resumen	54
Introducción.....	54
Materiales y métodos	56
Resultados y discusión.....	61
Conclusiones	69
Referencias bibliográficas	70
IV.- ACTIVIDADES DE CAPACITACION Y DIFUSION	71
IV.1. Capacitación.....	71
IV.2. Difusión	71
IV.2.1 Actividades	71
IV.2.2 Publicaciones	72
V.- CONCLUSIONES GENERALES Y ESTRATEGIAS PARA LA ACCION.....	72
Referencias bibliográficas	78
VI.- AGRADECIMIENTOS.....	79

Índice General de Figuras

I.- COMPATIBILIDAD SEXUAL ENTRE LA CEPA NATIVA Y LAS CEPAS PRODUCIDAS EN LA PLANTA DE LA COMISION PARA LA ERRADICACIÓN Y PREVENCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO (COPEG), EN PANAMÁ.

Figura 1 Ciclo biológico de <i>C. hominivorax</i>	12
Figura 2 Desarrollo de la colonia en condiciones controladas (laboratorio). A) Ovipostura. B) Incubación de huevos. C) Fase larvaria en dieta a temperatura controlada. D) Pupación y colecta de pupas en aserrín. E) Pupas colectadas. F) Pupas en Jaula de emergencia (estufa). G) Emergencia de adultos en Jaulas con alimento y agua.	13
Figura 3 Inducción de la ovipostura	15
Figura 1 Planta productora de moscas estériles COPEG	16
Figura 2 Envío de pupas desde Uruguay a Panamá bajo condiciones de bioseguridad	16

II.- SOBREVIVENCIA DE ESTADIO DE PUPA DE *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX* BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS EN EL URUGUAY Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE LOS ADULTOS EMERGIDOS BAJO ESAS CONDICIONES

Figura 1 Ubicación de predios donde se realizó la prueba	19	21
Figura 2 Imagen satelital de ubicación de bloques en Artigas	20	22
Figura 3 Fotos de bloques Artigas. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)	22	22
Figura 4 Imagen satelital de ubicación de los bloques en Tacuarembó	23	23
Figura 5 Fotos de bloques Tacuarembó. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)	23	23
Figura 6 Imagen satelital de ubicación de bloques en el SUL, Cerro Colorado.	22	24
Figura 7 Fotos de bloques SUL. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)	24	24
Figura 8 Imagen satelital de ubicación de bloques en la DILAVE Montevideo	25	25
Figura 9 Fotos bloques de la DILAVE. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)	25	25
Figura 10 Envío de L3 a cada uno de los lugares	27	27
Figura 11 Clasificación de las larvas recibidas desde la DILAVE por viabilidad y movilidad	28	28
Figura 12 A la izquierda metodología de exposición de L3. A la derecha L3 enterrándose.	28	28
Figura 13 Jaulas de exposición.	28	28
Figura 14 Colecta de adultos en jaulas de exposición.	29	29
Figura 15 Ejemplares adultos emergidos. Hembras (arriba), Machos (abajo).	29	29
Figura 16 Arriba: moscas en jaulas de adultos (izquierda), alimentación del adulto (derecha). Abajo: Ovipostura (izquierda), huevos embrionados (derecha)	30	30
Figura 17 Emergencia de adultos en laboratorio	30	30
Figura 18 Representación de los resultados obtenidos en 2016	32	32
Figura 19 Representación de los resultados de las exposiciones de 2017	35	35
Figura 20 Porcentaje de emergencias por exposición de 2017 para los 4 lugares	36	36
Figura 21 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en Artigas	36	36
Figura 22 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en Tacuarembó	37	37
Figura 23 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en SUL, Cerro Colorado	37	37
Figura 24 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en la DILAVE, Montevideo	38	38
Figura 25 Fotos que muestran la profundidad que alcanzó la larva en el único bloque de 2016	39	39
Figura 26 Temperatura ambiente anual de Artigas para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años	40	40
Figura 27 Temperatura ambiente anual de Tacuarembó para los años 2016, 2017 y series históricas de INIA La Magnolia de Tacuarembó y de INUMET Carrasco 30 años	40	40

Figura 28	Temperatura ambiente anual de Cerro Colorado para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años	41
Figura 29	Temperatura ambiente anual de Montevideo para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años	41
Figura 30	Proporción de moscas emergida respecto a la temperatura media	46
Figura 31	Ocurrencia de emergencias en función de la temperatura media	47
Figura 32	Regresión logística para estudio de la asociación de la temperatura media y la probabilidad de que ocurran o no emergencias	47
Figura 33	Prueba de t para comparación de temperaturas medias según ocurrencia o no de emergencia	48
Figura 34	Asociación entre el inicio del período pupal y la temperatura media	49
Figura 35	Prueba estadística para evaluar la asociación entre la temperatura y el inicio del período pupal	
Figura 36	Asociación entre el final del período pupal y la temperatura media	50
Figura 37	Prueba estadística para evaluar la asociación entre la temperatura y el final del período pupal	50
Figura 38	Gráfica: Proporción de emergidas en relación al día del inicio del período pupal	51
Figura 39	Proporción de emergidas en relación al día de finalización del período pupal	52

III. ROL DEL RIO URUGUAY COMO POTENCIAL BARRERA NATURAL FRENTE AL DESPLAZAMIENTO DE LA MOSCA.

Figura 1	Potenciales Barreras Naturales para la propagación de GBG en Uruguay	55
Figura 2	Puntos de dispersión y trampeo seleccionados.	57
Figura 3	Trampa VST y composición del atrayente químico SL4. Fuente COPEG	58
Figura 4	Montaje de las trampas de captura y colecta de adultos	58
Figura 5	Dispersión: coloreado de pupas, colocación en bandejas dentro de las cajas de liberación y control de calidad.	59
Figura 6	Pupas sin colorear y colores usados en Argentina (izquierda) y Uruguay (derecha)	60
Figura 7	Moscas emergiendo de las pupas coloreada	60
Figura 8	Fotografías de moscas coloreadas tomadas durante la prueba	61
Figura 9	Resultado del trampeo en Uruguay	64
Figura 11	Resultado del trampeo Argentina	65
Figura 12	Resultado del trampeo de Argentina mostrando inicio de colecta y longevidad de las moscas liberadas	65
Figura 13	Registros de temperatura por hora durante el período de la prueba_INUMET MERCEDES	66
Figura 14	Temperatura diaria promedio (°C) durante el período de la prueba_INUMET Mercedes	66
Figura 15	Humedad promedio (%) registrada durante el período de prueba_INUMET Mercedes	67
Figura 16	Registros pluviométricos (mm) durante el período de la prueba_INUMET MERCEDES	67
Figura 17	Dirección del viento durante el período de captura (17/10 al 3/12)	69

Índice General de Tablas

I.- COMPATIBILIDAD SEXUAL ENTRE LA CEPA NATIVA Y LAS CEPAS PRODUCIDAS EN LA PLANTA DE LA COMISION PARA LA ERRADICACIÓN Y PREVENCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO (COPEG), EN PANAMÁ.

Tabla 1	Componentes de dieta larvaria	14
Tabla 1	Número de moscas inducidas a ovipostura, número de moscas que ovipositaron y peso de las masas de huevo. Fuente COPEG.	17
Tabla 2	Porcentaje de eclosión 12 hs. post Incubación. Fuente COPEG	17
Tabla 3	Talla de larvas a las 56 hs (mm). Fuente COPEG	17
Tabla 4	Porcentajes de cruzamiento estimados.	18

II.- SOBREVIVENCIA DE ESTADIO DE PUPA DE COCHLIOMYIA HOMINIVORAX BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS EN EL URUGUAY Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE LOS ADULTOS EMERGIDOS BAJO ESAS CONDICIONES

Tabla 1	Ubicación de los lugares de exposición	21
Tabla 2	Análisis de suelo de cada uno de bloques por departamento	26
Tabla 3	Resultados de las exposiciones de 2016 en Artigas	31
Tabla 4	Resultados de las exposiciones en 2016 en Tacuarembó	31
Tabla 5	Resultados de las exposiciones en 2016 en SUL, Cerro Colorado	31
Tabla 6	Resultados de las exposiciones en 2016 en la DILAVE Montevideo	32
Tabla 7	Resultados de las exposiciones de 2017 en Artigas.	33
Tabla 8	Resultados de las exposiciones de 2017 en Tacuarembó	33
Tabla 9	Resultados de las exposiciones de 2017 en el SUL, Cerro Colorado	34
Tabla 10	Resultados de las exposiciones de 2017 en la DILAVE Montevideo	34
Tabla 11	Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en Artigas. Cálculos en base a registros de la estación Davis, excepto celdas en gris que fueron completadas con registros de la estación de INUMET Artigas	42
Tabla 12	Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en Tacuarembó. Cálculos en base a registros de la estación Davis, excepto celdas en gris vacías que no se completó la información por no contar con la misma	43
Tabla 13	Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en el SUL. Cálculos en base a registros de la estación del SUL, excepto celda en gris que utilizó registros de INUMET Florida	44
Tabla 14	Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en la DILAVE. Cálculos en base a registros de la estación Davis, excepto celdas en gris que fueron completadas con registros de la estación de INUMET Carrasco	45
Tabla 15	Ocurrencia o no de emergencia según temperatura promedio	48

III. ROL DEL RIO URUGUAY COMO POTENCIAL BARRERA NATURAL FRENTE AL DESPLAZAMIENTO DE LA MOSCA.

Tabla 1	Coordenadas de los puntos de dispersión y trampeo	57
Tabla 2	Distancias estimadas entre los puntos de captura a los de dispersión y al río.	57
Tabla 3	Distancias estimadas entre los puntos de dispersión al río.	62
Tabla 4	Controles de calidad de las pupas recibidas Uruguay	62
Tabla 5	Controles de calidad de las pupas recibidas Argentina	62
Tabla 6	Resumen de resultado de trampeo_Uruguay	62
Tabla 7	Resumen de resultado de trampeo Argentina	63
Tabla 8	Colectas por trampa Uruguay	63
Tabla 9	Colectas por trampa Argentina	68
Tabla 10	Registros dirección del viento INUMET MERCEDES	68
Tabla 11	Promedio de velocidad del viento en los períodos entre dispersión y colectas para ambos países	68

Responsable del Proyecto: Lic. Laura Marques

Institución Ejecutora: Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

Elaboración de informe:
Lic. Laura Marques
Dr. Federico Fernandez
Dra. María Victoria Iriarte

ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS DE LAS MIASIS CUTÁNEAS A *COCHLIOMYIA* *HOMINIVORAX* EN EL URUGUAY

FPTA 334

Período de ejecución:

Julio 2015 - Diciembre 2018

Justificación y objetivos

Cochliomyia hominivorax, también conocida como "Gusano Barrenador del Ganado" (GBG), en su etapa larvaria, es parásito obligado causando miasis en animales de sangre caliente, incluido el hombre.

Trabajos publicados en el año 1990 por Carballo y col., determinaron que *Cochliomyia hominivorax* es la causante de miasis primaria y que *Cochliomyia macellaria* es la causante de miasis secundaria.

Un estudio realizado por la Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), en el año 2006 sobre el efecto del GBG en la producción nacional, determinó una prevalencia de 5,7% en ovinos y 3,4% en bovinos, mientras que la mortalidad para ovinos fue de 1,25% y en bovinos de 0,06%. La repercusión económica atribuida a la Miasis para el país en su conjunto, se estimó en más de 38 millones de dólares/año, considerando gastos parciales, como ser: curabichera, muertes de animales y jornadas hombre destinadas al control. En este estudio también se detectó la presencia de personas afectadas por el GBG en un 0,7% de los establecimientos por año, lo cual proyectado a la población rural estaría determinando unos 818 casos humanos al año (Gil, A. y col. 2007 y Piaggio, J. y col. 2009).

Posteriormente, en el marco de una Prueba Piloto con dispersión de moscas estériles realizada en el año 2009 en zona de frontera de Uruguay-Brasil (Muzio y col. 2009), el Departamento de Parasitología de la Facultad de Veterinaria realizó un estudio de identificación de larvas, confirmaron la importancia de *C. hominivorax* en el desarrollo de miasis. De un total de 14758 larvas procesadas, 13682 (92.7%) fueron positivas a GBG (Valledor, M.S. y col., 2009).

Para poder seleccionar estrategias de control que permitan disminuir las pérdidas ocasionadas por esta parasitosis, es necesario conocer la epidemiología de *Cochliomyia hominivorax*. Este proyecto apunta a generar el conocimiento en tres aspectos de la epidemiología de *C. hominivorax*: compatibilidad sexual entre la cepa nativa y la cepas producidas en la Planta de la Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG), en Panamá; sobrevivencia de estadio de pupa bajo condiciones climáticas adversas en el Uruguay y capacidad reproductiva de los adultos emergidos bajo esas condiciones e identificar ríos que pudieran actuar como barreras naturales frente al desplazamiento de este díptero.

I.-COMPATIBILIDAD SEXUAL ENTRE LA CEPA NATIVA Y LAS CEPAS PRODUCIDAS EN LA PLANTA DE LA COMISION PARA LA ERRADICACIÓN Y PREVENCIÓN DEL GUSANO BARRENADOR DEL GANADO (COPEG), EN PANAMÁ.

I.1. DESARROLLO DE UNA COLONIA DE GBG

Equipo técnico:

Dr. Ulises Cuore¹, Tec. Agrop. Alfredo Trelles¹, Dra. Tatiana Saporiti², Br. Santiago Losiewicz² y Dra. María Angélica Solari¹.

Coordinación: Lic. Laura Marques³

A nivel del laboratorio central de la DILAVE, en el Dpto. de Parasitología, se mantiene desde el año 2007 una colonia de moscas autóctonas siguiendo el "Protocolo para el mantenimiento de colonias de líneas puras de GBG" de la Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG, 2014)

Durante el desarrollo del Proyecto esta colonia produjo larvas de tercer estadio maduras requeridas para la prueba de supervivencia de pupas y pupas para la prueba de compatibilidad sexual que se realizó en la Planta de COPEG en Panamá.

En el laboratorio, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad, se reproduce el ciclo del gusano barrenador del ganado (GBG).

Fase adulta

Se mantienen pequeñas colonias de unos 500 a 1000 individuos en jaulas entomológicas. Estas jaulas se colocan en un ambiente controlado a 27 °C y 50% de humedad relativa con un fotoperíodo de 12 horas luz y 12 horas de oscuridad.

Los requerimientos alimenticios de las moscas consisten en fuentes de carbohidratos, proteínas y agua. Los adultos son alimentados con una mezcla de miel y harina de huevo que se coloca en cajas de Petri. Sobre la mezcla se coloca arroz como soporte para las moscas.

Para el agua se utilizan frascos de plástico o vidrio con una mecha por la que sube el agua por capilaridad y de esa forma la mosca puede obtenerla.



Figura 1 Ciclo biológico de *C. hominivorax*

¹ Depto. Parasitología, Dirección de Laboratorios Veterinarios, Miguel C. Rubino (DILAVE).

² Técnicos contratados por el proyecto

³ Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

En condiciones de laboratorio, las moscas adultas viven en promedio 18 días, manteniendo las hembras capacidad de ovipositura. En ocasiones, pueden llegar a sobrevivir 1 mes.

Inducción de ovipositura

Las cepas nuevas generalmente están sexualmente maduras para inducir la ovipositura a los 7-10 días bajo condiciones ambientales controladas, aunque en el Laboratorio se ha observado cierta variabilidad. Habitualmente se les prepara medio para ovipositar a partir del tercer día para acelerar la madurez reproductiva.

Se coloca un recipiente de 50 ml aproximadamente con agua caliente (80°C en microondas por 40") y se cubre con una caja de Petri invertida. El

agua caliente debe tocar la superficie de la placa. Sobre la caja de Petri invertida se coloca papel y sobre éste carne fresca molida con un poco de dieta larvaria de desecho (0,3 ml), lo que incita a la mosca para la ovoposición. Se coloca la carne en forma de estrella (las moscas ovipositan en los huecos o curvas).

Luego se coloca dentro de la jaula entomológica y se cubre con papel o tela oscura para oscurecer, creando una situación de crepúsculo. Se coloca la jaula sobre una cuba con agua para aumentar la humedad (27 ° C y 80 % HR)

Una o dos horas después se colectan las masas de huevos, se pesan en balanza analítica (sensibilidad de 1 mg) y se procede a la incubación de las mismas.



Figura 2 Desarrollo de la colonia en condiciones controladas (laboratorio). A) Ovipositura. B) Incubación de huevos. C) Fase larvaria en dieta a temperatura controlada. D) Pupación y colecta de pupas en aserrín. E) Pupas colectadas. F) Pupas en Jaula de emergencia (estufa). G) Emergencia de adultos en Jaulas con alimento y agua.



Figura 3 Inducción de la ovipostura

Desarrollo larvario

La dieta larvaria es una mezcla de nutrientes básicamente proteicos. Se pueden utilizar diferentes fórmulas a base de carne molida adicionada de harinas de sangre, leche y huevo, lo cual produce larvas de muy buena calidad o utilizar como soporte gel o fibra de celulosa, la cual produce menos olores indeseables y requiere menos cambios de dieta.

En el caso de la colonia de la Dilave, se utiliza fibra de celulosa como soporte y se prepara la dieta de acuerdo a la cantidad requerida y como se detalla en Tabla 1.

Una vez pesados todos los nutrientes y la fibra de celulosa se deben mezclar los sólidos de manera

que la fibra de celulosa se integre perfectamente en la dieta.

Por otra parte, se mezcla el agua con el formol y posteriormente se agrega lentamente a la mezcla de sólidos.

La dieta de eclosión se coloca en cubetas y sobre ésta se coloca por distintos sectores carne fresca sobre la que se colocan los huevos que se obtuvieron de la ovipostura.

Una vez colocados en la dieta se humedecen los huevos con agua destilada (39°C) en aspersión fina, posteriormente se cubre el recipiente de plástico con nylon y se coloca en estufa a 39 °C y 80% HR.

Tabla 1 Componentes de dieta larvaria

Peso de masa de huevos	100 mg.	50 mg	25 mg
Componente	Peso/volumen	Peso/volumen	Peso/volumen
Celulosa	18 gr.	9 gr.	4,5 gr.
Leche en polvo	13,5 gr.	6,7 gr.	3,35 gr.
Huevo en polvo	15 gr.	7,5 gr.	3,75 gr.
Sangre en polvo	15 gr.	7,5 gr.	3,75 gr.
Agua	220 ml.	110 m	55 ml.
Formol	300 microl	150 micro	75 microl.

La eclosión ocurre dentro de las 10-12 horas siguientes.

Al siguiente día se las traslada a estufa a 37°C, colocando el recipiente de plástico en una conservadora de espuma plast cubierta por un nylon y se humedece 2 veces al día.

A las 48h aproximadamente de eclosionados se vuelve a colocar dieta en cantidad según el peso de la masa de huevos (primera alimentación).

A las 24 hs se coloca nuevamente dieta, tomando en cuenta también el peso inicial de las masas de huevos (segunda alimentación).

Pupación

Al 4° día de eclosionados los huevos, se colocan las larvas de tercer estadio próximas a pupar en estufa a 31 °C. El recipiente se deja inclinado dentro de una conservadora de espuma plast con 1 cm de aserrín en el fondo. A partir del 5° día de eclosionados los huevos comienza la pupación.

Luego de 3 o 4 días en estufa a 31 ° C se colectan las pupas del aserrín. Después de colectadas las pupas se colocan en placas de Petri que están en recipientes plásticos cubiertos por nylon y con algodón húmedo, para aumentar la humedad dentro del recipiente. Estos recipientes se llevan a estufa a 27° C y 50 % de humedad relativa. En esas condiciones maduran en 4 a 5 días y se colocan en jaulas entomológicas con dieta y agua para moscas adultas. A los 7 días emergen los adultos jóvenes.

Producción

Para poder cumplir con los objetivos del Proyecto hubo que incrementar la producción de la colonia y contratar personal específicamente para esa

tarea.

Como se mencionó, esta colonia suministró larvas maduras (L3) para la prueba de supervivencia de pupas y pupas para la prueba de compatibilidad de cepas, además de mantener el pie de cría de la colonia.

Se sincronizaron las oviposiciones de manera de poder disponer de L3 cada quince días, frecuencia de realización de las exposiciones de la Prueba de Supervivencia de Pupas.

En noviembre de 2017 se renovó genéticamente la colonia con larvas de miasis provenientes del departamento de Artigas.

I.2. PRUEBA DE COMPATIBILIDAD SEXUAL.

Equipo técnico:

Lic. Guillermo J. Fadul y Greicy Cabarcas. ¹
Coordinación: Lic. Laura Marques ²

Con el objetivo de determinar la compatibilidad de la Cepa Uruguay y observar la agresividad sexual de la misma, se realizaron cruces con la Cepa Jamaica 06 y la Cepa Valledupar 12.

Se evaluó el rendimiento de huevecillos, el porcentaje de Eclosión y la talla de las larvas a las 56 horas por cruces realizados.

Materiales y métodos

De la colonia de la DILAVE se enviaron pupas a COPEG bajo estrictas medidas de bioseguridad dado que se envió material fértil a un país libre de GBG desde el año 2006. Las pupas fueron transportadas en una jaula metálica debidamente cerrada (con candado) y acompañadas por un técnico del Dpto. de Parasitología.

¹ Dirección Técnica Desarrollo de Métodos. Comisión Panamá-Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG).

² Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).



Figura 1 Planta productora de moscas estériles COPEG



Figura 2 Envío de pupas desde Uruguay a Panamá bajo condiciones de bioseguridad

Se enviaron 239 pupas a partir de las cuales en COPEG se desarrolló la cepa de Uruguay. Luego de varias generaciones y habiendo alcanzado un número suficiente de moscas se realizó la fase de cruzamientos de la cepa de Uruguay con las cepas de Jamaica 06 y Valledupar 12.

También se criopreservaron embriones de la línea de Uruguay con el fin de poder realizar estudios a futuro. Cerca de 21.000 embriones se mantienen en 32 membranas conservados a -196°C en nitrógeno líquido.

Con el objetivo de determinar la compatibilidad de la cepa Uruguay y observar la agresividad sexual de la misma, se realizaron cruces con la cepa Jamaica 06 y la cepa Valledupar 12 (colombiana). Se evaluó por cruces realizados el rendimiento de huevecillos, el porcentaje de eclosión y la talla de las larvas a las 56 horas.

Se utilizaron 100 ml de pupas fértiles de la cepa Jamaica 06 e igual cantidad de la Cepa Valledupar 12 para sus respectivos cruces con la cepa Uruguay. Se realizan dos réplicas por cruzamiento.

Se montaron dos jaulas chicas, cada una con 50 ml de pupas de la cepa Uruguay. Lo mismo se realizó con las pupas de Jamaica 06 y Valledupar 12.

Una vez registrada la emergencia inicial en cada jaula, se separaron hembras de machos para cada cepa. Se realizó la separación por sexo antes de las 12 horas de emergencia inicial para evitar entrecruzamiento de la misma cepa.

Una vez separadas hembras de machos, se realizaron los cruces de la siguiente forma:

- > 30 hembras de la cepa Uruguay con 10 machos de la cepa Jamaica 06
- > 30 hembras de la cepa Uruguay con 10 machos de la cepa Valledupar 12
- > 30 hembras de la cepa Jamaica 06 con 10 machos de la cepa Uruguay

> 30 hembras de la cepa Valledupar 12 con 10 machos de la cepa Uruguay

En cada jaula se colocó alimento (3 partes de azúcar no refinada por una de huevo en polvo-dieta seca / dieta humedad: 0,6 Kg de sirope (jarabe) de maíz con 250 gramos de huevo en polvo) y agua para las moscas. Se mantuvieron en el cuarto con ciclo de luz de 12 horas y condiciones ambientales de 26°C y 50% de HR.

Luego de 6 días se llevó a cabo la inducción de la ovoposición, de forma individual para cada cruce de acuerdo al siguiente procedimiento:

En un tubo de ensayo se coloca carne molida dos o tres veces el tamaño de una mosca de

GBG a la que se le agrega atrayente orgánico. Se coloca la mosca y se tapa con algodón el tubo llevándolo a baño María a 37°C o en cuarto de estufa a esa temperatura. Se tapa con cartucho plástico negro los viales y se espera dos horas. Una vez transcurridas las dos horas se extraen los huevecillos de cada tubo y se pesan.

Después de realizar los cruces se incubaron los huevecillos y se evaluaron los siguientes parámetros:

- Rendimiento de huevecillos por moscas
- Eclosión
- Talla de larva a las 56 horas

RESULTADOS

Tabla 1 Número de moscas inducidas a ovipostura, número de moscas que ovipositaron y peso de las masas de huevo. Fuente COPEG.

Cruces	Moscas Inducidas		Ovoposición		Peso(g)	
	R1	R2	R1	R2	R1	R2
♀ Jamaica + ♂ Uruguay	19	21	12	17	0,175	0,22
♀ Valledupar + ♂ Uruguay	26	21	17	16	0,225	0,20
♀ Uruguay + ♂ Jamaica	19	24	10	17	0,122	0,23
♀ Uruguay + ♂ Valledupar	13	21	8	16	0,105	0,17

Tabla 2 Porcentaje de eclosión 12 hs. post Incubación. Fuente COPEG

Cruces	Replicas	
	R1	R2
♀ Jamaica + ♂ Uruguay	99,3	99,7
♀ Valledupar + ♂ Uruguay	99,8	99,3
♀ Uruguay + ♂ Jamaica	99,7	99
♀ Uruguay + ♂ Valledupar	99,9	98,7

Tabla 3 Talla de larvas a las 56 hs (mm). Fuente COPEG

Cruces	R1	R2	PROMEDIO R1 Y R2
♀ Jamaica + ♂ Uruguay	63,16%	80,95%	72,06%
♀ Valledupar + ♂ Uruguay	65,38%	76,19%	70,79%
♀ Uruguay + ♂ Jamaica	52,63%	70,83%	61,73%
♀ Uruguay + ♂ Valledupar	61,54%	76,19%	68,86%

Tabla 4 Porcentajes de cruzamiento estimados.

Cruces	Replicas	
	R1	R2
♀ Jamaica + ♂ Uruguay	21,2	20,62
♀ Valledupar + ♂ Uruguay	22,2	19,52
♀ Uruguay + ♂ Jamaica	20,7	20,12
♀ Uruguay + ♂ Valledupar	19,97	20,09

En base a los datos de Tabla 1 se estiman los porcentajes de cruzamiento para las réplicas 1 y 2.

Si consideramos exclusivamente los cruzamientos de las hembras fértiles de Uruguay con los machos de las Cepas Jamaica 06 y Valledupar 12, el porcentaje alcanzado de compatibilidad es de 65% (promedio de ambos cruzamientos). Resultado excelente de acuerdo a lo informado por expertos de COPEG (comunicación personal).

Referencias bibliográficas

COPEG 2014: Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado. Gusano Barrenador, "Protocolo para el mantenimiento de colonias de líneas puras de GBG" (*Cochliomyia hominivorax*.-Coquerel), protocolo de trabajo interno.

COPEG 2015: Comisión para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado, Protocolo de Prueba de Compatibilidad de Cepas, protocolo de trabajo interno.

Gil A., Marques L., Perez Rama R., Piaggio J., Altuna M., Caponi O. "La Bichera: pérdidas y acciones a encarar, 2007. " Revista Plan Agropecuario, Vol. 124, pp: 52- 56.

Muzio F.; Gil A.; Marques L.; Perez Rama R.; Piaggio J; Altuna M.; Caponi O.; Fernandez F.; Mendoza R. 2009: "Proyecto para Erradicar el gusano barrenador del ganado en los países del MERCOSur. Anuario Opypa.

Piaggio J, Gil A., Caponi O, Marques L., Perez-Rama R , Altuna M., Fernandez F. "Economic Losses and Costs associated with the presence of Screwworm (*Cochliomyia hominivorax*) in Uruguayan Livestock", 2009. XII Congreso Mundial de Epidemiología y Economía Veterinaria (ISVEE XII). Sudáfrica.

Valledor, M.S.; Petraccia, L.; Cabral, P.; Castro, O.Décia, L. Xavier, V.; Altuna, M.; Marques, L.; Casás, G.Dominguez, D. y Lado, P. 2009. "Resultados del diagnóstico de bicheras obtenidas en el Departamento de Artigas durante 13 semanas (enero- abril 2009). Sexta Jornadas Técnicas, Facultad de Veterinaria, Universidad de la República.

II.-SOBREVIVENCIA DE ESTADIO DE PUPA DE *COCHLIOMYIA HOMINIVORAX* BAJO CONDICIONES CLIMÁTICAS ADVERSAS EN EL URUGUAY Y CAPACIDAD REPRODUCTIVA DE LOS ADULTOS EMERGIDOS BAJO ESAS CONDICIONES.

Período de ejecución: mayo a octubre de 2016 y abril a noviembre de 2017

Equipo técnico:

Lic. Laura Marques¹

Dr. Martín Altuna¹

Dra. María Victoria Iriarte^{1,4}

Dr. Daniel Castells²

Dra. Gracialda Ferreira^{2,4}

Tec. Agrop. Martín Machin^{2,4}

Dra. Sabrina Pimentel⁴

Dra. Tatiana Saporiti^{3,4}

Br. Santiago Losiewicz⁴

Br. Mariana Martinelli⁴

Br. Micaela Gracén⁴

Análisis estadístico: Lic. Pablo Bobadilla⁴ no habiendo estado el autor del mismo involucrado en las etapas de diseño experimental ni colecta de los datos que fueron proporcionados por los solicitantes. Cátedra de Bioestadística, Facultad de Veterinaria.

Resumen

El objetivo de esta prueba fue el estudio de la sobrevivencia del estadio de pupa bajo condiciones climáticas adversas en el Uruguay y la capacidad reproductiva de los adultos emergidos bajo esas condiciones cuando el período pupal era igual o mayor a 15 días.

Se seleccionaron cuatro zonas del país: Artigas, Tacuarembó, Florida y Montevideo, de acuerdo a las características del suelo y a la disponibilidad de infraestructura de laboratorio. Los estudios se realizaron durante dos inviernos consecutivos, 2016 y 2017. Entre mayo y octubre, se enviaron

larvas maduras (L3) producidas en la colonia de la Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE) de Montevideo a Artigas, al predio del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Tacuarembó y al del Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) en Cerro Colorado. Las exposiciones de L3 se realizaron con una frecuencia de 15 días en los tres lugares mencionados y en el predio de la DILAVE central en Montevideo. El número de exposiciones fue de 8 en el 2016 y de 14 en 2017. En el año 2016 se utilizaron, en cada predio, tres jaulas por exposición en un solo bloque mientras que en el 2017 se instalaron cinco jaulas distribuidas en tres bloques, uno de éstos se correspondió con el bloque del año 2016.

Se registraron diariamente las emergencias de especímenes adultos, determinado los períodos pupales y para las moscas cuyo período pupal fue igual o superior a 15 días, se indujo la ovipostura. Los resultados obtenidos fueron diferentes en los años considerados. El invierno 2016 transcurrió con condiciones climáticas más severas, factor limitante para el desarrollo de este díptero, mientras que en el invierno 2017 las condiciones fueron más favorables. Durante el 2016 en el Norte, las emergencias de adultos ocurrieron a partir de exposiciones de larvas realizadas a fines de agosto para Artigas e inicios de setiembre para Tacuarembó, mientras que en el año 2017 emergieron moscas de todas las exposiciones realizadas en ambos lugares. En el predio del SUL emergieron adultos solamente de la última exposición de larvas del año 2016 (20/09), observándose resultados distintos durante el 2017 donde las emergencias de adultos ocurrieron para todas las exposiciones excepto la 3 (17/05), 7 (12/07), 8 (25/07) y 9 (08/08). En Montevideo, en el predio de la DILAVE, ocurrió una única emergencia en 2016 correspondiente a la penúltima exposición (06/09) mientras que durante el 2017 las emergencias se dieron para todas las exposiciones excepto la 3(17/05), 6 (29/06), 7 (12/07), 8 (25/07) y 9 (08/08).

Introducción

El ciclo de vida de *Cochliomyia hominivorax* o Gusano Barrenador del Ganado (GBG) está condicionado por el clima, fundamentalmente por la temperatura y la humedad. En condiciones de

¹ Dirección General de Servicios Ganaderos (DGSG), Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP)

² Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL)

³ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)

⁴ Técnicos contratados por el Proyecto.

campo, la mosca hembra puede vivir entre 10 y 30 días (Spickler & Anna Rovid, 2012). Por otro lado, existen reportes que sostienen que la hembra puede vivir y producir huevos por más de 50 días (Davis, 1967). A temperaturas entre 26 y 30° C el ciclo de vida se completa en 21 días (McGraw, 2001).

C. hominivorax es un insecto holometábolo, es decir, pasa por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. La hembra se aparea sólo una vez en su vida, mientras que el macho es polígamo y copula entre 5 y 6 veces. Las hembras que son fecundadas luego de 5 a 10 días de su nacimiento, pueden poner hasta 300 huevos en pocos minutos siendo capaces de alcanzar una producción total cercana a 3 mil huevos a 26°C. La temperatura mínima para el desove es de 18°C. La hembra adulta ovipone una masa de huevos cerca de una herida abierta o en tejidos traumatizados, eclosionado sus larvas en 10 a 12 horas para alimentarse luego de los tejidos del hospedador. Las larvas permanecen en las heridas por 5 a 7 días y luego caen a tierra donde se entierran a una profundidad de hasta 5 centímetros para dar paso a la fase de pupa. El tiempo de permanencia de este estadio es variable con rangos que oscilan aproximadamente de 7 a 50 días, dependiendo de la temperatura del suelo. De acuerdo a información suministrada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) la duración del período pupal es de 7 a 54 días, dependiendo de las condiciones ambientales (Knippling, 1955; FAO, 1993; Hall, 1995).

Estudios realizados en Argentina (Anziani y Suarez, 2013) indican que en las áreas ubicadas al Norte del paralelo 29° S, las miasis por *C. hominivorax* constituyen un problema sanitario durante todo el año (Boehringer, 1970; Cardona Lopez, 1994). Por el contrario, en el área central de la Argentina, las epizootias de miasis por *C. hominivorax* muestran un modelo marcadamente estacional con la mayor incidencia de casos en los meses más cálidos del año y con ausencia de los mismos durante el invierno. Anziani desarrolló estudios experimentales exponiendo larvas y pupas a condiciones ambientales naturales del área central de Santa Fe y observó que la temperatura fue la variable causal de las modificaciones en la supervivencia y duración del período pupal (Anziani, 2000). Las bajas temperaturas invernales que se producen en el área central de la Argentina disminuyen significativamente la emergencia de adultos y

condicionan severamente sus posibilidades de vida en esta región durante esta estación del año. En el estudio previamente citado, si bien un porcentaje fue capaz de completar el período de pupa bajo condiciones naturales o simuladas de condiciones invernales, los estudios de laboratorio indicaron la ausencia de actividad reproductiva en los adultos emergidos de estas pupas. Según el autor, debido a que este insecto no desarrolla fenómenos de diapausa (Parman, 1945), la ausencia de casos durante la época invernal pero la reaparición de los mismos en cada primavera en toda el área central y en la Patagonia Norte serían mayormente, el resultado de poblaciones inmigrantes que se desplazan desde las zonas ubicadas al Norte de los paralelos 28 y 29 ° S, áreas en las cuales *C. hominivorax* es endémico durante todo el año.

Otros ensayos realizados en ese país, en los cuales se cultivaron pupas en el laboratorio bajo tres temperaturas ambiente: 14, 18 y 24° C, y en suelos argiudoles con tres niveles de humedad, demostraron que la emergencia de adultos es directamente proporcional al aumento de la temperatura. Observaron emergencia de adultos a partir del día 23 a la temperatura media de 14° C, a los 15 días a temperatura de 18 ° C y a los 10 días a los 24°C (Orcellet, V.M, 2005).

En Uruguay no existen trabajos previos que estudien el efecto del clima en la sobrevivencia de la pupa y la duración del período pupal así como tampoco si las características del suelo condicionan el desarrollo de la fase no parasitaria del ciclo. Esa información es fundamental para poder definir medidas de control adecuadas.

Materiales y Métodos

Jaulas de exposición: diámetro: 30 cms.; altura: 50 cms.; trampa cónica de tela mosquitera plástica resistente a la intemperie de color negro; en la base aro metálico cribado de contención de plagas; tres patas para sujeción en el suelo. Cobertura con pintura epox, resistente a la intemperie. En vértice de la trampa frasco colector plástico de rosca transparente intercambiable de 0.3 lts.

Estas jaulas fueron colocadas en los predios donde se realizaron las exposiciones y se identificaron con números correspondientes a cada una de las exposiciones. Las áreas de colocación de trampas se delimitaron con tejido y postes de madera con el objetivo de evitar el ingreso de animales.

Jaulas de cría de adultos: cuerpo de aluminio, cerramiento en malla metálica y estoquinete. Medidas de las jaulas: 29 cms de largo, 20 cms de ancho y 17 cms de alto. Estoquinete adherido con cinta papel al extremo abierto de la jaula de 20 cm de ancho formando una manga de 40 cms cerraba con banda elástica.

Estaciones meteorológicas Davis: estación inalámbrica Vantage Pro2 ISS; Envoy 8X con Wheather Link USB; Solar Power Kit y estación inalámbrica humedad/temperatura del suelo. Se adquirieron cuatro estaciones que fueron colocadas en los cuatro lugares seleccionados (Artigas, Tacuarembó, Florida y Montevideo). Se utilizaron para registro de: temperatura y humedad ambiente, presión atmosférica, dirección y velocidad del viento, volumen de precipitaciones y temperatura y humedad del suelo.

Si bien la información meteorológica durante el período de la prueba fue registrada mediante las estaciones meteorológicas Davis instaladas en los cuatro lugares, dificultades técnicas no permitieron contar con la totalidad de los datos de los meses en los que se realizaron las exposiciones de L3 de 2016 y 2017. Debido a eso se complementó la información con lo registrado en Estaciones

del SUL, el INIA (La Magnolia en Tacuarembó) y el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) de la Estación de Artigas, Florida y la de Carrasco (Montevideo).

Selección de lugares

Se seleccionaron cuatro zonas del país ubicadas en distintas latitudes, dos al Norte y dos al Sur del río Negro, cubriendo así la totalidad del territorio y tomando en cuenta además la disponibilidad de infraestructura de laboratorio: Artigas, Tacuarembó (Norte), Florida y Montevideo (Sur).

Las exposiciones de L3 se realizaron en los cuatro lugares seleccionados, utilizando en el 2016 un solo bloque con tres jaulas donde se colocó la estación meteorológica. En el 2016 el lugar de exposición fue seleccionado considerando el comportamiento del animal abichado. Los animales infestados por lo general se separan del rebaño y se echan en áreas con sombra (Spickler & Anna Rovid, 2012). En el año 2017 se establecieron 3 bloques por lugar, uno con 3 jaulas y los otros dos con una cada uno. Uno de estos bloques se ubicó en el mismo lugar del único bloque del 2016. Los bloques fueron georreferenciados.

Tabla 1 Ubicación de los lugares de exposición

LUGAR DE EXPOSICIÓN	COORDENADAS	
	LATITUD	LONGITUD
ARTIGAS		
BLOQUE 1	30°23'35.52"	56°30'53.21"
BLOQUE 2	30°23'39.24"	56°30'53.51"
BLOQUE 3	30°23'53.59"	56°30'42.48"
TACUAREMBÓ		
BLOQUE 1	31°44'17.64"	55°58'37.40"
BLOQUE 2	31°44'18.67"	55°58'38.75"
BLOQUE 3	31°44'16.12"	55°58'39.08"
FLORIDA		
BLOQUE 1	33°52'11.64"	55°34'17.44"
BLOQUE 2	33°52'10.86"	55°34'18.37"
BLOQUE 3	33°52'09.24"	55°34'24.83"
MONTEVIDEO		
BLOQUE 1	34°47'51.61"	56°4'31.43"
BLOQUE 2	34°47'53.63"	56°4'31.24"
BLOQUE 3	34°47'56.89"	56°4'33.38"

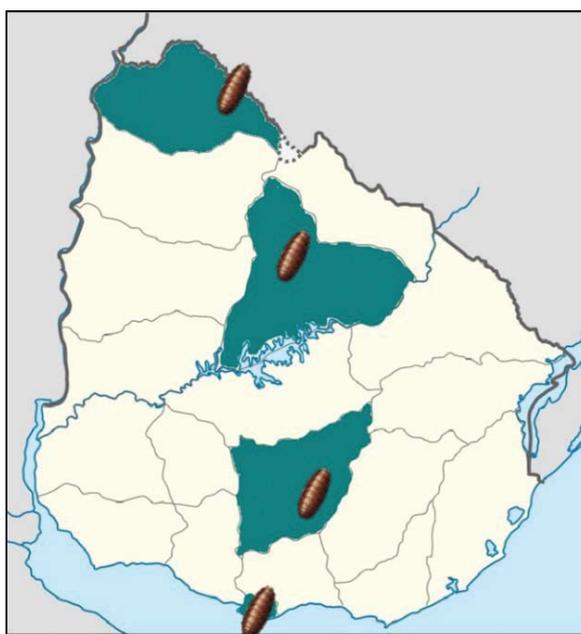


Figura 1 Ubicación de predios donde se realizó la prueba

El lugar seleccionado en el año 2016 fue un establecimiento comercial propiedad del Sr. Sergio Riani Conti, ubicado a 5 km de la ciudad de Artigas en dirección oeste. El predio está ubicado en frente a la Estación Meteorológica del Artigas del Instituto

Uruguayo de Meteorología (INUMET). Dentro del predio se seleccionó un lugar con sombra y de fácil acceso para la revisión diaria de las jaulas. Ese lugar se corresponde con el bloque 2 del año 2017.



Figura 2 Imagen satelital de ubicación de bloques en Artigas



Figura 3 Fotos de bloques Artigas. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)”.

Además de la presencia de sombra, el sitio se caracteriza por presentar suelo de balastro.

El bloque 1 de 2017 también está ubicado dentro

del predio. No presenta sombra y el suelo es más profundo con respecto al bloque 2. En este bloque se utilizaron 3 jaulas y también se trasladó la estación meteorológica hacia ese lugar.

El bloque 3 de 2017 está ubicado en el predio del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) de

Artigas. No tiene sombra y la profundidad del suelo es mayor al Bloque 1.

Tacuarembó



Figura 4 imagen satelital de ubicación de los bloques en Tacuarembó



Figura 5 Fotos de bloques Tacuarembó. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)

El bloque 2 del 2017 corresponde al único bloque del año 2016.

En lo que refiere a la exposición al sol el bloque 3 recibe sol buena parte del día, el bloque 1 recibe sol por la mañana y bloque 2 recibe muy poca luz solar.

Con respecto a la cercanía a los árboles el bloque 2 está muy bien protegido por los árboles, el bloque 1 tiene una protección moderada y el bloque 3 carece de árboles en su cercanía.

Florida-SUL



Figura 6 Imagen satelital de ubicación de bloques en el SUL, Cerro Colorado.



Figura 7 Fotos de bloques SUL. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)

El Bloque 1 del año 2017 se corresponde con el único bloque de 2016. Recibe sol desde mitad de la mañana hasta primeras horas de la tarde. Hay presencia de pinos y suelo con hojarasca. En este bloque se encuentra instalada la Estación Meteorológica adquirida por el Proyecto y contiene tres jaulas de exposición de larvas.

El bloque 2 se encuentra sobre campo, recibe sol desde temprano en la mañana hasta mitad de la tarde. Contiene una jaula. El bloque 3 se encuentra en zona más alta y carece de sombra, recibe sol todo el día. Contiene una jaula y la Estación Meteorológica del SUL.

Montevideo-DILAVE



Figura 8 Imagen satelital de ubicación de bloques en la DILAVE Montevideo



Figura 9 Fotos bloques de la DILAVE. Bloque 1 (arriba), Bloque 2 (abajo izquierda) y Bloque 3 (abajo derecha)

El bloque 1 presenta suelo arcilloso con hojarasca y buen tapiz vegetal, semisombra todo el día de eucaliptus y álamos.

El bloque 2 corresponde a un lugar protegido del lado Sur y Norte por pared de ladrillos. Posee

sombra de árbol morera y paraíso a partir del mediodía.

En el bloque 3 se destaca el suelo húmedo, incluso encharcado la mayor parte del año recibe sol en la mañana hasta media tarde.

Características del suelo

En el 2017 se tomaron muestras de suelos de cada uno de los bloques y se enviaron al INIA La Estanzuela para su caracterización.

Se realizaron análisis de pH en agua, Carbono Orgánico (combustión a 900°C y posterior detección de CO₂ por infrarrojo), humedad gravimétrica y textura.

Tabla 2 Análisis de suelo de cada uno de bloques por departamento

 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA Estación Experimental Alberto Boerger - La Estanzuela RG-LE-su-07 Resultado de análisis de Suelo								
NºE LAB	ID	pH	C.Org	** Hp	Textura (Familia Textural)			Clasificación
		(H ₂ O)	%	%	% Arena	% Limo	% Arcilla	
S-17-924	ARTIGAS BLOQUE 1	5,7	1,89	18,5	74	11	14	arenoso
S-17-925	ARTIGAS BLOQUE 2	6,3	1,73	25,5	60	19	21	arenoso franco
S-17-926	ARTIGAS BLOQUE 3	5,9	1,70	28,9	68	12	20	arenoso
S-17-574	TACUAREMBO BLOQUE 1	6,1	1,13	17	83	8	10	arenoso
S-17-575	TACUAREMBO BLOQUE 2	5,8	1,69	25	78	10	12	arenoso
S-17-576	TACUAREMBO BLOQUE 3	6,6	1,51	29	84	8	8	arenoso
S-17-731	SUL BLOQUE 1	5,7	3,59	31	44	32	24	franco
S-17-732	SUL BLOQUE 2	7,8	3,36	42	52	29	20	arenoso franco
S-17-733	SUL BLOQUE 3	5,8	1,83	33	58	24	18	arenoso franco
S-17-571	DILAVE BLOQUE 1	6,5	8,42	46	21	67	12	limoso
S-17-572	DILAVE BLOQUE 2	7,4	4,67	33	28	42	30	limo arcilloso
S-17-573	DILAVE BLOQUE 3	6,5	4,22	47	21	51	28	limo arcilloso

OBSERVACIONES:
%MO = %C.org x 1,72
 Para convertir el valor de C.Org obtenido con el método actual de combustión a 900°C y detección de CO₂ por infrarrojo al método con el cual se reportaba hasta el 10/08/2011 (Tinsley), debe multiplicar por 0,81
 Los datos están expresados en base a suelo seco en estufa a 40°C, en muestras molidas con molino a martillo
 ** Hp (Humedad Gravimétrica) = g agua / g sólidos x 100

Los suelos del Norte son más arenosos que los del Sur. El mayor porcentaje de arena se observa en el suelo del INIA Tacuarembó y el menor en la DILAVE.

Los mayores porcentajes de limo y arcilla se detectaron en el suelo de la DILAVE.

Los valores de PH oscilan entre 5,7 y 7,8. Valores por encima del punto 7, neutro, se registraron en el SUL en Cerro Colorado y en la DILAVE.

Los porcentajes de carbono orgánico y humedad gravimétrica aumentan en el sentido Norte-Sur.

Se detectó presencia de carbonatos en el SUL y en la DILAVE.

Envíos de L3

Previo al inicio oficial de la prueba, se realizaron ensayos de envío de material (L3) a los tres lugares del interior: Artigas, Tacuarembó y Cerro Colorado de manera de asegurar que el material llegara en buenas condiciones.



Figura 10 Envío de L3 a cada uno de los lugares

El día 11 de abril de 2016 se envió a Artigas y a Tacuarembó y la exposición se realizó el día 12. El día 3 de mayo se envió a Cerro Colorado y se expuso el mismo día.

Se expusieron sólo 10- 15 L3 por lugar. De las enviadas a Tacuarembó y a Artigas, a los 20 días (2 de mayo), emergieron dos ejemplares adultos de *Cochliomyia hominivorax*, un macho y una hembra en cada lugar.

En la colonia de la DILAVE se sincronizaron las oviposiciones y el desarrollo larvario con el fin de obtener L3 maduras al momento de los envíos.

Las larvas se seleccionaban considerando el tiempo desde la eclosión del huevo (mayor a 5 días), el tamaño (al menos 1 cm de largo y 3 mm de ancho) y la coloración (lo más blancas posibles, evitando que las mismas estén comenzando a virar al color rosado siendo éste un indicativo de madurez).

Así se obtuvo, para el 23 de mayo, fecha del primer envío en 2016, una cantidad adecuada de L3.

Las L3 se colocaban en frascos de plástico de 8 cm de diámetro y 10 de alto aproximadamente con dieta larvaria hasta la mitad (mezcla de nutrientes básicamente proteicos harinas de sangre, leche, huevo y fibra de celulosa como soporte). Luego se cubría el frasco con nylon sujeto con una banda elástica y perforado para permitir la circulación de aire entre el exterior e interior del frasco. Estos recipientes se colocaban en conservadoras a la cual se agregaba una botella pequeña de vidrio con agua a punto de hervor para conservar el calor, la cual se envolvía con papel absorbente y se colocaba láminas de espuma de poliuretano y plástico de burbujas para evitar la transmisión directa de calor de estas botellas al frasco con larvas en dieta y como contención de los frascos dentro de la conservadora. Se sellaba la tapa de estas con cinta adhesiva y se indicaba por fuera que contenía material biológico y debía mantenerse derecho.

Exposiciones



Figura 11 Clasificación de las larvas recibidas desde la DILAVE por viabilidad y movilidad

Una vez que se recibía el material en cada uno de los lugares se realizaba el acondicionamiento del mismo para posteriormente exponer las larvas. Se tomaba la temperatura interna de la conservadora y de la dieta donde estaban las L3. Luego se contaban las larvas recibidas y se las clasificaba entre L3 muertas, L3 viables, prepupas y pupas. Se acondicionaba nuevamente la conservadora para mantener el calor y se llevaban al sitio de exposición.

En el momento de realizar la exposición se retiraba el frasco colector y se exponían las larvas a través del extremo superior de las jaulas (Figura 12). Luego de controlar que todas las larvas se introducían en la tierra, se volvía a colocar el frasco colector.

Las jaulas se identificaban con números y se registraba en una planilla: fecha de exposición, identificación de jaulas, cantidad de L3 expuestas por jaula y datos del clima.

siendo 43 el número mínimo de L3 que se expuso por jaula y 108 el máximo.



Figura 12 A la izquierda metodología de exposición de L3. A la derecha L3 enterrándose.

Las exposiciones en la DILAVE se realizaron bajo las mismas condiciones que en el resto de los lugares. Para ello, se preparaba una conservadora el mismo día que se enviaba el material a los 3 lugares del interior conteniendo igual número de L3. La conservadora se mantenía 18 horas a temperatura ambiente simulando las condiciones de envío.

Colecta de adultos

Las jaulas de exposición se revisaban diariamente y se registraba la emergencia de moscas adultas. Además de contar el total de moscas emergidas, se determinaba número de machos y hembras utilizando los ojos como estructura para determinar el sexo.

Las moscas emergidas se extraían del frasco colector y se colocaban en jaulas de cría con alimento (miel, harina de huevo y arroz como soporte) y agua, bajo condiciones controladas de temperatura y humedad. Una vez alcanzada la madurez sexual, a los 7 días, se inducía la ovipostura.



Figura 13 Jaulas de exposición. Durante el año 2016 se realizaron exposiciones cada 15 días en tres jaulas en cada uno de los lugares seleccionados. El número de L3 expuestas fue variable de acuerdo a la producción de la colonia iniciando con 50 L3 por jaula y alcanzando un máximo de 70.

En el 2017, las exposiciones fueron realizadas en 3 bloques como fue descrito anteriormente,

A partir de las fechas de emergencia se calcularon los períodos pupales (PP) y los intervalos de

emergencias (tiempo en días desde la primera mosca emergida hasta la última).

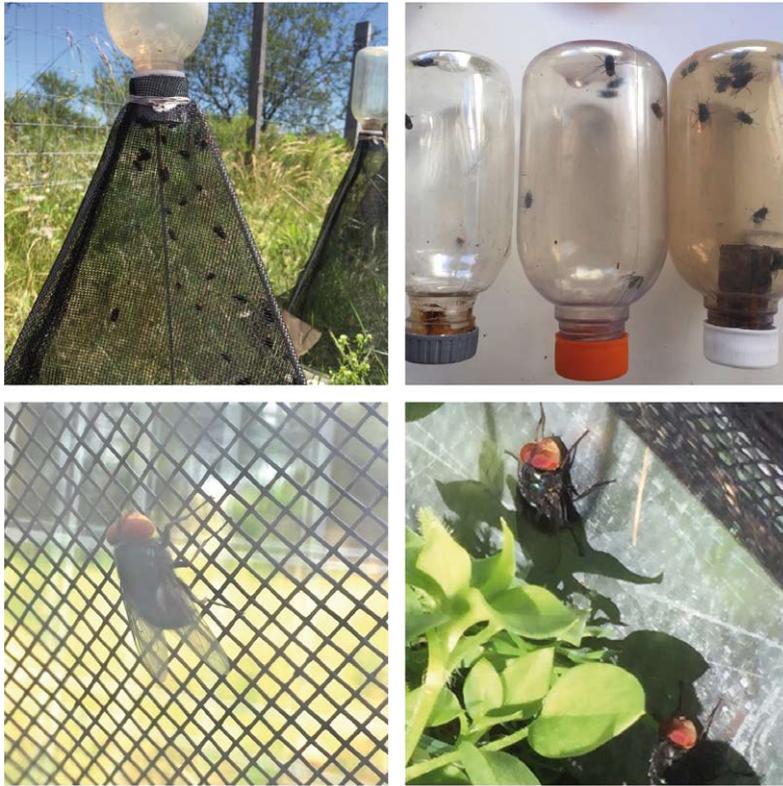


Figura 14 Colecta de adultos en jaulas de exposición.



Figura 15 Ejemplares adultos emergidos. Hembras (arriba), Machos (abajo).

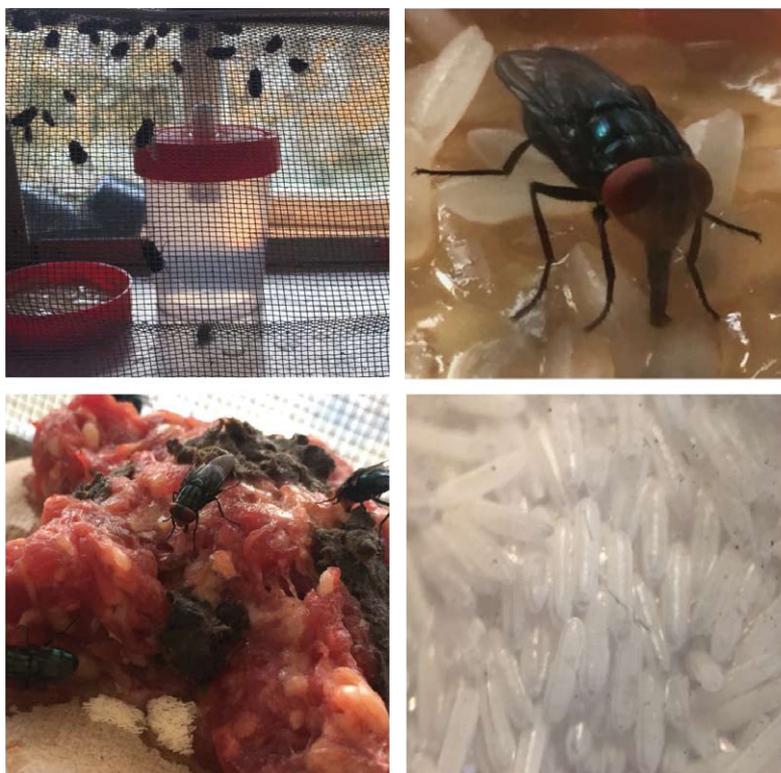


Figura 16 Arriba: moscas en jaulas de adultos (izquierda), alimentación del adulto (derecha). Abajo: Ovipostura (izquierda), huevos embrionados (derecha)



Figura 17 Emergencia de adultos en laboratorio

Resultados y discusión

Exposiciones año 2016

Se realizaron 8 exposiciones de L3 en los 4 lugares seleccionados los días: 24/5, 14/6, 28/6, 12/7, 26/7, 23/8, 6/9 y 20/9.

En Artigas emergieron moscas adultas de 3 exposiciones: de la 6 (23/8) luego de 33 a 38 días; de la 7 (6/9) luego de 30 a 38 días y de la 8 (20/9) luego de 24 a 27 días. Los porcentajes de emergencia fueron de 14%, 21% y 24% respectivamente.

Tabla 3 Resultados de las exposiciones de 2016 en Artigas

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	24-may	NO	xxx	xxx
2	14-jun	NO	xxx	xxx
3	28-jun	NO	xxx	xxx
4	12-jul	NO	xxx	xxx
5	26-jul	NO	xxx	xxx
6	23-ago	SI	33-38	14
7	06-sep	SI	30-38	21
8	20-sep	SI	24-27	24

En Tacuarembó emergieron de la 7 (6/9) luego de 32 y 35 días y de la 8 (20/9) luego de 26 días. Los

porcentajes de emergencia fueron bajos: 2% y 1% respectivamente.

Tabla 4 Resultados de las exposiciones en 2016 en Tacuarembó

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	24-may	NO	xxx	xxx
2	14-jun	NO	xxx	xxx
3	28-jun	NO	xxx	xxx
4	12-jul	NO	xxx	xxx
5	26-jul	NO	xxx	xxx
6	23-ago	NO	xxx	xxx
7	06-sep	SI	32-35	2
8	20-sep	SI	26	1

En el SUL, Florida, emergieron solamente de la última exposición (20/9) con un período pupal

de 33 días y un bajo porcentaje de emergencia: 0,6%.

Tabla 5 Resultados de las exposiciones en 2016 en SUL, Cerro Colorado.

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	24-may	NO	xxx	xxx
2	14-jun	NO	xxx	xxx
3	28-jun	NO	xxx	xxx
4	12-jul	NO	xxx	xxx
5	26-jul	NO	xxx	xxx
6	23-ago	NO	xxx	xxx
7	06-sep	NO	xxx	xxx
8	20-sep	SI	33	0,6

En la DILAVE de Montevideo sólo hubo emergencia pupal de 48 a 50 días y un porcentaje de emergencia de 3%.

Tabla 6 Resultados de las exposiciones en 2016 en la DILAVE Montevideo

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	24-may	NO	xxx	xxx
2	14-jun	NO	xxx	xxx
3	28-jun	NO	xxx	xxx
4	12-jul	NO	xxx	xxx
5	26-jul	NO	xxx	xxx
6	23-ago	NO	xxx	xxx
7	06-sep	SI	48-50	3
8	20-sep	NO	xxx	xxx

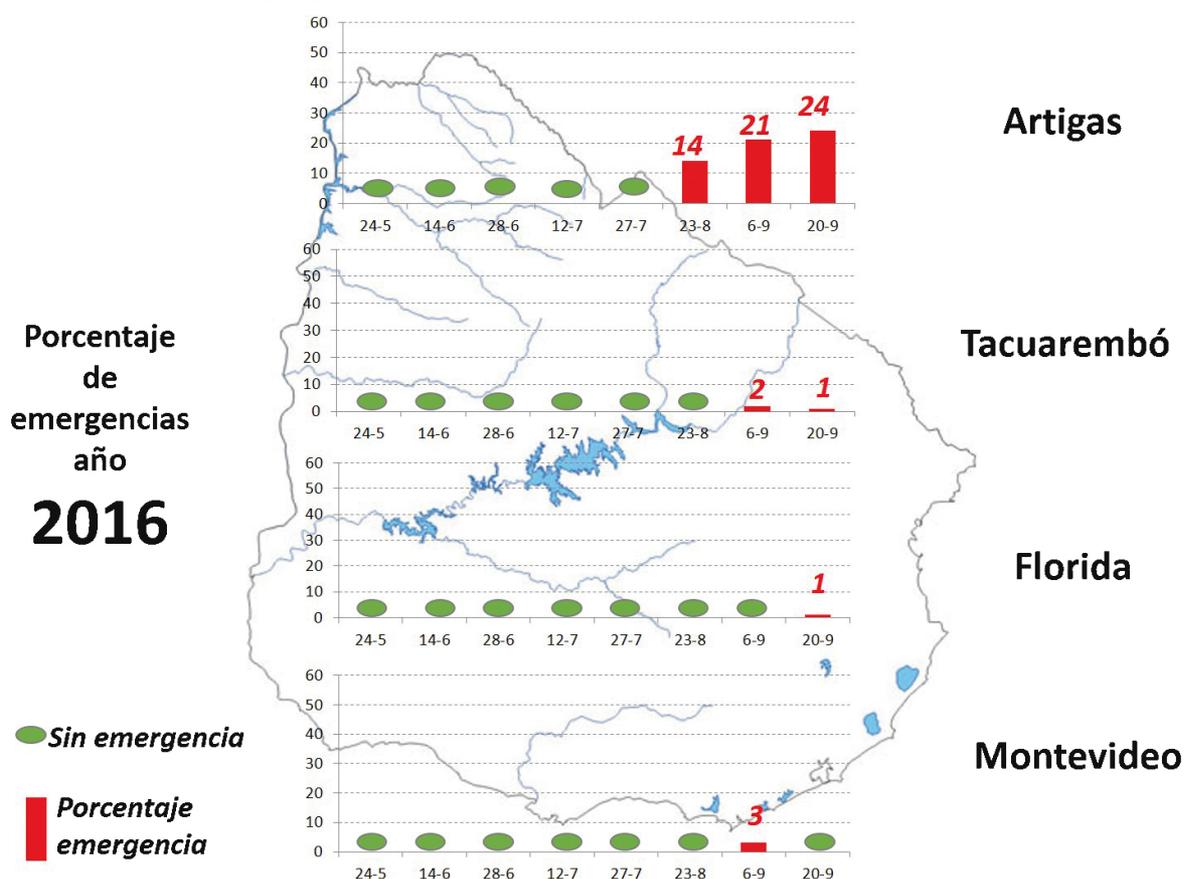


Figura 18 Representación de los resultados obtenidos en 2016

Si se comparan los tres lugares donde hubo emergencia a partir de la séptima exposición (20/9), se observan períodos pupales más cortos en el Norte: Artigas (24 días) y Tacuarembó (26 días) mientras que en el Sur se registró un PP de 33 días.

Por otro lado, existe un claro acortamiento del periodo pupal a medida que mejoran las condiciones ambientales.

No se logró inducción de ovipostura en las moscas emergidas por no contar con las condiciones de temperatura y humedad requeridas.

Con el objetivo de mejorar la precisión el equipo técnico decidió realizar cambios de:

- > diseño de la prueba: empleo de bloques
- > incremento en el número de L3 expuestas por jaula
- > renovación genética de la colonia realizada en noviembre de 2016

Exposiciones año 2017

En el 2017 se realizaron 14 exposiciones de larvas

L3 con una frecuencia de 15 días, en los cuatro lugares seleccionados: 1 (19/4), 2 (3/5), 3 (17/5), 4 (31/5), 5 (14/6), 6 (29/6), 7 (12/7), 8 (25/7), 9 (8/8), 10 (23/8), 11 (5/9), 12 (29/9), 13 (3/10) y 14 (24/10).

En el Norte del país, Artigas y Tacuarembó se registró emergencia de especímenes adultos en el total de las exposiciones de L3 realizadas. A su vez, la inducción de ovipostura se logró para todas las emergencias.

Tabla 7 Resultados de las exposiciones de 2017 en Artigas.

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	19-abr	SI	18-29	16
2	03-may	SI	20-37	46
3	17-may	SI	29-40	46
4	31-may	SI	30-43	32
5	14-jun	SI	28-40	21
6	29-jun	SI	28-42	18
7	12-jul	SI	28-42	32
8	25-jul	SI	24-40	27
9	08-ago	SI	25-31	35
10	23-ago	SI	17-24	25
11	05-sep	SI	18-23	32
12	29-sep	SI	15-20	11
13	03-oct	SI	16-23	32
14	24-oct	SI	13-17	21

Tabla 8 Resultados de las exposiciones de 2017 en Tacuarembó

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	19-abr	SI	19-33	12
2	03-may	SI	21-39	28
3	17-may	SI	30-40	7
4	31-may	SI	30-43	19
5	14-jun	SI	26-44	18
6	29-jun	SI	31-41	12
7	12-jul	SI	26-44	18
8	25-jul	SI	31-41	12
9	08-ago	SI	20-44	7
10	23-ago	SI	31-36	17
11	05-sep	SI	21-27	47
12	29-sep	SI	19-26	34
13	03-oct	SI	19-24	31
14	24-oct	SI	14-17	35

En el Sur los resultados fueron diferentes. En el SUL no ocurrió la emergencia de adultos en 4 de las exposiciones correspondientes a las exposiciones 3 (17/5), 7 (12/7), 8 (25/7) y 9 (8/8).

Tabla 9 Resultados de las exposiciones de 2017 en el SUL, Cerro Colorado

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	19-abr	SI	26-38	58
2	03-may	SI	32	0,5
3	17-may	NO	xxx	xxx
4	31-may	SI	57	0,5
5	14-jun	SI	44-53	6
6	29-jun	SI	45	0,2
7	12-jul	NO	xxx	xxx
8	25-jul	NO	xxx	xxx
9	08-ago	NO	xxx	xxx
10	23-ago	SI	30-47	1
11	05-sep	SI	31-36	10
12	29-sep	SI	27-29	15
13	03-oct	SI	25-27	13
14	24-oct	SI	17-18	2

En la DILAVE no se registraron emergencias en 5 oportunidades, las 4 exposiciones mencionadas en el SUL y tampoco en la exposición 5 (29/6).

Tabla 10 Resultados de las exposiciones de 2017 en la DILAVE Montevideo

Exposición	Fecha	Emergencia	Período Pupal (días)	% Emergencia
1	19-abr	SI	24-33	10
2	03-may	SI	29-37	5
3	17-may	NO	xxx	xxx
4	31-may	SI	53	0,5
5	14-jun	SI	52	0,7
6	29-jun	NO	xxx	xxx
7	12-jul	NO	xxx	xxx
8	25-jul	NO	xxx	xxx
9	08-ago	NO	xxx	xxx
10	23-ago	SI	39-41	2
11	05-sep	SI	26-40	10
12	29-sep	SI	27-30	12
13	03-oct	SI	25-27	11
14	24-oct	SI	20	4

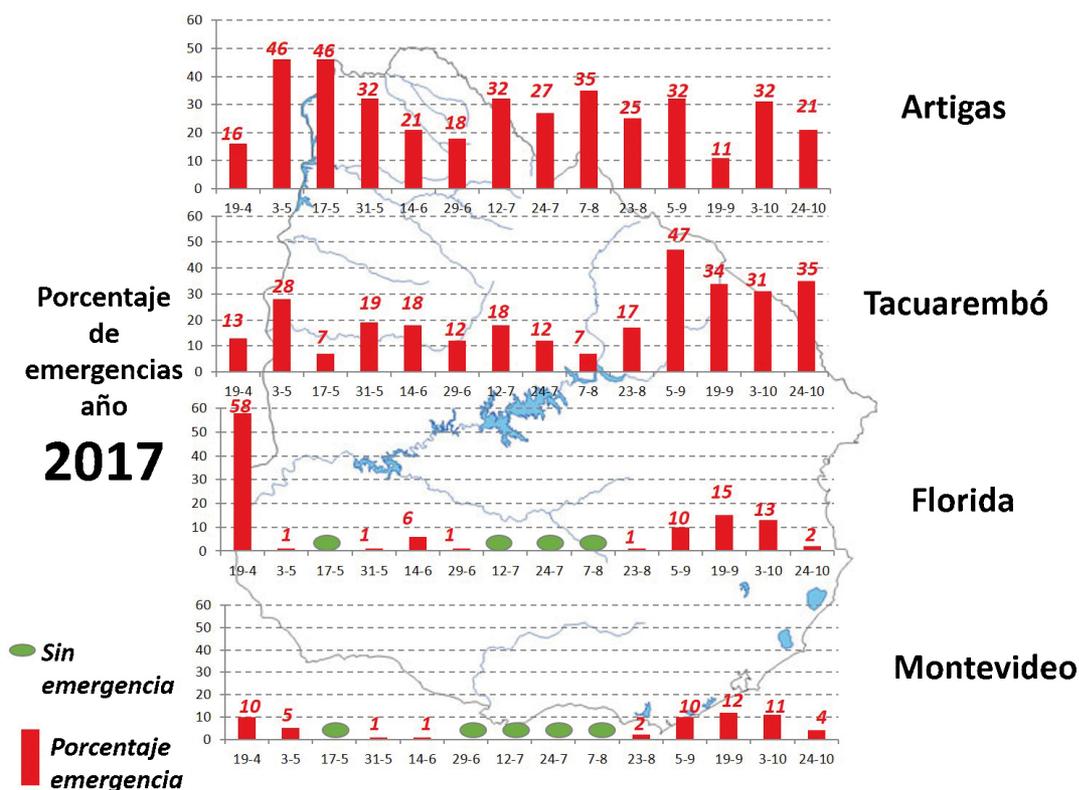


Figura 19 Representación de los resultados de las exposiciones de 2017

Si bien se registró emergencia de adultos de todas las exposiciones en los lugares ubicados al Norte del país, no ocurrió lo mismo en los lugares ubicados al Sur donde se observaron interrupciones del ciclo. En términos generales, a medida que avanza el invierno, se alargan los períodos pupales y éstos, comparando la misma fecha de exposición, son más cortos en el Norte que en el Sur.

El período pupal más extenso se registró en el SUL con 57 días, emergencia correspondiente a la exposición 4 (31/05), con un porcentaje de emergencia de moscas adultas bajo: 0,5%. Le sigue en extensión, un período pupal de 53 días

registrado en la DILAVE que corresponde a la misma exposición. También el porcentaje de emergencia fue de 0,5%.

Los períodos pupales más cortos se dieron en el Norte en la decimocuarta exposición (24/10): de 13 a 17 días en Artigas y de 14 a 17 días en Tacuarembó. Los porcentajes de emergencia en estos casos fueron de 21% y 35% respectivamente.

El mayor porcentaje de emergencia fue de 58% en el SUL correspondiente a la primera exposición (19/04).

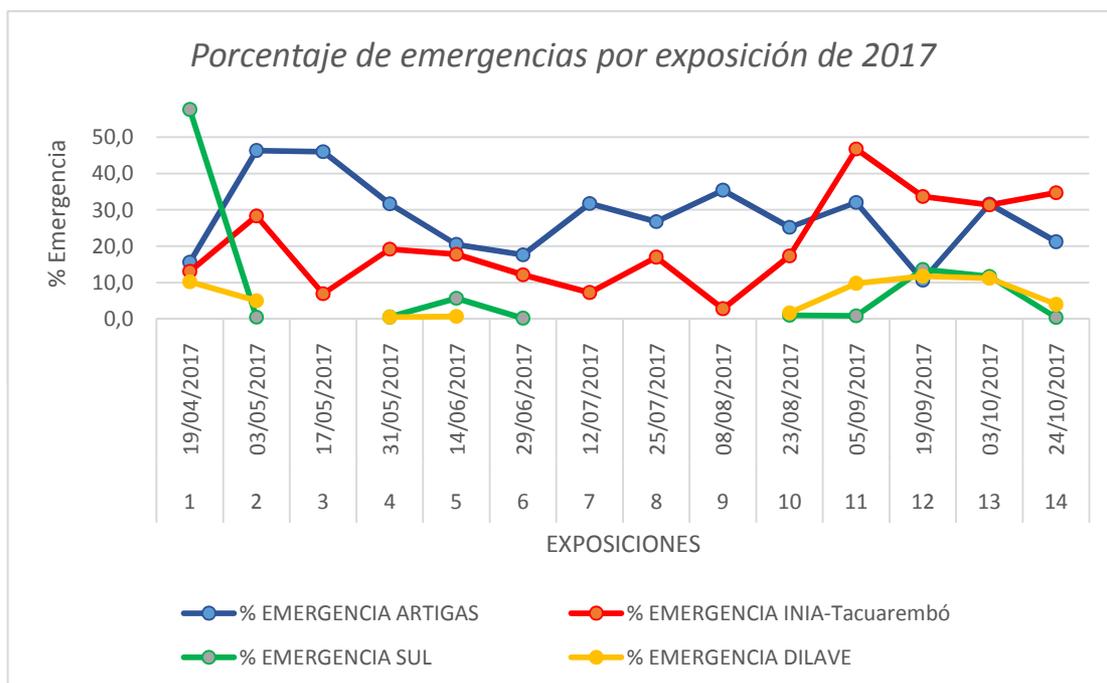


Figura 20 Porcentaje de emergencias por exposición de 2017 para los 4 lugares

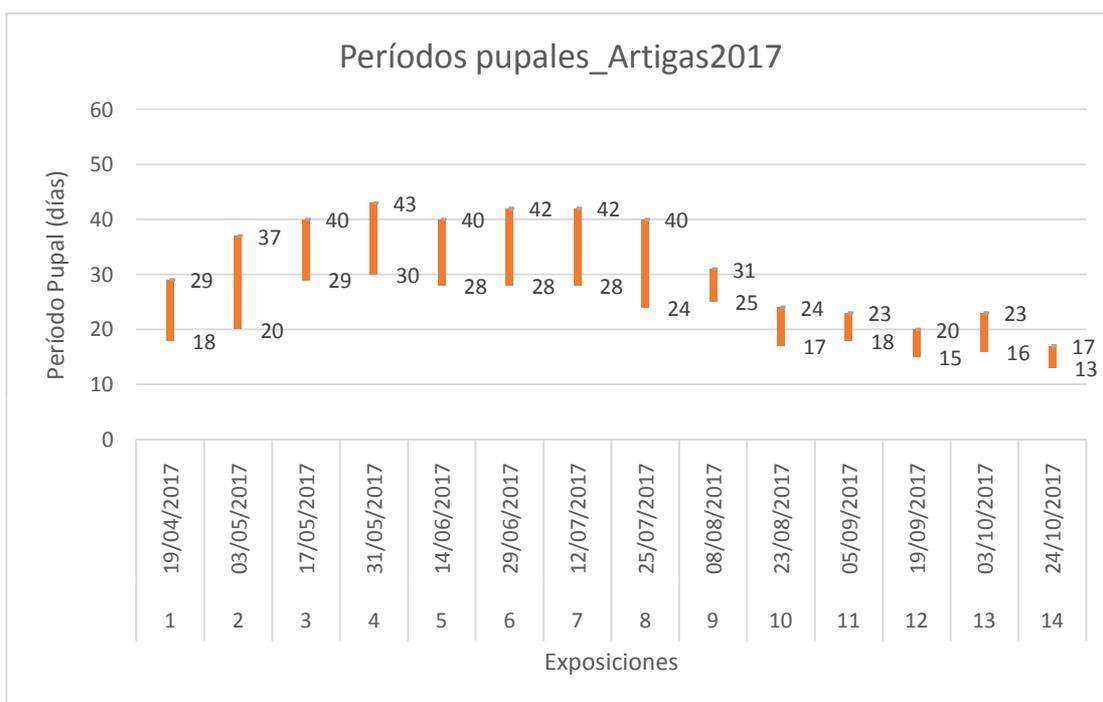


Figura 21 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en Artigas

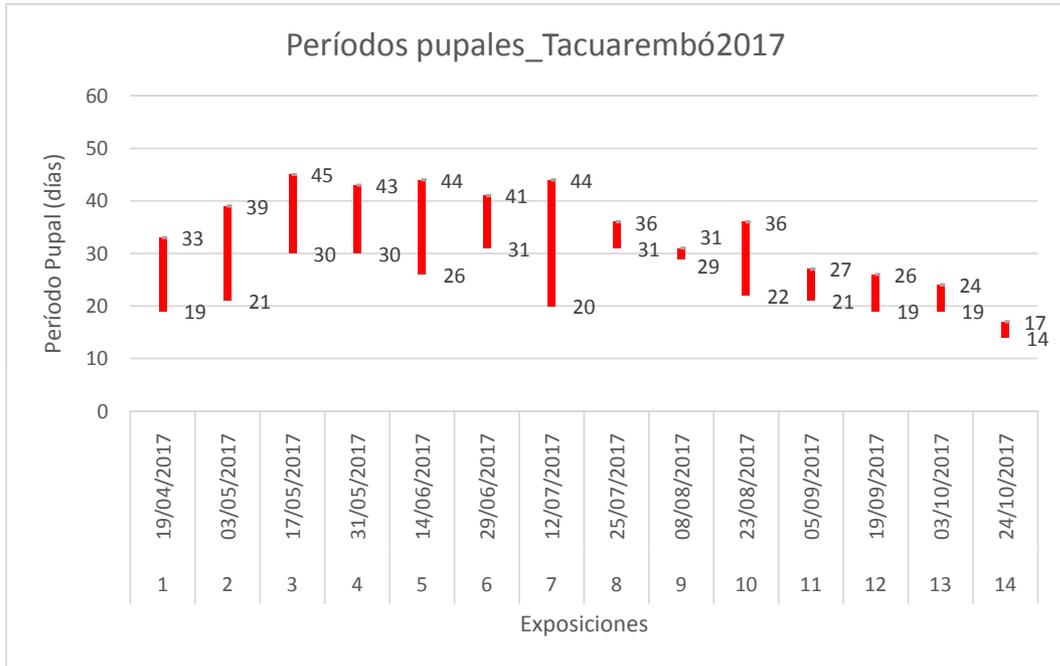


Figura 22 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en Tacuarembó

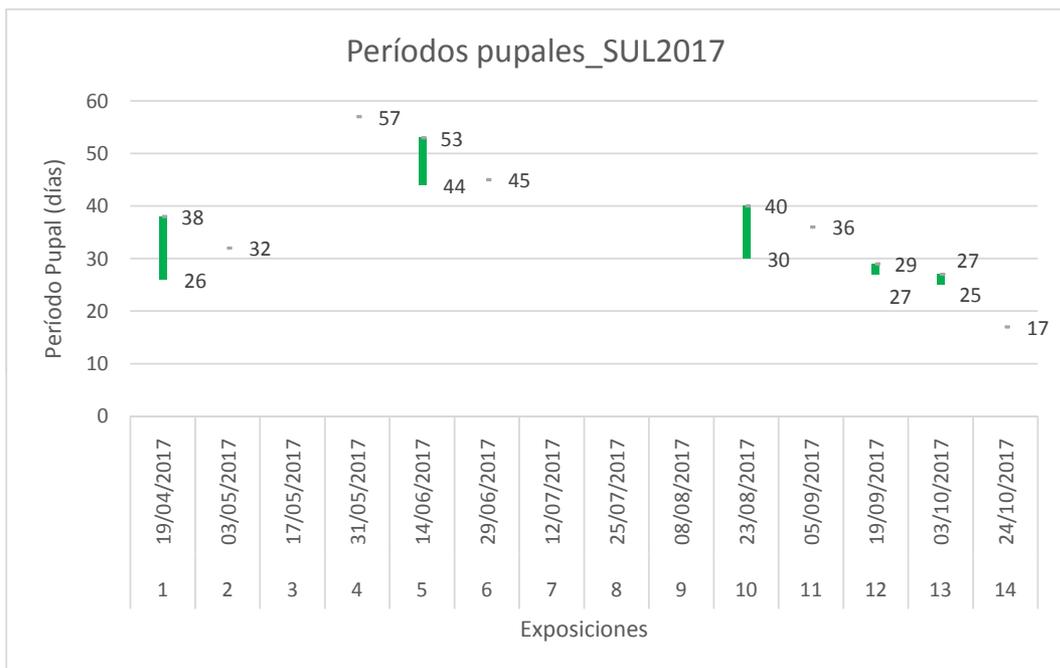


Figura 23 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en SUL, Cerro Colorado

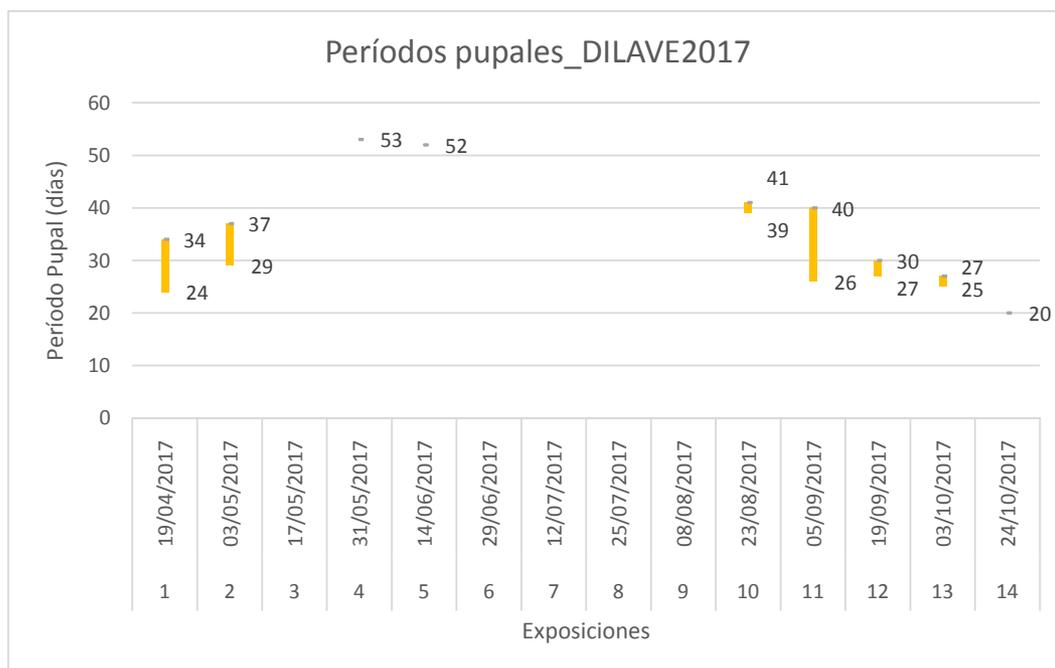


Figura 24 Períodos pupales de las exposiciones de 2017 en la DILAVE, Montevideo

Si consideramos las 5 jaulas de una misma exposición de L3, emergen moscas durante varios días lo cual determina períodos pupales con intervalos desde el inicio de la emergencia hasta su finalización.

La inducción de ovipostura de las moscas emergidas cuyos períodos pupales eran igual o mayor a 15 días no se logró en todos los lugares. En Artigas y Tacuarembó se logró en un 100% con eclosión de huevos y desarrollo de larva 1 (L1). En el caso del SUL, las condiciones del laboratorio no fueron las requeridas. Se enviaron las moscas emergidas de la primera exposición a la DILAVE para realizar la prueba, lográndose la ovipostura y emergencia de L1. En la DILAVE se realizó inducción y se logró el desarrollo de L1 en 5 oportunidades. Si bien las moscas emergidas de PP de 52 y 53 días ovipositaron, no se registró eclosión de huevos. Esto se explicaría por el bajo porcentaje de emergencia para ambos PP y además, en uno de los casos las moscas adultas emergidas eran todas hembras.

Se ha demostrado que períodos pupales de 31 a 41 días en Tacuarembó, 30 a 43 días en Artigas, 29 a 40 días en la DILAVE y 26 a 38 días en el SUL no han alterado la capacidad reproductiva de los ejemplares adultos emergidos.

Comparación entre años

En el año 2016 el período pupal más extenso se registró en la DILAVE (48-50 días) a partir de la exposición de L3 realizada el 6 de setiembre con un bajo porcentaje de emergencia correspondiente al 3%.

En el 2017, el PP más extenso registrado fue de 57 días, en el SUL con sólo un 0,5% de emergencia, seguido por PP de 53 días en la DILAVE con emergencia del 0,7%. Esto coincide con lo descrito por Parman (1945), que indica que cuando el frío prolonga el estadio de pupa por encima de 40 días, el porcentaje de adultos emergidos desciende abruptamente y cuando excede los 50 días, el porcentaje raramente supera el 1-2%.

A diferencia de lo expuesto por Anziani y Suarez (2013), en el ensayo realizado en Uruguay la pupa sobrevivió durante el invierno de 2017 en Artigas y Tacuarembó ubicados en el paralelo 30° y 31° S y además, los adultos emergidos bajo esas condiciones conservaron su capacidad reproductiva con oviposturas y L1 viables. De todas maneras, no se puede descartar que además de la sobrevivencia de la pupa durante el invierno, fenómenos migratorios constituyan un componente importante en la repoblación de *C. hominivorax* en Uruguay.

La profundidad a la que llegan las pupas depende del tipo de suelo y la cubierta vegetal, llegando a mayor profundidad cuando la cubierta vegetal es escasa. La textura y temperatura del suelo son factores importantes en la sobrevivencia de la larva. El PH del suelo no parece influir en la duración de la etapa pupal ni en la emergencia de los adultos (FAO, 1993)

De acuerdo a Travis, Knipling y Brody (1940), la larva se entierra en el suelo de media a una y media pulgada (1.27 a 3.81 cm) para pupar, aunque también concluyeron que esto dependía del tipo de suelo.

Según Parman (1945), bajo condiciones de frío, la larva madura penetra más profundamente en la herida y en la tierra, antes de pasar al estadio pupal, esto ayuda a aislar la larva y la pupa de condiciones climáticas extremas.

En el ensayo realizado en Artigas, el lugar de exposición del año 2016 que corresponde al bloque 2 del año 2017, se caracteriza por presentar suelo de balastro que impide la penetración profunda de las larvas, lo que fue evaluado con la extracción de tierra una semana posterior a la exposición de larvas. Las pupas se encontraron entre 0.5 y 1 cm de profundidad.



Figura 25 Fotos que muestran la profundidad que alcanzó la larva en el único bloque de 2016

Por otro lado, en la DILAVE en 2016, donde se detectaron los mayores porcentajes de limo y arcilla se observaron pupas a 6 cm de profundidad. Además, existen registros por parte del Departamento de Parasitología de la DILAVE en los cuales la profundidad alcanzada por las pupas es de 2 cm. (Cuore U., comunicación personal).

En Artigas las temperaturas medias de los meses de junio y julio de 2017 fueron superiores en 3 y 5 °C respectivamente a las registradas en 2016.

Si comparamos los valores registrados en Artigas en 2017 en el período comprendido entre mayo y setiembre, con los valores históricos de la Estación de Artigas de INUMET, se aprecia un aumento de 1 a 3°C en ese año.

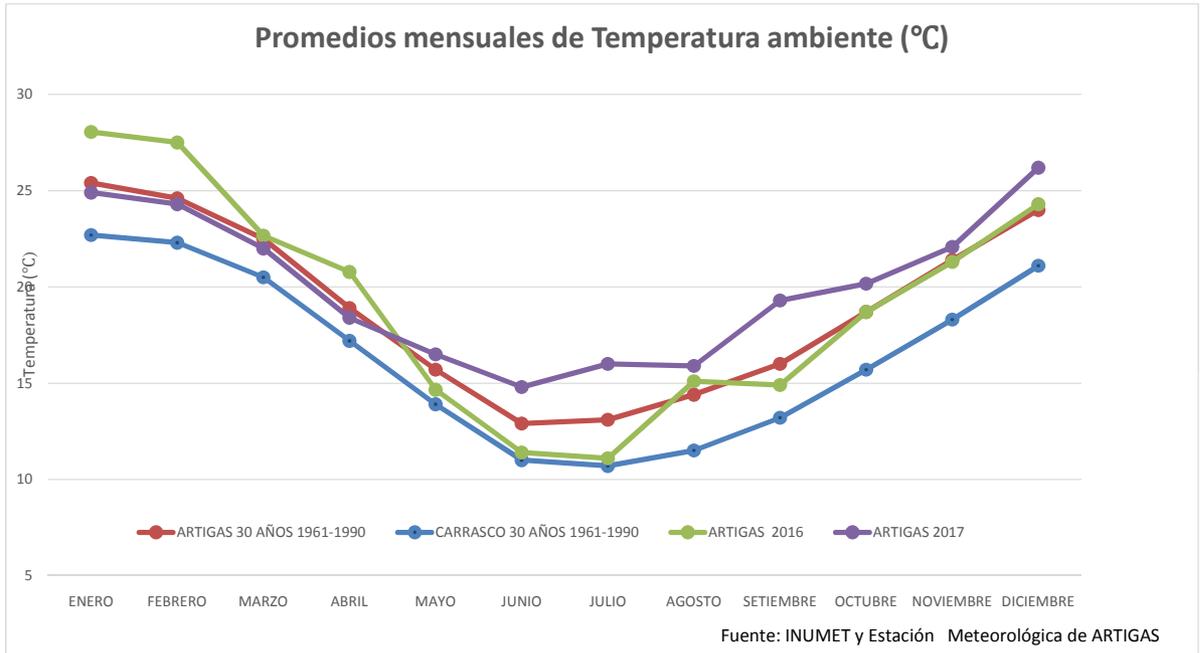


Figura 26 Temperatura ambiente anual de Artigas para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años

En Tacuarembó en el 2017, de mayo a julio se registraron temperaturas de 1 hasta 4 °C superiores a las de las series históricas.

El mes de julio de 2017 estuvo 5 grados por encima del promedio de la temperatura media de ese mes de 2016.

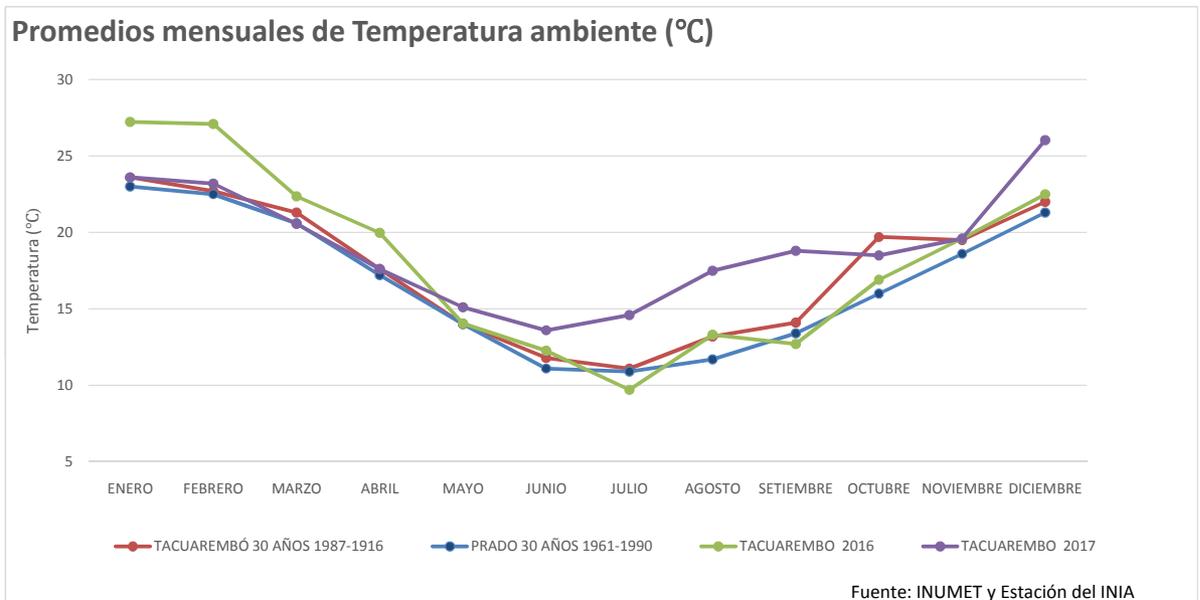


Figura 27 Temperatura ambiente anual de Tacuarembó para los años 2016, 2017 y series históricas de INIA La Magnolia de Tacuarembó y de INUMET Carrasco 30 años

Gráficas_temperatura (pestaña TACUAREMBÓ) Durante el invierno de 2017 en el SUL Cerro Colorado la temperatura fue superior al promedio

de la serie histórica de INUMET Carrasco. Si comparamos el período mayo, junio y julio en el 2017 es 2 y 3 °C más cálido en relación a 2016.

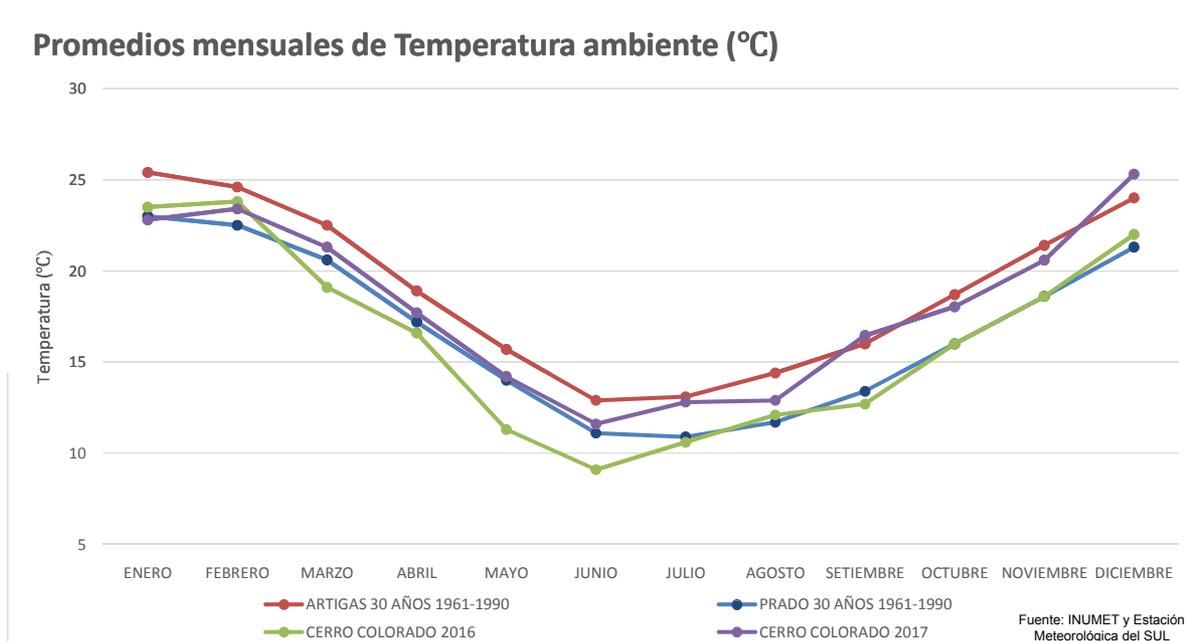


Figura 28 Temperatura ambiente anual de Cerro Colorado para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años

En la DILAVE las temperaturas medias mensuales de abril a setiembre del año 2017 fueron superiores en comparación con los valores de la serie histórica de INUMET de Carrasco. Lo mismo

ocurre si consideramos las temperaturas de los meses de agosto, setiembre y octubre de 2017 y comparamos con esos meses de 2016.

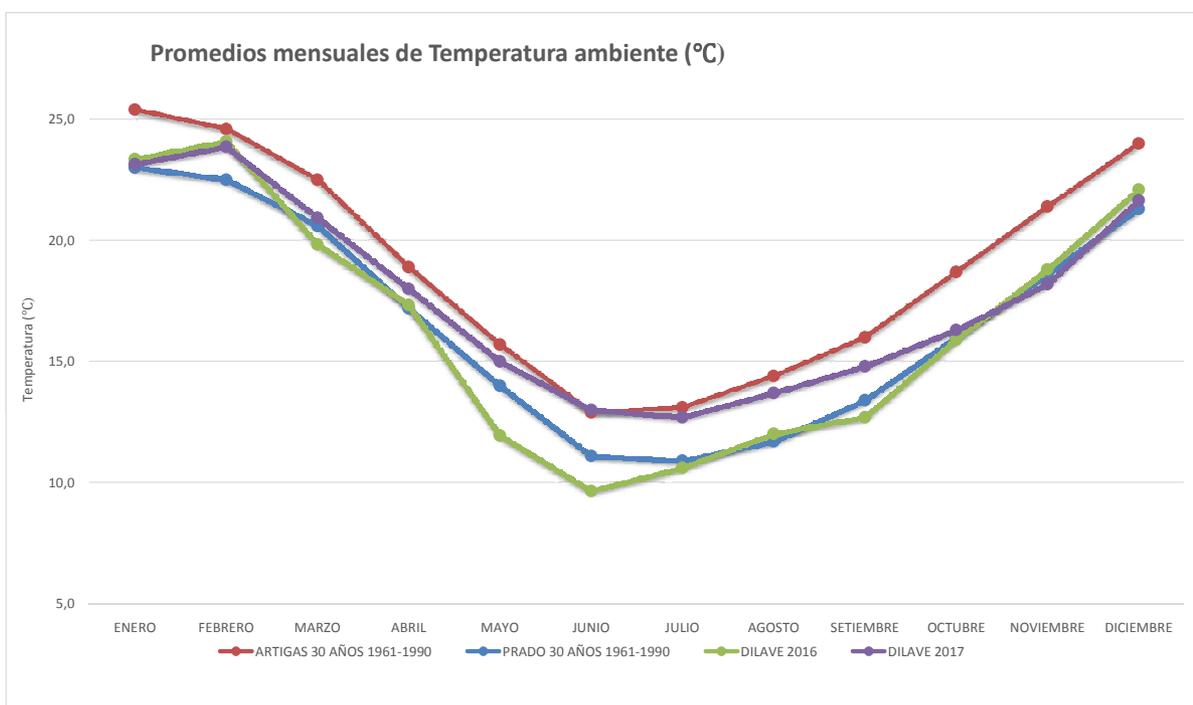


Figura 29 Temperatura ambiente anual de Montevideo para los años 2016, 2017 y series históricas de INUMET de Artigas y Carrasco 30 años

Las diferencias de los resultados observados en el 2017 en relación con los del 2016, se deben a varios factores:

- 1) Clima: en el invierno 2017 se registraron temperaturas medias mensuales 2 y 3 grados superiores a las del 2016
- 2) Cambio de diseño de la prueba, empleo de bloques.
- 3) Incremento en el número de L3 expuestas por jaula.
- 4) Renovación genética de la colonia realizada en noviembre de 2016.

Se compararon las fechas de exposiciones similares entre el único bloque del año 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 para cada uno de los lugares.

El período pupal fue considerado desde la exposición hasta la mediana de las fechas de emergencia. El objetivo fue evaluar si las diferencias en relación a la emergencia de adultos entre los años 2016 y 2017 se explican por diferencias climáticas entre ambos años.

Tabla 11 Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en Artigas. Cálculos en base a registros de la estación Davis, excepto celdas en gris que fueron completadas con registros de la estación de INUMET Artigas.

ARTIGAS

2016: único bloque								2017: bloque 2							
T° del suelo (°C)								T° del suelo (°C)							
Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)	Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)
24/05/16 (1)	150	0	12,6	13,8	12,8	77,8	36	17/05/17 (3)	57	67	14,2	14,5	15,4	87,3	36
14/06/16 (2)	180	0	13,4	14,1	13	77,5	39	14/06/17 (5)	86	33	15,1	14,5	15,1	79,3	39
28/06/16 (3)	180	0	14,4	14,9	13,7	76,5	38	29/06/17 (6)	100	14	15,6	15	15,5	77,8	38
12/07/16 (4)	113	0	12,8	11,2	11,6	78,2	41	12/07/17 (7)	80	20	15,1	14,8	15,2	76,6	41
26/07/16 (5)	210	0	14,1	11,8	12,3	76	26	25/07/17 (8)	80	13	16	15,6	15,8	78,6	26
23/08/16 (6)	150	14	15,2	14,4	15,1	76,1	33	23/08/17 (10)	50	25	19,6	18,4	18,3	80,3	23
06/09/16 (7)	210	21	16,1	16	16,6	69,5	30	05/09/17 (11)	80	53	19,4		18,7	76,1	21
20/09/16 (8)	150	24	17,3	17,8	18	68,6	25	19/09/17 (12)	79	27	20,2		19,5	72,6	18

Como se observa, en las fechas consideradas de 2017 hubo emergencia de todas las exposiciones (100%), mientras que en 2016 hubo emergencia solamente en las últimas 3 fechas. En esas fechas de exposición en las cuales hubo emergencia en ambos años (23/08, 06/09 y 20/09 en 2016; 23/08, 05/09 y 19/09 en 2017), los porcentajes fueron mayores en el 2017 con respecto al 2016, a pesar de tener el bloque 2 menos larvas expuestas ya que se trataba de una sola jaula. Los períodos pupales en dichas fechas fueron más cortos en 2017 respecto a 2016: 10, 9 y 7 días más cortos respectivamente. Esto podría estar explicado por las mayores temperaturas ambiente registradas en el 2017:

4.4°C, 3.3°C y 2.9°C respectivamente. Lo mismo ocurrió con las temperaturas de suelo, aunque se cuenta solamente con los datos del 23/08 de cada año medidos con la misma estación meteorológica, los cuales demuestran que el Sensor 1 (más superficial) y el Sensor 2 (más profundo) registraron temperaturas 4.0 y 3.2 más elevadas en 2017 respecto a 2016. De las últimas 2 exposiciones comparables, se cuenta con los datos de INUMET de los geotermómetros más profundos y fueron 2.1°C y 1.5°C más elevadas en 2017 vs 2016 respectivamente. A su vez, los registros de las últimas exposiciones de 2017 no se obtuvieron en la estación DAVIS y se completaron con los de INUMET.

En las exposiciones 2016 que no hubo emergencia (1, 2, 3, 4 y 5) se tomaron los períodos pupales del año 2017 para comparar cómo fueron los registros climatológicos durante ese mismo período entre los 2 años. Los datos de las celdas grises corresponden a registros de INUMET.

- T ambiente: 1.6°C, 1.7°C, 1.2°C, 2.3°C y 1.9°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

- T suelo (Sensor1): 0.7°C, 0.4°C, 0.1°C, 3.6°C y 3.8°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

- T suelo (Sensor2): 2.6°C, 2.1°C, 1.8°C, 3.6°C y 3.5°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

Con respecto a la humedad ambiente, fue generalmente superior durante las fechas comparables de 2017 respecto a 2016, excepto en la séptima exposición de 2017 que fue inferior a la cuarta exposición de 2016.

Tabla 12 Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en Tacuarembó. Cálculos en base a registros de la estación Davis, excepto celdas en gris vacías que no se completó la información por no contar con la misma.

INIA TACUAREMBÓ

2016: único bloque (3 jaulas)								2017: bloque 2 (1 jaula)							
								T° del suelo (°C)							
Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)	Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)
24/05/16 (1)	150	0					x	17/05/17 (3)	55	4	13,7	14,3	13,9	87,1	30
14/06/16 (2)	180	0					x	14/06/17 (5)	89	12	14,8	14,5	14,3	82,7	26
28/06/16 (3)	180	0					x	29/06/17 (6)	104	8	14,4	14,2	14	79,9	31
12/07/16 (4)	180	0	10,5	12,9	12	85,4	29	12/07/17 (7)	80	8	14,5	14,4	14,2	79,5	29
26/07/16 (5)	180	0	12,6	14,1	13,6	79	31	25/07/17 (8)	73	1	17,2	15,3	15,2	79,9	31
23/08/16 (6)	161	0	13,2	14,4	13,9	85,2	24	23/08/17 (10)	60	8	19,3	17,5	17,5	78,4	24
06/09/16 (7)	180	2,2	14	15,1	14,8	78,4	32	05/09/17 (11)	83	8	18,9	17,4	17,4	74,8	24
20/09/16 (8)	180	1,1	15,4	16	16	76	26	19/09/17 (12)	79	3	17,8	18,5	18,7	75,9	22

En Tacuarembó, de las fechas consideradas del 2017 hubo emergencia de todas las exposiciones (100%), mientras que en 2016 hubo emergencia solamente en las últimas 2 fechas.

En las exposiciones en las cuales hubo emergencia en ambos años (06/09 y 20/09 en 2016; 05/09 y 19/09 en 2017), los porcentajes fueron mayores en el 2017 con respecto al 2016, a pesar de tener el bloque 2 menos larvas expuestas ya que se trataba de una sola jaula. Los períodos pupales en dichas fechas fueron más cortos en 2017 respecto a 2016: 8 y 4 días más cortos respectivamente. Esto podría estar explicado por las mayores temperaturas ambiente registradas en el 2017: 4.9°C y 2.4°C

respectivamente. Lo mismo ocurrió con las temperaturas de suelo, los cuales demuestran que en el Sensor 1 (más superficial) se registraron temperaturas 2.3°C y 2.5°C más elevadas en 2017 respecto a 2016 y en el Sensor 2 (más profundo): 2.6°C y 2.7°C más altas en 2017.

En las exposiciones 2016 que no hubo emergencia (1, 2, 3, 4, 5 y 6) se tomaron los períodos pupales del año 2017 para comparar cómo fueron los registros climatológicos durante ese mismo período entre los 2 años. Los datos de las celdas grises faltan ya que INUMET no cuenta con estación meteorológica en Tacuarembó.

Entonces comparamos las exposiciones 4,5 y 6 de 2016 con las 7,8 y 10 de 2017

- T ambiente: 4.0°C, 4.6°C y 6.1°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.
- T suelo (Sensor1): 1.5°C, 1.2°C y 3.1°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

- T suelo (Sensor2): 2.2°C, 1.6°C y 3.6°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

Con respecto a la humedad ambiente, fue generalmente menor durante las fechas comparables de 2017 respecto a 2016, excepto en la octava exposición de 2017 que fue levemente superior a la quinta exposición de 2016.

Tabla 13 Comparación de fechas similares entre el único bloque de 2016 y el bloque correspondiente del año 2017 en el SUL. Cálculos en base a registros de la estación del SUL, excepto celda en gris que utilizó registros de INUMET Florida.

2016: único bloque (3 jaulas)								2017: bloque 1 (3 jaulas)							
				T° del suelo (°C)								T° del suelo (°C)			
Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)	Fecha de expo de L3	L3 exp	%E	T° (°C)	Sen1	Sen2	H (%)	PP (días)
24/05/16 (1)	150	0	10,21	10,3	10,5	83,7	57	17/05/17 (3)	270	0	13,06			81,14	57
14/06/16 (2)	180	0	10,1	9,7	9,9	84,5	47	14/06/17 (5)	255	4	12,6			79,9	47
28/06/16 (3)	180	0	11,2	10,5	10,7	79,5	57	29/06/17 (6)	300	0	12,6			80,6	57
12/07/16 (4)	180	0	10,8	10,4	10,6	79,6	57	12/07/17 (7)	240	0	12,7			80,7	57
26/07/16 (5)	210	0	12,1	11,2	11,4	78,9	57	25/07/17 (8)	240	0	13,1			81,2	57
23/08/16 (6)	210	0	13,1	12,1	12,3	76,6	40	23/08/17 (10)	186	2	13,8			81,3	40
06/09/16 (7)	210	0	13,6	12,9	13,1	72,8	34	05/09/17 (11)	270	16	16,5			76,8	34
20/09/16 (8)	170	1	15,1	14,5	14,7	70,6	33	19/09/17 (12)	210	20	13,7			73,4	29

Solamente en la última exposición de 2016 hubo emergencia y por lo tanto es la que podemos comparar con la 12va exposición de 2017. El porcentaje de emergencia fue mayor en 2017 con respecto al 2016. En el SUL, ambos años tuvieron el bloque comparable con 3 jaulas pero se observa que se expusieron 40 L3 más en 2017 respecto a 2016. El período pupal fue 4 días más corto en 2017 respecto a 2016. A diferencia de lo ocurrido en Artigas y Tacuarembó, la temperatura ambiente para esas exposiciones fue 1.4 °C menor en 2017. No podemos comparar los datos de temperatura de suelo ya que ocurrió un problema con la extracción de datos de la estación Davis y tampoco contamos con los datos de Geotermómetros de INUMET para el año 2017.

En las exposiciones 2016 que no hubo emergencia (2, 6 y 7) pero sí hubo en 2017 (5, 10 y 11) se tomaron los períodos pupales del año 2017 para comparar cómo fueron los registros climatológicos durante ese mismo período entre los 2 años.

- T ambiente: 2.5°C, 0.7°C y 2.9°C superiores en 2017 respecto a 2016 respectivamente.

Con respecto a la humedad ambiente, fue generalmente superior durante las fechas comparables de 2017 respecto a 2016, excepto en la quinta exposición de 2017 que fue inferior a la segunda exposición de 2016.

resultados presentados a continuación se basan en los hallazgos realizados con esta variable anteriormente mencionada.

1) ¿Existe relación entre la Temperatura y el % de emergencia?

Sí, se encontró una asociación entre la temperatura media (del período entre la exposición y la última emergencia) y la ocurrencia de emergencias. En el siguiente gráfico se puede observar que a partir de cierto valor de temperatura comienzan a registrarse emergencias, si bien la magnitud de las mismas es dispar.

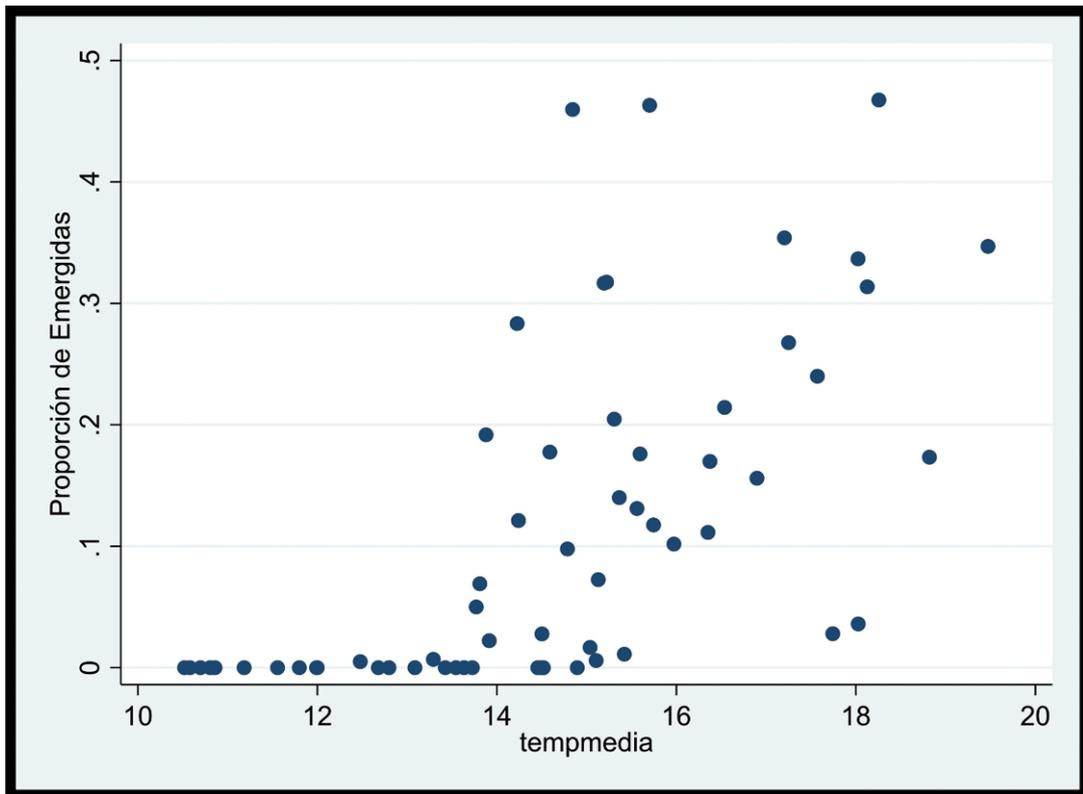


Figura 30 Proporción de moscas emergida respecto a la temperatura media

Según el tipo de variables involucradas en el análisis, se determinó que la Regresión Logística era la estrategia apropiada.

Para poder hacer este análisis, la variable respuesta, Proporción de emergidas, fue transformada en una variable de tipo binomial llamada Ocurrencia de

emergencias, donde: No hubo emergencia = 0; Hubo emergencia = 1.

Ocurrencia de emergencias según temperatura promedio desde la exposición hasta la última emergencia.

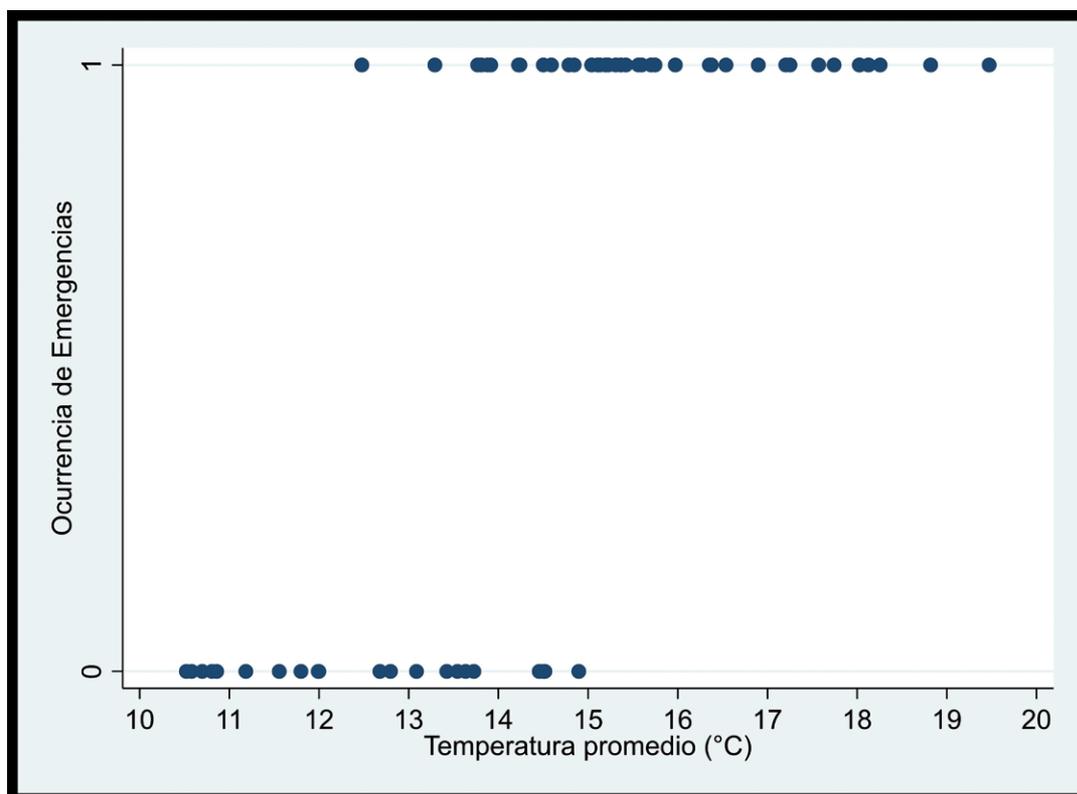


Figura 31 Ocurrencia de emergencias en función de la temperatura media

El resultado de la prueba estadística mostró que existe una asociación significativa ($p < 0.0001$) entre la temperatura media y la probabilidad de que ocurran o no emergencias.

Así mismo del valor del odds ratio se puede ver que por unidad que aumenta la temperatura aumenta en 4,58 veces la probabilidad de que exista emergencia de moscas.

Logistic regression

Number of obs = 61

LR chi2 (1) = 41.13

Prob > chi2 = 0.0000

Log likelihood = -19.317777

Pseudo R2 = 0.5156

sinoemergencia	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
tempmedia	1.521314	.4198017	3.62	0.000	.6985177 2.34411
_cons	-21.01464	5.937233	-3.54	0.000	-32.65141 -9.377879

sinoemergencia	Odds Ratio	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
tempmedia	4.578237	1.921951	3.62	0.000	2.01077 10.42399
_cons	7.47e-10	4.44e-09	-3.54	0.000	6.60e-15 .0000846

Figura 32 Regresión logística para estudio de la asociación de la temperatura media y la probabilidad de que ocurran o no emergencias

Se comparó adicionalmente la temperatura promedio para las exposiciones en las que no hubo emergencias y para las que sí hubo emergencias.

Tabla 15 Ocurrencia o no de emergencia según temperatura promedio

Temperatura media (°C) según ocurrencia de emergencias.			
	Temperatura media	Mínima	Máxima
No emergencias	12,63	10,52	14,9
Emergencias	15,78	12,48	19,47

Estas diferencias encontradas fueron testeadas por una prueba de t de comparación de medias. Las mismas resultaron significativas ($p < 0,0001$), concluyéndose que la temperatura media en los casos de no emergencias es menor que en los casos donde sí hubo emergencia.

Two-sample t test with equal variances

Group	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
No emerg	22	12.62548	.3174562	1.489001	11.96529	13.28566
Emergenc	39	15.77791	.263468	1.645357	15.24455	16.31127
combined	61	14.64097	.2811056	2.195505	14.07867	15.20326
diff		-3.152431	.4243448		-4.001543	-2.303319

diff = mean(No emerg) - mean(Emergenc) t = -7.4289
 Ho: diff = 0 degrees of freedom = 59
 Ha: diff < 0 Ha: diff != 0 Ha: diff > 0
 Pr(T < t) = 0.0000 Pr(|T| > |t|) = 0.0000 Pr(T > t) = 1.0000

Figura 33 Prueba de t para comparación de temperaturas medias según ocurrencia o no de emergencia

En conclusión, la temperatura media del período desde la exposición de las L3 hasta el registro de la última emergencia, fue la única de las variables basadas en la temperatura que tuvo una asociación significativa con la ocurrencia de emergencias. Se puede visualizar gráficamente que bajo ciertos umbrales de temperatura la emergencia de moscas es extremadamente rara. Ocurriendo lo contrario para el caso de temperaturas más altas, en las que es altamente probable la ocurrencia de emergencia.

No se encontró una asociación entre temperatura y la proporción de emergidas, pero sí una asociación entre la temperatura y la probabilidad de que exista o no emergencia.

2) ¿Existe relación entre la Temperatura y la duración del período pupal?

El período pupal mostró asociaciones con la temperatura cuando se lo analizó desde dos perspectivas diferentes: la relación entre la temperatura y el día de comienzo de la emergencia y la relación entre la temperatura y el día de finalización de la emergencia.

Se encontró una asociación de tipo lineal entre mayores valores de temperatura media y menor duración del período desde la exposición hasta la primera emergencia.

Asociación entre el inicio del período pupal y la temperatura media

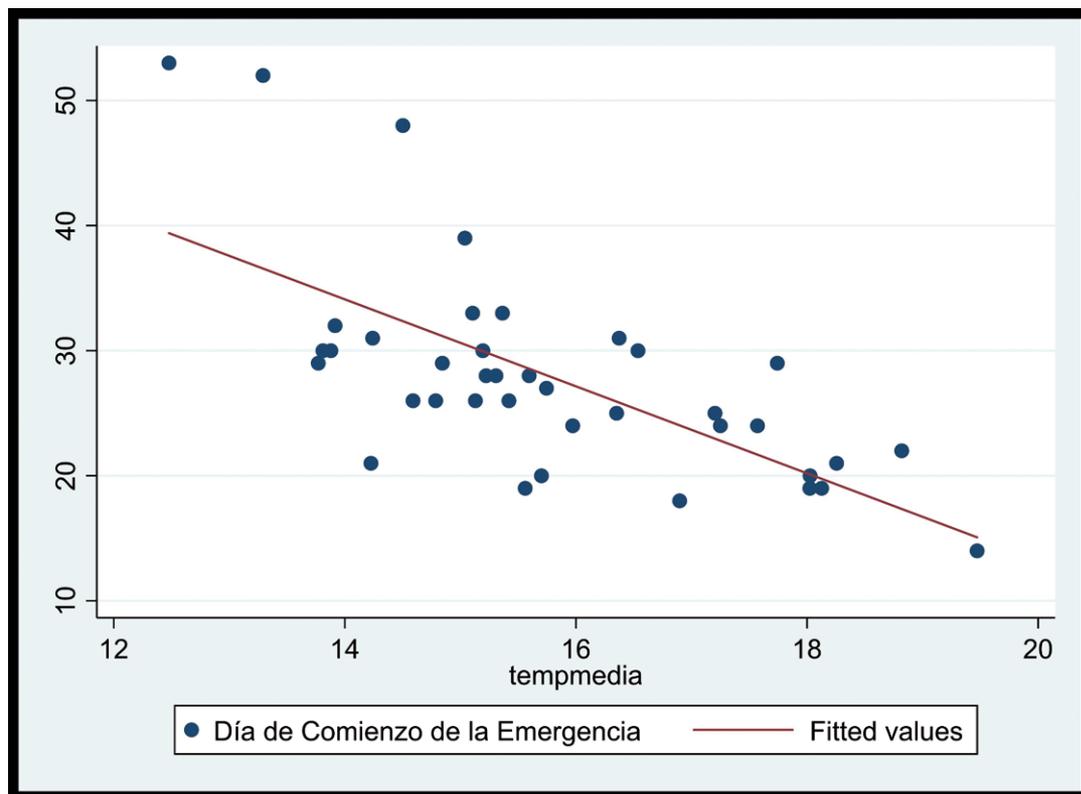


Figura 34 Asociación entre el inicio del período pupal y la temperatura media

Al excluir las exposiciones en las que no hubo emergencias, se puede observar que existe una asociación del tipo lineal entre la temperatura y el

comienzo de la emergencia. La ecuación de la recta correspondiente explica la variabilidad del modelo en aproximadamente un 46%.

$$\text{Día de comienzo estimado} = -3,47737 \times (\text{Temperatura media}) + 82,7887$$

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	39
Model	1243.95838	1	1243.95838	F(1, 37)	=	31.42
Residual	1464.81085	37	39.5894824	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.4592
				Adj R-squared	=	0.4446
Total	2708.76923	38	71.2834008	Root MSE	=	6.292

comienzoem~a	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
tempmedia	-3.47737	.6203516	-5.61	0.000	-4.734322 -2.220418
_cons	82.7887	9.839569	8.41	0.000	62.85184 102.7256

Figura 35 Prueba estadística para evaluar la asociación entre la temperatura y el inicio del período pupal

Para el caso de la asociación entre la finalización de la emergencia y la temperatura también se observó una asociación de tipo lineal, cuando se excluyeron las exposiciones que no resultaron en emergencias.

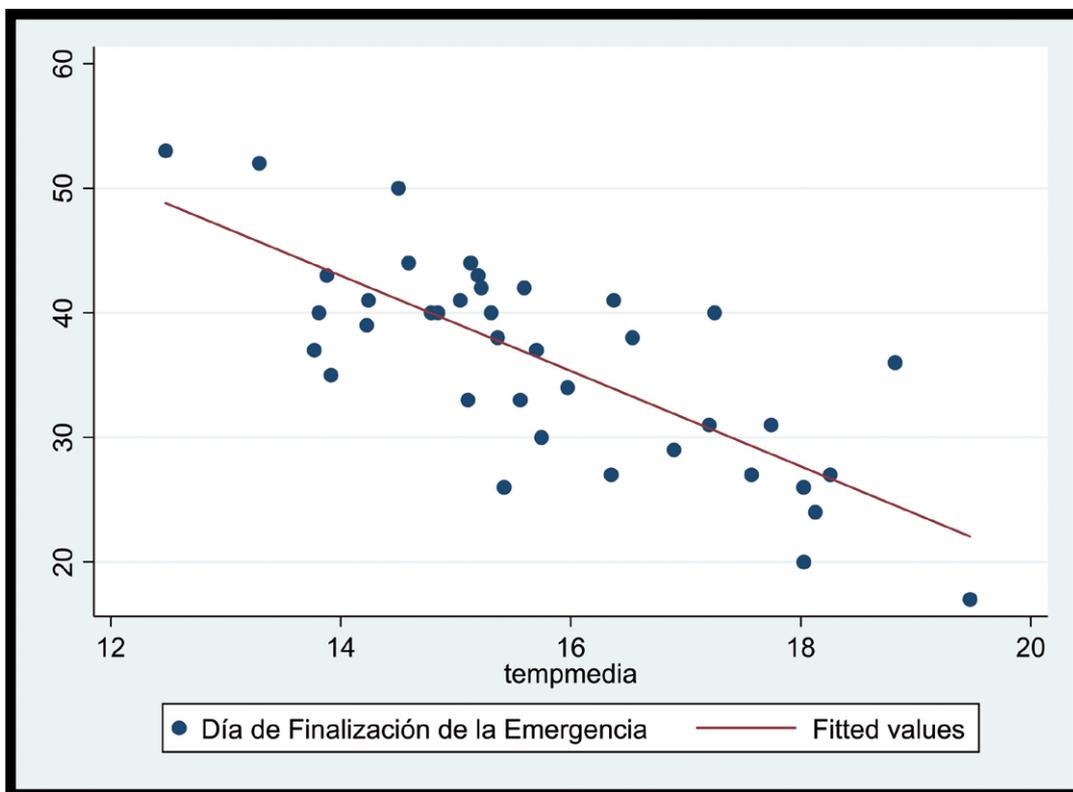


Figura 36 Asociación entre el final del período pupal y la temperatura media

Al excluir las exposiciones en las que no hubo emergencias, se puede observar que existe una asociación del tipo lineal significativa ($p < 0,0001$) entre la temperatura y el final de la emergencia. La ecuación de la recta correspondiente explica la variabilidad del modelo en aproximadamente un 59 %.

$$\text{Día de finalización estimado} = -3,825 \times (\text{Temperatura media}) + 96,536.$$

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	39
Model	1505.42648	1	1505.42648	F(1, 37)	=	52.14
Residual	1068.31711	37	28.8734355	Prob > F	=	0.0000
Total	2573.74359	38	67.7300945	R-squared	=	0.5849
				Adj R-squared	=	0.5737
				Root MSE	=	5.3734

finemergen~a	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
tempmedia	-3.825408	.529782	-7.22	0.000	-4.898848	-2.751968
_cons	96.53642	8.40302	11.49	0.000	79.51028	113.5626

Figura 37 Prueba estadística para evaluar la asociación entre la temperatura y el final del período pupal

Se encontró que a mayores valores de temperatura media tanto el comienzo de la emergencia como el registro de la última emergencia, presentan menores valores. Mostrando que a mayor temperatura es menor el tiempo requerido en días para emerjan las moscas. Esta asociación es más fuerte si se considera el registro de la última emergencia en lugar de la primera.

3) ¿Existe relación entre el período pupal y el % de emergencia?

Tanto para el día de comienzo de la emergencia como para el día de finalización de la misma se observa que hay un periodo “óptimo” donde ocurren las emergencias. Por fuera de este periodo los valores de emergencias son nulos o muy bajos.

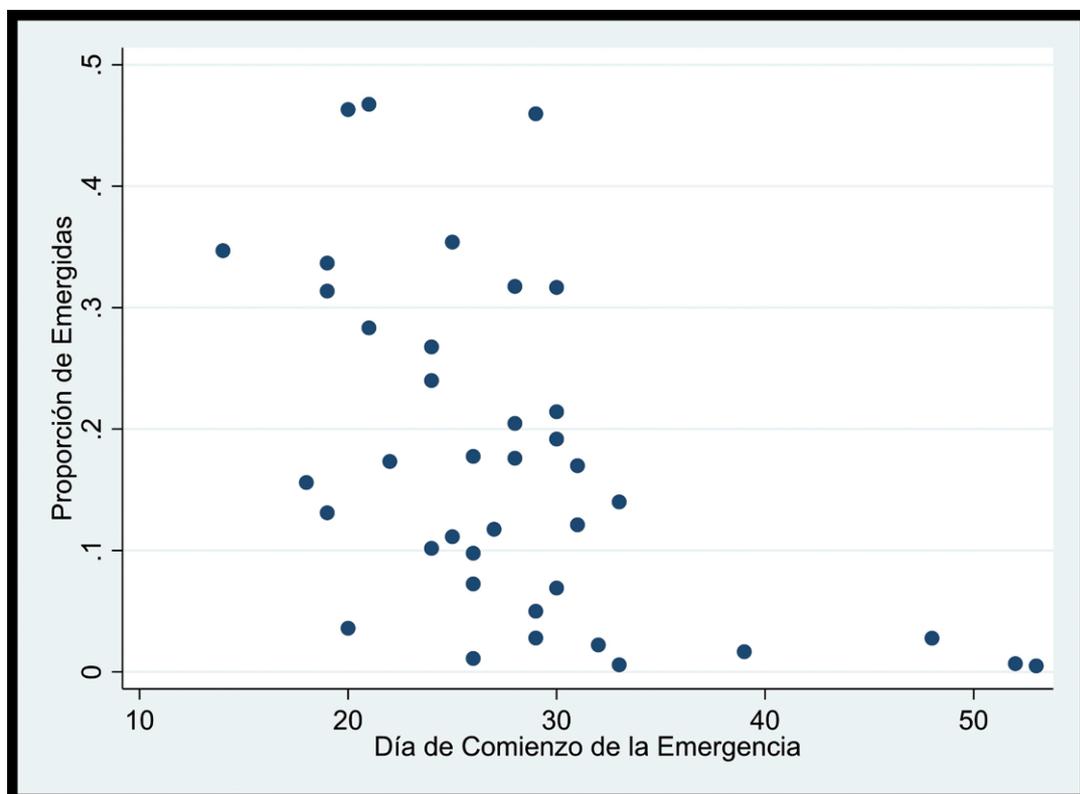


Figura 38 Proporción de emergidas en relación al día del inicio del período pupal

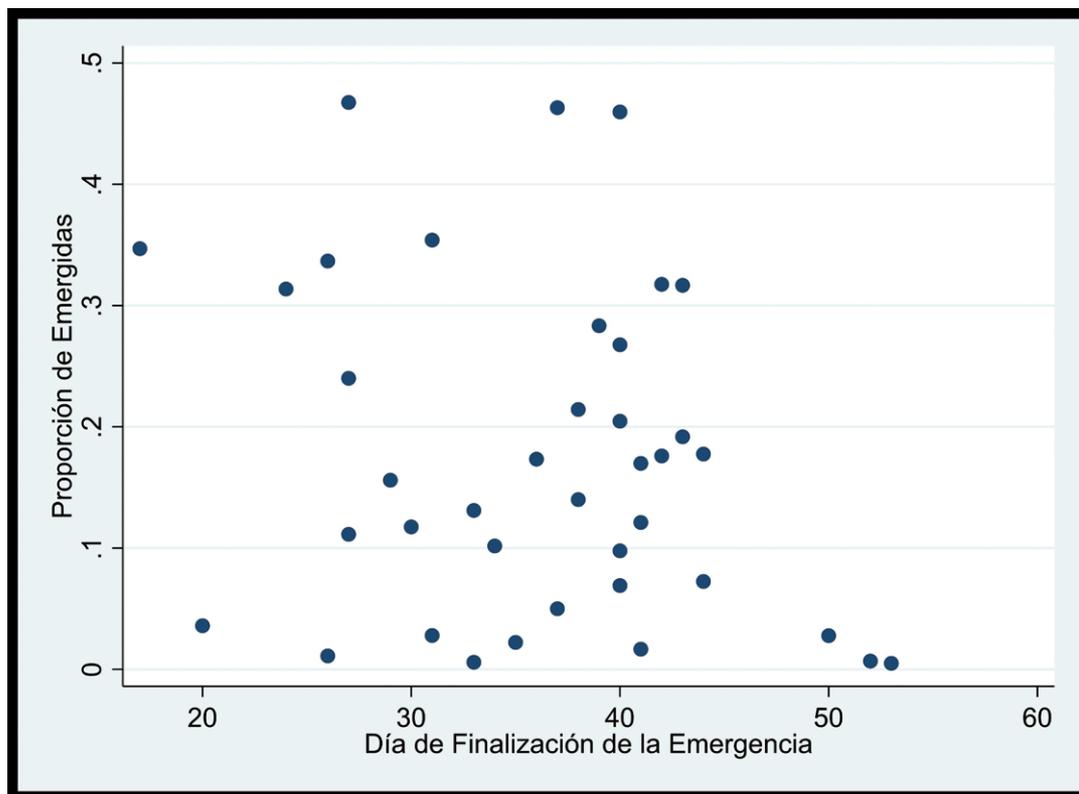


Figura 39 Proporción de emergidas en relación al día de finalización del período pupal

Conclusiones

La población del GBG en Uruguay presenta una marcada estacionalidad, mostrando una importante disminución durante los meses de invierno.

La sobrevivencia del estadio de pupa en el invierno de Uruguay está asociada a la temperatura media del ambiente. En inviernos con condiciones climáticas favorables, como lo fue el invierno de 2017 al Norte del Río Negro, la pupa sobrevive y los adultos emergidos mantienen su capacidad reproductiva. Sin embargo, durante ese mismo invierno en el Sur, donde las temperaturas fueron inferiores a las del Norte, las emergencias se interrumpieron. Este resultado no nos permite concluir que las pupas no sobreviven en el Sur durante el invierno, pero sí nos permite afirmar que la población de moscas y por lo tanto las miasis,

disminuyen sustancialmente en un invierno con condiciones climatológicas favorables.

Por otro lado, durante los meses de invierno de 2016 con condiciones climáticas más severas, no ocurrieron emergencias de adultos tanto en el Sur como en el Norte. Sin embargo, los resultados de emergencias ocurridas en el inicio de la primavera de ese año, implican la sobrevivencia de las pupas en el final del invierno.

La temperatura media del ambiente no solo está asociada a la ocurrencia o no de emergencias, sino que también a la duración del período pupal. A mayor temperatura ambiente el período pupal es más corto. A medida que transcurre el invierno y la temperatura del ambiente disminuye, los períodos pupales se prolongan. Debido a esta asociación los períodos pupales son más cortos en el Norte que en el Sur.

Referencias bibliográficas

Anziani O.S. 2000. Contribución al conocimiento de la epidemiología y el control del díptero productor de miasis *Cochliomyia hominivorax*. Universidad de Buenos Aires, tesis doctoral 101 pp. 4.

Anziani O.S. y Suarez, V. (2013). Epidemiología y control de dípteros en estado adulto y larvario en el área central de Argentina. Mosca de la bichera (*Cochliomyia hominivorax*). Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes, 24: 552-556.

Boehringer I. 1970. Miasis bovina en Chaco y Formosa. Bol. Gan. del INTA, N° 9, Agosto/Setiembre 13.

Cardona Lopez G.A., Balbuena O., Luciani C.A. 1994. Miasis del ganado en la región noreste de la Provincia del Chaco. Vet. Arg. 11: 305-313. 21.

Davis, R. 1967 "Contour Maps of Infestation Incidence Useful in Epizootiology of Screw-Worms, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel)". Ecology. 48. 6: 985 - 991.

Hall, M. J. R. 1995. Trapping the flies that cause myiasis: Their responses to host-stimuli. Ann Trop Med Parasitol: 89: 333-357.

Knipling, E.F. 1955. Possibilities of insect control or eradication through the use of sexually sterile males. Journal of Economic Entomology 48, 259-462.

McGraw, L. 2001 "Squeezing Out Screwworm". Agricultural Research Service (ARS): 18 - 22.

Orcellet, V.M., 2005. "Sobrevida de estadio pupario de *Cochliomyia hominivorax*, en laboratorio bajo determinadas condiciones de humedad y temperatura (Santa Fe – Argentina) "Revista FAVE – Ciencias Veterinarias 4 :1-2.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1993. Manual para el control de la mosca del Gusano Barrenador del Ganado, *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) Vol 1: 1-71 y Vol2: 1-24.

Parman, D.C.1945. Effect of weather on *Cochliomyia americana* and a review of methods and economic applications of the study. Journal of Economic Entomology 38: 66-76.

Spickler, Anna Rovid. "Screwworm Myiasis" "2012 (Last Updated 2016)." At <http://www.cfsph.iastate.edu/DiseaseInfo/factsheets.php>

Travis V.B., Knipling F.C., Brody L.A. 1940. Lateral migration and depth of pupation of the larvae of the Screwworm *C.americana* J. Econ. Ent. 33 (6): 847-850 p.

III.ROL DEL RIO URUGUAY COMO POTENCIAL BARRERA NATURAL FRENTE AL DESPLAZAMIENTO DE LA MOSCA.

Período de ejecución:

15 de octubre al 15 de diciembre de 2018

Equipo técnico:

Dra. Pamela Phillips¹

Dr. John Welch².

Tec. Carlos Sánchez³ y Tec. Jorge Herrera³.

Dr. José María Bohi^{4,6}, Sr. Julio Alfieri^{4,6}, Dr. Gerardo Jesús Cabral⁴ y Dr. Mariano Valenzuela⁴.

Dr. Gustavo Lopez⁵, Dra. Valeria Gonnet⁵, Dra. Rosario Cuadrado⁵, Tec. Agrop. Guillermo Rohner^{5,6}, Tec. Agrop. Mariano Gonzalez^{5,6}, Dr. Federico Fernandez⁵, Dra. María Victoria Iriarte⁵, Tec. Agrop. Gabriel Mautone⁵ y Lic. Laura Marques⁵

Resumen

Con el apoyo de Argentina se evaluó el rol del Río Uruguay como potencial barrera para el desplazamiento de la mosca.

Se solicitó el asesoramiento de dos expertos en el tema, la Dra. Pamela Phillips (USDA/COPEG) y el Dr John Welch (USDA/APHIS).

La prueba consistió en la dispersión terrestre de moscas estériles coloreadas con pigmentos fluorescentes en dos puntos separados por el río Uruguay. Las moscas se colectaron con trampas tipo VST (Vertical Sticky Trap) con un atrayente químico (SL4). De acuerdo al color de las moscas capturadas se determinó si la mosca cruzó o no el río y cómo fue su desplazamiento a lo largo del territorio de cada país.

Se realizaron 3 envíos de moscas estériles desde Panamá a Montevideo los días 17, 24 y 31 de octubre. Llegaron al país en estadio de pupas, en hieleras refrigeradas y se trasladaron en forma inmediata a los puntos de dispersión de Argentina

y Uruguay. En el lugar se coloreaban las pupas y se colocaban en bandejas dentro de cajas de liberación a temperatura ambiente. Una vez que la mosca adulta emerge de la pupa, se dispersa. Se colectaban las moscas pertenecientes a la especie *Cochliomyia hominivorax*, se identificaban como fértiles o estériles coloreadas y se sexaban.

Los porcentajes de emergencias de las pupas enviadas desde Panamá a los puntos de dispersión fueron (promedios) entre 93,4% y 95,65% en el caso de Uruguay y entre 92,67% y 95,71% en el caso de Argentina

En Uruguay los porcentajes de captura de moscas marcadas (coloreadas) fueron: 0.08 % de la primera dispersión, 0.05% de la segunda dispersión y 0.07% de la tercera dispersión. Esos valores corresponden a 8, 5 y 7 moscas marcadas capturadas cada 10.000 dispersadas respectivamente. En Argentina los porcentajes fueron 0.07%, 0.03 % y 0.02% para la primera, segunda y tercera dispersión respectivamente, es decir 7, 3 y 2 moscas marcadas capturadas cada 10.000 moscas dispersadas.

En Uruguay se colectaron moscas en 3 trampas de las 6 trampas. Estas trampas estaban a 4,3 Kms., a 12,9 Kms y a 15 kms de distancia al punto de liberación. En Argentina se colectaron moscas coloreadas también en 3 trampas colocadas a 6,2 kms, 5,2 Kms y 13, 9 Kms de distancia al punto de liberación. También se colectaron moscas fértiles en ambos países, mayoritariamente hembras.

No se constató cruce de moscas de un país al otro. El análisis inicial sostiene que los ríos pueden servir como barreras y los hábitats ribereños a lo largo de los ríos pueden servir como corredores para el movimiento y la dispersión de las moscas.

Introducción

A fin de poder desarrollar su ciclo de vida en la naturaleza, el GBG se enfrenta a factores adversos que pueden ser considerados como barreras para su pleno desarrollo y entre estas se destacan: temperaturas y humedades extremas, precipitaciones pluviales persistentes, grandes ríos,

¹ Depto. de Agricultura de Estados Unidos/ Comisión Panamá - Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (USDA/COPEG).

² Depto. de Agricultura de Estados Unidos/ Servicio de Inspección en Salud Animal y Vegetal (USDA/APHIS)

³ Comisión Panamá - Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG).

⁴ Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria de Argentina (SENASA)

⁵ Dirección General de Servicios Ganaderos DGSG; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP).

⁶ Técnicos contratados por el Proyecto.

lagos, lagunas, presas, canales de navegación, huracanes o ciclones, vientos arrachados, grandes montañas, grandes elevaciones cordilleranas, áreas con nieves perenes, barreras biológicas (dispersión de moscas estériles de GBG), estaciones cuarentenarias y zonas con desiertos extremos, entre otras. Como se aprecia estas barreras pueden ser: i) barreras naturales (BN), ii) barreras creadas por el hombre (BCH), las que en muchas ocasiones consiguen reducir el óptimo desarrollo del ciclo de vida del GBG. (García R. y Vargas Terán M., 2016).

Uruguay limita con Argentina en una extensión de 826 km, de los cuales 320 son con el Río de La Plata, 506 km del Río Uruguay. El resto de su frontera limita con el Océano Atlántico y con Brasil 1.067 km (Instituto Geográfico Militar). De las 17.600.000 ha de superficie terrestre que dispone el país unas 16.400.000 ha se pueden utilizar en actividades agropecuarias, encontrándose un 5% de dicha área cubierta por bosques nativos y un 6,5% por bosques implantados (Sociedad de Productores Forestales del Uruguay). Según los datos de la Declaración Jurada Anual de DICOSE-SNIG de 2018, algo más de 11 millones de hectáreas son de campo natural y rastrojos.

De acuerdo a información del Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) sobre climatología

del invierno (junio, julio, agosto) en Uruguay en el período 1961 –1990 el valor de la temperatura media para la región Norte fue de 13°C y la temperatura media para el Sur de 11 ° C. Para el período de verano (dic-ene-feb) se registraron valores de temperatura media para la región Norte de 24.6°C para el Sur de 22.6°C

Bajo estas condiciones, se considera que casi la totalidad del territorio uruguayo es apto para que el GBG sobreviva gran parte del año.

Sin embargo, se pueden identificar cuatro potenciales Barreras Naturales (BN) que limiten la propagación del GBG: 1) el Río Uruguay, 2) el Río Negro, 3) el Río de la Plata y 4) el Océano Atlántico.

La necesidad de realizar una primera determinación estimativa de las posibles barreras que limiten el desarrollo del ciclo biológico del GBG en los países de la región y más específicamente en el Uruguay, Surge del imperativo de contar con información básica para evaluar el control progresivo del GBG y su posible eliminación. (García R. y Vargas Terán M., 2016).

Estudios realizados por Dres. Phillips, Welch y Kramer en Panamá (2004) indican que el número de moscas es superior en áreas forestadas y montes ribereños que en áreas abiertas. También

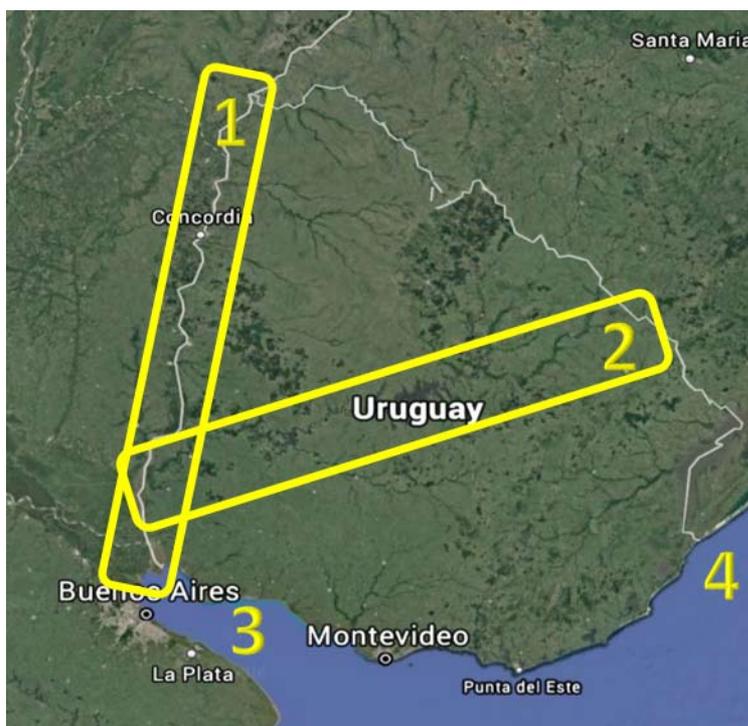


Figura 1 Potenciales Barreras Naturales para la propagación de GBG en Uruguay

demonstraron que la información a través de imágenes satelitales es de utilidad para establecer la distribución espacial de esta mosca.

Si bien es cierto que las moscas GBG son voladoras fuertes y descansan en la vegetación con vientos de más de 24 km / h. (Parman, 1945), la literatura científica muestra que existe correlación entre la dispersión y dirección del viento (Peterson et al., 1980). De acuerdo a Mayer y Atzeni (1993), existe un movimiento neto de GBG con la dirección del viento.

Estudios sobre dispersión de *C. hominivorax* indican que en habitats poco aptos, las hembras se dispersan distancias considerables (24 Kms) mientras que en condiciones favorables, presencia de comida y hospederos, las distancias recorridas son más cortas (Mayer and Atzeni, 1993).

Materiales y métodos

En este Proyecto se evaluó el rol del río Uruguay en el área de Fray Bentos- Puerto Unzué (departamento de Río Negro de Uruguay y Provincia de Entre Ríos, Argentina)

La implementación y ejecución de esta prueba ha sido posible gracias al apoyo del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) a través del Servicio de Inspección en Salud Animal y Vegetal (APHIS) y a la Comisión Panamá - Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG). COPEG brindó apoyo técnico y donó el material requerido para la prueba: las pupas estériles, jaulas de liberación, trampas, pigmentos fluorescentes, etc.

Para diseñar el protocolo de la Prueba, se contó con el asesoramiento de dos expertos en el tema, la Dra. Pamela Phillips (USDA/COPEG) y el Dr. John Welch (USDA/APHIS). Ambos expertos visitaron Uruguay y un área de Entre Ríos en dos oportunidades. En abril de 2018 realizaron la selección de los lugares de dispersión y trapeo y en octubre regresaron para el montaje de la

prueba y el monitoreo de la primera dispersión de moscas estériles. En esta segunda oportunidad fueron acompañados de dos técnicos de COPEG para la capacitación de los técnicos uruguayos y argentinos participantes de la prueba.

Selección de lugares:

Los puntos de liberación y trapeo fueron seleccionados en base fundamentalmente a la presencia de habitats favorables para la mosca mediante el uso de imágenes satelitales.

Además, se consideraron los aspectos logísticos de la prueba. En primer lugar, tenía que ser un área del río Uruguay que contara con un puente internacional, dado que la prueba se realizaba con Argentina. Por otro lado, debía ser lo más cercano posible a Montevideo, punto de arribo de las pupas estériles provenientes de Panamá, para que el material biológico llegara en buenas condiciones a los puntos de dispersión de Argentina y Uruguay. Con esta base se eligió el área de Fray Bentos- Puerto Unzué (Departamento de Río Negro de Uruguay y Provincia de Entre Ríos, Argentina).

En una segunda etapa, con información local considerando la posibilidad de acceso y mediante imágenes satelitales, la Dra. Phillips identificó nichos ecológicos favorables para GBG a ambos lados del río. Posteriormente los técnicos de campo del MGAP y los de SENASA de Argentina visitaron los puntos fijados para contactar a los productores involucrados, plantear la metodología de la prueba y solicitar apoyo.

Finalmente, en abril de 2018, los Dres. Phillips y Welch visitan la zona, se recorren los lugares elegidos y se identifican con pintura y cinta de color anaranjado fluorescente los puntos de liberación y los árboles donde se colocarán las trampas VST. Se seleccionó un punto de dispersión y seis de trapeo en cada país (Figura 2).

Se establecieron las coordenadas de los lugares y las distancias de las trampas y puntos de dispersión al río. (Tablas 1, 2 y 3).



Figura 2 Puntos de dispersión y trapeo seleccionados.

Tabla 1 Coordenadas de los puntos de dispersión y trapeo

Punto	Latitud	Longitud	Punto	Latitud	Longitud
Disp. URU	-32,88988	-57,99273	Disp. ARG	-32,92678	-58,23989
URU1	-32,76536	-58,05726	ARG1	-32,64088	-58,29966
URU2	-32,80305	-58,04586	ARG2	-32,69621	-58,28933
URU3	-32,92867	-57,99394	ARG3	-32,96253	-58,18776
URU4	-33,00077	-58,03428	ARG4	-32,98075	-58,23772
URU5	-32,98691	-57,87015	ARG5	-32,95639	-58,34199
URU6	-33,11345	-58,20745	ARG6	-33,05129	-58,25781

Tabla 2 Distancias estimadas entre los puntos de captura a los de dispersión y al río.

Puntos ARG. (trampas)	Disp. Argentina	Disp. Uruguay	Río Uruguay
1	32,2	39,8	9,9
2	26	34	9,4
3	6,2	19	4,8
4	5,2	25,1	9,8
5	10,1	33,5	20
6	13,9	30	1,3
Puntos URU. (trampas)			
1	24,8	15	7,3
2	22,7	10,8	6,5
3	23,01	4,3	4,1
4	20,9	12,9	3,3
5	35,2	15,7	17,8
6	20,9	31,9	0,28

Tabla 3 Distancias estimadas entre los puntos de dispersión al río.

Distancia dispersión al río	Más cerca	Media	Margen opuesta
Argentina (Kms.)	9,9	14,6	18
Uruguay (Kms)	7,3	9,8	12,7

Información meteorológica

Los datos meteorológicos fueron suministrados por la Estación de INUMET en Mercedes.

Desarrollo de la prueba

Se inició la Prueba de Barreras Naturales el 15 de octubre y se dio por finalizada el 15 de diciembre de 2018.

Dos días previos a la primera dispersión llegaron los expertos: Dra. Pamela Phillips (COPEG/USDA), Dr. John Welch (USDA/APHIS) y dos técnicos de COPEG: Jorge Herrera y Carlos Sanchez. Los técnicos mencionados permanecieron varios días

en el área de la prueba brindando asesoramiento durante la primera dispersión de moscas. Se organizaron dos equipos, uno del lado argentino y otro del uruguayo para la instalación de las jaulas de liberación, colocación de las trampas en los lugares seleccionados, coloración de las pupas, control de calidad y trampeo.

Se utilizaron seis colores distintos, tres por país: azul, verde y violeta para Uruguay y rojo, amarillo y naranja para Argentina. Las moscas se colectaron con trampas tipo VST (Vertical Sticky Trap) con un atrayente químico (SL4) el cual consiste en una mezcla de solventes que simula el olor proveniente de la herida producida por una "bichera". De acuerdo al color de las moscas capturadas se determinó si la

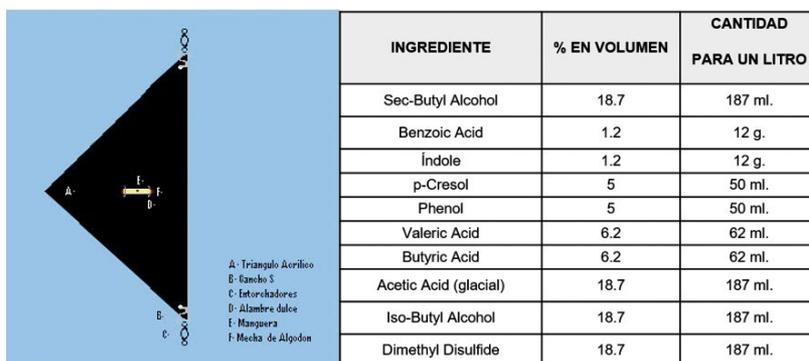


Figura 3 Trampa VST y composición del atrayente químico SL4. Fuente COPEG.



Figura 4 Montaje de las trampas de captura y colecta de adultos

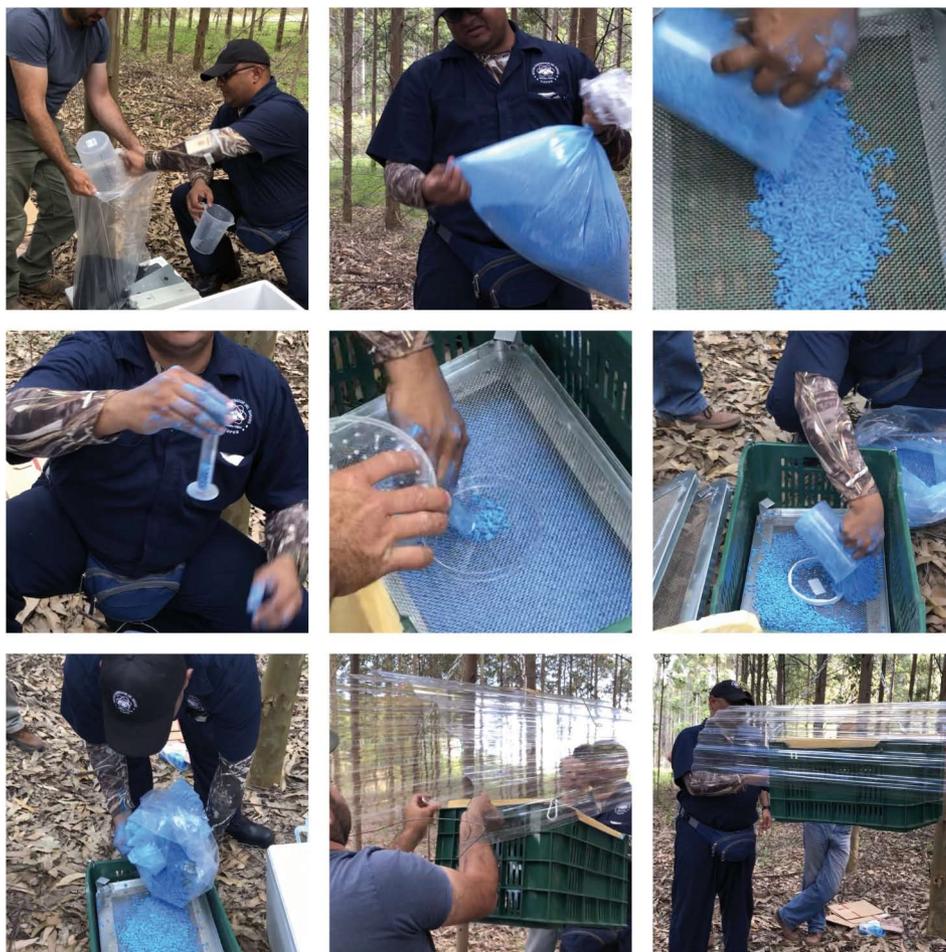


Figura 5 Dispersión: coloreado de pupas, colocación en bandejas dentro de las cajas de liberación y control de calidad.

mosca cruzó el río y cómo fue su desplazamiento a lo largo del territorio de cada país.

Se realizaron 3 envíos de moscas estériles desde Panamá a Montevideo los días 17, 24 y 31 de octubre. Llegaron al país en estado de pupas, en hieleras refrigeradas. Llegaban en vuelo de COPA al Aeropuerto de Carrasco sobre las 06:40 AM y luego de ser liberadas por Aduana, se transportaban al Laboratorio de la DILAVE donde se registraban las temperaturas de la parte superior e inferior de la hielera y se acondicionaba, reponiendo los refrigerantes y dividiendo el material biológico para cada país. Sobre las 11 AM por vía terrestre se trasladaban las pupas a los puntos de dispersión de Argentina y Uruguay arribando sobre las 16 hs.

En el lugar se coloreaban las pupas y se colocaban en bandejas dentro de las cajas de liberación a temperatura ambiente. Cuando la mosca adulta emerge de la pupa, entra en contacto con el

colorante y se dispersa. Se utilizaron dos jaulas de liberación por país y en cada una se colocaba una caja de Petri con 25 ml de pupas para control de calidad registrando el porcentaje de emergencia.

Las dispersiones se realizaron tres miércoles consecutivos, los controles de calidad de los porcentajes de emergencia se realizaban los lunes siguientes y las revisiones de las trampas y colectas de moscas de GBG se realizaron tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes).

Se colectaban las moscas pertenecientes a la especie *Cochliomyia hominivorax*, se identificaban como fértiles o estériles coloreadas y se sexaban. Cuando la coloración no era claramente identificada, se presionaba la cabeza para observar el ptilino, (estructura que conserva el color de tinción de la pupa) y se observaba bajo lámpara de luz ultravioleta. Luego de la última dispersión del día 31 de octubre, se continuó con el trapeo hasta el 15 de diciembre.

La preparación del SL4; el ensamblaje e instalación de las trampas, la tinción de pupas y la colecta de

moscas se realizaron en base a los instructivos elaborados por COPEG (COPEG, 2018).



Figura 6 Pupas sin colorear y colores usados en Argentina (izquierda) y Uruguay (derecha)



Figura 7 Moscas emergiendo de las pupas coloreada



Figura 8 Fotografías de moscas coloreadas tomadas durante la prueba

Resultados y discusión

> Controles de calidad

Tabla 4 Controles de calidad de las pupas recibidas Uruguay

LIBERACIÓN DE MOSCAS DE GBG EN CAMPO											
URUGUAY											
LIB	FECHA	LABORATORIO			CAMPO				% EMERGENCIA		
		HORA	TEMP (°C) Hielera		LITROS PUPAS	HORA	T °C	COLOR	CAJA 1	CAJA 2	PROM
			Arriba	Abajo							
1	17/10/2018	11:00	10,7	6	17,7	16:10	8	AZUL	92,7	98,6	95,65
2	24/10/2018	10:55	5	4,5	19	15:43	4	VERDE	92,1	96,3	94,2
3	31/10/2018	10:45	5,5	4	18,7	15:55	5	VIOLETA	94	92,8	93,4

Tabla 5 Controles de calidad de las pupas recibidas Argentina

LIBERACIÓN DE MOSCAS DE GBG EN CAMPO											
ARGENTINA											
LIB	FECHA	LABORATORIO			CAMPO				% EMERGENCIA		
		HORA	TEMP (°C) Hielera		LITROS PUPAS	HORA	T °C	COLOR	CAJA 1	CAJA 2	PROM
			Arriba	Abajo							
1	17/10/2018	11:00	10,7	6	18	16:35	5,5	ROJO	92,54	97,14	94,84
2	24/10/2018	10:55	5	4,5	19	16:05	5	AMARILLO	94,2	97,22	95,71
3	31/10/2018	10:45	5,5	4	18,7	16:25	4	NARANJA	89,33	96	92,67

Los controles de calidad de las pupas enviadas desde Panamá a los puntos de dispersión de Argentina y Uruguay muestran excelentes resultados con porcentajes promedio de emergencia entre 93,4% y 95,65% en el caso de Uruguay y entre 92,67% y 95,71% en el caso de Argentina.

> Trampeo

Tabla 6 Resumen de resultado de trampeo_Uruguay

URUGUAY	COLOR	FECHA ULTIMA COLECTA	LONGEVIDAD (DÍAS)	MOSCAS LIBERADAS	MOSCAS CAPTURADAS	MOSCAS CAPTURADAS		% DE CAPTURA	CADA 10.000
						M	H		
FECHA DE LIB.									
17/10/2018	AZUL	14/11/2018	28	128499	100	8	92	0,08	8
24/10/2018	VERDE	23/11/2018	30	148732	67	4	63	0,05	5
31/10/2018	VIOLETA	03/12/2018	33	122959	80	1	79	0,07	7

Tabla 7 Resumen de resultado de trampeo Argentina

ARGENTINA	COLOR	FECHA ULTIMA COLECTA	LONGEVIDAD (DÍAS)	MOSCAS LIBERADAS	MOSCAS CAPTURADAS	MOSCAS CAPTURADAS		% DE CAPTURA	CADA 10.000
						M	H		
FECHA DE LIB.									
17/10/2018	ROJO	19/11/2018	33	129570	85	10	75	0,07	7
24/10/2018	AMARILLO	09/11/2018	16	151117	39	3	36	0,03	3
31/10/2018	NARANJA	26/11/2018	26	121992	27	3	24	0,02	2

En Uruguay los porcentajes de captura de moscas marcadas fueron 0.08 % de la primera dispersión, 0.05 % de la segunda dispersión y 0.07% de la tercera dispersión. Estos valores equivalen a 8, 5 y 7 moscas marcadas capturadas cada 10.000 moscas marcadas dispersadas. En Argentina los porcentajes fueron 0.07 %, 0.03 % y 0.02 % para la primera, segunda y tercera dispersión respectivamente, lo que equivale a 7, 3 y 2 moscas marcadas capturadas cada 10.000 moscas marcadas dispersadas. Aunque los porcentajes de captura obtenidos en la segunda y tercera dispersión de Argentina fueron menores comparados con la primera del mismo país y los porcentajes de Uruguay, son valores similares a los reportados en la bibliografía. Skoda y col., 2017 obtuvieron un porcentaje de colecta de 0.007% para moscas marcadas, lo cual comparan con datos de México que no están publicados de 0.01% de captura.

En Uruguay se colectaron moscas sólo en 3 trampas: la 3, la 4 y la 1. La trampa más cercana al punto de dispersión de Uruguay, colocada a 4,3 Kms. (trampa 3), colectó el mayor número de moscas y pertenecientes a las 3 dispersiones. En segundo lugar, la trampa N° 4, ubicada a 12,9 Kms del punto de dispersión, colectó moscas

pigmentadas de la primera (azul) y última dispersión (violeta). Finalmente, la trampa N° 1 colectó sólo de la última dispersión (moscas violetas) y está colocada a 15 kms del punto de liberación (Tabla 8)

En Argentina se colectaron moscas coloreadas en tres trampas: la N°3 distante 6,2 kms del punto de liberación de Argentina; la N° 4, distante 5,2 Kms y la N° 6, distante 13, 9 Kms. En las trampas 3 y 4 se colectaron moscas coloreadas de las tres dispersiones realizadas; en cambio en la trampa 6 sólo de la primera. (Tabla 9).

Durante el desarrollo de la Prueba también se colectaron moscas fértiles en ambos países, mayoritariamente hembras. Estos datos coinciden con los reportes de Skoda y col., 2017.

Los resultados del trampeo muestran que en el caso de Argentina la densidad en campo de la población de moscas estériles liberadas y silvestres era muy similar (1.03 a 1.0; 135/131 hembras). Considerando que la eficiencia de las trampas es igual para moscas fértiles y estériles, el mayor número de moscas silvestres recolectadas en Argentina durante el estudio sugiere que hubo

Tabla 8 Colectas por trampa Uruguay

	AZUL		VERDE		VIOLETA		ROJO		AMARILLO		NARANJA		FÉRTILES		Distancia a Punto de Dispersión	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H		
TRAMPA 1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1	6	15
TRAMPA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,8
TRAMPA 3	8	90	4	63	0	73	0	0	0	0	0	0	0	1		4,3
TRAMPA 4	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,9
TRAMPA 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3		15,7
TRAMPA 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3		31,9
TOTAL	8	92	4	63	1	79	0	0	0	0	0	0	5	13		

Tabla 9 Colectas por trampa Argentina

	AZUL		VERDE		VIOLETA		ROJO		AMARILLO		NARANJA		FÉRTILES		Distancia a Punto de Dispersión	
	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H		
TRAMPA 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	23		32,2
TRAMPA 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	20		26
TRAMPA 3	0	0	0	0	0	0	6	35	0	8	3	22	3	32		6,2
TRAMPA 4	0	0	0	0	0	0	4	38	3	28	0	2	2	11		5,2
TRAMPA 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	16		10,1
TRAMPA 6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	9	29		13,9
TOTAL	0	0	0	0	0	0	10	75	3	36	3	24	38	131		

una mayor población silvestre en comparación con Uruguay en ese momento (Welch, comunicación personal). El número de moscas estériles liberadas a ambos lados del río fue el mismo.

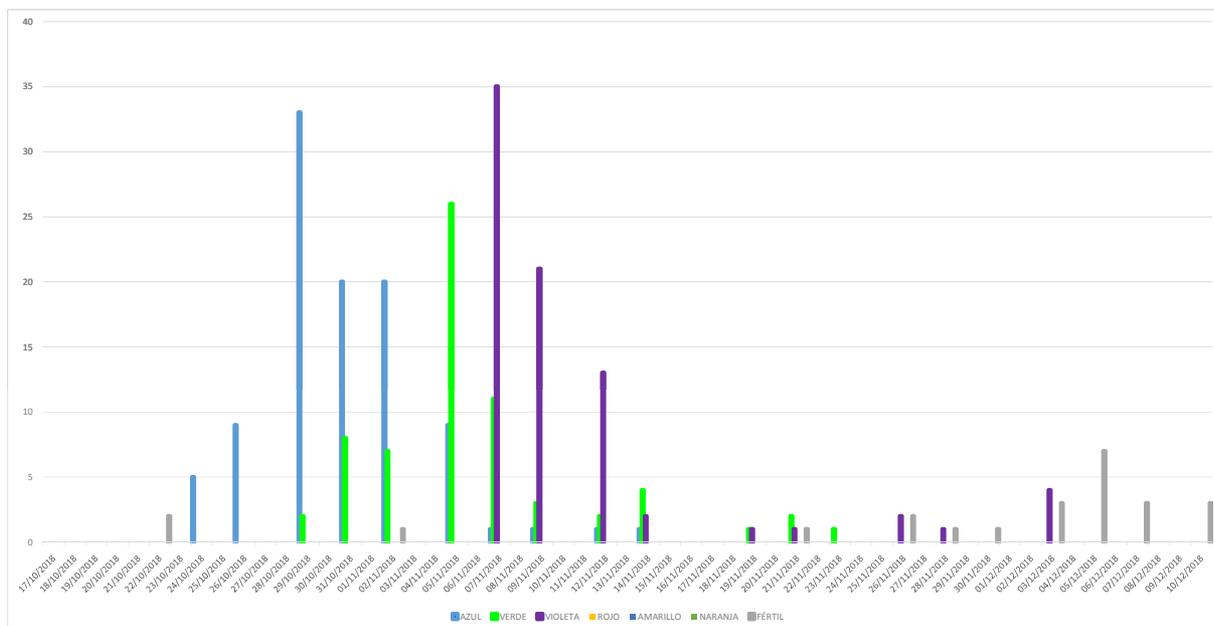


Figura 9 Resultado del trapeo en Uruguay

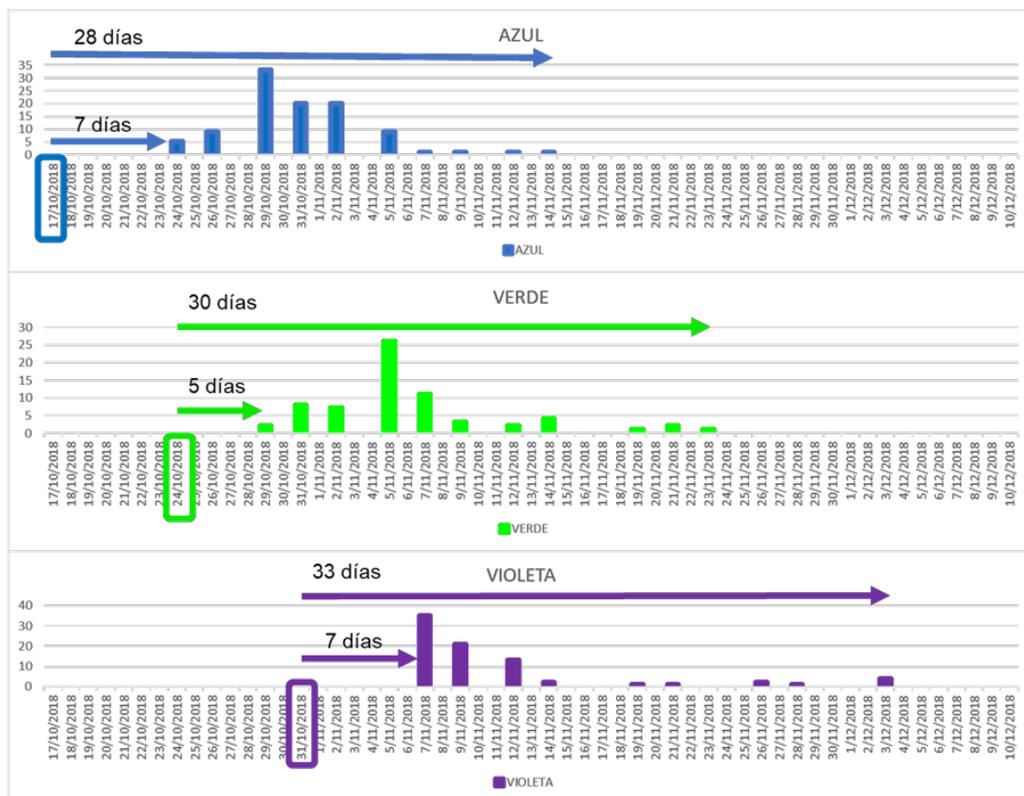


Figura 10 Resultado del trapeo de Uruguay mostrando inicio de colecta y longevidad de las moscas liberadas

En Uruguay se registraron las primeras capturas de moscas coloreadas entre 5 y 7 días de ser liberadas y las últimas a los 28 y 33 días.

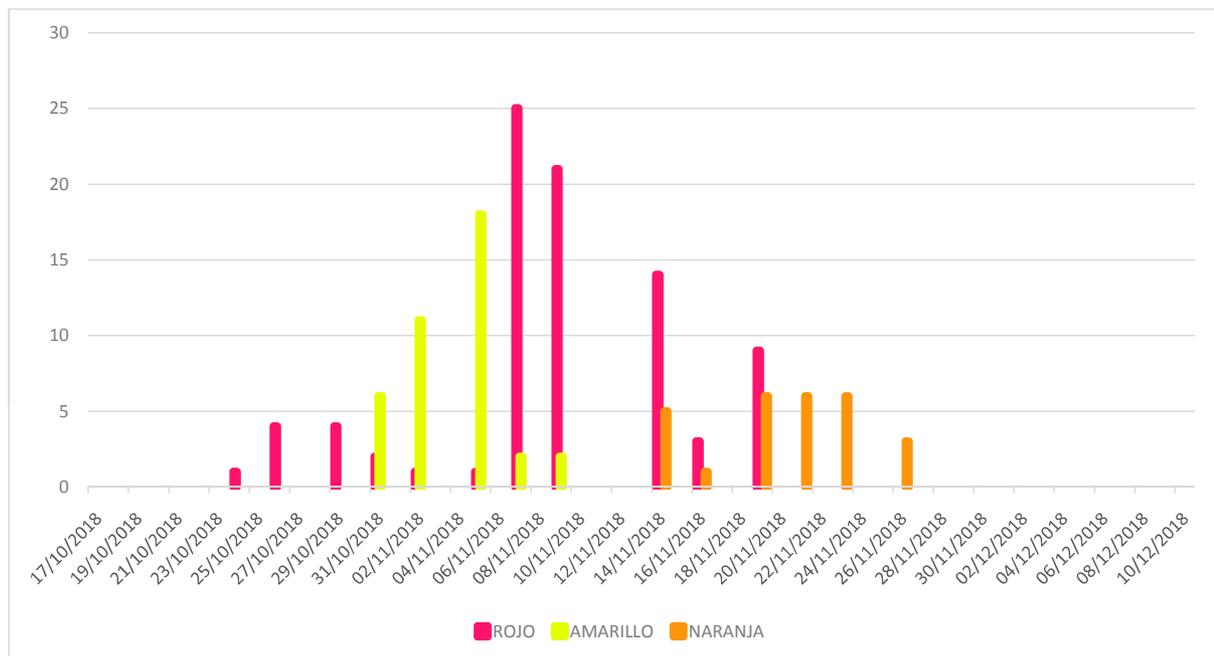


Figura 11 Resultado del trapeo Argentina

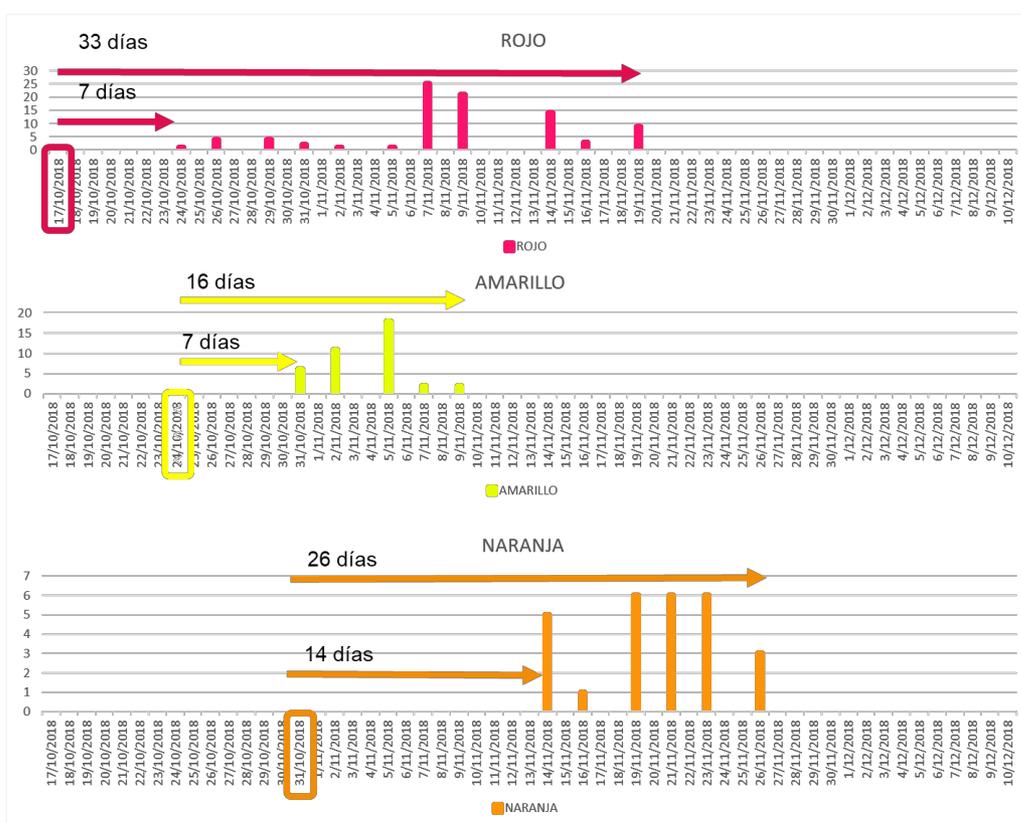


Figura 12 Resultado del trapeo de Argentina mostrando inicio de colecta y longevidad de las moscas liberadas

En el caso de Argentina las primeras capturas de moscas coloreadas se registraron a los 7 y 14 días

de liberadas y las últimas entre 16 y 33 días.

> Datos meteorológicos

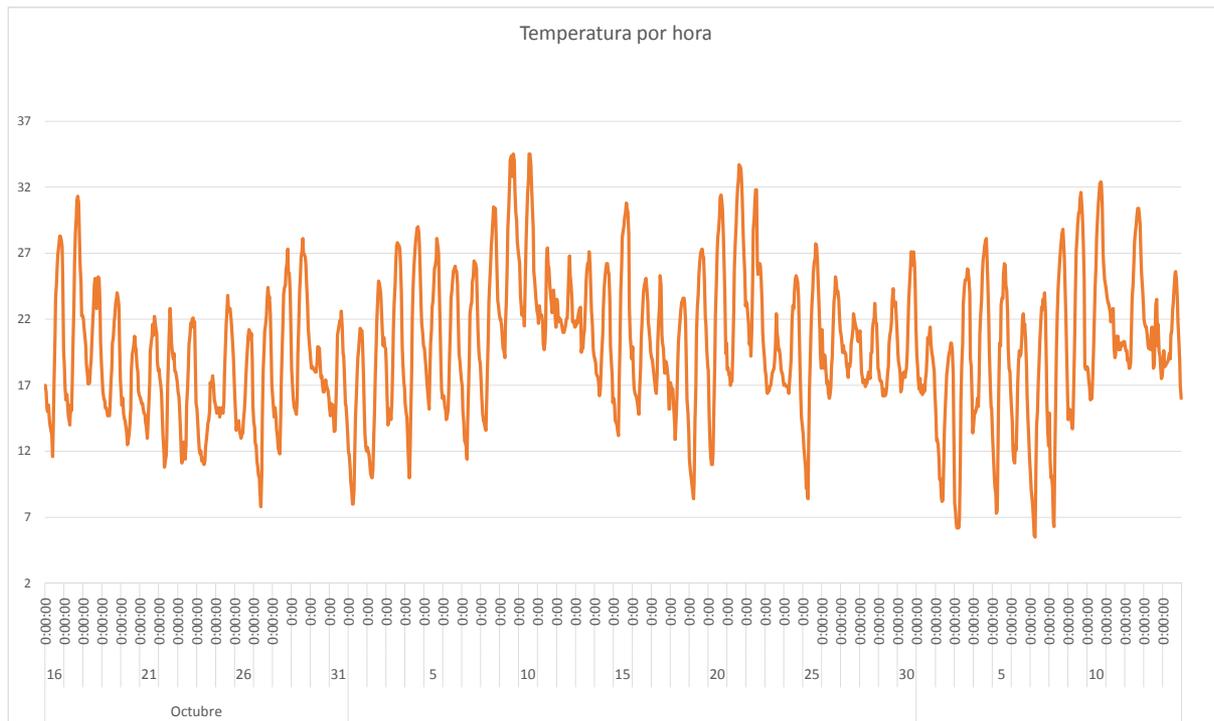


Figura 13 Registros de temperatura por hora durante el período de la prueba_INUMET MERCEDES

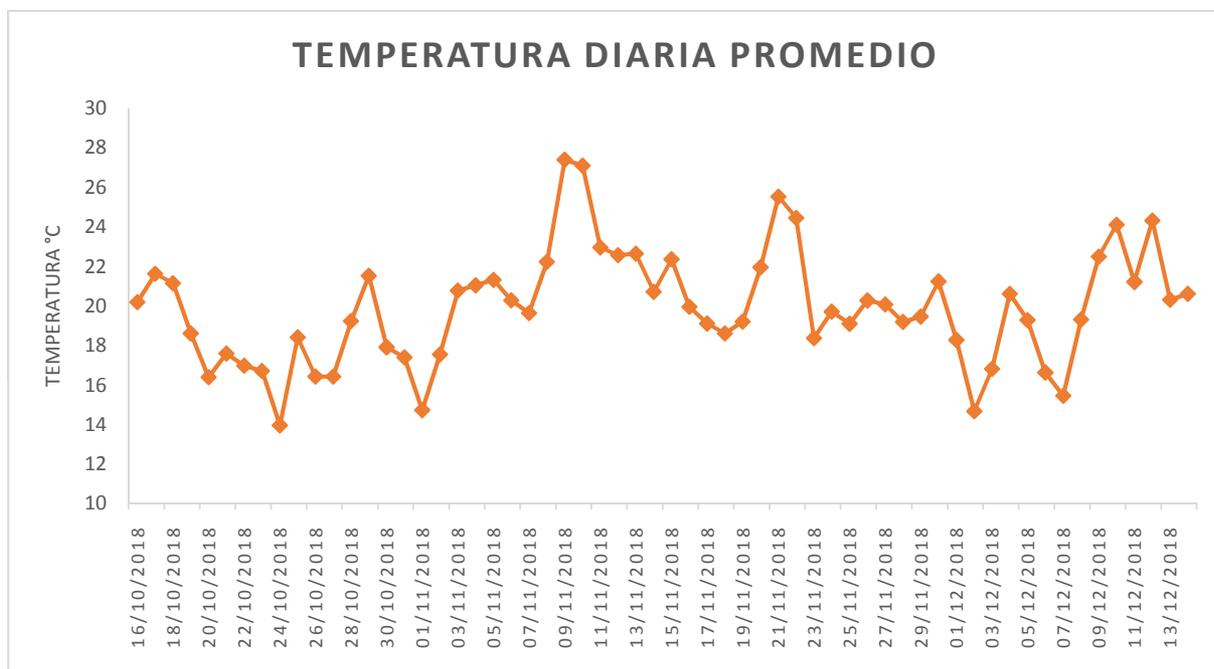


Figura 14 Temperatura diaria promedio (°C) durante el período de la prueba_INUMET Mercedes

La temperatura más baja registrada fue de 5,5 °C el día 7 de diciembre a las 6 A.M. hs., seguida por una temperatura de 6,2°C el día 3 de diciembre a las 5 A.M. La temperatura más alta fue de 34,5°C y se registró los días 9 y 10 de noviembre a las 17 y 14 hs. respectivamente.

Si consideramos los promedios diarios de temperaturas, el más alto fue de 27,38°C el 9 de noviembre y de 27,08°C el 10 de noviembre. Los promedios más bajos se dieron el día 24 de octubre, con 13,93°C y el 2 de diciembre con 14,65°C.

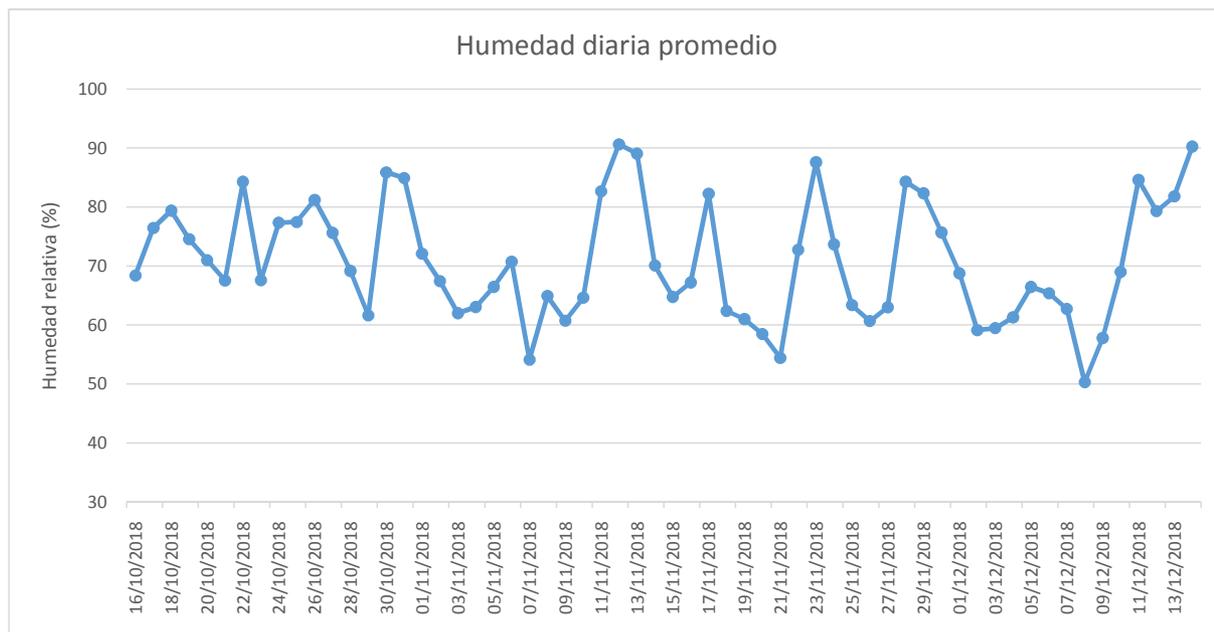


Figura 15 Humedad promedio (%) registrada durante el período de prueba_ INUMET Mercedes

En cuanto a la humedad diaria promedio el valor máximo de 90,62% se dio el día 12 de noviembre

y el más bajo de 50,29% el 8 de diciembre.

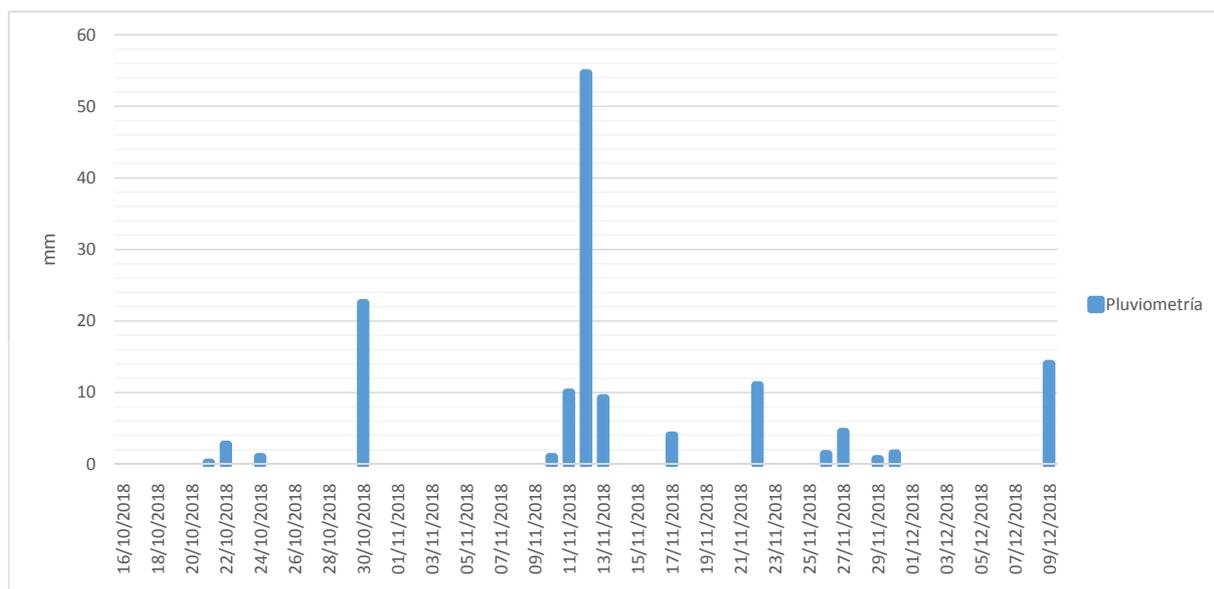


Figura 16 Registros pluviométricos (mm) durante el período de la prueba_ INUMET MERCEDES

Con respecto al caudal de precipitaciones se destaca un pico máximo de 4,6 mm. de lluvias el día 12 de noviembre. El día previo, 11 de noviembre se registraron 10 mm. y el día posterior, 13 de noviembre fue de 9,2 mm. El segundo pico importante se registró el 30 de octubre con 22,5 mm.

En relación a los registros de velocidad y dirección del viento los días de las dispersiones: el 17 de octubre (primera dispersión) predominaron los vientos de dirección Sur-Sureste (SSE) con una velocidad de 6 kms/hr al momento de la dispersión, aproximadamente a las 16:00 hs. En la segunda dispersión, el 24 de octubre, predominaron los vientos de dirección Este-Sureste (ESE) con una velocidad de 24 kms/hr a las 16 hs, hora aproximada de la dispersión. En la última dispersión, el 31 de octubre, la dirección predominante fue Sur (S)

con una velocidad de 19 kms/hr a las 16 hs, hora aproximada de la dispersión.

Si consideramos el período de la Prueba en tres períodos: el 1, del 17 de octubre (primera dispersión) al 23 de octubre; período 2, del 24 de octubre (segunda dispersión) al 30 de octubre y el tercer período del 31 de octubre (última dispersión) al final de la prueba (15 de diciembre), los registros de la dirección del viento predominantes son hacia el Sur y el Este.

Esto coincide con los resultados de la colecta de moscas coloreadas en ambos países. Las trampas que colectaron mayor número de moscas en Argentina y Uruguay son los números 3 y 4 ubicadas próximas a los puntos de dispersión y en dirección Sur con respecto a dichos puntos.

Tabla 10 Registros dirección del viento INUMET MERCEDES

Frecuencia DirViento																	
PERÍODOS	ENE	CALMO	E	ESE	N	NE	NNE	NNW	NW	S	SE	SSE	SSW	SW	W	WNW	WSW
Período 1	9		32	36		2	1			13	34	34	2				
Período 2	10	4	20	30	1	4	11			9	36	38	2				
Período 3	86	31	139	98	47	26	56	26	15	113	113	156	30				

Tabla 11 Promedio de velocidad del viento en los períodos entre dispersión y colectas para ambos países

Fecha de liberación	FECHA ULTIMA COLECTA	LONGEVIDAD (DÍAS)	PROMEDIO VELOCIDAD VIENTO EN PERIODO CONSIDERADO (KM/HR)
URUGUAY			
17/10/2018	14/11/2018	28	15
24/10/2018	23/11/2018	30	14
31/10/2018	03/12/2018	33	15
ARGENTINA			
17/10/2018	19/11/2018	33	15
24/10/2018	09/11/2018	16	14
31/10/2018	26/11/2018	26	14

En relación a la dirección y velocidad del viento durante el período de captura de moscas:

- Los vientos predominantes fueron SSE (17.17%)
- Los vientos mayores a 24 k/h fueron el 15.95%.

- Los vientos con velocidades menores a 20km/h fueron 75.44%.
- Dentro de los vientos SSE 13.37% fueron mayores a 24 km/h
- Dentro de los vientos SE 14% fueron mayores a 24/h.

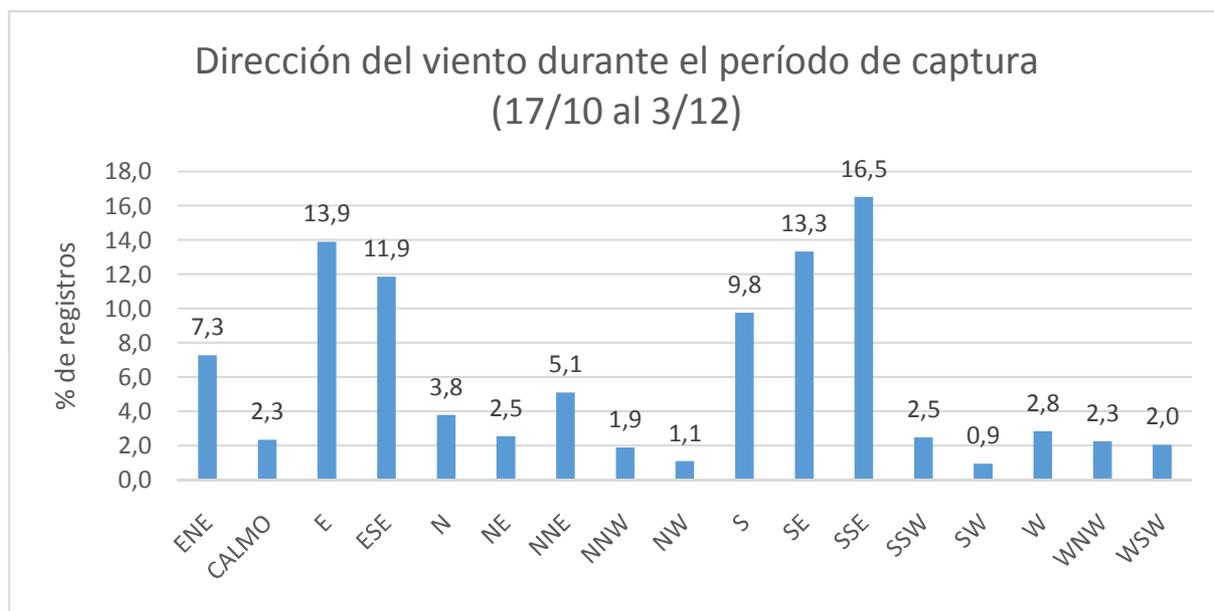


Figura 17 Dirección del viento durante el período de captura (17/10 al 3/12)

En el período de la prueba los registros de la dirección del viento predominantes son hacia el Sur y el Este. Esto coincide con los resultados de la colecta de moscas coloreadas en ambos países. Las trampas que colectaron mayor número de moscas en Argentina y Uruguay son los números 3 y 4 ubicadas próximas a los puntos de dispersión y en dirección Sur con respecto a dichos puntos. No se constató cruce de moscas de un lado al otro de río. Este resultado es compatible con estudios previos realizados en las campañas de erradicación del GBG en Estados Unidos, México y América Central (Dr. Welch, comunicación personal). La colecta de moscas estériles durante este estudio también sugiere que las moscas utilizaron el hábitat ribereño como corredor o pasillo para su desplazamiento. Esto también está de acuerdo con estudios científicos previos (Welch, 1989).

Los resultados coinciden con los estudios sobre dispersión realizados por Hightower, Adams y Alley en 1965. Si bien el record de dispersión, registrado

por estos autores fue de 290 kms., el 88% de las moscas recapturadas en esa oportunidad se encontraban en un radio de 8 kms. del punto de liberación.

De acuerdo al trabajo publicado por Mayer and Atzeni en 1993, la mosca de GBG realiza desplazamientos cortos, cuando se encuentra en hábitats propicios para su desarrollo. Esto significa, contar con vegetación adecuada como fuente de alimentación para la mosca adulta y la presencia de animales de sangre caliente donde pueda oviponer.

Conclusiones

Los resultados de la Prueba de Barreras Naturales permiten concluir que el río Uruguay podría actuar como barrera natural para el desplazamiento de la mosca del GBG y que los montes ribereños podrían oficiar como corredores o pasillos para su movimiento y dispersión.

Referencias bibliográficas

COPEG, 2018. "Instructivo para la preparación del atrayente químico SL4"; "Instructivo para el ensamblaje de trampa V.S.T. (Vertical Sticky Trap); "Instructivo para el montaje de cajas de liberación", "Instructivo para la instalación de trampas según método de captura de GBG", "Instructivo de tinción de pupas", "Instructivo para la colecta de moscas de GBG en campo". Protocolos de trabajo interno.

García R. y Vargas Terán M., 2016. Taller: "Determinación estimativa de las barreras que limitan el desarrollo de la mosca del Gusano Barrenador del Ganado *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) en Argentina, Brasil, Chile, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay. Proyecto OIEA/RLA5067. Juazeiro, Brasil. Documento interno.

Hightower, B.G., Adams, A.L. and Alley, D.A., 1965. Dispersal of released irradiated laboratory-reared screw-worm flies. *Journal of Economic Entomology*, 58, 373-374

Instituto Geográfico Militar (IGM): <http://www.igm.gub.uy/situacion-geografica/?lang=en>

Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET): <https://www.inumet.gub.uy/>.

Mayer, D.G. and Atzeni, M.G. 1993. Estimation of dispersal distances for *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). *Environmental Entomology* 22, 368-374.

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (DICOSE-SNIG): <http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/indicadores-basados-en-la-declaracion-jurada-anual-de-existencias-dicose-snig-2018>

Parman, D.C. 1945. Effect of weather on *Cochliomyia americana* and a review of methods and economic applications of the study. *Journal of Economic Entomology* 38, 66-76.

Peterson, R.D., Mc Innis, D.O., Whitten, C.R. and Coppedge, J.R. 1980. Dispersal and distribution of ground released screwworms *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae). United States Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service 91-57, pp. 1-11.

Phillips P., Welch J. y Kramer M., 2004. Seasonal and Spatial Distributions of Adult Screwworms (Diptera: Calliphoridae) in the Panama Canal Area, Republic of Panama *Journal of Medical Entomology*, 41 (1): 121-129.

Skoda, S. R., Phillips, P., Sagel, A., Chaudhury M. F. 2017. Distribution and Persistence of Sterile Screwworms (Diptera: Calliphoridae) Released at the Panama-Colombia Border. *Journal of Economic Entomology*. 1-7.

Sociedad de Productores Forestales del Uruguay: <http://www.spf.com.uy/uruguay-forestal-bosques-nativos>

Welch, J.B., 1989. Observations on dispersal of sterile screwworms (Diptera: Calliphoridae) in relation to a clear-cut utility right of way in southern Mexico. *Journal of Economic Entomology* 82, 1580-1584.

IV.- ACTIVIDADES DE CAPACITACION Y DIFUSION

En el transcurso del Proyecto se han realizado, por parte del equipo técnico, múltiples actividades de capacitación y difusión, a través de las cuales se informaba acerca de los avances del FPTA.

IV.1. Capacitación

- > Capacitación de estudiantes y técnicos para las distintas actividades desarrolladas durante el proyecto:
 - > Mantenimiento de la colonia de GBG en laboratorio
 - > Prueba de Sobrevivencia de Pupas
 - > Identificación de larvas de miasis
 - > Prueba de Barreras Naturales

Incluyó estudiantes de veterinaria contratados específicamente para el Proyecto, técnicos del INIA, del SUL y del MGAP.

- > Capacitación en identificación de GBG y diferenciación con *C. macellaria* a técnicos de campo de SENASA y del MGAP, participantes en la Prueba de Barreras Naturales.
- > Entrenamiento a equipos de campo de Argentina y Uruguay en instalación de cajas de liberación, recepción y acondicionamiento de envío de pupas, tinción de pupas y colecta de moscas en trampas
- > Capacitación a técnicos de Campo del MGAP en el marco del curso Taller: "Epidemiología aplicada a los servicios veterinarios oficiales". Puesta a punto de las actividades desarrolladas en GBG y capacitación en identificación y muestreo de larvas.

IV.2. Difusión.

IV 2.1 Actividades

Año 2016:

- > Reuniones con el Grupo Técnico en Miasis (GTM) creado por Resolución N° 300 de la DGSG de octubre de 2016, integrado con todas las Instituciones vinculadas al tema: Sociedad de Medicina Veterinaria, Academia Nacional de Veterinaria, Facultad de Veterinaria, Facultad

de Ciencias, Instituto Plan Agropecuario, Asociación Rural del Uruguay, Federación Rural del Uruguay, Secretariado Uruguayo de la Lana, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Cooperativas Agrarias Federadas y Ministerio de Salud Pública.

A lo largo de todo el desarrollo del Proyecto se convocó a reuniones del GTM con difusión de información del FPTA.

- > Jornada de Capacitación continua para Veterinarios en el Depto. de Cerro Largo.
- > Reunión en la Academia Nacional de Veterinaria.
- > Reunión en Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) con técnicos de campo y directivos en Montevideo.
- > Reunión con técnicos de la Plataforma de Investigación del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) y de Facultad de Veterinaria en Paysandú (en Jornadas de Buiatría)

> Reunión con los coordinadores y jefatura de campo de la Dirección de Sanidad Animal del MGAP.

Año 2017:

- > Mayo:
 - Gira anual de la sociedad Criadores de Corriedale del Uruguay, INIA, Treinta y Tres: "Cochliomyia hominivorax, mosca de la bichera": trabajos en el Uruguay.
- > Agosto:
 - Presentación al Consejo Directivo de la Federación Rural del Uruguay (FRU).
 - Presentación a la Comisión de Ganadería de Cámara de Representantes. Palacio Legislativo.
 - Presentación en Sindicato Rural de Herval, RS, Brasil: "GBG en Uruguay".
 - Presentación en LATU. Seminario SUL del Negocio Ovino "La miasis o «bichera» una limitante histórica de la ganadería uruguaya"
 - Presentación en Expointer, Esteio, RS - Brasil.: "GBG en Uruguay".
- > Setiembre:
 - Presentación en el Instituto Plan Agropecuario "Miasis por *Cochliomyia hominivorax*". Estudios epidemiológicos en el Uruguay y acciones futuras

- Presentación en Expo Prado en la reunión de la Federación de Asociaciones Rurales del MercoSur (FARM) “Miasis por *Cochliomyia hominivorax*”.

> Octubre:

- 81° Expofeira de Uruguaiiana “GBG en Uruguay”.
- XVI Simposio de ovinocultura de la Región Sur. Pelotas - RS – Brasil: “GBG en Uruguay”.
- 105° Expo Feria de Bage - RS – Brasil “GBG en Uruguay”.
- 73ª Exposición Internacional de Ganado Lechero y Muestra Agro Alternativa 2017, San José: Miasis por *Cochliomyia hominivorax* (mosca de la bichera). Estudios epidemiológicos en el Uruguay y acciones futuras en la región
- 86° Expofeira Agropecuária, Comercial, Industria l e Artesanal de Santa Vitória do Palmar. Miasis por *Cochliomyia hominivorax* “bichera” Estudios epidemiológicos en el Uruguay y acciones futuras en la región.

> Noviembre:

- Presentación en Jornadas Técnicas de la Facultad de Veterinaria: Miasis por *Cochliomyia hominivorax* “bichera” Estudios epidemiológicos en el Uruguay y acciones futuras en la región.

Año 2018:

> Junio:

- Presentación en Jornadas de Buiatría de Paysandú en el marco del Simposio de Ovinos: “Miasis por *Cochliomyia hominivorax*”.

> Octubre:

- Página Web del MGAP: “ Mosca de la bichera: Prueba de Barreras Naturales”.

<http://www.mgap.gub.uy/noticia/unidad-organizativa/direccion-general-de-servicios-ganaderos/23-10-2018/uruguay-y-argentina>

<http://www.mgap.gub.uy/unidad-organizativa/galeria/23-10-2018/uruguay-y-argentina-estan-realizando-pruebas-de-barreras>

- Canal 10: Barreras Naturales:

<https://www.subrayado.com.uy/liberan-moscas-fucsias-y-azules-fluorescentes-erradicar-el-mal-la-bichera-n517303>

IV 2.2 Publicaciones

> “Mosca de la bichera: acciones, avances y perspectivas “. Anuario 2017 de la Sociedad Criadores de Corriedale del Uruguay. Grupo Técnico de la Dirección General de Servicios Ganaderos del MGAP.

> “Miasis por *Cochliomyia hominivorax* (mosca de la bichera) Estudios epidemiológicos en el Uruguay y acciones futuras en la región “. Anuario 2017 de la Oficina de Planificación y Política Agropecuaria (Opypa). Grupo Técnico de la Dirección General de Servicios Ganaderos del MGAP.

> “Miasis por *Cochliomyia hominivorax* “. Jornadas de Buiatría 2018: Dres. Castells D., Iriarte M.V.; Saporiti T., Pimentel S. y Lic. Marques L.

> “Mosca de la bichera o Gusano Barrenador del Ganado (GBG): Actividades desarrolladas en el año 2018 “. Anuario 2018 de la Sociedad Criadores de Corriedale del Uruguay. Grupo Técnico de la Dirección General de Servicios Ganaderos del MGAP.

V.-CONCLUSIONES GENERALES Y ESTRATEGIAS PARA LA ACCIÓN

Aportes del proyecto

Como resultado del financiamiento de proyectos especiales de investigación tecnológica relativos al sector agropecuario, la generación de conocimiento debería servir de soporte a la toma de decisiones por parte de las autoridades. En ese sentido, los hallazgos y su interpretación, obtenidos en el desarrollo de este Proyecto FPTA 334 es un aporte trascendente.

En la actualidad, la técnica del insecto estéril (TIE) sigue siendo la única herramienta disponible y eficaz para llevar adelante un programa de control/erradicación. Existe una sola planta de Producción y Esterilización de moscas de Gusano Barrenador del Ganado (GBG), que opera bajo la administración de la Comisión Panamá - Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG) en Panamá. Hemos demostrado que existe compatibilidad sexual entre las moscas silvestres de Uruguay y las cepas desarrolladas en dicha Planta. Por ello, podemos considerar que si se opta por el uso de la TIE en una futura campaña de erradicación del GBG en Uruguay, mediante la dispersión de moscas estériles provenientes de COPEG, se podría reducir la presencia de moscas silvestres al disminuir su tasa reproductiva.

Si bien se puede considerar que existe ocurrencia de miasis en todo el territorio del país y que la presencia de la mosca puede relevarse durante casi todo el año, existe una clara disminución de casos durante los meses de invierno y claras diferencias entre el Norte y el Sur del país, explicada principalmente por la temperatura media. Esta información es de valor si el país se embarca en una campaña de erradicación de la parasitosis, ya que induce a proponer que los trabajos de liberación de insectos estériles, deberían comenzar en épocas del año donde la presencia de las poblaciones silvestres de moscas es menor.

A diferencia de otros países endémicos de América del Sur, Uruguay no cuenta con accidentes geográficos de relevancia que puedan actuar como Barreras Naturales (BN), frente al desplazamiento

de este díptero (montañas, desiertos, selvas). Sin embargo, se debe tener presente que el país se encuentra en límite Sur de distribución de este díptero y cuenta como BN el Río de la Plata al Suroeste y el Océano Atlántico al Sureste. Por otro lado, los resultados de la Prueba realizada para evaluar el rol del río Uruguay como potencial BN nos permite sostener que los ríos pueden servir como barreras y los hábitats ribereños a lo largo de los ríos pueden servir como corredores para el movimiento y la dispersión de las moscas. Con los resultados obtenidos se puede plantear iniciar una campaña desde el Sur del país, considerando BN al río Uruguay e ir avanzando hacia el Norte. Igualmente, es necesario tener presente que es una enfermedad transfronteriza, siendo imprescindible que las acciones se realicen con un enfoque a nivel regional, involucrando en la primera etapa a los países vecinos e ir avanzando hacia el Norte al resto de los países endémicos de América del Sur.

Antecedentes en Uruguay

En los últimos años se han realizado varias actividades vinculadas a GBG, con el propósito de generar pautas de acción de modo de poder avanzar en campañas de control en nuestro país y la región. Así, se han llevado a cabo encuestas a productores en varias ocasiones, relevando la importancia que reviste esta parasitosis para el sector y evidenciando su impacto económico. En 2009 se realizó un esfuerzo muy importante en el desarrollo del Plan piloto: "Programa Demostrativo de Control y Establecimiento de las Bases para un Futuro Programa de Erradicación de Gusano Barrenador en Países del MERCOSur", elaborado y ejecutado conjuntamente con Brasil (Rio Grande do Sul) y Paraguay. En esa ocasión se demostró que la técnica del insecto estéril (TIE) fue viable en nuestras condiciones, con la operativa y logística impuestas en esa oportunidad (Gil y col. 2007 y 2009; Muzio y col., 2009). El trabajo requirió un fuerte apoyo personal y financiero, involucrando un área de dispersión de la mosca estéril de 6.000 km², durante trece semanas. Este estudio brinda información útil, si se entiende que la metodología se puede multiplicar varias veces en el país de modo de abarcar grandes superficies del territorio nacional. Los datos derivados de esta investigación servirían de base de cálculo para estimar los requerimientos logísticos, operativos y financieros necesarios.

El país integra proyectos de cooperación técnica liderados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), donde se proponen estudios de esta parasitosis a nivel regional. Así, se trabajó en el marco del proyecto RLA5067 “Apoyo a la generación de capacidades para la evaluación de la factibilidad de un programa de control progresivo del Gusano Barrenador del Ganado”, con el objetivo de incrementar el conocimiento de la plaga para prevenir su ingreso en los países donde no está presente, determinar el estado de situación donde ha habido casos y sensibilizar a las personas que toman decisiones para que se realicen los estudios poblacionales y se priorice la existencia de programas de control de miasis en general, en la salud animal y su real impacto económico, así como también en la salud pública. Actualmente está en ejecución el Proyecto de Cooperación Técnica RLA 5075, “Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en la Prevención y Control Progresivo del Gusano Barrenador del Ganado (GBG)”, que procura promover la vigilancia y el control del GBG en América Latina y el Caribe con efectos de mejorar la seguridad alimentaria y nutricional, la producción y la productividad animal, el bienestar animal y la salud pública, a través del mejoramiento en las capacidades para la vigilancia, protección y el control del GBG por medio del uso de un manejo integrado que pueda incluir la TIE en América Latina y El Caribe.

En el marco de este último proyecto se desarrollan actividades para el estudio de la estructuración geográfica de las poblaciones de GBG en América del Sur y la inferencia de su dispersión a través de la estimación del flujo génico. Es importante determinar la cantidad de poblaciones –o grupos genéticamente homogéneos– y que espacio geográfico ocupa cada población. Además, es necesario evaluar la conectividad de cada población con las otras poblaciones identificadas, a través de la descripción de las migraciones, para evaluar los riesgos de recolonización. Así, se podrá evaluar e identificar las unidades-de-manejo, es decir las unidades espaciales en las que el programa debe ser aplicado en la región

Desafíos

Todo el conocimiento acumulado en el país y la generación de nuevas capacidades permitirá definir las futuras acciones para controlar y luego erradicar esta plaga. Sin embargo, Surgen una

serie de desafíos a resolver para poder aportar más sólidamente esos elementos técnicos que permitan definir el camino a recorrer.

Es necesario ser consistentes en varias temáticas, que esquemáticamente podrían definirse como sigue:

A. Estudio de densidad poblacional

Con el propósito de hacer más efectiva y económica la aplicación de la TIE, antes de iniciar un programa de erradicación de *Cochliomyia hominivorax*, se debe conocer el grado de infestación del área a erradicar. Para lograr esto, existen diferentes metodologías, como la que se basa en la colecta de masas de huevos por medio de “heridas artificiales” y trampeo, propuestas por ARS (Agriculture Research Services), y modificadas por COMEXA

Conocer la densidad poblacional es clave para generar una línea de base, de modo de establecer indicadores que permitan evaluar los cambios producidos por las intervenciones desarrolladas. Los resultados alcanzados por el proyecto de investigación referido anteriormente, a través de la estimación del flujo génico, van a constituir un aporte muy valioso en este sentido.

B. Cuantificar pérdidas ocasionadas por GBG

Diferentes trabajos han intentado cuantificar las pérdidas asociadas a la presencia de GBG en el país. Así, en 1998, estudios realizados por MGAP estimaron U\$ 24.5 millones anuales de pérdidas por ese motivo. En 2006, se calculó por MGAP pérdidas por U\$ 38.5 millones debido a muerte de animales, tratamientos y mano de obra. John Wyss estimó U\$ 99 millones de costos por esta parasitosis (Vargas Teran y Wyss, 2000) y Vargas Terán (2005) en estudio para la FAO U\$ 210 millones por año.

Ecolatina (2010) realizó un estudio de prefactibilidad para la región, concluyendo que es viable económicamente encarar una campaña de erradicación de la enfermedad. En el marco del proyecto de OIEA, Claus Köbrich, propuso una Memoria de cálculo del impacto socioeconómico causado por GBG.

Estimaciones conservadoras consideran que, por los conceptos de prevención, tratamiento, muertes de animales, pérdidas en la producción pecuaria y

la vigilancia epidemiológica de la enfermedad en los países afectados, los costos podrían ser de USD 5.0 anuales por animal, pudiendo estimar que las pérdidas ocasionadas por la enfermedad en los países endémicos del Continente Americano ascenderían a 2,597 millones de USD anuales (FAO, 2000)

En Proyecto regional de OIEA, actualmente en ejecución, se desarrolla un componente “2 Desarrollar informes sobre la incidencia e impacto del GBG” donde se inscribe el objetivo: “informe impacto socioeconómico a causa de la presencia del GBG”.

Diferentes campañas sanitarias muestran indicadores económicos favorables a la implantación de Programas de control y erradicación, como los análisis costo/beneficio, tasas internas de retorno (TIR) y valor actual neto (VAN). En el caso de las intervenciones sobre GBG, estos indicadores seguramente sean claramente propicios para encarar futuras acciones. Igualmente, es necesario definir más precisamente las pérdidas ocasionadas por la enfermedad y los costos de las medidas para su control, así como considerar el costo de oportunidad de la inversión.

Además, debe tenerse presente que esta miasis es una zoonosis, y que también representa una afrenta importante al bienestar animal de especies productivas y de compañía.

C. Estudios epidemiológicos

Mucha información ha sido generada en el país, pero según reconocen los expertos, para la elaboración del propuesto plan estratégico, se presentaron algunas “limitantes de información sobre la epidemiología del GBG, como es la distribución geográfica e incidencia estacional de la enfermedad”.

La realidad de nuestro país difiere notoriamente de la presente en países que han erradicado últimamente, la enfermedad, desde el punto de vista ecológico, productivo, ambiental, social, económico y de sus instituciones.

No hay una producción científica demasiado abundante en la comunidad internacional ya que *Cochliomyia hominivorax* es una mosca americana y ha sido erradicada hace muchos años en Estados Unidos, donde se generaron la mayoría de los estudios en su oportunidad. Así, muchos trabajos

académicos tienen varios años de publicación y los referentes en el tema ya no están activos. Uruguay trabaja con expertos de USDA/ARS y de COPEG, que brindan su conocimiento en forma generosa. Esto constituye un riesgo, ya que somos dependientes de los expertos, lo que nos impulsa a redoblar la apuesta a la generación propia, nacional y regional, de recursos humanos adiestrados y dispuesto a aportar conocimientos en áreas imprescindibles, como los aspectos epidemiológicos

Es necesario conocer aspectos relevantes acerca de la presencia de la miasis a nivel local y regional, para definir más precisamente las actividades a desarrollar dentro de un programa de control. En ese sentido debería estudiarse:

- a. asociación de la presencia de la mosca y las miasis, a la carga animal y concentración de fauna silvestre
- b. estudios de hábitats favorables a la presencia y dispersión de la mosca
- c. movimiento de animales productivos según parámetros espaciales y temporales
- d. influencia de los tratamientos “curabicheras” y los métodos preventivos
- e. caracterización climática
- f. generar y analizar información sobre incidencia en la fauna silvestre y animales de compañía
- g. relación de la miasis, con las hemoparasitosis (babesiosis, piroplasmosis), leptospirosis, garrapatoxis, piétin y otras enfermedades
- h. referenciación de zoológicos, áreas protegidas, refugios de animales silvestres y de compañía, hipódromos, studes y otros sitios de concentración de animales
- i. patrones de ocurrencia y su propagación, identificando aquellas características que puedan ser consideradas de riesgo para la ocurrencia de la enfermedad.
- j. relación de algunas maniobras y GBG (marcación, castración, descole, descorne, caravaneos) y medidas de manejo (parición, destete)
- k. relación con ataques de perros, jabalí, vampiros

Sería importante, poder modelar la actividad de las moscas según datos nacionales de la vegetación, clima, suelo a nivel de microrregiones (sitios). Ha sido demostrada la sensibilidad de la mosca a las influencias microambientales y como consecuencia, su consideración para la cuidadosa selección de un

sitio donde realizar el muestreo de su presencia y densidad poblacional (Phillips y col., 2004).

D. Aspectos ecológicos

Es necesario generar conocimiento que permita saber cómo incidiría la eliminación de una especie y la generación de un cambio en los nichos ecológicos, en las poblaciones autóctonas de insectos y plagas. El impacto sobre fauna silvestre propia e introducida, y cambios en sus poblaciones, debería poder ser estimado.

No hay suficiente literatura sobre el impacto ecológico de la erradicación del GBG, lo que probablemente refleja que los investigadores han puesto el enfoque principal de sus limitados recursos en la interacción de la plaga con el ganado en lugar de con los huéspedes nativos (Scott, 2017).

Sería importante conocer estudios del bioma, determinación de zonas y bioáreas, estableciendo contacto con biólogos y ecólogos que trabajan en nuestro país. Así, estudios locales muestran que el modelo de producción agropecuaria y forestal tiene impactos ambientales en el suelo y la biodiversidad, que debieran ser considerados.

Cuando las condiciones ambientales son similares así como los recursos, desde los alimentos a los hospedadores, están disponibles, la mosca probablemente se dispersa poco pero, donde el hábitat local es marginal, las hembras apareadas especialmente, aunque no exclusivamente, pueden recorrer grandes distancias (Spradbery, 1994).

En Uruguay hay relatos de miasis causadas por otras especies secundarias, oportunistas, como *Musca doméstica* y *Chrysomya albiceps*. No se tiene información de casos de miasis únicamente por *C. macellaria*, aunque probablemente también existan (Fresia, comunicación personal). Por lo tanto, los estudios ecológicos son fundamentales, así como la ecología de poblaciones y poder evaluar las especies potenciales para el reemplazo de nicho.

Un desafío adicional lo presenta la evidencia de que estamos frente a un Cambio Climático, que genera consecuencias drásticas en las diferentes formas de vida sobre el planeta. Se han observado importantes modificaciones de los hábitats naturales y de las especies que allí habitan (Pinto y col., 2008) sugirieron que el calentamiento global puede conducir a diferentes patrones de

distribución y un mayor número de casos de esta miasis. Seguramente sea necesario estudiar cómo estas realidades influyen en la presencia de la *C. hominivorax* y los hospedadores, que muy probablemente sea diferente a la encontrada en otras regiones y épocas donde esta mosca fue controlada. Como ejemplo se puede citar el hallazgo de la mosca en altitudes mayores a las encontradas anteriormente en Perú a 1.800 msnm (García R. y Vargas Terán, 2016).

E. Soporte terapéutico

Existen observaciones empíricas que plantean la duda sobre la eficacia del arsenal terapéutico disponible para el combate a la parasitosis. Se recogen impresiones de gente que trabaja a campo (productores, trabajadores, profesionales) que cuestionan la acción de las drogas y su período residual. En la primera etapa de los planes de erradicación de GBG es necesario disminuir su prevalencia, para lo cual es imprescindible contar con los recursos farmacológicos eficaces para tratar las poblaciones de hospederos.

Además, se asocia el uso de antimicrobianos a los tratamientos larvicidas en ciertas ocasiones, lo que agrega complejidad a estas maniobras, y abre otra fuente de preocupación por la posible aparición de residuos y por favorecer la Resistencia a los antimicrobianos.

Estrategia:

Uruguay se encuentra en una situación favorable para iniciar un Programa de control/erradicación: cuenta con equipos técnicos capacitados y el apoyo y compromiso del sector productivo a través de sus Gremiales. Esto sucede tanto a nivel nacional como regional; la Federación de Asociaciones Rurales del MercoSur (FARM) en comunicación al Consejo Agropecuario del Sur (CAS) y de este al Comité Veterinario Permanente (CVP), manifiesta el interés del sector productivo en comenzar actividades dentro de un proyecto de erradicación de GBG.

Asumir los costos del programa más allá de vaivenes económicos, sociales y políticos, representa un desafío que es imprescindible encarar para no generar pérdidas económicas (costos hundidos) y desánimos en la población. Los resultados de las decisiones tomadas hoy, se harán evidentes a largo plazo, lo que dificulta la adopción de medidas.

Entonces, es absolutamente necesario considerar la sostenibilidad de los programas a impulsar. Según OIE: El control y la erradicación de la miasis del GBG en cada uno de los países participantes tendrán que ser apoyado por los Servicio Veterinarios (SV) nacionales, mediante recursos humanos, físicos y financieros adecuados, con autoridad y capacidad técnica.

La legislación veterinaria nacional y su normativa deberán ser revisadas y actualizada a fin de establecer las herramientas necesarias para dar soporte legal a las actividades operativas del programa.

Es necesaria la participación y compromiso del sector productivo y de los representantes de los movimientos ambientalistas y animalistas, de los trabajadores y representantes políticos. Es imprescindible que los sectores vinculados a la Salud Pública formen parte de los equipos de trabajo. Para ello, se ha de insistir en la comunicación y la concienciación de la población, de modo de darle sostenibilidad a la propuesta.

Actualmente las campañas de control de GBG, se apoyarían en tecnologías provenientes del

exterior, fundamentalmente desde COPEG, lo cual nos hace dependientes de situaciones que se resuelven lejos de nuestra capacidad de decisión. Por ello, es indispensable comenzar a transitar caminos que permitan resolver ese problema. Por ello, habría que definir propuestas de investigación nacional, aplicables a nuestra realidad, a partir de la formación de personal capacitado en los últimos conocimientos científicos.

La mosca *C. hominivorax*, es autóctona del continente americano, y se estima que tiene siglos de adaptación y convivencia con los métodos de producción pecuaria, fauna silvestre y seres humanos. Por lo tanto, la lucha contra esta plaga tiene que ser viable y sostenible en el tiempo, de modo de no permitir desandar los progresos que se vayan consiguiendo. Una vez que se inicien las operaciones, no habrá retorno, por las pérdidas sanitarias, económicas y de imagen negativa ante el público, que ello implicaría. Por eso, es clave definir la sostenibilidad del proyecto, con el desafío de que estos compromisos deben ser regionales. Es indispensable contar con el apoyo de la comunidad, las autoridades y los organismos internacionales

Referencias bibliográficas

Ecolatina, 2010. Programa Demostrativo de Control y Establecimiento de las Bases para un Futuro Programa de Erradicación del Gusano Barrenador del Ganado en Países del MercoSur. ATN/OC 10662-RG

García R. y Vargas Terán M., 2016. Taller: "Determinación estimativa de las barreras que limitan el desarrollo de la mosca del Gusano Barrenador del Ganado *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel) en Argentina, Brasil, Chile, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay. Proyecto OIEA/RLA5067. Juazeiro, Brasil. Documento interno.

Gil A., Marques L., Perez Rama R., Piaggio J., Altuna M., Caponi O. 2007: "La Bichera pérdidas y acciones a encarar". Revista Plan Agropecuario, Vol. 124, pp: 52- 56.

Gil Andrés Gil A.; Marques L.; Perez Rama R.; Piaggio J.; Altuna M.; Caponi O.; Fernandez F.; Mendoza R. 2009: "Bichera: resultados y conclusiones de la prueba piloto" Revista Plan Agropecuario, Vol. 132, pp: 36 - 39.

Muzio F., Gil A., Marques L., Perez Rama R., Piaggio J., Altuna M., Caponi O., Fernandez F., Mendoza R., Chiozza S., Arrospide A., Valledor S., 2009. "Plan Piloto del Gusano Barrenador del Ganado, Antecedentes, Situación actual y Perspectivas". Jornadas de Buiatría, Paysandú.

Muzio F.; Gil A.; Marques L.; Perez Rama R.; Piaggio J.; Altuna M.; Caponi O.; Fernandez F.; Mendoza R. 2009: "Proyecto para Erradicar el gusano barrenador del ganado en los países del MERCOSur. Anuario Opya.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2000.

Revisión del estado actual del gusano barrenador del ganado en las Américas. Santiago de Chile.

Phillips P.L., Welch J.B. y Kramer M. 2004 Seasonal and Spatial Distributions of Adult Screwworms (Diptera: Calliphoridae) in the Panama Canal Area, Republic of Panama. J. Med. Entomol. 41

Pinto J. Bonacic C., Hamilton-West C. y Lubroth J. 2008 Climate change and animal diseases in South America Rev. sci. tech. Off. int. Epiz 27

Proyecto RLA 5067 "Apoyo a la generación de capacidades para la evaluación de la factibilidad de un programa de control progresivo del Gusano Barrenador del Ganado. 2014-2017.

Proyecto de Cooperación Técnica RLA 5075, "Fortalecimiento de las Capacidades Regionales en la Prevención y Control Progresivo del Gusano Barrenador del Ganado (GBG) 2018-2020.

Scott M. J., Gould F., Lorenzen M., Grubbs N., Edwards O. & O' Brochta D. (2017) Agricultural production: assessment of the potential use of Cas9-mediated gene drive systems for agricultural pest control, Journal of Responsible Innovation.

Spradbery J. P. 1994 Screw-worm fly: A tale of two species, Agricultural Zoology Reviews.

Vargas-Teran, M. y Wyss, H. J. 2000. El impacto económico de las miasis cutáneas del gusano barrenador del ganado *Cochliomyia hominivorax* y las posibilidades para su erradicación en Sudamérica. Memorias del XXI Congreso Mundial de Buiatría, 4-8 de diciembre de 2000, Punta del Este, Uruguay.

Vargas-Terán M., Hofmann H.C. y Tweddle N.E. 2005. Sterile Insect Technique. Principles and Practice in Area-Wide Integrated Pest Management. Part VII Impact of Area-Wide Integrated Pest Management Programmes that Integrate The Sterile Insect Technique . Chapter 7.1

VI.- AGRADECIMIENTOS

A los Dres. Francisco Muzio y Eduardo Barre, Directores de la Dirección General de Servicios Ganaderos por considerar a la miasis por *Cochliomyia hominivorax* una prioridad en el área de Sanidad Animal.

A los Dres. Andrés Gil, José Piaggio, Ricardo Perez Rama, Deborah César y Jorge Bonino por el trabajo realizado en equipo a lo largo de los años en la temática y por participar en la elaboración de la propuesta presentada al INIA.

A la Embajadora de Estados Unidos en Uruguay, Sra. Kelly Keiderling, por el apoyo y el reconocimiento a este equipo de trabajo.

Al Ing. Ricardo Romero, representante de USDA/APHIS en Uruguay por gestionar y promover la participación de técnicos del USDA.

A la Lic. Vanessa Dellis, Directora General por Estados Unidos de la Comisión Panamá-Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado (COPEG) y a la Dra. Rebecca Bech, Sub Administradora Asociada de Programas de Acción de Servicios Internacionales de APHIS por responder a nuestra solicitud de apoyo a través de la participación de los expertos en el tema del USDA.

A la Dra Pamela Phillips (USDA/COPEG) y al Dr. John Welch (USDA/APHIS) por transmitir en forma desinteresada y generosa su valiosa experiencia.

Al Dr. Francisco Pinilla, Director General de COPEG por Panamá y a todo su equipo técnico por el asesoramiento permanente a lo largo del desarrollo del proyecto y por donar material biológico (pupas estériles) e insumos requeridos en las Pruebas.

Al Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET) por aportar la información climatológica registrada en el transcurso del Proyecto.

Al Sr. Sergio Riani Conti por permitir realizar la prueba de supervivencia de pupas durante los inviernos de 2016 y 2017 en su establecimiento en el Depto. de Artigas. Al Sr. Mario Enrique Orellano por el apoyo constante durante la realización de esta prueba.

A los funcionarios del Servicio Ganadero de Artigas por su colaboración durante la realización de la prueba de supervivencia de pupas.

A los productores del Depto. de Río Negro y Provincia de Entre Ríos que permitieron el acceso a sus predios para el montaje de la Prueba de Barreras Naturales.

A todas las Gremiales de Productores, Asociaciones e Instituciones vinculadas al tema por el apoyo e interés demostrado en el desarrollo de este Proyecto.

Al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) por ceder el predio de Cerro Colorado para la realización de la Prueba de Sobrevivencia de Pupas y para la realización de múltiples reuniones de difusión y del grupo técnico. También por el invaluable apoyo técnico del Dr. Castells.

Al Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) por financiar este proyecto y a la Sra. Carina Souto, Gestor de Proyectos FPTA del INIA por el asesoramiento y apoyo recibido.

Un agradecimiento especial al Ing. Agr. Gustavo Brito por permitirnos realizar en las instalaciones del INIA Tacuarembó uno de los ensayos del proyecto y recibimos en varias oportunidades.

A la Comisión Nacional de Fomento Rural (CNFR) por la administración de los fondos del INIA y en especial a la Sra. M^a del Luján Bentancor responsable del Departamento de Difusión y Publicaciones, por realizar su trabajo en forma excelente.

Y, por último, a todo el equipo técnico por su compromiso y entusiasmo en la ejecución de la propuesta.

Diciembre de 2019
PRONTOGRAFICA S.A.
Cerro Largo 850 - Tel.: 2902 3172
E-mail: prontografica@prontografica.com.uy
Deposito Legal 376.990

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

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

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

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

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

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