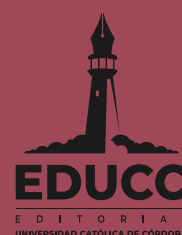


INSECTOS Y ÁCAROS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN BOVINA NACIONAL

Editor
Oscar Sergio Anziani

Sebastián Manuel Muchiut
Adrián Luis Lifschitz
Santiago Nava
Oscar Sergio Anziani



Sebastián Manuel Muchiut

Instituto de Investigación de la Cadena Láctea, Estación Experimental Agropecuaria-INTA Rafaela

Adrián Luis Lifschitz

Centro de Investigación Veterinaria de Tandil, CONICET; Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil

Santiago Nava

Instituto de Investigación de la Cadena Láctea, Estación Experimental Agropecuaria-INTA Rafaela

Oscar Sergio Anziani

Facultad Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba

Insectos y ácaros de mayor importancia en la producción bovina nacional / Sebastián Manuel Muchiut ... [et al.]; Editado por Oscar Sergio Anziani. - 1a ed - Córdoba : EDUCC - Editorial de la Universidad Católica de Córdoba, 2024.
Libro digital, PDF - (Producción Bovina. Sanidad Animal ; 2)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-626-579-9

1. Ganado Bovino. 2. Insectos. 3. Ácaros. I. Muchiut, Sebastián Manuel II. Anziani, Oscar Sergio, ed.
CDD 636.2083

Colección: Producción Bovina

Serie: Sanidad Animal

Facultad de Ciencias Agropecuarias

De esta edición:

Copyright © 2024 by Editorial de la Universidad Católica de Córdoba.

Maquetación interior y arte de tapa: Gabriela Callado.



La presente obra se publica bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar.
© EDUCC - Editorial Católica de Córdoba.



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CÓRDOBA**
JESUITAS

Obispo Trejo 323. X5000IYG
Córdoba. República Argentina
Tel./Fax: +(54-351) 4286171
educc@ucc.edu.ar - libros.ucc.edu.ar



Facultad de
Ciencias Agropecuarias

INSECTOS Y ÁCAROS DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA PRODUCCIÓN BOVINA NACIONAL

Editor
Oscar Sergio Anziani

Sebastián Manuel Muchiut
Adrián Luis Lifschitz
Santiago Nava
Oscar Sergio Anziani



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	3
1. SARNA BOVINA (<i>Psoroptes ovis</i> var. <i>bovis</i>)	4
1.1 Biología básica y signos clínicos	4
1.2 Epidemiología y situación actual en la Argentina	6
1.3 Impacto económico	7
1.4 Consideraciones sobre la sarna chorióptica (<i>Chorioptes</i> spp)	8
1.5 Diagnóstico	10
1.6 Control y tratamiento	12
1.6.1 Aplicación de antisábrnicos de contacto por baños de inmersión, aspersión (<i>Psoroptes</i> spp) y aplicación pour on (<i>Chorioptes</i> spp)	13
1.6.2. Aplicación de compuestos inyectables	14
1.7 Referencias bibliográficas	19
2. MIASIS O BICHERAS (<i>Cochliomyia hominivorax</i>)	22
2.1 Biología básica	22
2.2 Aspectos epidemiológicos y distribución en el área central de la Argentina	24
2.3 Pérdidas económicas en la producción bovina nacional	26
2.4 Control	26
2.5 Fallas de tratamientos y resistencia	28
2.6 Alternativas no químicas de control	29
2.7 Referencias bibliográficas	31

INTRODUCCIÓN

Esta segunda publicación de la serie Sanidad Animal (Colección Producción Bovina) editada por la Editorial de la Universidad Católica de Córdoba incluye a dos ectoparásitos causantes de severas pérdidas económicas directas e indirectas y que constituyen modelos paradigmáticos de enfermedades, que también comprometen el bienestar animal en todos los sistemas intensivos y extensivos de producción bovina. La información ya disponible en el país, se discute a la luz de las nuevas evidencias que se están obteniendo sobre la epidemiología, el diagnóstico, y el control de ambos ectoparásitos bajo la problemática de los residuos y en la necesidad de una mirada holística en el manejo de drogas que actúan simultáneamente sobre múltiples organismos parasitarios.

La sarna es una severa dermatitis que fue endémica en toda el área central del país y considerada en esta región como la parasitosis de mayor impacto económico hasta fines de la década de 1990 del siglo pasado. Si bien nunca desapareció totalmente, la presencia e importancia de la sarna comenzó a declinar significativamente con el ingreso al mercado veterinario argentino de las lactonas macrocíclicas, las que, por su eficacia, seguridad y practicidad, revolucionaron el tratamiento de la sarna y la prevalencia de esta ectoparasitosis bovina, disminuyó drásticamente en la década del 2000. Sin embargo, actualmente la re emergencia de este parásito y su prevalencia está en franco aumento, comprometiendo seriamente la sustentabilidad del control químico. Los acaricidas son la única alternativa actualmente disponible y a la luz de fallas terapéuticas y/o inconsistencia que se están observando en algunos resultados de campo, se hace necesario clarificar esta situación e incluso re analizar las evaluaciones sobre la eficacia de las drogas bajo las condiciones de los distintos sistemas productivos. El escenario actual es el aumento de su prevalencia local en un contexto de creciente preocupación global sobre la problemática de residuos y el bienestar animal.

Por su parte, la mosca *Cochliomyia hominivorax* es considerado el insecto de mayor importancia veterinaria en la Argentina. Esta mosca ovipone sobre heridas naturales o en artificiales producidas por prácticas ganaderas sobre los bovinos y sus larvas se alimentan de tejidos vivos (miasis o “bicheras”). Su distribución es temperatura dependiente y en nuestro país se presenta en forma endémica durante todo el año en el NEA y áreas del NOA, estacional (primavera a otoño) en el área Pampeana, mientras que Patagonia sur se encuentra libre de este insecto. En países de la región Mercosur como Uruguay y Argentina, se están iniciando estudios preliminares para evaluar el potencial uso de métodos de control biológico, como el de la técnica del insecto estéril, el cual ha demostrado ser muy exitoso para controlar e inclusive erradicar este insecto en América del Norte y en gran parte de América Central. Actualmente en toda América del Sur el control químico continúa como la única alternativa disponible y se realiza sobre las larvas en las heridas o para prevenir las infestaciones sobre las mismas. En la profilaxis, las lactonas y especialmente la doramectina (DRM), son utilizadas masivamente en la Argentina, pero en forma similar a la sarna bovina, la actividad y persistencia de estas drogas parece estar disminuyendo y generando preocupación, especialmente en los sistemas extensivos como la cría bovina, donde por ejemplo millones de terneros son tratados anualmente para prevenir las miasis umbilicales o por castración.

1. SARNA BOVINA (*PSOROPTES OVIS* VAR. *BOVIS*)

1.1 BIOLOGÍA BÁSICA Y SIGNOS CLÍNICOS

La sarna psoróptica bovina es una parasitosis externa altamente contagiosa, caracterizada por una dermatitis alérgica (aguda, sub-aguda o crónica) causada por la alimentación del ácaro *Psoroptes ovis* var. *bovis* sobre la superficie de la piel. Estos ácaros poseen un cuerpo de forma ovalada de 550 a 750 μm de color blanquecino (Figura 1).

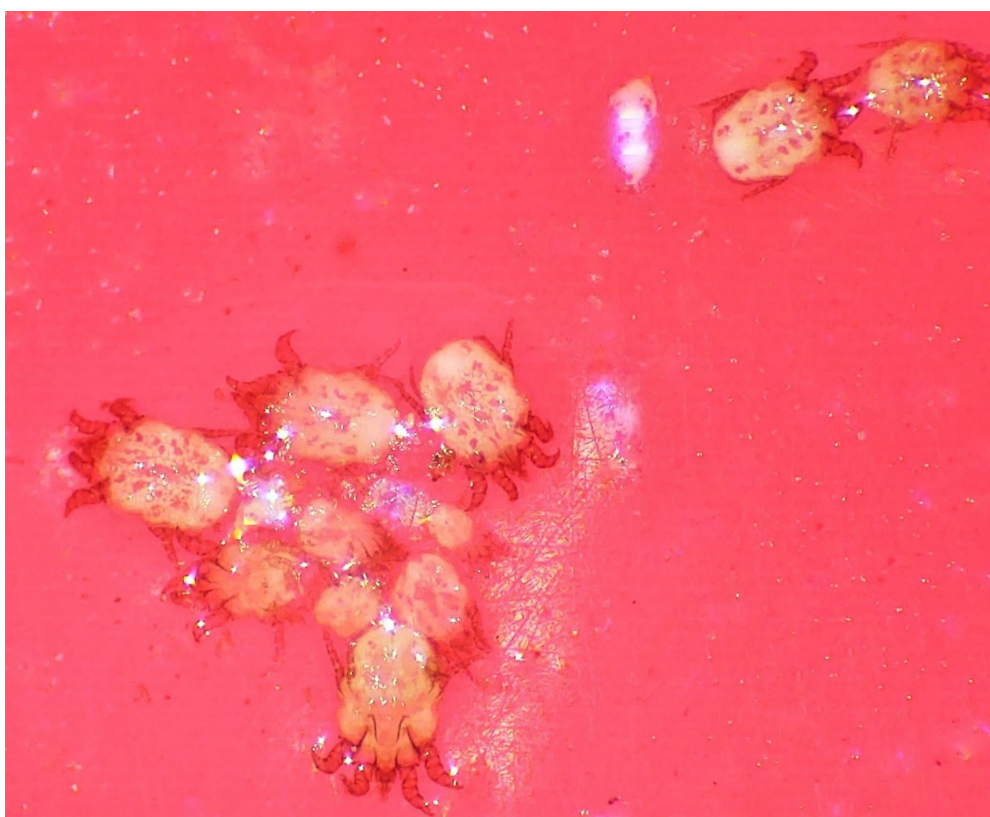


Figura 1. Fotografía de *Psoroptes ovis*. Se observa la forma ovalada del cuerpo de coloración blanquecina y extremidades de color caramelo. Lupa estereoscópica

Todo el ciclo de vida de estos ácaros (Huevo-Larva-Ninfa y Adulto) se desarrolla sobre el bovino y la duración del mismo (de huevo a huevo) se completa en 10-12 días (Figura 2). Los estadios juveniles y adultos rompen el estrato corneo de la piel para obtener lípidos, linfa (en menor medida, sangre) restos celulares, exudados y otras sustancias de la piel. La actividad de los ácaros es altamente pruriginosa y junto a sus heces actúan antigénicamente provocando en los hospedadores dermatitis localizadas y

Todo el ciclo de vida de estos ácaros (Huevo-Larva-Ninfa y Adulto) se desarrolla sobre el bovino y la duración del mismo (de huevo a huevo) se completa en 10-12 días.

edemas. Los animales afectados responden al prurito mediante lamidos en la piel e intenso rascado que exagera la lesión y provoca eritema, mayor inflamación y alopecia (Nuñez & Molledo, 1985). En estas lesiones eritematosas se secreta un exudado seroso que posteriormente coagula y forma junto con pelos, polvo y células muertas, las características costras de la sarna (Figura 3).

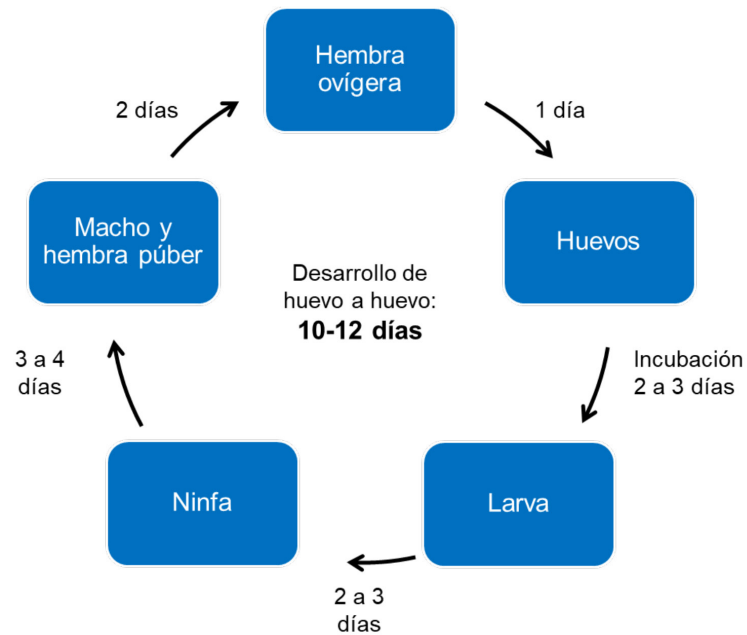


Figura 2. Ciclo biológico de *Psoroptes ovis*. Todo el ciclo se desarrolla sobre el mismo bovino



Figura 3. Bovino afectado por sarna psoróptica. Característica lesión húmeda con costras

La ubicación inicial de las lesiones comienza en el dorso del animal y luego se van extendiendo al cuello, base de la cola, parrilla costal. Cuando la enfermedad tiende a la cronicidad, aparecen lesiones hiperqueratósicas con formación de profundos pliegues en la piel. En esta presentación es común observar lesiones costrosas generalizadas, desprendimiento de piel muerta y alopecia (Figura 4 A y B).



Figura 4. A (Izq) y B (Der). Bovinos con sarna psoróptica crónica generalizada. Hiperqueratosis con formación de pliegues y alopecia

1.2 EPIDEMIOLOGÍA Y SITUACIÓN ACTUAL EN LA ARGENTINA

La transmisión de los ácaros entre los bovinos es generalmente por contacto directo entre ellos o con estructuras (postes, alambrados, bordes de comederos y bebederos, etc.) previamente utilizados por otros animales sarnosos para rascarse y aliviar el prurito. No obstante, la sobrevivencia de los ácaros fuera de los bovinos es limitada y en general, no superan los 18 días (Olaechea et al., 2013). Las condiciones ambientales características de invierno (temperaturas bajas y humedad) favorecen la supervivencia de los ácaros en los bovinos por lo cual los signos clínicos son más comunes en otoño e invierno y generalmente (aunque no siempre), en la primavera las dermatitis generalmente remiten y dan paso a fases de latencia con bajo número de parásitos y lesiones mínimas (Romero & Fonrouge, 1993). En toda el área central de nuestro país, la sarna bovina fue la parasitosis endémica de mayor importancia económica hasta fines de la década de los '90 del siglo pasado (Nuñez & Brihuega, 1993). Si bien nunca desapareció de nuestro ganado de carne o leche, la presencia e importancia de la sarna comenzó a declinar significativamente con el ingreso al mercado veterinario argentino de los endectocidas (lactonas macrocíclicas), especialmente de la ivermectina (IVM). Por su seguridad y practicidad, esta droga revolucionó el tratamiento de la sarna y, como consecuencia de su uso generalizado y masivo (para el control de sarna pero también para el de nematodos gastrointestinales), la prevalencia de esta ectoparasitosis bovina disminuyó drásticamente hacia inicios de la década del año 2000. Sin embargo, durante el 2014 Anziani et al. (2015), informaron sobre un aumento en el número de casos de sarna en bovinos de carne o leche en las provincias de Santa Fe y Córdoba, y observaciones similares fueron efectuadas por Fiel (2014) en la provincia de Buenos Aires. En la actualidad, la distribución de la sarna psoróptica bovina involucra a toda el área central de la Argentina y la enfermedad está adquiriendo nuevamente características francamente endémicas. La creciente intensificación de la producción bovina de carne y leche (feed lot, tambos esta-

bulados, free stall, patios de comida, etc.) está produciendo condiciones sin precedentes del contacto entre los bovinos, lo que favorece la diseminación del ácaro. En los sistemas de feed lot por ejemplo, el diagnóstico el control de la sarna bovina se está complicando por la dificultad de identificar las formas latentes de la enfermedad, así como por el transporte, las incorporaciones constantes y la reasignación de lotes dentro de los corrales donde coexisten animales enfermos con susceptibles. Generalmente los animales arriban al feed lot sin signos clínicos pero los mismos comienzan a los 15 a 20 días de su in-

En la actualidad, la distribución de la sarna psoróptica bovina involucra a toda el área central de la Argentina y la enfermedad está adquiriendo nuevamente características francamente endémicas.

greso y probablemente favorecidos por el estrés y depresión del sistema inmune ocasionado por viajes, cambio de ambiente y brusco cambio de alimentación (Genchi et al., 2008). En los sistemas pastoriles de nuestro país también se observa que el número de casos clínicos está en aumento, fundamentalmente en la región de la pampa húmeda y probablemente, una de las causas que ha favorecido este aumento de la sarna bovina en esta región es el desarrollo generalizado de resistencia de los nematodos gastrointestinales a las lactonas macrocíclicas, y el reemplazo de estas por otras drogas antihelmínticas específicas sin actividad acaricida (como levamisoles y bencimidazoles).

1.3 IMPACTO ECONÓMICO

La sarna psoróptica puede causar severas pérdidas productivas e incluso la muerte en animales severamente parasitados. En sistemas intensivos de producción de carne se ha demostrado claramente una relación entre la extensión de las dermatitis y la disminución en el consumo y en la ganancia de peso en animales sin tratamientos (Fisher and Wright, 1981). Bajo condiciones de feed lot, novillos afectados por sarna psoróptica con lesiones cubriendo 30 % de la superficie corporal, resultaron en reducciones del 30 % en la ganancia diaria de peso (Cole et al., 1984). Esta correlación negativa entre superficie corporal afectada y la ganancia de peso fue utilizada por el laboratorio de parasitología de la Universidad de Ghent (Bélgica) para desarrollar un programa que permite calcular las pérdidas económicas directas por sarna en ganado de carne en engorde (ParaCalc®, www.paracalc.be ParaCalc® - open access web tools to support the control of parasitic diseases in cattle). El programa estima en función de la proporción de animales afectados de una raza de alta sensibilidad a la sarna (Belgian Blue), del tamaño de las lesiones y del tiempo en engorde, cuáles son las pérdidas de peso que pueden ocurrir en ausencia de medidas de control. En nuestro país y en una aproximación muy preliminar con el uso de esta herramienta y simulaciones (aunque con biotipos de menor susceptibilidad) se estimaron pérdidas superiores a los 27.000 kg de peso para un feed lot de 18.000 cabezas de razas europeas y sus cruza (Anziani et al., 2015). En sistemas pastoriles de nuestro país Canton et al. (2023) demostraron diferencias significativas en la ganancia de peso (aproximadamente 10 kg) entre el uso de IVM y DRM a los 28 días post tratamiento a favor de la última droga a pesar de que ambas lactonas fueron ineficaces para la total eliminación de ácaros durante este tiempo. En otro ensayo, pero de este mismo estudio, se informó que las fallas de tratamiento con formulaciones de IVM al 1 % y 3,15 % resultaron en pérdidas de peso de aproximadamente 18 kg y 5 kg con ambas formulaciones. Si bien estos trabajos de campo no incluyeron la presencia de un grupo control post tratamiento, ambas experiencias indicarían el impacto

Independientemente de las importantes pérdidas económicas directas, el bienestar animal en la sarna psoróptica está muy comprometido y su presencia es incompatible con los requerimientos de una producción bovina sustentable y en este contexto, veterinarios y productores deberían prestar especial cuidado para un diagnóstico y tratamiento temprano de esta parasitosis.

productivo negativo que pueden tener los tratamientos con baja eficacia en los sistemas pastoriles de producción de carne. Para vacas en lactancia no existen programas específicos para determinar estas pérdidas económicas, pero el confort de estos animales es imprescindible para incrementar el consumo y la ingesta de materia seca y obviamente, el mismo se ve afectado aún en animales con dermatitis circunscriptas y relativamente pequeñas. En Europa, algunos trabajos parecen indicar que las vacas con producciones mayores a los 20 litros diarios constituyen un importante factor de riesgo para el desarrollo y la manifestación de formas clínicas de la enfermedad (Mitchel et al., 2012). Pero, independientemente de las importantes pérdidas económicas directas, el bienestar animal en la sarna psoróptica está muy comprometido y su presencia es incompatible con los requerimientos de una producción bovina sustentable y en este contexto, veterinarios y productores deberían prestar especial cuidado para un diagnóstico y tratamiento temprano de esta parasitosis.

1.4 CONSIDERACIONES SOBRE LA SARNA CHORIÓPTICA (*CHORIOPTES SPP*)

En bovinos de la Argentina la sarna psoróptica es la forma clínica más común, pero también estos hospedadores pueden ser afectados por ácaros del género *Chorioptes* que producen generalmente dermatitis superficiales leves caracterizadas por prurito, alopecia con liquenificación y formación de costras. En general las lesiones son circunscriptas, reducidas en tamaño y presentan mucha menor patogenicidad a las observadas en la sarna psoróptica y son abordadas en esta sección porque pueden llegar a confundir el diagnóstico con ácaros de género *Psoroptes* y diferir en la respuesta a determinados acaricidas. Estas dermatitis se presentan generalmente en vacas adultas en lactancia, sobre la base de la cola y la región perianal (Figuras 5 y 6) y desde una perspectiva global la raza Holstein, es por lejos, la más afectada en todo el mundo. Las formas clínicas son aparentemente más prevalentes en otoño e invierno (Rehbein, 2024) aunque otros estudios no han podido establecer un modelo de presentación estacional (Yeruham et al., 1999). En Argentina existe un programa oficial del SENASA y una importante

La información sobre las pérdidas económicas de la sarna chorióptica en la producción de leche de vacas en lactancia muestra resultados inconsistentes, pero existen evidencias que en esta categoría de animales, los tratamientos disminuyen el stress y mejoran aspectos del bienestar animal, independientemente del tamaño de las lesiones

documentación sobre el control de la sarna psoróptica, pero la información sobre la sarna chorióptica es notoriamente escasa. Los laboratorios de Parasitología Veterinaria de INTA Rafaela y de la Universidad Católica de Córdoba identificaron en la última década un aparente aumento sobre la presencia de sarna chorióptica en tambos del área central de la Argentina y la re emergencia de este parásito también ha sido informada en establecimientos lecheros de Brasil (Vieira et al., 2014). En nuestro país siempre se

consideró a *Chorioptes bovis* como la única especie responsable de este tipo de sarna, pero en el 2024 se detectó la presencia de *Chorioptes texanus* como causante de dermatitis en vacas Holstein en Entre Ríos, Córdoba y Santa Fe (Muchiut, 2024 datos no publicados). Aparentemente, no existen diferencias clínicas o en la respuesta terapéutica entre ambas especies y desconocemos si en Argentina *Ch. texanus* está desplazando a *Ch. bovis* como ha sido recientemente sugerido en Europa (Rehbein, 2024). La información sobre las pérdidas económicas de la sarna chorióptica en la producción de leche de vacas en lactancia muestra resultados inconsistentes, pero existen evidencias que en esta categoría de animales, los tratamientos disminuyen el stress y mejoran aspectos del bienestar animal, independientemente del tamaño de las lesiones (Rehbein et al., 2005; Moncada et al., 2019; Villarroel & Halliburton, 2013).



Figura 5. Esquema sobre localización más común de *Chorioptes* spp en la Argentina (flechas azules).



Figura 6. Dermatitis por *Chorioptes* spp en la base de la cola de vacas lecheras. Entre Ríos, mayo 2024 (gentileza Dr. H. Fernandez)

1.5 DIAGNÓSTICO

Ante la presencia de manifestaciones clínicas compatibles con sarna (lamido intenso, prurito, alopecias, dermatitis) es imperativo realizar siempre el diagnóstico parasitológico confirmatorio a través de un raspado de piel y observación con lupa para identificar el agente causal. En nuestro país los dos ácaros mayoritariamente encontrados pertenecen a los géneros *Psoroptes* y *Chorioptes*. Si bien la distribución de las lesiones que producen es sugestiva de uno u otro agente, en las etapas iniciales de la presentación clínica, éstas pueden ser similares. Este diagnóstico definitivo mediante el raspado e identificación del ácaro es fundamental para indicar un correcto tratamiento, ya que el mismo podría diferir según el tipo de ácaro (ver punto 1.6). Las principales características morfológicas que permiten diferenciar los agentes de la sarna psoróptica y chorióptica son indicadas en la Figura 7. Otros agentes parasitarios con los que se debe efectuar un diagnóstico diferencial de la sarna son los piojos. La presentación de las piojeras o phtiriasis se ven favorecidas por las condiciones ambientales típicas de invierno,

El raspado e identificación del ácaro es fundamental para indicar un correcto tratamiento, ya que el mismo podría diferir según el tipo de ácaro.

déficit nutricional, estrés, entre otros. La signología inicial como el lamido y el prurito es compartida por los ácaros de sarna y los piojos, pero las lesiones ocasionadas por estos últimos son diferentes a las de la sarna psoróptica. Mientras *Psoroptes* spp. produce lesiones costrosas y húmedas, la lesión característica de la phtiriasis es la alopecia seca sin costras (Figuras 8 y 9). Existen dos tipos de piojos que parasitan a los bovinos, los masticadores o malófagos (1,6-1,7 mm, cabeza redondeada más ancha que el tórax) y los chupadores o anopluros (2-3,2 mm, cabeza romboidal, más angosta que el tórax). Los primeros son los de mayor presentación en nuestro medio, aunque no es raro encontrar infestaciones de ambos tipos de piojos sobre un mismo animal. Debido al diferente tipo de alimentación, la indicación terapéutica para la phtiriasis debe basarse estrictamente en el diagnóstico. Los piojos chupadores son afectados tanto por los tratamientos por vía sistémica como también por insecticidas de contacto (baños o por aplicaciones *pour-on*). Pero ante la presencia de piojos masticadores, los tratamientos sistémicos presentan actividad incompleta y en estos casos los insecticidas de contacto son los indicados. Al poseer los

Es necesario tener en cuenta que en invierno es frecuente la presentación de ambas parasitosis, sarna y piojos, por lo que es fundamental realizar el diagnóstico etiológico que permita orientar a una correcta indicación terapéutica.

piojos un mayor tamaño que los ácaros, su diagnóstico es más sencillo y se puede realizar a simple vista o a través de una lupa de mano (Figura 9). Es necesario tener en cuenta que en invierno es frecuente la presentación de ambas parasitosis, sarna y piojos, por lo que es fundamental realizar el diagnóstico etiológico que permita orientar a una correcta indicación terapéutica. En la Figura 12 se presenta un algoritmo diagnóstico de sarna y piojos en bovinos.

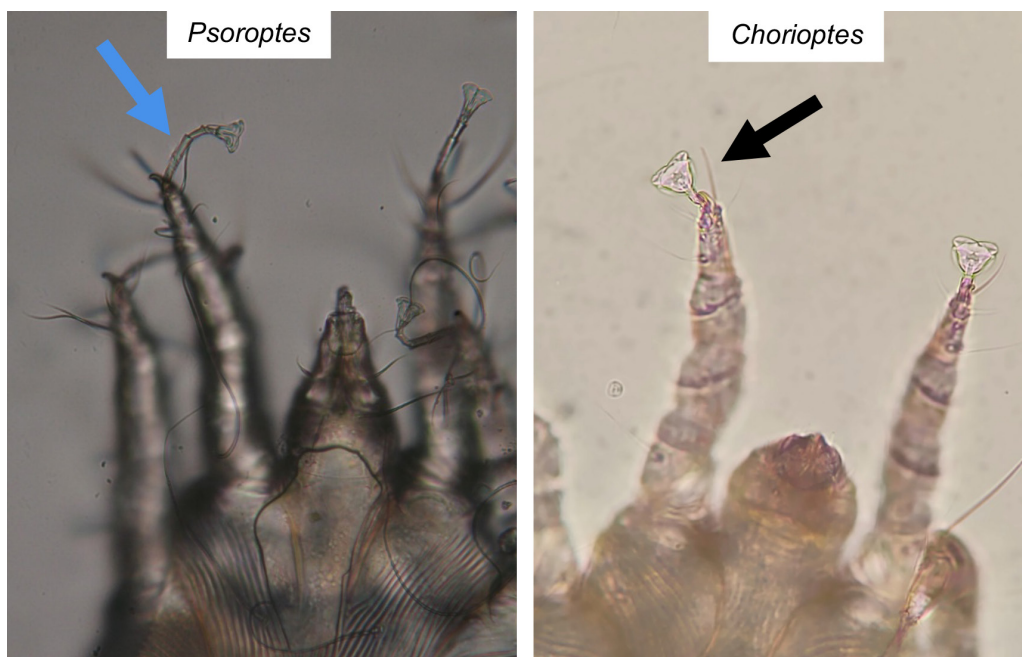


Figura 7. Principales características morfológicas de los ácaros. *Psoroptes*: Parte anterior del cuerpo (gnatosoma) cónico, ventosas en forma de trompeta unidas a las patas por pedicelos largos y articulados (flecha azul). *Chorioptes*: gnatosoma redondeado, ventosas en forma de copa unidas a las patas por pedicelos cortos y no articulados (flecha negra).



Figura 8. Bovino con lesión característica de phtiriasis. Nótese la lesión alopécica seca, sin costras y el pelo lamido y desarreglado



Figura 9. Colonia de *Bovicola bovis* (piojo masticador) sobre un bovino

1.6 CONTROL Y TRATAMIENTO

Debido a que todos los estadios de los ácaros de la sarna permanecen parasitando al animal, y la permanencia de los ácaros fuera del hospedador bovino es reducida, el objetivo de la aplicación de acaricidas debería ser la erradicación de la sarna de un determinado establecimiento. No obstante, y además de la necesidad de contar con acaricidas de alta eficacia y aprobados por SENASA, existen una serie de prácticas en el manejo de los animales que sí no son seguidas estrictamente, pueden resultar en fallas de los tratamientos independientemente de la eficacia específica de la droga. Con las lactonas macrocíclicas por ejemplo, información de fallas terapéuticas aparecen como relativamente comunes

Actualmente, se observa una mayor variabilidad en respuesta al tratamiento en diferentes poblaciones de ácaros y sistemas productivos y pérdidas de eficacia de drogas en ovinos y bovinos, ha sido bien establecida en la Argentina.

en Europa (Lekimme et al., 2010; Mingolla et al., 2019). La experiencia en nuestro país, con el resurgimiento de la sarna bovina en sistemas intensivos y extensivos es un claro ejemplo de la dificultad para lograr el objetivo original de los programas oficiales de control. Actualmente, se observa una mayor variabilidad en respuesta al tratamiento en diferentes poblaciones de ácaros y sistemas productivos y pérdidas de eficacia de drogas en ovinos y bovinos, ha sido bien establecida en la Argentina (Romero et al., 2008; Olaechea et al., 2013; Lifschitz et al., 2018; Soler et al., 2022). Sin embargo, en muchas de las fallas de campo que se observan en producción bovina, es difícil distinguir entre aplicaciones o prácticas incorrectas de la presencia de ácaros con mayor tolerancia o resistencia a los acaricidas.

1.6.1 Aplicación de antisárnicos de contacto por baños de inmersión, aspersión (*Psoroptes* spp) y aplicación *pour on* (*Chorioptes* spp)

Actualmente, las drogas acaricidas de contacto y registradas por el SENASA para el control de la sarna psoroptica, son organofosforados, piretroides y formamidinas mientras que para acción sistémica se incluyen a la administración inyectable de lactonas macrocíclicas. Las disposiciones del SENASA sobre los baños de inmersión requieren un tiempo mínimo de nado dentro del mismo y la inmersión total de la cabeza de los animales durante dos oportunidades. Esto permite un mojado completo y un excelente contacto acaricida/acaro, aún en zonas de difícil acceso para las otras alternativas de contacto como interior de las orejas y zona perianal. Las limitantes de estos baños de inmersión son sus altos costos para la instalación y mantenimiento, el uso intensivo de mano de obra, stress severo y traumas a los que son sometidos los animales para forzar su paso por el mismo y potencial impacto ambiental negativo. Por su parte, los baños por aspersión utilizan volúmenes menores de acaricidas con menor impacto ambiental, pero el mojado completo de cada bovino en forma individual insume mucho tiempo y su aplicación es impráctica para grandes rodeos. Ninguna de las drogas acaricidas para baños de aspersión o inmersión (organofosforados, piretroides o formamidinas) son ovicidas y por lo tanto estos tratamientos deben repetirse a los 10-12 días. El segundo baño en ese intervalo de tiempo asegura que la descendencia de los huevos de ácaros que sobrevivieron al primero, sea eliminada antes de que las hembras tengan oportunidad de comenzar con una nueva oviposición.

La aplicación *pour on* de piretroides como la flumetrina (a doble dosis a la empleada para el control de garrapatas) es de uso común en algunos países de Europa (Losson & Lonneux, 1992) y en el pasado ha sido informada esporádicamente en vacas en lactancia de Chile y la Argentina (Sievers et al., 1989; Anziani et al., 1993) con una reducción rápida de las dermatitis y de las poblaciones parasitarias. Por la

Ninguna de las drogas acaricidas para baños de aspersión o inmersión (organofosforados, piretroides o formamidinas) son ovicidas y por lo tanto estos tratamientos deben repetirse a los 10-12 días. El segundo baño en ese intervalo de tiempo asegura que la descendencia de los huevos de ácaros que sobrevivieron al primero, sea eliminada antes de que las hembras tengan oportunidad de comenzar con una nueva oviposición.

distribución de las drogas con esta forma de aplicación, es probable que bajo determinadas condiciones especiales, no logren el contacto máximo acaro/acaricida que resulta por ejemplo de los baños de inmersión o que el status de susceptibilidad a los piretroides se haya modificado en los últimos 30 años en nuestro país. En el contexto actual y bajo determinadas condiciones muy puntuales (destino exclusivamente a faena por ejemplo o vacas lecheras en lactancia) y donde se debe priorizar la problemática de residuos y el bienestar animal, esta forma de aplicación ameritaría ser revaluada. Existen otras formulaciones de aplicación *pour-on* conteniendo principios activos como fipronil o la combinación de órganos-fosforados con piretroides (por ejemplo, clorpirifos con cipermetrina) que no están aprobadas como antisárnicos pero cuya potencial acción sobre los ácaros las incluye dentro del concepto denominado terapia auxiliar. Esta terapia auxiliar tiene como objetivo ayudar a la acción del fármaco acaricida principal. Las ventajas en la utilización de la terapia auxiliar se están evaluando bajo diferentes condiciones (Lifschitz y Cantón, comunicación personal).

1.6.2. Aplicación de compuestos inyectables

A pesar de las fallas terapéuticas y probable presencia de la resistencia, en nuestro país el uso de las lactonas macrocíclicas continúa mayoritariamente como la primera alternativa terapéutica para los bovinos. Dentro de las lactonas macrocíclicas, las más utilizadas para el control de sarna bovina son la IVM y la DRM. Las lactonas macrocíclicas son fármacos de elevada liposolubilidad, lo que les permite una gran distribución dentro del organismo animal llegando en elevadas concentraciones a los sitios donde se encuentran los ácaros. **Si bien las lactonas macrocíclicas comparten algunas propiedades físico-químicas generales, pequeñas diferencias en la estructura química entre IVM y DRM pueden determinar cambios en el comportamiento farmacocinético de estas drogas lo cual impacta sobre la eficacia y persistencia antiparasitaria de las mismas** (Lanusse et al., 1997; Lifschitz et al., 2000). DRM presenta un aclaramiento corporal menor comparado a la IVM, lo que en la práctica significa que mayores concentraciones de fármaco se mantienen por mayor tiempo en el organismo animal. De hecho, la exposición de DRM en la sangre y en la piel de los animales tratados es entre 60 a 90 % mayor a la medida para IVM (Lifschitz et al., 2000), lo cual le otorga cierta ventaja comparativa para el tratamiento de ectoparásitos como la sarna (Figura 10).

Mas allá de la elevada potencia y eficacia de las lactonas macrocíclicas contra los ácaros de la sarna, es indispensable en el contexto actual controlar la actividad y eficacia de estas drogas en cada establecimiento con raspados de piel post tratamiento (aproximadamente 14 días posteriores al mismo) ya que suele ocurrir una remisión de las lesiones clínicas, pero un número de ácaros vivos pueden aún estar presentes en los animales tratados.

Mas allá de la elevada potencia y eficacia de las lactonas macrocíclicas contra los ácaros de la sarna, es indispensable en el contexto actual controlar la actividad y eficacia de estas drogas en cada establecimiento con raspados de piel post tratamiento (aproximadamente 14 días posteriores al mismo) ya que suele ocurrir una remisión de las lesiones clínicas, pero un número de ácaros vivos pueden aún estar presentes en los animales tratados. En este contexto los veterinarios deberían advertir a los productores que estos tratamientos inyectables son muy prácticos pero las fallas para matar a todos los ácaros resultan generalmente en brotes que se prolongan en el tiempo con gran riesgo para diseminarse en otros animales del mismo u otros establecimientos. Además de su practicidad, estos compuestos son especialmente útiles en áreas donde se carece de infraestructura para baños de inmersión. En bovinos y originalmente, estos principios activos han demostrado en pruebas oficiales del SENASA eficacias del 100 % contra *Psoroptes ovis* var. *bovis* luego de 15 días de la aplicación de una dosis única. Este tiempo de espera que se necesita esperar para alcanzar la máxima eficacia tiene que ver con que la acción letal de las lactonas macrocíclicas contra los ácaros de la sarna es lenta (Jackson, 1989) y se necesita tiempo de exposición de los ácaros a concentraciones terapéuticas por lo menos durante dos semanas para las formulaciones tradicionales al 1 %. Las diferencias farmacocinéticas ya mencionadas entre las lactonas macrocíclicas tienen su correlato en los resultados de eficacia. Existen evidencias de un efecto protector más prolongado ejercido por DRM con respecto a IVM contra *P. ovis* en terneros (Clymer et al., 1997). Esta ventaja de DRM fue recientemente demostrada por Canton et al. (2023), quienes aplicaron las clásicas formulaciones de DRM e IVM al 1 %, y encontraron una mejor performance con DRM, observándose una mayor negativización de animales a la presencia de ácaros a los 14 días post-tratamiento, lo que correlacionó con una significativamente mayor ganancia de peso comparado con los animales que recibieron

En la práctica esto significa que con estas formulaciones de larga acción vamos a necesitar mayor cantidad de tiempo para alcanzar el efecto máximo, pero por otra parte los ácaros tendrán una mayor exposición a los principios activos.

IVM. En Argentina se encuentran aprobadas formulaciones de larga acción de lactonas macrocíclicas (3,15 o 3,5 %) para el control de la sarna psoróptica. Es importante tener en cuenta que estas formulaciones presentan aspectos farmacocinéticos que las diferencian de aquellas presentaciones al 1 %. Estas formulaciones de IVM y DRM, denominadas de larga acción incluyen vehículos de liberación sostenida del principio activo. Luego de su administración, se produce un depósito en el tejido subcutáneo del punto de inoculación prolongando el proceso de absorción y alcanzando concentraciones de fármaco sostenidas en sangre por mayor tiempo (Lifschitz et al., 2007; Figura 11). En la práctica esto significa que con estas formulaciones de larga acción vamos a necesitar mayor cantidad de tiempo para alcanzar el efecto máximo, pero por otra parte los ácaros tendrán una mayor exposición a los principios activos.

Por otra parte, es fundamental el cumplimiento estricto de los prolongados periodos de retiro de estas formulaciones de larga acción para enviar los animales tratados a faena y además tener en cuenta que todas las formulaciones inyectables (tradicionales al 1 % y de larga acción) de IVM y DRM no pueden utilizarse en vacas lecheras en ordeño.

Es importante remarcar que la mayor eficacia que puede obtenerse con este tipo de formulaciones de larga acción dependerá del status de susceptibilidad de los ácaros de la sarna, que varía de un establecimiento a otro. Esto se reflejó en los resultados recientemente obtenidos por Canton et al. (2023) donde en un establecimiento con serios problemas de sarna, el uso de la formulación de IVM larga acción solo negativizó al 38 % de los animales mientras que la formulación tradicional solo lo hizo en el 12 % de los animales tratados. Sin embargo, en otro establecimiento se evaluó la eficacia de IVM 3,15 % y DRM 3,5 % sobre *P. ovis* y alcanzándose el 100 % de eficacia (negativización de raspados de piel) tras 21 días con IVM 3,15 % y 28 días con DRM 3,5 %. Por lo tanto, el uso de las formulaciones de larga acción debe ser de manera racional con una base epidemiológica de la enfermedad y con conocimientos farmacológicos, para evitar que un uso indiscriminado aumente la presión de selección y agrave el problema de las fallas de tratamiento. Por otra parte, es fundamental el cumplimiento estricto de los prolongados periodos de retiro de estas formulaciones de larga acción para enviar los animales tratados a faena y además tener en cuenta que todas las formulaciones inyectables (tradicionales al 1 % y de larga acción) de IVM y DRM no pueden utilizarse en vacas lecheras en ordeño. En nuestro país existe una formulación comercial de eprinomectina para ser aplicada por derrame dorsal (*pour-on*) a 0.5 mg /kg, con actividad acaricida sobre el ácaro de la sarna chorióptica (*Chorioptes bovis*). Debido a su modificación química comparado a IVM (Shoop et al., 1996) esta droga tiene una eliminación por leche 10 veces menor y no presenta periodo de retiro (o día de descarte de la leche) y es una excelente alternativa para el control de *Chorioptes bovis* en vacas en lactancia (Villarroel & Halliburton, 2013; Rehbein et al., 2005). Esta formulación no está aprobada para ser utilizada contra *Psoroptes ovis* var. *bovis* ya que su administración no asegura el 100 % de eficacia exigido actualmente por los entes regulatorios. Recientemente fue introducida al mercado una formulación inyectable de eprinomectina para ser administrada en bovinos a 0.2 mg /kg, manteniendo el periodo de retiro o en leche. Sin embargo, esta formulación en sus indicaciones no tiene incluidos a los ácaros de la sarna.

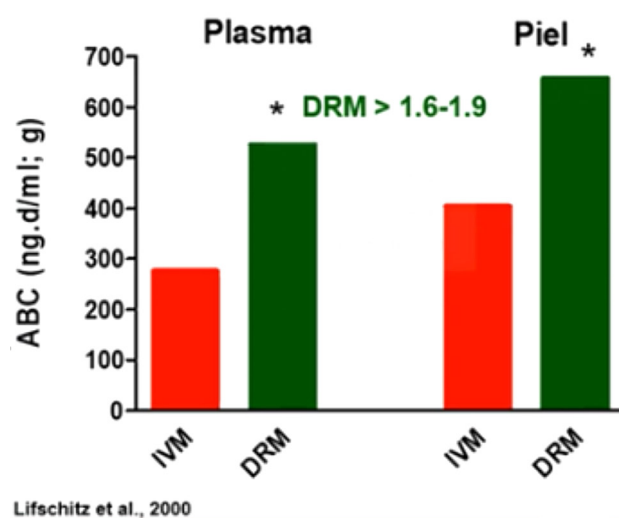


Figura 10. Disponibilidad de ivermectina (IVM) y doramectina (DRM) en el plasma y en la piel de bovinos tratados con ambas lactonas, ABC = área bajo la curva (adaptado de Lifschitz et al., 2020)

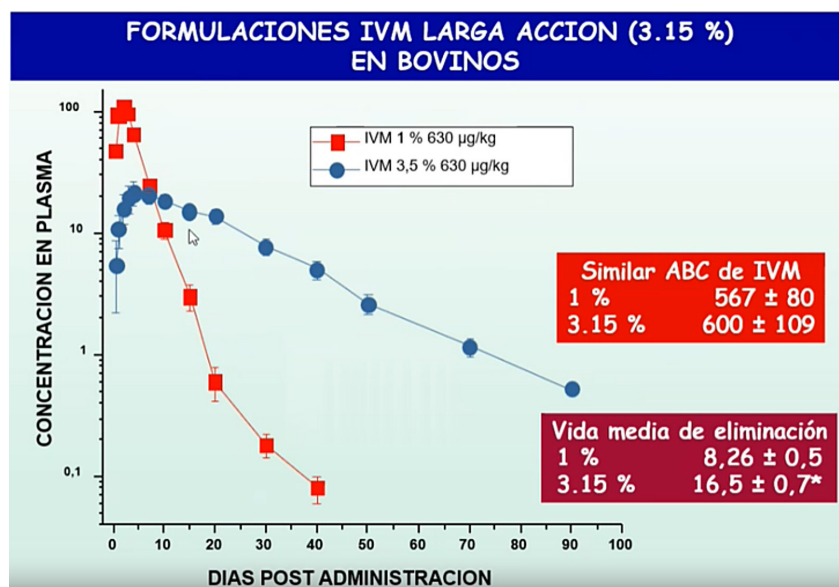


Figura 11. Disponibilidad plasmática de dos formulaciones de ivermectina (IVM) al 1% y 3.15% en bovinos (adaptado de Lifschitz et al., 2007)

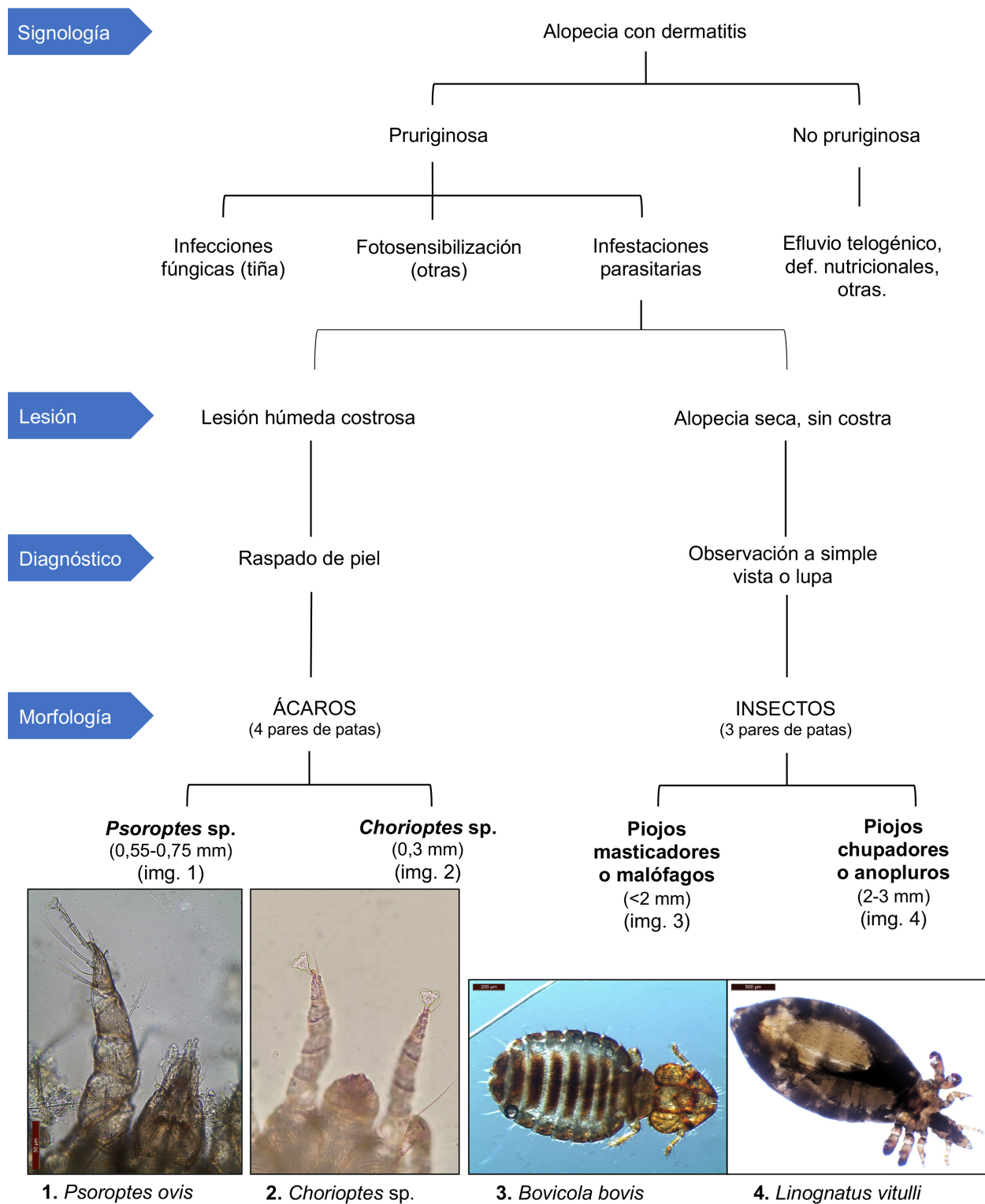


Figura 12. Algoritmo diagnóstico de sarna y piojos en bovinos

PARA RECORDAR SOBRE TRATAMIENTO Y CONTROL DE SARNA PSOROPTICA

- El diagnóstico requiere siempre el raspado de las lesiones y la identificación de los ácaros. Los piojos pueden causar signos clínicos similares y es importante también diferenciar entre ácaros del género *Chorioptes* y *Psoroptes* ya que los tratamientos pueden ser distintos.
- El diagnóstico positivo implica el tratamiento a todo el grupo animal independientemente de que muestren lesiones o no.
- Los productos registrados para baños de aspersión o inmersión (formamidinas, piretroides y fosforados) no son ovicidas y requieren de dos aplicaciones con 10-12 días de intervalo.
- Si se utilizan lactonas macrocíclicas considerar que: a) luego de la aplicación de las formulaciones clásicas (1%) los bovinos tratados pueden transmitir los ácaros a otros bovinos por al menos 9-10 días y deben permanecer aislados por 14 días y por un período entre 21-28 días si se han utilizado formulaciones de larga acción b) actualmente la actividad de estas drogas puede estar disminuida (menor susceptibilidad o resistencia) y a pesar de observar remisiones clínicas de lesiones es indispensable repetir los raspados luego del tratamiento para determinar la ausencia de ácaros vivos (por ejemplo a los 15 y 28 días post tratamiento para formulaciones clásicas y de larga acción, respectivamente).
- Actualmente, muchas de las fallas de los tratamientos antisárnicos corresponde a problemas de manejo, como la incorrecta aplicación de los productos (dosis o concentración inadecuada), tratamientos parciales y no totales del lote y/o a la imposibilidad de mantener aislados los animales tratados permitiendo que entren en contacto con otros sin tratamiento dentro del período potencial de re-infestación. Es necesario conocer la susceptibilidad de los ácaros a las lactonas macrocíclicas dentro de cada establecimiento y utilizarlas racionalmente para prolongar su vida útil.

1.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anziani, O.S., Toranza, F., Vogel, A., Doti, F. (1993). Ensayos preliminares sobre el control de sarna psoroptica bovina (*Psoroptes ovis*) en ganado lechero utilizando flumetrina pour on. *Vet Arg*, X: 98-104.
- Anziani, O. S., Suarez Archilla, G., Muchiutt, S., Cooper, L., & Scandolo, D. (2015). Sarna psoróptica bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 7 p.
- Canton, C., Muchiut, S., Dominguez, M.P., Lanusse, C., Alvarez, L.I., Lifschitz, A. (2023). Comparative assessment of different ivermectin and doramectin formulations for mange control in grazing steers. *Vet Parasitol*, 316, 109891. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2023.109891>.
- Cole, N.A., Guillot, FS, Purdy, WC (1984). Influence of *Psoroptes ovis* (Hering) (Acari: Psoroptidae) on the performance of beef steers. *J. Econ. Entomol.* 77:390–393. <https://doi.org/10.1093/jee/77.2.390>
- Clymer, B.C., Janes, T.H., McKenzie, M.E. (1997). Evaluation of the therapeutic and protective efficacy of doramectin against psoroptic scabies in cattle. *Vet Parasitol*, 72(1):79-89, [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(97\)00080-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(97)00080-0).
- Fiel, C. (2014). Control de parásitos en feed lot. Primeras Jornadas para Veterinarios de Feed Lot. Bolsa de Comercio de Rosario. Periódico Motivar www.hablandodelonuestro.com.ar
- Fisher, W.F., Wright, F.C. (1981). Effects of the sheep scab mite on cumulative weight gains in cattle. *J Econ Entomol.* 1981 Apr;74(2):234-7. doi: 10.1093/jee/74.2.234. PMID: 7320316.
- Genchi, C., Alvinerie, M., Forbes, A., Bonfanti, M., Genchi, M., Vandoni, S., Innocenti, M., Sgoifo Rossi, C, (2008). Comparative evaluation of two ivermectin injectable formulations against psoroptic mange in feedlot cattle. *Vet Parasitol*, 25;158(1-2):110-6. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.08.007. Epub 2008 Aug 22. PMID: 18819751.
- Jackson, H. (1989). Ivermectin as a systemic insecticide. *Parasitol. Today* 5: 146–156.
- Lanusse, C., Lifschitz, A., Virkel, G., Alvarez, L., Sánchez, S., Sutra, F, Galtier, P, Alvinerie, M. (1997). Comparative plasma disposition kinetics of ivermectin, moxidectin and doramectin in cattle. *J Vet Pharmacol Ther.* 20(2):91-9. doi: 10.1046/j.1365-2885.1997.00825.
- Lekimme, M., Farnier, E., Marechal, E., & Losson, B. (2010). Failure of injectable ivermectin to control psoroptic mange in cattle. *Vet Rec*, 167: 575-576.
- Lifschitz, A., Fiel, C., Steffan, P., Cantón, C., Muchiut, S., Dominguez, P., Lanusse, C., Alvarez, L. (2018). Failure of ivermectin efficacy against *Psoroptes ovis* infestation in cattle: Integrated pharmacokinetic-pharmacodynamic evaluation of two commercial formulations. *Vet Parasitol*, 15;263:18-22. doi: 10.1016/j.vetpar.2018.10.006. Epub 2018 Oct 5. PMID: 30389019.
- Lifschitz, A., Virkel, G., Sallovitz, J., Sutra, F., Galtier, P., Alvinerie, M., Lanusse, C. (2000). Comparative distribution of ivermectin and doramectin to parasite location tissues in cattle. *Vet Parasitol*, 87:327-328. doi: 10.1016/S0304-4017(99)00175-2. PMID: 10669102.
- Lifschitz, A., Virkel, G., Ballent, M., Sallovitz, J., Imperiale, F., Pis, A., Lanusse, C. (2007). Ivermectin (3.15%) long-acting formulations in cattle: absorption pattern and pharmacokinetic considerations. *Vet Parasitol.* 147: 303-310.

- Losson, B.J., Lonneux, J.F. (1992). Field efficacy of flumethrin pour-on against *Psoroptes ovis* in cattle. *Vet Rec.* 131 :73-75. doi: 10.1136/vr.131.4.73. PMID: 1529505.
- Mingolla, C., Hudders, L., Vanwesenbeeck, I., Claerebout, E. (2019) Towards a biased mindset: An extended Theory of Planned Behaviour framework to predict farmers' intention to adopt a sustainable mange control approach. *Prev Vet Med.* 2019 Aug 1;169:104695. doi: 10.1016/j.prevetmed.2019.104695. Epub 2019 May 21. PMID: 31311642.
- Mitchel, E., Jones, J., Foster, A., Millar, M., Milnes, A., Williams, J. (2012). Clinical features of psoroptic mange in cattle in England and Wales. *Vet. Rec.* 170: 359-364.
- Moncada A., Neave, H., von Keyserlingk, M., Weary, D. (2019). Use of a mechanical brush by dairy cows with chorioptic mange. *Applied Animal Behaviour Science* Volume 223, February 2020, [10.1016/j.applanim.2019.104925](https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104925)
- Nuñez, J.L. & Moltedo, H. L. (1985). Sarna Psoroptica en Ovinos y Bovinos. Ed Hemisferio Sur, 145 pp
- Nuñez, J., Brihuega, M. (1994). Sarna psoróptica. *En: Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención y control.* (Eds. Nari A. y Fiel C.) Hemisferio Sur. Cap. 15, pp 319-333.
- Olaechea, F., Romero, J., Prieto, O., Larroza, M. (2013). Ectoparásitos permanentes del ganado en Argentina, *En: Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y Productiva en Rumiantes. Fundamentos epidemiológicos para su prevención y control.* (Eds. Fiel C y Nari A.) Hemisferio Sur. Cap. 22, pp 485-517.
- Rehbein, S., Winter, R., Visser, M., Maciel, E., Marley, S. (2005) Chorioptic mange in dairy cattle: treatment with eprinomectin pour-on. *Parasitol Res.* 2005 Dec;98(1):21-5. doi: 10.1007/s00436-005-0005-y. Epub 2005 Oct 21. PMID: 16240128.
- Rehbein, S. & Visser, M. (2024). Is *Chorioptes texanus* to Displace *Chorioptes bovis*? Notes on the Mites Causing Bovine Chorioptic Mange in Central Europe. *Diversity* 2024, 16, 199. <https://doi.org/10.3390/d16040199>
- Romero, J. & Fonrouge, R. (1993). Prevalencia estacional de la sarna bovina. Relación con el tamaño y distribución de las lesiones. Curación espontánea. *Rev Med Vet*, 74: 116-121.
- Romero, J.R., Sanabria, R.E., Romero, J., Sanchez, R.O., Lauriente, P. (2008) Resistencia de *Psoroptes ovis* var *ovis* a la doramectina, en ovinos de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Vet Arg*, XXV(249):652-666.
- Shoop, W., DeMontigny, P., Fink, D., Williams, J., Egerton, J., Mrozik, H., Fisher, M., Skelly, B., Turner, M. (1996). Efficacy in sheep and pharmacokinetics in cattle that led to the selection of eprinomectin as a topical endectocide for cattle. *Int J Parasitol.* 1996 Nov;26(11):1227-35. doi: 10.1016/s0020-7519(96)00122-1.
- Sievers, G. & Quintana, L. (1989). Tratamiento de la sarna psoroptica bovina con flumetrina "pour-on". *Arch. Med. Vet.* 21:62-65.
- Soler, P., Germano, M., Larroza, M. (2022). First report of in vitro resistance of *Psoroptes ovis* to ivermectin in Argentina. *Exp Parasitol.* 2022 Apr;235:108229. doi: 10.1016/j.exppara.2022.108229. Epub 2022 Feb 11. PMID: 35157908.
- Vieira, M., Bordin, T., Dall'Agnoll, B., Zanchin, F., Da Motta, A., Noro, M. (2014). Re-emergence of *Chorioptes bovis* (acari: Psoroptidae) in cattle in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *Braz. J. Vet. Parasitol.* 23: 530-533.

- Villarroel, A. & Halliburton, M. (2013). Control of extensive chorioptic mange natural infection in lactating dairy cattle without milk withdrawal. *Vet J.* 2013 Aug;197(2):233-7. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.01.003. Epub 2013 Feb 9. PMID: 23402707.
- Yeruham, S., Rosen, S., Hadani, A. (1999). Chorioptic mange (Acarina: Psoroptidae) in domestic and wild ruminants in Israel. *Exp Appl Acarol.* 1999 Nov;23(11):861-9. doi: 10.1023/a:1006217016688. PMID: 10668861.

2. MIASIS O BICHERAS (*COCHLIOMYIA HOMINIVORAX*)

2.1 BIOLOGÍA BÁSICA

Entre los insectos que parasitan a los bovinos de Argentina, la mosca *Cochliomyia hominivorax*, causante de las bicheras o miasis, es considerada como la de mayor importancia económica. El término miasis ha sido definido como la infestación de animales vertebrados vivos con larvas de dípteros, las cuales durante un cierto período se alimentan de los tejidos del hospedador (Zumpt, 1965). Las moscas adultas de *C. hominivorax* tienen el doble del tamaño de la mosca doméstica común y con un color azulado metálico y reflejos verdes (Figura 1) con tres franjas negras sobre el torax (la del centro de menor longitud) y en general no son fácilmente observables en la naturaleza a excepción de hembras que se encuentren visitando heridas para poner sus huevos o “queresas”. En nuestro país existen aproximadamente una veintena de otras especies de dípteros con similar coloración verde-azulada metálica pero *C. hominivorax* es el único que actúa como un parásito obligatorio y productor de miasis. El género *Cochliomyia* incluye dos especies cuya distribución natural se encuentra restringida al continente americano: *C. Cochliomyia macellaria* y *C. hominivorax* (FAO, 1995). La primera de estas especies desarrolla habitualmente sus fases larvianas en cadáveres o restos de carcasas y sólo participa como un eventual invasor secundario o agente facultativo de miasis alimentándose en los tejidos necrotizados de los bordes de las heridas. Por el contrario, *C. hominivorax* es un parásito obligado y si bien los adultos son inofensivos y se alimentan de carbohidratos que aportan los jugos y nectar de los vegetales, las hembras oviponen sobre las heridas u orificios naturales de cualquier animal de sangre caliente y las larvas resultantes invaden los tejidos vivos alimentándose de ellos.



Figuras 1 y 2. Hembras de *C. hominivorax* en una herida (izquierda) y masas de huevos o “queresas” (derecha)

Una de las características reproductivas de esta mosca es que los machos son polígamos pero las hembras monógomas (Novy, 1991). Luego de la copula la hembra realiza tres a cuatro oviposiciones en el borde seco de las heridas, en masas planas y conocidas en el campo argentino como “queresas” (Figura 1 y 2). En la producción bovina nacional, muchas de las heridas sobre las cuales ovipone *C. hominivorax* son el resultado de prácticas ganaderas como por ejemplo las provocadas durante la castración,

el descorne o la colocación de caravanas, pero otras infestaciones comúnmente comienzan en heridas naturales o en los tejidos lacerados en la zona vulvar durante el parto de las madres (Figura 3) o en el ombligo no cicatrizado de los terneros recién nacidos. Existe también una correlación positiva entre altos niveles de infestación con garrapatas y la presencia de miasis. Las micro heridas producidas por sus hábitos de alimentación en biotipos europeos con altas cargas de la garrapata común del bovino *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tienen cuatro veces más riesgos para desarrollar miasis por *C. hominivorax* que aquellos con cargas bajas (Reck et al, 2014).



Figura 3. Miasis vulvar desarrollada en la primer semana post parto.

Los sitios preferidos para oviponer son las heridas ya infestadas por miasis previas, en las cuales la contaminación bacteriana (comúnmente *Escherichia coli* y *Proteus* spp) y los metabolitos resultantes producen estímulos olfatorios que aumentan la atracción para otras hembras grávidas (Caballero et al., 1996). Estas infestaciones múltiples crean un círculo vicioso que puede terminar con la muerte de los animales si el hombre no interviene. La eclosión de los huevos se produce entre las 11 y las 24 horas posteriores a la oviposición y las larvas comienzan a alimentarse inmediatamente de nacidas. La tasa de desarrollo de las mismas depende mayormente del tamaño de la herida y del número de larvas presentes. Luego de un período de alimentación que dura en promedio 6 días (rango = 4-8 días) las larvas abandonan el animal y se dejan caer al suelo (Figura 3) para enterrarse y comenzar al período de pupa.



Figura 4. Larvas maduras de tercer estadio de *C. hominivorax*

La longitud del período de pupa es extremadamente variable con rangos que oscilan entre los 7 días en verano y los 54 días en invierno, pero no existe una diapausa verdadera. Con temperaturas ambientales medias inferiores a los 14 °C, el ciclo de vida se interrumpe por alta mortalidad larvaria y pupal. Una vez producida la emergencia de los adultos, a los pocos días se inicia la cópula y la hembra inseminada está lista para depositar su primera masa de huevos y comienza la búsqueda de un hospedador para oviponer cerrando de esta manera su ciclo de vida (Hall & Wall, 1995). En la naturaleza el tiempo

La longitud del período de pupa es extremadamente variable con rangos que oscilan entre los 7 días en verano y los 54 días en invierno, pero no existe una diapausa verdadera. Con temperaturas ambientales medias inferiores a los 14 °C, el ciclo de vida se interrumpe por alta mortalidad larvaria y pupal.

de vida de los adultos suele oscilar entre 14 y 21 días y la dispersión de los mismos en busca de hospedadores puede superar los 100 km dentro de una generación, pero estas actividades prácticamente cesan con temperaturas inferiores a los 15 °C (Krasfur, 1987).

2.2 ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS Y DISTRIBUCIÓN EN EL ÁREA CENTRAL DE LA ARGENTINA

En gran parte de las áreas de nuestro país ubicadas al norte del paralelo 29° S, las miasis por *C. hominivorax* constituyen un problema sanitario durante todo el año. En áreas subtropicales, la tasa de crecimiento poblacional de este insecto se encuentra más relacionada a la densidad de hospedadores, a la disponibilidad de heridas para la oviposición y a la tasa de cicatrización de las mismas que a parámetros climáticos como la temperatura. La tendencia a producir un constante número de casos en las regiones subtropicales se presenta en un estudio desarrollado durante tres años en la región noreste de Chaco (Cardona Lopez et al, 1994) en el cual los porcentajes de miasis fueron muy similares entre los meses de verano e invierno (23% y 21% respectivamente). Por el contrario, en el área central de la

Así, los casos de miasis por *C. hominivorax* que se presentan en forma de enzootias estacionales en el área central de la Argentina y en Patagonia norte, son mayormente el resultado de migraciones expansivas con sentido norte-sur desde las regiones subtropicales del país en donde este insecto permanece durante todo el año (Figura 5).

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 & Volpogni 1996). Debido a que este insecto no desarrolla fenómenos de diapausa, la ausencia de casos durante la época invernal pero la reaparición de los mismos en cada primavera podría ser explicado por un enlentecimiento del ciclo de las poblaciones nativas que les permita sobrellevar el invierno o a la migración anual del insecto desde el norte del país. Estudios realizados en la EEA INTA Rafaela bajo condiciones de campo y de laboratorio para establecer los efectos de factores climáticos sobre el ciclo biológico y distribución estacional del insecto en la provincia de Santa Fe indican que la segunda de estas opciones explicaría los nuevos casos de cada primavera. Los resultados de estos estudios muestran que existe una alta mortalidad larvaria y de pupas en julio y agosto así como

ausencia de actividad reproductiva de los pocos adultos que podrían sobrevivir bajo condiciones excepcionales (Anziani, 2000). La temperatura es la variable causal y en este contexto las bajas temperaturas invernales explican los severos cambios poblacionales. Así, los casos de miasis por *C. hominivorax* que se presentan en forma de enzootias estacionales en el área central de la Argentina y en Patagonia norte, son mayormente el resultado de migraciones expansivas con sentido norte-sur desde las regiones subtropicales del país en donde este insecto permanece durante todo el año (Figura 5). La aptitud climática del centro de la Argentina para sustentar la presencia de poblaciones permanentes de *C. hominivorax* podría incrementarse por un aumento de la temperaturas anuales. Por ejemplo, modelos predictivos indican que un aumento de cerca de 2° de temperatura podrían extender de forma significativa el área de dispersión endémica de este insecto en América del Norte con desplazamientos desde el sur hacia el norte (Gutierrez y Ponti 2014; Gutierrez et al. 2019. Similarmente, Nava et al. (2022) describen un escenario análogo para la garrapata común del bovino *R. microplus* en Argentina. El modelo presentado por estos autores indica que un aumento de cerca de 2°C en los meses de otoño e invierno tornaría al área centro de Argentina apta para la presencia permanente de *R. microplus*, cuya distribución actual se haya restringida a la región subtropical. Es claro que un escenario hipotético de aumento de las temperaturas por el calentamiento global va a favorecer una mayor incidencia de la miasis por *C. hominivorax* en una zona del país dónde hoy está en parte contenida por las bajas temperaturas.

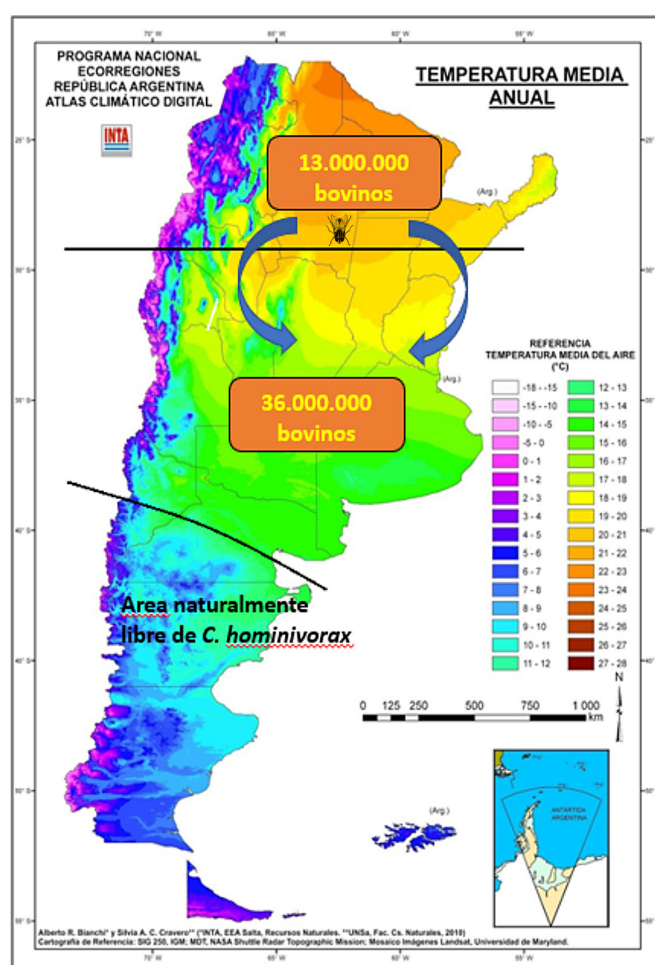


Figura 5. Esquema propuesto de los desplazamientos poblacionales Norte-Sur de *Cochliomyia hominivorax* en la Argentina desde áreas **enzoóticas anuales** hacia áreas **enzoótica estacionales** (flechas azules) y población bovina (recuadros) en cada una de ellas. Es importante considerar que estas áreas son temperatura dependiente y **pueden sufrir modificaciones** en función de esta variable.

2.3 PÉRDIDAS ECONÓMICAS EN LA PRODUCCIÓN BOVINA NACIONAL

En nuestro país el mayor impacto económico por *C. hominivorax* son los costos asociados a la prevención y al control de las miasis en las heridas susceptibles o ya infestadas lo cual demanda en promedio, 20 horas laborales mensuales dedicadas a esta actividad en cada establecimiento. No obstante, en la zona extra pampeana el tiempo demandado en la atención de casos de miasis duplica al insumido en la zona pampeana. Las pérdidas económicas causadas por la enfermedad se concentran en la mano de obra necesaria para la prevención y control de *C. hominivorax* en áreas donde el insecto se presenta como enzootia anual o estacional, y los costos asociados con los productos veterinarios empleados tanto para la prevención como para el tratamiento de las miasis. Teniendo en cuenta la sumatoria de estos conceptos, se ha hecho estimaciones que indican que las pérdidas económicas por miasis en Argentina ascienden a más de U\$S 50 millones anualmente, aunque esto no incluye pérdidas productivas como la disminución en la ganancia de peso de los bovinos en desarrollo afectados por *C. hominivorax* o a la mortalidad de animales (Signorini et al. 2022). Los cálculos hechos para Uruguay (Köbrich 2019) han

Las pérdidas económicas causadas por la enfermedad se concentran en la mano de obra necesaria para la prevención y control de *C. hominivorax* en áreas donde el insecto se presenta como enzootia anual o estacional, y los costos asociados con los productos veterinarios empleados tanto para la prevención como para el tratamiento de las miasis. Teniendo en cuenta la sumatoria de estos conceptos, se ha hecho estimaciones que indican que las pérdidas económicas por miasis en Argentina ascienden a más de U\$S 50 millones anualmente, aunque esto no incluye pérdidas productivas como la disminución en la ganancia de peso de los bovinos en desarrollo afectados por *C. hominivorax* o a la mortalidad de animales (Signorini et al. 2022).

arrojado resultados similares a los de Argentina. A pesar del tratamiento específico temprano que evita la mortalidad, las miasis también pueden tener un alto impacto negativo directo sobre la producción animal. Así por ejemplo, un estudio desarrollado en la EEA INTA Leales (Tucumán) indicó que, en terneros, las miasis pre-destete (como las producidas por la aplicación de caravanas) afectaron significativamente la tasa de crecimiento y la ganancia de peso al destete (Holgado & Cruz, 2005). Las pérdidas económicas asociadas a esta disminución en la ganancia de peso no están contempladas en los cálculos hechos por Signorini et al (2022), por lo que esas cifras se pueden considerar como una subestimación.

2.4 CONTROL

En la Argentina, como en los demás países de la región, el control de este díptero se realiza exclusivamente sobre las fases larvales a través de la aplicación de insecticidas de aplicación tópica o inyectable sobre las heridas de los hospedadores bovinos (ver Tabla X). Si bien la prevención y el tratamiento de las miasis es una de las prácticas más comunes en la producción bovina de la Argentina, es notoriamente escasa la documentación sobre la susceptibilidad de *C. hominivorax* a los diferentes grupos y formulaciones insecticidas. En los sistemas de producciones animales extensivos, el tratamiento y prevención constituyen el mayor impacto económico de esta ectoparasitosis (Köbrich, 2019). Por lo tanto, el período de acción residual de los insecticidas es un factor económico y de manejo muy importante

En bovinos, si bien la ivermectina y abamectina muestran eficacia parcial, la doramectina ha demostrado consistentemente ser la droga con mayor actividad y persistencia en experiencias llevadas a cabo con infestaciones inducidas y con desafíos experimentales homogéneos (Anziani et al, 2000). Por su actividad contra las larvas de primer estadio la doramectina protege las heridas susceptibles (por ejemplo umbilicales) por 10 a 12 días. Sin embargo, su actividad es reducida en heridas ya infestadas con larvas de segundo y tercer estadio (miasis activas).

en la profilaxis de las heridas susceptibles. En este contexto, el uso de lactonas macrocíclicas como las avermectinas es común en nuestro país para la prevención de heridas producidas al nacimiento o por prácticas habituales de manejo como la castración, el descornado etc (Anziani, 2006). En bovinos, si bien la ivermectina y abamectina muestran eficacia parcial, la doramectina ha demostrado consistentemente ser la droga con mayor actividad y persistencia en experiencias llevadas a cabo con infestaciones inducidas y con desafíos experimentales homogéneos (Anziani et al, 2000). Por su actividad contra las larvas de primer estadio la doramectina protege las heridas susceptibles (por ejemplo umbilicales) por 10 a 12 días. **Sin embargo, su actividad es reducida en heridas ya infestadas con larvas de segundo y tercer estadio (miasis activas).** Esta baja actividad frente a miasis activas no suele ser considerada en muchas situaciones y productores y veterinarios utilizan lactonas macrocíclicas sin diferenciar profilaxis o tratamientos (Signorini et al, 2022) (Tabla 1). En estos casos de miasis activas, los tratamientos curativos se basan en la aplicación local como pastas, líquidos, polvos o aerosoles de insecticidas fosforados como clorpirifos, coumaphos, diclorvos, fenitrothion, solos o en conjunto con piretroides (mayormente cipermetrina). Estos insecticidas aplicados localmente producen la expulsión de las larvas que mueren generalmente en el suelo, aunque algunas de las mismas pueden permanecer en este estado en el interior de las heridas. La eficacia de estas formas de aplicación local es muy variable y depende de la localización, profundidad y anfractuosidades de las heridas y de factores que pueden facilitar la remoción de los insecticidas como el sangrado, las lluvias, el lamido de los animales etc. De los fosforados, el coumaphos en polvo es el insecticida utilizado en las campañas de erradicación de este insecto y con el cual existe mayor información documentada sobre su eficacia. Los tratamientos locales también presentan cierta acción profiláctica sobre las heridas susceptibles, pero en general su poder residual no supera los dos o tres días. El tratamiento sugerido para heridas con larvas de segundo y tercer es-

El tratamiento sugerido para heridas con larvas de segundo y tercer estadio es a) la aplicación de un insecticida local para provocar la expulsión inmediata de esta larvas y b) administración inyectable de doramectina (0,200 mgr/kgr) para proteger a la herida por 10 a 12 días y permitir la cicatrización de la misma.

tadío es a) la aplicación de un insecticida local para provocar la expulsión inmediata de esta larvas y b) administración inyectable de doramectina (0,200 mgr/kgr) para proteger a la herida por 10 a 12 días y permitir la cicatrización de la misma. Una nueva molécula, fluralaner, perteneciente a la familia de las isoxazolininas ha sido incorporada en el 2024 al mercado veterinario argentino para el control de la garrapata común del bovino. Esta droga presenta también actividad contra *C. hominivorax* y en Brasil ha demostrado una alta eficacia para prevenir el desarrollo de miasis en heridas susceptibles por al menos 14 días post tratamiento. La actividad contra *C. hominivorax* se extiende también a las heridas que ya se

encuentran infestadas previamente con larvas, pero en estos casos su mayor eficacia se expresa a las 48 hs post tratamiento (da Costa, 2023).

Tabla 1. Establecimientos que utilizan lactonas macrocíclicas en la profilaxis y en el tratamiento (zonas Pampeana y Extrapampeana) de las miasis por *C. hominivorax*. Se destaca el alto uso como tratamiento a pesar de su actividad limitada frente a miasis activas (estadios larvales 2 y 3). Adaptado de Signorini et al. (2022)

<u>Droga</u>	<u>Extra pampeana</u>	<u>Pampeana</u>	<u>General</u>
<u>Prevención</u>			
Doramectina	47,0%	68,8%	53,0%
Ivermectina	38,0%	15,6%	31,7%
<u>Tratamiento</u>			
Doramectina	39,0%	60,9%	44,8%
Ivermectina	45,2%	20,3%	38,6%

2.5 FALLAS DE TRATAMIENTOS Y RESISTENCIA

Debido a la facilidad por la cual los dípteros desarrollan resistencia a los insecticidas, existe preocupación sobre estos fenómenos en *C. hominivorax* ya que el control químico es la única alternativa actualmente disponible en toda América del Sur. En el caso de los insecticidas locales, como organofosforados y piretroides, el diagnóstico molecular (PCR) ha permitido identificar la presencia de mutaciones de *C. hominivorax* resistentes a los organofosforados y piretroides en Brasil y Uruguay (Carvalho et al, 2010 : Tandonnet et al, 2020) pero las implicancias de estos hallazgos sobre la eficacia que están logrando estos insecticidas en el campo para controlar las larvas en las heridas de los bovinos, la frecuencia de estas mutaciones y el status de susceptibilidad o resistencia en las poblaciones del insecto a estas drogas no ha sido aún determinada a nivel regional.

Con respecto a la administración de insecticidas sistémicos como la doramectina (lactonas macrocíclicas) existe consenso entre veterinarios y productores de nuestro país para considerar que, en algunos establecimientos, la droga no muestra la eficacia original que tenía cuando fue introducida al mercado veterinario. Las evidencias documentadas han sido escasas, pero durante el año 2007, trabajos desarrollados por el laboratorio de Parasitología de la EEA INTA Rafaela en un establecimiento de cría de la provincia de Entre Ríos, demostraron una eficacia menor al 60 % de la doramectina (dosis conven-

Con respecto a la administración de insecticidas sistémicos como la doramectina (lactonas macrocíclicas) existe consenso entre veterinarios y productores de nuestro país para considerar que, en algunos establecimientos, la droga no muestra la eficacia original que tenía cuando fue introducida al mercado veterinario.

cional de 0,200 mgr/kg) en la prevención de heridas post castración. En esta experiencia, larvas de tercer estadio obtenidas en los 10 días posteriores al tratamiento fueron capaces de pupar y emerger como adultos (Anziani et al, 2007 ; Anziani & Suarez, 2013). Recientemente estudios desarrollados en un establecimiento del norte de Santa Fe por el Centro de Investigaciones Veterinarias de Tandil (CIVETAN) utilizando dos lactonas macrocíclicas a diferentes concentraciones (doramectina 1 % e ivermectina 3, 15 %) no impidieron el desarrollo de miasis escrotales en la mayoría de los terneros castrados (Muchiut et al, 2022 ; Muchiut et al, 2024 remitido). En este mismo trabajo, los estudios farmacológicos indicaron que la concentración de las drogas en las larvas se correlacionó positivamente con lo observado en el plasma y en la secreción de las heridas (DRM > IVM) pero ambas drogas fueron inefectivas para prevenir el desarrollo de miasis en esta población de *C. hominivorax*.

2.6 ALTERNATIVAS NO QUÍMICAS DE CONTROL

La distribución original de este insecto comprendía el centro y sur de los Estados Unidos, México, América Central, islas del Caribe y Sud América. El exitoso programa de erradicación basado en la técnica del insecto estéril (TIL) ha permitido que, en América del Norte, los Estados Unidos de Norteamérica, México y gran parte de América Central y el Caribe se encuentren libres de este díptero (Vargas Terán, 2000). Técnicamente la TIL consiste en la cría masiva de insectos, la esterilización sexual por radiación y la liberación en áreas infestadas. Esto produce una reducción gradual de poblaciones naturales lo que, sumado al monitoreo y tratamientos del movimiento de animales, resulta en la erradicación de este insecto. En el caso particular de *C. hominivorax*, el éxito de la TIL se basa en gran parte en la característica biológica de esta mosca dada por machos polígamos y hembras monógamas, lo cual maximiza la probabilidad de que los encuentros entre machos estériles y hembras normales silvestres derive en oviposiciones no viables por estas últimas (Knipling 1960). El programa basado en el uso de rayos X es uno de los mayores logros en la historia veterinaria de todos los tiempos y uno de los usos pacíficos menos conocido de la energía atómica. A pesar de la importancia de *C. hominivorax* para la producción ganadera y del éxito que ha tenido la TIL para erradicar a *C. hominivorax* en América del Norte y América

Técnicamente la TIL consiste en la cría masiva de insectos, la esterilización sexual por radiación y la liberación en áreas infestadas. Esto produce una reducción gradual de poblaciones naturales lo que, sumado al monitoreo y tratamientos del movimiento de animales, resulta en la erradicación de este insecto.

Central, no existe en los países del cono sur un plan basado en esta herramienta como complemento al control químico (Vargas Terán, 2000). En la región Mercosur, Uruguay ha iniciado actividades preliminares de evaluación de este tipo de planes (Marquez 2019). En el caso particular de Argentina, un trabajo en colaboración entre técnicos del INTA y del Instituto de Sanidad y Calidad Agropecuaria de Mendoza (ISCAMEN) ha logrado desarrollar y establecer una colonia de laboratorio de *C. hominivorax* originada a partir de larvas de esta especie colectadas en distintas provincias del centro y norte de la Argentina, que fueron utilizadas como insumo para establecer un sistema estable de producción masiva de moscas estériles. En la actualidad se está evaluando la viabilidad en condiciones ambientales de

estos especímenes estériles de *C. hominivorax* y su potencial impacto sobre las poblaciones silvestres, para determinar si la liberación masiva de estos insectos logra reducir la incidencia de casos de miasis y pueden ser utilizados como insumos de un plan similar al aplicado en los países de América Central y de América del Norte (Nava S, datos no publicados EEA INTA Rafaela 2024).

2.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anziani OS, Volpogni MM. (1996). Incidence of bovine myiasis (*Cochliomyia hominivorax*) in the central area of Argentina. Vector-Borne Pathogens: International Trade and Tropical Animal Diseases. *Ann N Y Acad Sci.* 1996 Jul 23;791:432-3. doi: 10.1111/j.1749-6632.1996.tb53550.x. PMID: 8784524.
- Anziani OS, Guglielmone AA, Aguirre DH. (1996). Larvicidal activity of abamectin against natural *Cochliomyia hominivorax* larva infestation. *Ann N Y Acad Sci.* 1996 Jul 23;791:443-4. doi: 10.1111/j.1749-6632.1996.tb53552.x. PMID: 8784526.
- Anziani, OS (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.
- Anziani OS, Flores SG, Moltedo H, Derozier C, Guglielmone AA, Zimmermann GA, Wanker O. (2000). Persistent activity of doramectin and ivermectin in the prevention of cutaneous myiasis in cattle experimentally infested with *Cochliomyia hominivorax*. *Vet Parasitol.* 2000 Jan;87(2-3):243-7. doi: 10.1016/S0304-4017(99)00167-3. PMID: 10622617.
- Anziani, OS (2006). Consideraciones sobre la epidemiología y el control de *Cochliomyia hominivorax*. 1º Jornada Nacional de Ectoparasitología Veterinaria Universidad Nacional del Nordeste Corrientes. Compendio de trabajos e investigaciones. EEA INTA Rafaela. rafaela.inta.gov.ar/info/documentos/anuarios/anuario2006/index.htm.
- Anziani, O.S. (2007). Avermectinas y miasis por *Cochliomyia hominivorax*. Eficacia disminuida en un establecimiento de la provincia de Entre Ríos. Compendio de trabajos e investigaciones. EEA INTA Rafaela. Publicación Miscelánea 111 :18.
- Anziani, O.S.; Suarez, V. (2013). Capítulo 24. Epidemiología y control de dípteros en estado adulto y larvario en el área central de la Argentina. Capítulo 24. En: Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y Productiva en Rumiantes. Cesar Fiel y Armando Nari (eds). Editorial Hemisferio Sur. 541-569.
- Caballero M, Hernández G, Poudevigne F, Ruiz-Martínez I. (1996). Isolation and identification of bacteria associated with the screwworm fly *Cochliomyia hominivorax*, coquerel and its myiasis. *Ann N Y Acad Sci.* 1996 Jul 23;791:248-54. doi: 10.1111/j.1749-6632.1996.tb53532.x. PMID: 8784507.
- 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.
- Carvalho RA, Limia CEG, Bass C, de Azeredo-Espin AML (2010). Changes in the frequency of the G137D and W251S mutations in the carboxylesterase E3 gene of *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) populations from Uruguay. *Vet Parasitol.* 2010;170:297–301. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.02.029. - DOI - PubMed
- da Costa AJ, de Souza Martins JR, de Almeida Borges F, Vettorato LF, Barufi FB, de Oliveira Arriero Amaral H, Abujamra LC, de Castro Rodrigues D, Zanetti Lopes WD (2023). First report of the efficacy of a fluralaner-based pour-on product (Exzolt® 5%) against ectoparasites infesting cattle in Brazil. *Parasit Vectors.* 2023 Sep 26;16(1):336. doi: 10.1186/s13071-023-05934-7. PMID: 37752574; PMCID: PMC10523720.

- FAO (1995). Insecticidal Control of the New World screwworm. SECNA/INT/001/MUL. 34 pp.
- Gutierrez AP, Ponti L. 2014. The new world screwworm: prospective distribution and role of weather in eradication. *Agric For Entomol.* 16, 158-163.
- Gutierrez AP, Ponti L, Arias PA (2019). Deconstructing the eradication of new world screwworm in North America: retrospective analysis and climate warming effects. *Med Vet Entomol.* 2019 Jun;33(2):282-295. doi: 10.1111/mve.12362. Epub 2019 Feb 13. PMID: 30758067; PMCID: PMC6849717.
- Hall M, Wall R. (1995). Myiasis of humans and domestic animals. *Adv Parasitol.* 1995;35:257-334. doi: 10.1016/S0065-308X(08)60073-1. PMID: 7709854.
- Holgado F.D. & Cruz L. (2004). Efecto de las miasis en la ganancia pre-destete de terneros. Resúmenes SA 2. 27º Congreso Argentino de Producción Animal
- Köbrich, C. (2019). Estudio de factibilidad económica para la erradicación progresiva del gusano barrenador del ganado de Sudamérica utilizando la técnica del insecto estéril: Etapa inicial-Uruguay y sus zonas fronterizas con Argentina y Brasil. International Atomic Energy Agency. Informe Final. 66 p.
- Knipling EF. The eradication of the screw-worm fly. *Sci Am.* 1960 Oct;203:54-61. doi: 10.1038/scientificamerican1060-54. PMID: 13757129.
- Krafsur ES. (1987). Climatological correlates of screwworm (*Cochliomyia hominivorax*) abundance in Texas, U.S.A. *Med Vet Entomol.* 1987 Jan;1(1):71-80. doi: 10.1111/j.1365-2915.1987.tb00325.x. PMID: 2979523.
- Marquez, L (2019). Estudios epidemiológicos de las miasis cutáneas a *Cochliomyia hominivorax* en el Uruguay. Editorial: Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). 80 p.
- Muchiut, S., Miró, M.V., Anziani, O., Nava, S., Lifschitz, A. (2024). Failure of doramectin and ivermectin in preventing myiasis caused by natural infestations of *Cochliomyia hominivorax*: a pharmacokinetic-pharmacodynamic study (Remitido para su publicación).
- Nava S, Gamietea IJ, Morel N, Guglielmone AA, Estrada-Peña A. (2022). Assesment of habitat suitability for the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in temperate areas. *Res Vet Sci.* 150, 10-21
- Novy, J.E. (1991). Screwworm control and eradication in the southern United States of America. *World Animal Review* (Special Issue) October 1991, 18-27.
- Reck J, Marks FS, Rodrigues RO, Souza UA, Webster A, Leite RC, Gonzales JC, Klafke GM, Martins JR. (2014) Does *Rhipicephalus microplus* tick infestation increase the risk for myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* in cattle? *Prev Vet Med.* 2014 Jan 1;113(1):59-62. doi: 10.1016/j.prevetmed.2013.10.006. Epub 2013 Oct 15. PMID: 24176137.
- Signorini Porchietti M, Anziani O, Rossner MV, Gamietea I, Micheloud J, Lloberas M, Martinez N, Olmos L, Sarmiento N, Abdala A, Callaci C, Bresky F, Zimmer P, Da Luz M, Reinaldi J, Pereda A, Nava S. (2022). Análisis del impacto de la miasis por *Cochliomyia hominivorax* sobre la producción ganadera en Argentina. *Rev IDIA* 21 2 (1) : 95-102.
- Tandonnet S, Cardoso GA, Mariano-Martins P, Monfardini RD, Cunha VAS, de Carvalho RA, Torres TT. (2020) Molecular basis of resistance to organophosphate insecticides in the New World screw-worm fly. *Parasit Vectors.* 2020 Nov 10;13(1):562. doi: 10.1186/s13071-020-04433-3. PMID: 33168079; PMCID: PMC7653728.
- Vargas Teran, M.; 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.
- Zumpt, F. (1965). Myiasis in man and animals in the Old World. London, Butterworths, 267 pp.



Facultad de
Ciencias Agropecuarias



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CÓRDOBA**
JESUITAS