

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS CLÍNICAS

“DETERMINACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CIPERMETRINA 6% (POUR ON), CIPERMETRINA 15% (BAÑO DE ASPERSIÓN), CIPERMETRINA 5% / ETHION 15% (POUR ON) Y CIPERMETRINA 10% / ETHION 40% (BAÑO DE ASPERSIÓN) SOBRE *Haematobia irritans* EN BOVINOS”.

Memoria de Título presentada como parte de los requisitos para optar al TÍTULO DE MÉDICO VETERINARIO.

MARTA VICTORIA ZARAMATI OLIVA

VALDIVIA – CHILE

2002

PROFESOR PATROCINANTE

Dr. Oscar Araya
Nombre

Firma

PROFESOR COPATROCINANTE

COLABORADOR

PROFESORES CALIFICADORES Dr. Gaston Valenzuela
Nombre

Firma

Dr. Ricardo Vidal
Nombre

Firma

FECHA DE APROBACIÓN: _____

INDICE

| | |
|-----------------------|----|
| 1. RESUMEN | 1 |
| 2. SUMMARY | 2 |
| 3. INTRODUCCIÓN | 3 |
| 4. MATERIAL Y MÉTODOS | 15 |
| 5. RESULTADOS | 20 |
| 6. DISCUSIÓN | 23 |
| 7. BIBLIOGRAFÍA | 28 |

Dedicada a mis padres y al MAESTRO.....

1. RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la efectividad de Cipermetrina y la asociación de Cipermetrina / Ethion, en presentación pour on y baño de aspersión, para el control de la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en bovinos.

El presente ensayo se realizó en un predio ubicado en la Comuna de Máfil, Décima Región (Chile), durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 2002. Para ello, se utilizaron 100 hembras bovinas no lactantes, las que se dividieron en 5 grupos de 20 animales cada uno, actuando uno como grupo control y los otros cuatro como grupos tratados. Para el grupo 1 se aplicó 10 ml por animal de Cipermetrina 6% (pour on). Para el grupo 2 se aplicó mediante un baño de aspersión Cipermetrina 15%. Para el grupo 3 se aplicó 10 ml de Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on). Para el grupo 4 se aplicó mediante un baño de aspersión Cipermetrina 10% / Ethion 40%. El grupo 5, sin tratamiento, fue dejado como control. Se realizaron 8 recuentos de cargas de moscas por animal, de los cuales dos fueron previo a la aplicación del tratamiento y los seis restantes fueron post tratamientos. Estos recuentos se realizaron una vez por semana y siempre a la misma hora.

Como resultado de este estudio, los tratamientos que obtuvieron un promedio de efectividad sobre el 90% durante las cinco semanas post tratamiento para el control de *H. irritans* fueron las asociaciones de Cipermetrina / Ethion pour on y baño de aspersión. No así Cipermetrina pour on y baño de aspersión, las que sólo obtuvieron un promedio de efectividad de 76% durante las cinco semanas post tratamiento.

Se concluye que la asociación de Cipermetrina / Ethion ejerció un mejor control sobre la población de *Haematobia irritans* en bovinos que Cipermetrina.

Palabras claves: *Haematobia irritans*, bovino, Cipermetrina, Cipermetrina / Ethion.

2. SUMMARY

The objective of this study was to determine the effectiveness of Cipermetrine and the association Cipermetrine / Ethion in pour on and aspersion bath presentation, for the control of *Haematobia irritans* on bovines.

The present study was carried out in a farm located in Máfil, Décima Región (Chile), during the months of February, March and April 2002.

One hundred non-lactating cows were used for this study. They were divided into 5 groups of 20 animals each one. One of these groups, without treatment, was the Control Group and the others were the Treatment Groups.

It was applied 10 ml Cipermetrine 6% via pour on to Group 1. To Group 2, it was applied 15% Cipermetrine via aspersion bath. To Group 3, 10 ml Cipermetrine 5%/ Ethion 15% was applied (pour on). To Group 4, Cipermetrine 10% / Ethtion 40% was used via aspersion bath.

Counts of loads of flies per animal were performed once a week for eight weeks at the same time of day.

Results showed that the treatment which obtained an average effectiveness over 90% during the five weeks post treatment for the control of *H. irritans* was the association of Cipermetrine / Ethion in both presentations.

With the use of Cipermetrine pour on and aspersion bath, the average effectiveness obtained was only 76% during the five weeks post treatment.

It could be concluded that the association of Cipermetrine / Ethion produced better control of the population of *Haematobia irritans* on bovines than Cipermetrine by it self.

Keys words: *Haematobia irritans*, bovine, Cipermetrine, Cipermetrine / Ethion

3. INTRODUCCION

Haematobia irritans (Linneus 1758), “mosca de los cuernos”, es un díptero hematófago considerado como uno de los ectoparásitos más importantes del bovino en muchas regiones del mundo. Es originario de Europa Central, siendo descrito en Francia en 1830. En 1886 llegó a Estados Unidos de Norteamérica con un cargamento de ganado en pie procedente de Francia (Bulman, 2001). Algunos años más tarde se había expandido a gran parte del territorio de Estados Unidos y Canadá; luego a través de México y Centroamérica llegó a Colombia y Venezuela, en donde se reportó en 1937, quedando limitado a esa extensa área americana por muchos años (Rodríguez, 1995).

En Chile, la mosca de los cuernos se observó por primera vez en el año 1968 en el valle del río Lluta en la I Región (Arica), pero inmediatamente desapareció haciendo suponer que había sido detectada equívocamente. Posteriormente se pensó que ésto ocurrió debido a las condiciones climáticas o que algún predador pudo haber afectado su ciclo biológico (González, 1968). En septiembre de 1993 volvieron a aparecer focos en la I Región y a fines de noviembre del mismo año, se observaron focos en los valles precordilleranos de la VII Región (Cisternas, 1999). Se presume que la aparición de esta plaga se debió al contrabando de animales desde Argentina. Una vez que llegó a Chile la mosca se difundió rápidamente. En un plazo de pocos meses la mosca de los cuernos afectó toda la región ganadera del país desde la IV Región en el norte hasta la X Región en el sur de Chile (Romano, 1994).

La mosca de los cuernos parasita principalmente a los bovinos, pero también a equinos y lanares. En la Décima Región se encuentra desde fines de primavera a comienzos de otoño (Cisternas, 1999).

3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

| | | |
|---------|---|-------------------------------------|
| Tipo | : | Artrópoda |
| Clase | : | Insecta |
| Orden | : | Díptera |
| Familia | : | Muscidae |
| Género | : | <i>Haematobia</i> |
| Especie | : | <i>Haematobia irritans irritans</i> |

3.2 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

La mosca de los cuernos es un insecto que mide entre 4,5 y 5,5 mm de largo, cuerpo angosto y de color oscuro (Figura 1). La cabeza es corta y tan ancha como el tórax, con ojos grandes, aparato bucal picador, con una larga probosis, más grueso en la mitad basal, palpos grandes que casi alcanzan el ápice de la probosis y antena con arista plumosa sólo en la parte dorsal (Artigas, 1994). Presenta un tórax sin manchas ni marcas longitudinales; patas largas provistas de cerdas y alas transparentes, casi blancas (Borchert, 1964).

Otras características morfológicas son sus antenas con arista con pelos no ramificados y alas con vena anal que sobrepasa la mitad del margen posterior (Rodríguez, 1994).



Figura 1: *Haematobia irritans*, vista dorsal.

3.3 CICLO DE VIDA

La mosca se encuentra sobre el ganado casi todo el tiempo, moviéndose y alimentándose entre los pelos del lomo (Campbell, 1997) y solo abandona el animal hospedador en forma temporal, volando desde éste hacia el estiércol fresco, para depositar allí sus huevos y volver nuevamente al animal (Giudice, 2000). Después del lapso de una hora de depositado el estiércol, éste se torna poco atractivo para inducir la ovoposición; además, éste es el único sustrato usado para el desarrollo de las larvas de la mosca (González, 1968; Kunz y col., 1970).

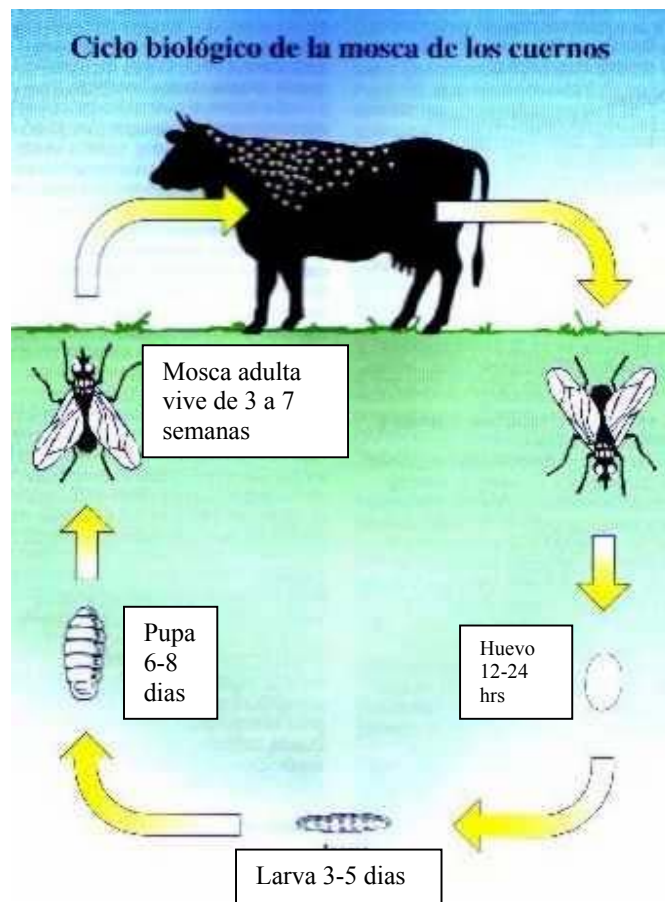


Figura 2: Ciclo biológico de *Haematobia irritans*.

H. irritans presenta cuatro estados metamórficos: huevo, larva, pupa y adulto (Jerome, 1997). Los huevos son de aproximadamente 1,5 mm de largo, de color rojizo castaño y difícilmente distinguibles en el excremento (Artigas, 1994).

Cada hembra deposita grupos de 10-20 huevos bajo los bordes de la masa fecal (Mock, 1998). Cuando los huevos son puestos sobre la cara superior de la masa fecal y ésta, por la acción del

sol y otros factores se seca y se torna pajosa, las larvas nacidas de esos huevos encuentran un medio desfavorable para su locomoción, muriendo la mayoría por deshidratación (Abrahamovich y col., 1994). Entre las 12-24 horas nace el primer estadio larval, el cual vive y se nutre del estiércol húmedo, donde la temperatura más adecuada para su desarrollo es de 27 a 33°C (Gaete y Hazard, 1994). El período entre estado de larva hasta pupa toma entre 3 a 5 días y en condiciones favorables del ciclo de desarrollo, puede ser muy corto, completándose solo entre 10 a 14 días (Mock, 1998). La pupa se transforma en mosca adulta entre 6 a 8 días (Gaete y Hazard, 1994) (Figura 2).

El apareamiento ocurre un día después de su emergencia y las hembras inician su postura de huevos a las 48 horas después (Cisternas, 1999). La longevidad de la hembra varía de 4 a 8 semanas alcanzando a oviponer desde 80 hasta casi 400 huevos (Jerome, 1997).

El ciclo biológico de este insecto se ve influenciado por las condiciones ambientales, especialmente temperatura y humedad, por lo que la duración de cada ciclo es muy variable (Rodríguez, 1995).

3.4 UBICACIÓN EN EL ANIMAL

Los lugares preferidos de ubicación de la mosca están a nivel del lomo, parte alta de miembros anteriores y tórax. Allí la mosca permanece día y noche, picando y molestando al animal. Se ubica sobre el cuerpo del bovino, con su cabeza apoyada hacia abajo y con las alas ligeramente abiertas en forma de “V” (Giudice, 2000).

3.5 OTRAS CARACTERISTICAS

En condiciones normales de verano, la mosca prefiere los pelajes de colores oscuros (Figura 4) y no tienen preferencia de color en días nublados, o en la oscuridad. Esto se debería a que este color absorbe más las radiaciones que los colores claros y consecuentemente la luz solar no ejercería efectos letales sobre las moscas (Tommasi, 1999).



Figura 4: Preferencia de la mosca de los cuernos por el pelaje oscuro

3.6 EFECTOS DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS SOBRE LA ESPECIE

La temperatura es el factor abiótico más importante en la regulación de la abundancia de *H. Irritans* (Torres y col., 1996 a). El vuelo de esta mosca se correlaciona significativamente con la temperatura, siendo este un factor crucial para inicio y término de la temporada de vuelo, agregando que la pluviometría y la humedad relativa exhiben una pobre correlación con la estacionalidad de la especie (Guglielmo y col., 1997).

Según Lysyk (1992), el fotoperíodo no influye en el tiempo de emergencia de las moscas con o sin diapausa. El desarrollo pupal presenta modificaciones por parte de la temperatura ambiente, ya que se reduce de 8,9 a 3,5 días al aumentar la temperatura de 20,1 a 34, 5 °C. Las condiciones óptimas para el desarrollo de la *Haematobia irritans* corresponde a una temperatura ambiente de 12°C a 35°C con una humedad relativa ambiente del 95% a 99% (Romano, 1994).

Temperaturas inferiores a 12°C inhiben el desarrollo de huevos y larvas; aquellas sobre 40 °C destruye las larvas. En países de clima templado como en Chile, la mosca entra en hipobiosis durante el invierno para reactivarse cuando se eleven las temperaturas (Gaete y Hazard, 1994).

3.7 PÉRDIDAS ECONÓMICAS

En Chile, se estiman que se producen pérdidas económicas de M\$ 14.293.330 para el año 2000 (González y col., 2001).

Esta mosca es hematófaga y puede ingerir por día de 11 a 21 mg de sangre (Tommasi, 1999). La mosca de los cuernos puede picar y succionar sangre de los hospedadores entre 20 y 30 veces por día (Peairs, 1996). El problema principal no es tanto la pérdida de sangre, sino la irritación que le producen al hospedador las frecuentes picaduras de la mosca, lo que ocasiona que los animales interrumpan su alimentación o descanso y realicen movimientos de cabeza y cola (Rodríguez, 1994). Poblaciones numerosas de moscas pueden estar presentes sobre el animal y cuando esto ocurre el ganado invierte un considerable esfuerzo para luchar contra el asedio de las moscas no pudiendo realizar un pastoreo normal (Campbell, 1997). La irritación causada por las recurrentes picadas, puede derivar en efectos fisiológicos causando reducción en la producción de leche, deficiencia en la conversión de los alimentos y disminución de la ganancia de peso (Mock, 1998). Una baja infestación (60 a 70 moscas por animal) reducen la ganancia de peso entre un 17 a un 22%. Un animal infectado con más de 200 moscas, de cada 5 intentos para cortar pasto sólo uno tiene éxito y los otros 4 son interrumpidos por la acción de espantar insectos. El estrés generado por las moscas provoca la disminución de la ingestión de alimentos, cayendo el peso entre un 5 a un 22% (Van Oppen, 2001).

Otro efecto ocasionado por las picaduras de las moscas son las heridas, las que pueden originar infecciones secundarias y predisposición a enfermedades u otros parásitos tales como *Stephalofilaria sp* y *Dermatobia hominis* (Rodríguez, 1994). Una de las enfermedades de importancia económica que predispone la “mosca de los cuernos”, cuando las infestaciones son altas, es la mastitis (Cisternas, 1999). Las picaduras además pueden afectar la calidad de los cueros (Tommasi, 1999) (Figura 5).



Figura 5: Lesiones en piel provocada por *H. irritans*

3.8 METODOS DE CONTROL PARA HAEMATOBIA IRRITANS

Según Romano (1994), los primeros tratamientos efectivos para combatir el parásito fueron las pulverizaciones con formulaciones insecticidas a base de nicotina o mediante el espolvoreo con polvos de piretro. A partir de 1940, el control se llevó a cabo con el uso de los insecticidas clorados como el DDT. A mitad de siglo XX se incorporaron los insecticidas a base de ésteres organofosforados, principalmente coumaphos y más tarde los carbamatos.

Posteriormente, a partir de 1970 se empiezan a estudiar los derivados de la difenilbenzoilurea, denominados IRG (reguladores del crecimiento de los insectos). A este grupo de inhibidores del crecimiento de los insectos (IGR) pertenecen el metopropene, el diflubenzuron y el triflumoron. Según este mismo autor, después del año 1980 hacen su aparición los piretroides sintéticos que, además de controlar a las moscas posadas sobre el animal, poseen un buen poder residual que lo protege de la reinfestación durante un tiempo. Los piretroides más usados son Cipermetrina, Flumetrina, Cialotrina, Ciflutrina.

Para el control de la mosca se pueden utilizar métodos químicos y biológicos.

3.8.1 Métodos químicos

El control químico se realiza mediante insecticidas. Para la aplicación de éstos existen distintos procedimientos, los que han sido adaptados a las diferentes condiciones de las explotaciones ganaderas. Los tratamientos se pueden realizar mediante aspersión, espolvoreo y autocrotales con insecticidas.

3.8.1.1 Formas de aplicación:

3.8.1.1.1 Tratamientos de aspersión: Se hacen periódicamente aplicando suspensiones o emulsiones preparadas con un insecticida organofosforado o con un piretroide sintético (Romano, 1994).

3.8.1.1.2 Tratamientos de derrame dorsal de un insecticida (método pour-on y método spot-on): De todos los métodos empleados para el control de la mosca de los cuernos, el más recomendable por su sencillez e inocuidad para los animales tratados y para el hombre que lo aplica, es el método de derrame dorsal, llamado comúnmente “pour-on” en el caso de que el producto se aplique sobre la línea media dorsal del bovino, desde la cruz hasta la base de la cola. Cuando el producto se coloca en un solo sitio del dorso, por ejemplo en la cruz, es llamado “Spot-on” (Romano, 1994).

3.8.1.1.3 Tratamientos de espolvoreo o bolsa colgante (dust-bag): Se realizan por medio de una bolsa especial llena con una formulación insecticida en polvo que se cuelga en un lugar de paso obligado de los animales, las que al contactar con éstos, se autoplica el insecticida en polvo sobre cabeza, columna vertebral y flancos. (Anziani y col., 1997).

3.8.1.1.4 Autocrotales con insecticidas: Es uno de los métodos de control de mayor uso en países con ganadería extensiva, en este sistema, el insecticida es formulado en una matriz de un polímero, generalmente de PVC, a partir del cual es liberado lentamente por un período prolongado y distribuido sobre la capa pilosa de los bovinos (Anziani y col., 1998).

3.8.1.2 Productos utilizados: Entre los insecticidas más utilizados para el control de la mosca de los cuernos se encuentran los Piretroides y los Organofosforados. Los piretroides fueron sintetizados después del descubrimiento de las piretrinas. Estas son compuestos que se encuentran en las flores del piretro *Chrysanthemum cinerariaefolium* y químicamente son ésteres de los ácidos crisantémico y pirétrico, a los que se les han dado diversos nombres (Jurado, 1989).

Reconocidos por primera vez en 1924 por Standinger y Ruzika. Desde 1935, se reconoce su capacidad antiparasitaria pero no se comercializó por su inestabilidad a la luz. Este punto se corrigió al manipular químicamente los compuestos progenitores. En 1973 se abrieron grandes expectativas para su uso, sobre todo por su alta especificidad por los insectos y baja toxicidad para los mamíferos (Sumano, 1996).

a) Piretroides

Desde la época de los años 60, se han sintetizado una serie de compuestos de base análoga, que se denominan piretroides, que intentaban soslayar la fotosensibilidad de las piretrinas naturales, conservando su acción de insecticida. Entre ellos se pueden citar la aletrina, permetrina, cipermetrina, deltametrina, fenotrina, entre otros (Niesink y col., 1996).

Estos productos se emplean en la mayoría de los productos pour-on, éstos actúan en forma percutánea ya que se distribuyen sobre la superficie del cuerpo del animal actuando sobre los parásitos por contacto, por ingestión o por vapores (Romano, 1994).

Los síntomas agudos de envenenamiento se manifiestan clínicamente en forma de temblores, hiperexcitabilidad y ataxia. Los estudios histológicos presentan disrupción axón y mielina (FAO, 1980).

Neuropatía inducida por piretroides: Su mecanismo de acción no es bien conocido. Se considera que origina una prolongación de la fase de repolarización de la membrana de la célula nerviosa y, por consiguiente, un alargamiento del flujo de potasio, bloqueando la transmisión del impulso nervioso (Jurado, 1989).

Cipermetrina

La cipermetrina es un insecticida piretroide sintético que se aplica tópicamente al ganado vacuno, ovino y a las aves de corral. Se trata de una mezcla de isómeros, cuatro *cis* y cuatro *trans*, de los cuales los *cis* son los más activos biológicamente y los más persistentes (OMS, 1998).

Toxicidad: La toxicidad oral aguda de la cipermetrina es de moderada a alta. La OMS ha clasificado estas sustancias como “moderadamente peligrosas”. En las ratas y los ratones, la DL 50 oral se sitúa entre 82 y 4000 mg por kg de peso para la cipermetrina; las variaciones dependen del vehículo utilizado. Con dosis letales o casi letales, los signos son típicos de los piretroides del tipo II y comprenden salivación, ataxia, trastornos de la marcha y convulsiones.

Las personas expuestas profesionalmente a la cipermetrina reaccionaron en primer lugar con sensaciones cutáneas molestas, y seguidamente con efectos sistémicos tales como mareo, cefalea, náuseas, parestesias e hipersudación. En los casos más graves aparecieron contracciones fasciculares en los músculos anchos o en las extremidades. En los obreros que efectuaban rociamientos con cipermetrina no se observaron signos clínicos de alteraciones del sistema nervioso; sin embargo, no se hicieron determinaciones del nivel de exposición (OMS, 1998).

Residuos: La cipermetrina no se acumula en la carne. La mayor parte de los residuos se excreta en la orina y las heces en proporciones aproximadamente iguales, como productos de hidrólisis conjugada y como compuesto originario respectivamente (FAO, 1980).

En terneras tratadas con 0,5 g de cipermetrina en forma de aspersión los niveles de residuos en el músculo e hígado fueron mínimos o incluso indetectables durante todo el periodo post tratamiento (14 días). En todo ese período se encontraron residuos en los riñones (hasta 130 $\mu\text{g}/\text{kg}$.) y niveles muchos más altos en la grasa peritoneal y en la subcutánea. Las concentraciones más altas registradas en todos los tratamientos se encontraron en la grasa peritoneal (hasta 1400 $\mu\text{g}/\text{kg}$.) (OMS, 1998).

Límites máximos de residuos: La IDA (Ingesta Diaria Admisible) es de 0-50 μg por Kg. de peso, lo que equivale a una IDA máxima de 3000 μg para una persona de 60 Kg. La IDA es la misma que se estableció en 1981 la Reunión Mixta FAO/OMS sobre Residuos de Plaguicidas (OMS, 1998; Blüthgen y Heeschen, 1997). En leche el límite máximo permitido es de 0,05 mg/kg. (Blüthgen y Heeschen, 1997).

b) Organofosforados

Los insecticidas organofosforados son ésteres o amidas de ácidos fosfóricos, cuya actividad biológica es debida a una poderosa inhibición de la colinesterasa, enzima responsable de la hidrólisis fisiológica de la acetilcolina (Humpherys, 1988).

Desde el punto de vista químico, se establece, entre los más conocidos, cinco grandes grupos: fosfatos, pirofosfatos, tiofosfatos, ditiofosfatos y un grupo de varios (Jurado, 1989).

Fármacos parasimpaticométicos de efecto indirecto irreversible: En este grupo se incluyen los insecticidas y antihelmínticos organofosforados. En el organismo, forman con la acetilcolinesterasa un complejo enzimático fosforilado que no se disocia. Dependiendo del agente organofosforado, se puede ejercer una inhibición mortal de la acetilcolinesterasa. La

intoxicación con insecticidas organofosforados incluye estimulación de los receptores nicotínicos y muscarínicos (Fuentes, 1992).

Mecanismo molecular para la inactivación de la acetilcolinesterasa: El grupo de los organofosforados inactivan la acetilcolinesterasa, formando un complejo. En este caso, la misma enzima acetilcolinesterasa hidroliza rápidamente al insecticida, pero forma un complejo enzimático fosforilado que se disocia muy lentamente, o bien no se disocia (Sumano y Ocampo, 1997).

Los receptores de acetilcolina (colinérgicos) se dividen en muscarínicos y nicotínicos. Los receptores muscarínicos están localizados en todos los órganos efectores del sistema nervioso parasimpático, como el músculo cardíaco, músculo liso y glándulas exocrinas. La acción de la acetilcolina provoca efectos muscarínicos en los receptores tales como vasodilatación, bradicardia, miosis, aumento del tono del músculo liso e hipersalivación (Humpherys, 1988).

Los receptores nicotínicos se encuentran en los ganglios parasimpáticos y simpáticos, en la médula adrenal y en la placa neuromuscular. La acción de la acetilcolina provoca efectos en los receptores nicotínicos tales como: vasoconstricción, taquicardia, aumento del peristaltismo, temblores, convulsiones y parálisis (Fuentes, 1992).

Estos insecticidas sistémicos tienen el grave inconveniente de que, por encontrarse en la circulación sanguínea, dejan residuos en la carne y la leche de los animales tratados (Romano, 1994).

Ethion

Es un éster sintético derivado del ácido fosfórico, activo por contacto y eventualmente por ingestión e inhalación, puesto que a temperaturas ordinarias tienen alta presión de vapor (Burgat-Sacaze y col, 1988). El Ethion pertenece al grupo de los ditiofosfatos (Ditiofosfato de dietil-S-[tiometil-O,O, dietil-fósforo-ditionato]) (Jurado, 1989). Por ser compuestos liposolubles, la absorción es más rápida tanto en la piel como en el tracto gastrointestinal. Se distribuyen en casi todos los tejidos, por tal motivo se debe tener precaución en vacas lactantes (Sumano, 1996).

Toxicidad: El mecanismo de acción es irreversible tanto en los rumiantes como en los parásitos, presentándose signos típicos de sobreestimulación colinérgica. Los compuestos desarrollados en la actualidad son proporcionalmente más tóxicos para los parásitos que para los hospedadores. Se unen a la acetilcolinesterasa formando un complejo muy difícil de disolver, por ello los parásitos son incapaces de coordinar y no pueden seguir sujetos al sitio donde se encuentran (Sumano, 1996).

Residuos: Vacas tratadas con dosis de ethion de 20.0 ppm durante 30 días, los residuos encontrados fueron de 0.008 ppm en músculo y de 0.222 ppm en tejido graso. Los residuos de ethion no fueron detectables (< 0.005 ppm) en riñón e hígado (Knizner, 1999).

Ingesta diaria admisible: Las comparaciones establecidas sobre la inhibición de la colinesterasa del plasma por el ethion en seres humanos (0,15 mg/kg. pc/día) y en perros (0,01 mg/kg. pc/día) indicaba que esta respuesta ocurre a una dosis excesivamente baja en el perro y que, por esta razón, el perro no es una especie apropiada para hacer comparaciones. Por lo tanto, la IDA se basó en el estudio de la teratogenicidad en la rata a que se le aplicó un factor de seguridad de 100, lo que da una IDA de 0-0,002 mg/kg. pc.(FAO, 1991). Este valor de IDA aún sigue vigente según el Codex Alimentarius de 1998 volumen 2B, el que señala como IDA 0,002 mg/kg. pc (FAO, 1998).

3.8.2 Método de Control Biológico

El control se puede efectuar por medio de variedades de escarabajos estercoleros, por medio de la esterilización de machos por irradiación o por medio de avispas: los principales roles que juegan las distintas familias de insectos y ácaros, así como la de otros invertebrados en relación con las moscas son los siguientes:

- Parasitoides: organismos que alternativamente son parásitos o de vida libre. Ellos son introducidos bajo la forma de huevos desarrollando a larva que destruyen en particular a las pupas, por ejemplo los del género *Muscidifurax*.
- Depredadores: los adultos de *Spalangia* se comportan como atacantes del estado adulto de *H. irritans*.
- Competidores por el sustrato: son aquellos que en general compiten por la fuente alimentaria de las larvas. Se describen numerosas familias de dípteros, como los *Muscidae* y numerosos coleópteros de la familia *Scarabaeidae* y *Aphodiidae*.
- Desecadores del sustrato: son los que como producto de su actividad perforan galerías en el interior de las bostas, facilitando su deshidratación y pérdida de sus cualidades de amortiguador térmico. Por otro lado la acción de las lombrices de tierra (*Annelida oligochaeta*) (Torres y col., 1994).

3.9 RESISTENCIA

El control de la mosca de los cuernos en bovino se ha realizado mayoritariamente a través de la aplicación “pour on” de insecticidas piretroides. Sin embargo, el desarrollo creciente de poblaciones resistentes de la mosca a los piretroides hace necesario considerar la posibilidad de utilización de otros insecticidas y método de aplicación. En este contexto, los insecticidas fosforados han reemplazado al uso de los piretroides en aquellos lugares donde se ha visto disminuida la eficacia de éstos últimos (Guglielmone y col., 2000).

En base a estos antecedentes, el objetivo de este trabajo es estudiar y comparar la efectividad de cuatro productos, dos piretroides y dos asociaciones de éstos con un organofosforado en presentación pour on y baño de aspersion sobre la mosca de los cuernos en vacas no lactantes.

Para este fin se ha planteado la siguiente hipótesis:

La asociación piretroides/organofosforado tiene mayor efectividad para el control de mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*) en bovinos hembras no lactantes que el uso de sólo piretroides.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 MATERIAL

4.1.1 Lugar del ensayo

El presente ensayo se efectuó en el Fundo San Pedro, ubicado en la comuna de Máfil, provincia de Valdivia, Décima Región (Chile), durante los meses de Febrero, Marzo y Abril de 2002.

4.1.2 Población en estudio

Se trabajó con una población de 100 bovinos hembras no lactantes, entre 2 y 4 años de edad, de raza Overo Negro y Hereford, las que se dividieron en 5 grupos de 20 animales cada uno, actuando uno como grupo control y los otros cuatro restantes como grupos tratados.

4.1.3 Productos insecticidas utilizados

Para el presente estudio, se utilizaron cuatro productos. Estos fueron Cipermetrina 6% (pour on*), Cipermetrina 15% (baño*), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on*) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño*).

4.1.4 Descripción de los 4 insecticidas empleados

4.1.4.1. Cipermetrina 6% (CIPERMETRINA POUR-ON ®)

Características químicas:

| | |
|-----------------------|---|
| Denominación química: | (RS)- -ciano-3-fenoxibencil(1RS) -cis,trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2- dimetilciclopropanocarboxilato: |
| Fórmula molecular: | C ₂₂ H ₁₉ C ₁₂ NO ₃ |
| Valoración: | 90% mín (GLC) |
| Relación cis-trans: | 40 + 5% cis/60 + 5% trans. |

* ® Laboratorio Microsules Chile S.A.

Características físicas

| | |
|-----------------|--|
| Peso molecular: | 416,3 |
| Estado físico: | Líquido altamente viscoso. |
| Color: | Marrón amarillento. |
| Olor: | Inespecífico. |
| Solubilidad: | En agua 0,01 – 0,20mg/l a 21°C En hexano 103g/l a 20°C En acetona, ciclohexano, etanol, xileno y cloroformo mayor que 450g/l a 20°C. |
| Densidad: | 1,12g/ml a 22°C |

4.1.4.2 Cipermetrina 15% (CIPERMETRINA BAÑO ®)

Características químicas y físicas similares va Cipermetrina 6%.

® Laboratorio Microsules Chile S.A.

4.1.4.3 Cipermerina 5% / Ethion 15% (ECTOSULES PLUS POUR – ON ®)

Principios activos

| | |
|-------------------|---------------|
| Cipermetrina: | 5g |
| Ethion: | 15g |
| Excipientes | |
| Dimetilsulfoxido: | 10ml |
| 2-Etoxietanol: | c.s.p. 100ml. |

Especificaciones del producto.

| | |
|-------------------------------|---|
| Aspecto: | Líquido móvil, transparente, libre de partículas. |
| Color: | Amarillo. |
| Densidad: | 0,99 – 1,00g/ml |
| Dosificación de cipermetrina: | 4,50 – 5,50 %p/v |
| Dosificación de ethión: | 13,5 – 6,50 %p/v |

Ethion.

Características químicas.

| | |
|------------------|---|
| Nombre genérico: | Ethion. |
| Nombre químico: | Acido S,S'-metilen-O,O,O',O-tetraetiléster Fosforoditioico. |
| Sinonimia: | Diethion, Ethiol 100, Ethyl methylene Phosphorodithioate. |
| Clase química: | Insecticidas organofosforados. |
| Forma molecular: | $C_9H_{22}O_4P_2S_4$ |
| Peso molecular: | 384,5 |

Propiedades físicas.

| | |
|----------------------|--|
| Aspecto: | Líquido incoloro a ligeramente amarillo marrón. |
| Olor: | El producto grado técnico tiene olor desagradable característico. |
| Peso específico: | 1,215 – 1,230 g/cc a 20° C. |
| Punto de ebullición: | 150° C con descomposición. |
| Solubilidad: | Prácticamente insoluble en agua; soluble en etanol, metanol, ligeramente soluble en acetona, clorofomo xileno. |
| Volatilidad: | Prácticamente no volátil a temperatura ambiente (presión de vapor: $1,5 \cdot 10^{-5}$ mm Hg a 20° C). |

4.1.4.4 Cipermetrina 10% / Ethion 40% (ECTOSULES PLUS BAÑO ®)

Principios activos

| | |
|---------------|----------------|
| Cipermetrina: | 10g |
| Ethion: | 40g |
| Excipientes | Nonilfenol 30g |
| etoxilado: | |
| Xilol | c.s.p. 100ml. |

4.1.5 Otros Materiales:

- Bomba de espalda.
- Guantes.
- Overol.
- Mascarilla.
- Anteojos de protección.
- Contador manual para cuantificar la cantidad de moscas presente en cada animal.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Conteo:

Se efectuó un recuento de moscas por cada animal a fin de conformar grupos tratados y controles con cargas individuales similares y que a su vez el promedio de las cargas de todos los grupos fuese lo más parecido posible. La selección de los grupos se hizo al azar. Estos recuentos se efectuaron dos veces antes de la aplicación de los productos en estudio: uno al momento de conformarlos (19 de Febrero de 2002) y otro al momento previo de la aplicación de los productos (26 de Febrero de 2002).

Cada animal se identificó con un autocrotal numerado en la oreja.

4.2.2 Metodología de trabajo:

Se tomó como pauta para la metodología de trabajo “El protocolo para medir la eficacia de formulaciones de uso veterinario contra la mosca de los cuernos” estipulado por el Servicio Agrícola Ganadero (Chile, 2000). La carga mínima de moscas por cada animal fue de 50 moscas y el recuento se efectuó siempre al mismo lado del animal.

4.2.3 Area de conteo:

El área de conteo fue similar en todos los animales y se consideró un metro cuadrado de la superficie corporal más afectada (cruz, lomo y flanco izquierdo). El número de moscas para cada animal fue registrado en una planilla.

Para efectuar el conteo se juntaron todos los animales en un corral dotado de una manga y pesa romana, en la cual ingresaron los animales a la manga y se procedió a anotar en una planilla el número del autocrotal y el número de moscas presentes en el animal.

4.2.4 Recuento post aplicación desde el 5 de Marzo al 9 de Abril del 2002:

Los recuentos para medir la efectividad fueron efectuados una vez por semana y siempre a la misma hora (14:00 hrs), realizándose un total de seis conteos posterior a la aplicación de los productos en estudio.

4.2.5 Métodos de aplicación de los productos:

Los grupos así conformados recibieron los siguientes tratamientos:

- **Grupo 1:** se aplicó manualmente desde la región de la cruz hasta la grupa 10 ml por animal de Cipermetrina 6% (pour-on).

- **Grupo 2:** se aplicó mediante un baño de aspersión por bomba de espalda Cipermetrina. Solución: 10ml de Cipermetrina al 15% por cada litro de agua para baño de aspersión.
- **Grupo 3:** se aplicó desde la región de la cruz hasta la grupa 10 ml de Cipermetrina5% / Ethion 15% (pour-on).
- **Grupo 4:** se aplicó mediante un baño de aspersión por bomba de espalda Cipermetrina / Ethion. Solución: 10ml de Cipermetrina10% / Ethion 40% por cada litro de agua para baño de aspersión.
- **Grupo 5:** (Control). A este grupo no se le realizó ningún tipo de tratamiento.

4.2.6 Análisis de los datos.

Para analizar los datos se usó la fórmula de porcentaje de disminución de moscas. Entiéndase que el porcentaje de disminución de moscas es lo mismo que el porcentaje de efectividad otorgada por el producto en estudio.

Porcentaje de disminución: Se consideró una buena efectividad cuando se obtuvo una reducción en el recuento de moscas mayor a 90%. Este porcentaje se calculó semanalmente de acuerdo al promedio de moscas que tenía en el grupo control y el grupo tratado.

Para ello se utilizó la siguiente fórmula (Romano y col., 1997; Chile, 2000):

$$\% \text{ de disminución} = \frac{\text{pm grupo controles} - \text{pm grupo tratado}}{\text{pm grupo controles}} \times 100$$

pm: promedio de moscas.

4.2.7 Método estadístico

Se realizó un análisis de variación no paramétrico de Kruskal-Wallis con 95% de intervalo de confianza. Cuando existieron diferencias significativas ($p < 0,05$), se realizó el test de comparación múltiple de Dunn.

5. RESULTADOS

Los promedios de moscas del grupo control y los grupos tratados se presentan en el Gráfico 1 (Anexo 1).

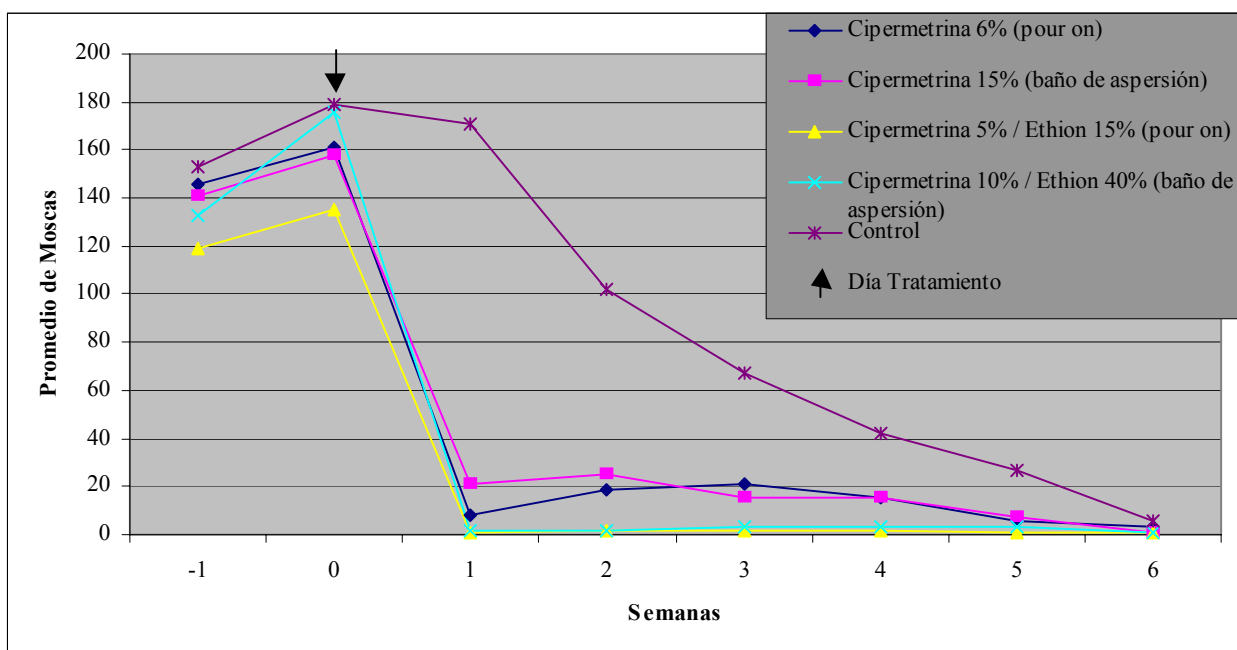


Gráfico 1: Promedio de moscas por semana pre y post tratamiento en vacas no lactantes tratadas con Cipermetrina 6% (pour-on), Cipermetrina 15% (baño de aspersión), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour-on), Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión) y Grupo Control sobre *H. irritans* en bovinos.

El Grupo Control obtuvo su mayor promedio de moscas durante la última semana de Febrero, para luego ir decreciendo en forma prácticamente constante durante el tiempo hasta finalizar el ensayo.

Durante las semanas pre tratamiento, no se observó diferencia significativa ($p > 0,05$) entre el Grupo Control y los Grupos tratados ni entre Cipermetrina (pour on y baño) v/s las asociaciones Cipermetrina / Ethion (pour on y baño). Tampoco se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre Cipermetrina 6% (pour on) v/s Cipermetrina 15% (baño de

aspersión) ni en las asociaciones de Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) v/s Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión) (Tabla 1). Después de aplicado los productos hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) con el grupo control desde la primera semana post tratamiento hasta la cuarta semana post tratamiento. En la quinta semana post tratamiento sólo se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el Grupo Control y ambas asociaciones de Cipermetrina / Ethion (pour on y baño de aspersión). Entre los grupos tratados, sólo se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre Cipermetrina 6% (pour on) y los grupos de asociación Cipermetrina / Ethion en la tercera semana post tratamiento. Para la sexta semana post tratamiento no se observó diferencia significativa ($p > 0,05$) para todos los grupos en estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio de moscas, desviación estándar y significación estadística entre Grupos Control y Tratados con Cipermetrina y asociación Cipermetrina / Ethion*.

| Semanas | Grupos | | | | |
|---------|------------------|-----------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Control | Cipermetrina 6% | Cipermetrina 15% | Cipermetrina 5% / Ethion 15% | Cipermetrina 10% / Ethion 40% |
| -1 | 153 ± 76,35 a | 146 ± 84,63 a | 141 ± 168,80 a | 119 ± 87,72 a | 133 ± 150,90 a |
| -2 | 179 ± 75,85 a | 161 ± 148,99 a | 158 ± 90,93 a | 135 ± 132,44 a | 176 ± 215,35 a |
| 1 | 171 ± 107,17 a | 8 ± 15,45 b | 21 ± 31,23 b | 1 ± 1,23 b | 2 ± 2,28 b |
| 2 | 102 ± 61,92 a | 19 ± 23,48 b | 25 ± 32,96 b | 2 ± 3,02 b | 2 ± 3,53 b |
| 3 | 67 ± 47,68 a | 21 ± 20,74 b | 15 ± 18,68 bc | 2 ± 2,24 c | 3 ± 6,22 c |
| 4 | 42 ± 32,52 a | 15 ± 19,74 b | 15 ± 18,36 b | 2 ± 2,50 b | 3 ± 5,26 b |
| 5 | 27 ± 23,33 a | 6 ± 7,06 ab | 7 ± 11,01 ab | 1 ± 3,11 b | 3 ± 6,00 b |
| 6 | 6 ± 7,82 a | 3 ± 3,52 a | 1 ± 2,07 a | 1 ± 1,84 a | 1 ± 2,79 a |

*Diferentes letras en sentido horizontal muestran diferencia significativa ($p < 0,05$).

Para cada Grupo Tratado no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) después de la aplicación de los productos. Hubo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las semanas pre tratamiento y las semanas post tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Promedio de moscas, desviación estándar y significación estadística dentro de cada grupo tratado.

| Semanas | Grupos | | | |
|-----------|--------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | Cipermetrina 6% | Cipermetrina 15% | Cipermetrina 5% / Ethion 15% | Cipermetrina 10% / Ethion 40% |
| -1 | 146 ± 84,63 a | 141 ± 168,80 a | 119 ± 87,72 a | 133 ± 150,90 a |
| -2 | 161 ± 148,99 a | 158 ± 90,93 a | 135 ± 132,44 a | 176 ± 215,35 a |
| 1 | 8 ± 15,45 b | 21 ± 31,23 b | 1 ± 1,23 b | 2 ± 2,28 b |
| 2 | 19 ± 23,48 b | 25 ± 32,96 b | 2 ± 3,02 b | 2 ± 3,53 b |
| 3 | 21 ± 20,74 b | 15 ± 18,68 b | 2 ± 2,24 b | 3 ± 6,22 b |
| 4 | 15 ± 19,74 b | 15 ± 18,36 b | 2 ± 2,50 b | 3 ± 5,26 b |
| 5 | 6 ± 7,06 b | 7 ± 11,01 b | 1 ± 3,11 b | 3 ± 6,00 b |
| 6 | 3 ± 3,52 b | 1 ± 2,07 b | 1 ± 1,84 b | 1 ± 2,79 b |

* Diferentes letras en sentido vertical muestran diferencia significativa ($p < 0,05$).

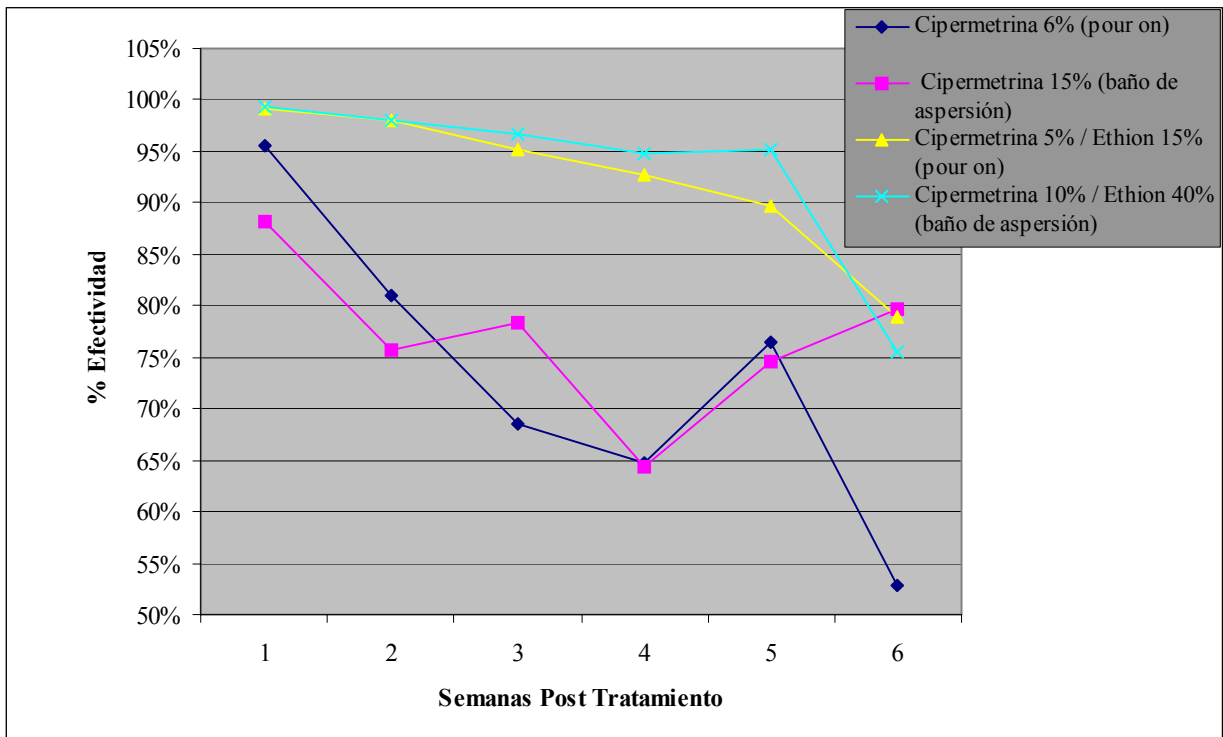


Gráfico 2: Tendencia de Porcentaje de efectividad de moscas con el uso de Cipermetrina 6% (pour-on), Cipermetrina 15% (baño de aspersión), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour-on) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión) sobre *H. irritans* en bovinos.

La efectividad de los productos varía en el tiempo (Gráfico 2). Se puede observar tendencias claras hasta la quinta semana post tratamiento. Los porcentajes obtenidos en la sexta semana post tratamiento pueden considerarse influenciados por condiciones climáticas y biológicas. Por ello la efectividad promedio de los productos se calcularon hasta la quinta semana post tratamiento siendo para:

- Cipermetrina 6% (pour on) → 77,25 %
- Cipermetrina 15% (baño de aspersión) → 76,24%
- Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) → 96,77%
- Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión) → 94,94%.

6. DISCUSION

6.1 CARACTERIZACION DEL GRADO DE INFESTACION DE *H. irritans* EN EL GRUPO CONTROL Y SU RELACION CON LOS FACTORES CLIMÁTICOS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.

El grado de infestación para el Grupo Control durante el periodo que se llevó a cabo este estudio, comienza con un alza de infestación en el mes de Febrero para luego decrecer en forma rápida y casi constante a través del tiempo, encontrándose bajas poblaciones de moscas a fines de Marzo y primera quincena de Abril (Gráfico 1). Esto coincide con lo encontrado por Rodríguez (1995), al indicar que el vuelo de *H. irritans* se caracteriza por presentar su mayor intensidad en los meses de Diciembre a Febrero, en presencia de condiciones óptimas de temperatura y humedad. Sin embargo no coincide con un estudio realizado por Guglielmone y col. (1997), en la localidad de Santa Fé, Argentina, los cuales indican que la mayor abundancia de moscas de los cuernos durante un período de estudio de dos años consecutivos, se obtuvo desde fines de Primavera hasta mediados de Otoño. Esto se debería probablemente a las diferentes condiciones climáticas en que se efectuaron estos estudios.

En este ensayo, la temperatura promedio para el mes de Febrero, Marzo y Abril, en este estudio fue de 17.6°C, 13.8°C y 12.6°C respectivamente. La humedad relativa fue de 69% para el mes de Febrero, 82% para el mes de Marzo y 87% para el mes de Abril (Obtenido del Centro Meteorológico de la Universidad Austral de Chile). Estos datos explicarían el descenso del promedio de moscas del grupo control durante el mes de Marzo y primera quincena del mes de Abril del año 2002 ya que temperaturas inferiores a 12°C inhiben el desarrollo de huevos y larvas (Gaete y Hazard, 1994), por lo que temperaturas cercanas a 12°C muestran baja presencia de esta mosca.

En relación a la humedad relativa, la mayor intensidad de infestación se encontró en aquellos periodos con porcentajes cercanos al 70% y la menor intensidad cercanos al 90%.

Los resultados antes expuestos concuerdan con antecedentes entregados por el SAG (Chile, 1992), los cuales señalan que los factores climáticos más determinantes en la intensidad de ataque de *H. irritans*, expresada por la actividad de vuelo, son la temperatura y la humedad. Torres y col. (1996 a), afirman que la temperatura fue el factor abiótico más significativo en la abundancia poblacional de *H. irritans*.

Al parecer, la temperatura no sólo presenta efectos durante la época de vuelo, sino que además parece jugar un importante rol sobre el inicio y término del período de diapausa pupal, lo que es descrito por Lysyk (1999).

Por otra parte existen antecedentes obtenidos por Lysyk y Moon (1994), quienes indican que la diapausa es generalmente inducida a fines del Verano o comienzos del Otoño por factores como el fotoperíodo, ya que una reducción del fotoperíodo y la radiación ultravioleta induce la diapausa durante el mes de Octubre (Abril (HS)) en la zona de Texas, Estados Unidos, situación que podría haber sucedido en el mes de Abril en el presente estudio, atribuyéndose la reducción del grado de infestación al comienzo del receso por diapausa.

6.2 EFECTIVIDAD DE CIPERMETRINA PARA EL CONTROL DE *H. irritans*.

El presente estudio muestra como disminuye el promedio de moscas del grupo tratado con Cipermetrina 6% (pour on) y Cipermetrina 15% (baño) en la primera semana post tratamiento. Para la segunda semana post tratamiento, se observó un aumento del promedio de moscas en ambos grupos y la tercera semana post tratamiento sólo para Cipermetrina 6 % (Pour on) (Gráfico 1), siendo estas elevaciones de carácter no significativa ($p < 0,05$) para Cipermetrina 6% (pour on) y Cipermetrina 15% (baño de aspersión) (Tabla 2).

Al observar la efectividad (Gráfico 2), el efecto de Cipermetrina 6% (Pour-on) fue disminuyendo en forma constante hasta la cuarta semana post aplicación, lo cual podría indicar la existencia de resistencia de esta población frente a este producto. Para la quinta semana post tratamiento, se observó una leve alza en el porcentaje de efectividad, lo cual se podría atribuir a la menor cantidad de moscas presente en el medio dado a las bajas temperaturas existentes en el mes de Abril.

Para Cipermetrina 15% (Baño), se observó una caída del porcentaje de disminución en la segunda semana post aplicación para luego tener una leve alza en la tercera semana post aplicación y disminuir posteriormente en la cuarta semana post aplicación (Gráfico 2). Esta leve alza se podría deber a una variación biológica, puesto que todos los grupos tratados disminuyeron su carga de moscas en la tercera semana post tratamiento. Además no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) para el promedio de moscas para el Grupo Cipermetrina 15% (baño) a partir de la primera semana post aplicación (Tabla 2).

La pérdida progresiva de la efectividad de Cipermetrina se ve reflejada en su constante descenso observado en este estudio. Esto coincide con lo encontrado por Guglielmo y col. (1998), quienes realizaron un diagnóstico de poblaciones de la *H. irritans* resistentes a la

Cipermetrina en Santa Fé, Argentina, obteniendo como resultado un progresivo deterioro de la eficacia de la Cipermetrina, la cual para Octubre de 1996 era incapaz de proteger en forma total a la mayoría de los bovinos a los 7 días post tratamiento.

Estudios realizados por Marques y col. (1997), en seis establecimientos de Uruguay obtuvieron como resultado una marcada resistencia a Cipermetrina en todos los establecimientos. El porcentaje de mortalidad de la mosca rara vez alcanzó el 100%. A su vez señaló que durante 1978-1991, las poblaciones de moscas fueron controladas fundamentalmente por los piretroides debido a que los organofosforados habían sido desplazados del mercado y que la presencia de moscas altamente resistentes a la Cipermetrina en Uruguay se debía a aquellas que ingresaron al país ya que habían sido seleccionadas por este principio activo.

Torres y col. (1996 b), observaron que hacia fines de 1995, en Argentina, se comenzó a detectar limitaciones en el poder residual de algunos productos en base a piretroides. El temor a sufrir graves pérdidas en los rodeos llevó a tratar a los animales muchas veces en forma no racionalmente planificada, empleando principalmente piretroides sintéticos en distintas formas de aplicación: baños por inmersión, baños de aspersión y pour-on.

Según Pruett y col. (2000), el sitio molecular primario para la acción de los piretroides parece ser el canal del sodio. Una mutación en la proteína del sitio en el canal del sodio previene la interacción conformacional apropiada para la toxina del piretroide, protegiendo de esta forma a la mosca de un rápido derribo puesto que se producen mutaciones moleculares en el gen del canal de sodio de dicho díptero.

Romano y col. (1997), señalan que normalmente una población de *H. irritans* se encuentra constituida por individuos homocigotas (SS) susceptibles a los insecticidas, y unos pocos individuos homocigotas (RR) resistentes a estos productos. El repetido uso del mismo insecticida a lo largo de varias generaciones de moscas determinó que se eliminarán paulativamente los individuos homocigotas (SS) de la población quedando ésta constituida solamente por individuos homocigotas recesivas (RR).

En la sexta semana post tratamiento, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el promedio de moscas entre el Grupo Control y Cipermetrina 6% (pour on) y Cipermetrina 15% (baño de aspersión) (Tabla 1), lo cual podría ser atribuible al bajo promedio de moscas encontrado en esa semana para todos los grupos.

6.3 EFECTIVIDAD DE CIPERMETRINA / ETHION PARA EL CONTROL DE *H. irritans*.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran una disminución en el promedio de moscas (Gráfico 1) en la primera semana post tratamiento, disminución que se mantuvo durante todo el periodo de estudio para las asociaciones de Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión), las cuales se mantuvieron bajas y prácticamente constante. Se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el Grupo Control y las asociaciones de Cipermetrina / Ethion (pour on y baño) (Tabla 1), desde la primera semana post tratamiento hasta la quinta semana post tratamiento. Además se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) en la tercera semana post tratamiento entre Cipermetrina 6% (pour on) y ambas asociaciones de Cipermetrina / Ethion (Tabla 1), ya que hubo un aumento del promedio de moscas para el grupo de Cipermetrina 6% durante la tercera semana post tratamiento, lo cual produjo diferencia significativa. En la sexta semana post tratamiento, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) para el promedio de moscas entre el Grupo Control y Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersión) (Tabla 1), lo cual podría ser atribuible al bajo promedio de moscas encontrado en esa semana para todos los grupos.

Con respecto a la efectividad, se observó un alto porcentaje de ésta ($>90\%$) durante las cinco semanas post aplicación para los productos Cipermetrina 5% Ethion 15% (pour on) y Cipermetrina 10% Ethion 40% (baño de aspersión) (Gráfico 2). La efectividad de estos productos esta dada por la doble acción que ejerce la asociación de Cipermetrina / Ethion sobre la mosca: 1) por la acción de Cipermetrina a nivel de los canales de sodio, bloqueando la transmisión nerviosa y 2) por el Ethion, el cual inhibe a la enzima acetilcolinesterasa, produciendo un aumento de acetilcolina en el receptor. Esto explicaría la duración prolongada de esta asociación. Esto concuerda con Ahrens (1996), quien señala que los mecanismos de acción de insecticidas organofosforados y piretroides comparten la doble acción. Esto no concuerda con estudios realizados por Ascanio y col. (1998), quienes señalan que la adición de Ethion al 83% a la Cipermetrina, en concentración del 2% y 4%, parece ejercer una acción de potenciación de efectos al incrementar de manera altamente significativa el efecto ectoparasiticida de la Cipermetrina y del Ethion. Romano y col. (1997), señalan que el fenómeno de sinergismo potenciativo entre organofosforados más piretroides sintéticos no se evidenciaría en el caso de la *Haematobia irritans*.

CONCLUSIONES

- La asociación de Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour-on) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño de aspersion) para el control de *Haematobia irritans* tuvo una efectividad promedio para las 5 semanas post tratamiento superior a 90% en comparación con Cipermetrina 6% (pour-on) y Cipermetrina 15% (baño de aspersion) las cuales sólo alcanzaron una efectividad promedio para las 5 semanas post tratamiento de 76%.
- La efectividad sobre 90% de las asociaciones de Cipermetrina / Ethion se mantuvo por 5 semanas post tratamiento.

7. BIBLIOGRAFIA

ABRAHAMOVICH, A., A. CICCHINO, O. PRIETO, P. TORRES, J. NUÑEZ. 1994.

Mosca de los cuernos, *Haematobia irritans irritans* (L. 1758) (Diptera: Muscidae). Contribuciones para su conocimiento en la Argentina. III: Aspectos morfológicos básicos de los estados preadultos. Ciclo biológico. *Rev. Med. Vet.* 75: 382-388.

AHRENS, F. 1996. Pharmacology. Williams & Wilkins, Baltimore. USA.

ANZIANI, O., A. GUGLIELMONE, A. MANGOLD, M. VOLPOGNI, G.

ZIMMERMANN. 1997. El control de la mosca de los cuernos en vacas lecheras. INTA Rafaela. Obtenido de: http://www.rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p95.htm.

ANZIANI, O., S. FLORES, A. GUGLIELMONE, M. VOLPIGNI. 1998. El control de la

mosca de los cuernos utilizando una caravana insecticida conteniendo diazinón 40%. *Rev. Med. Vet.* 79 : 334-336.

ARTIGAS, J. 1994. Entomología económica: insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario. Nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos. Universidad de Concepción, Concepción. Chile.

ASCANIO, E., E. SOGBE, F. VEGA, C. DIAZ, M. ASCANIO, G. ADRIAN. 1998.

Eficacia de la mezcla de Etión / Cipermetrina (83:2 y 83:4) en la emulsión para el control de *Boophilus microplus* y *Haematobia irritans* en prueba de campo. *Rev. Cient. FCV-LUZ.* 8: Supl.1:128: 130.

BLÜTHGEN, A., W. HEESCHEN. 1997. Monograph on residues and contaminants in milk and milk products. International Dairy Federation, Brussels. Belgium.

BORCHERT, A. 1964. Parasitología Veterinaria. 3ª. Ed., Acribia, Zaragoza. España.

BULMAN, M. 2001. Control Integrado de la Mosca de los cuernos. 5ª Jornadas Chilenas de Buiatría, Puerto Varas, Chile, pp. 46-52.

BURGAT-SACAZE, V., C. PETIT, M. BONNEFOI. 1988. Modes de action et métabolisme des antiparasitaires externes. *Rev. Med. Vet.* 139: 5-11.

CAMPBELL, J. 1997. Horn fly control in cattle. In: NebGuide. Obtenido de: <http://www.ianr.unl.edu/pudbs/insects/g1180.htm>.

CHILE. 1992, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. Mosca de los cuernos. Informativo Técnico Departamento de Protección Pecuaria.

CHILE. 2000, SERVICIO AGRICOLA Y GANADERO. Protocolo para medir la eficacia de formulaciones de uso veterinario contra la mosca de los cuernos (*Haematobia irritans*). Circular N° 560.

CISTERNAS, A. 1999. Mosca de los cuernos. INIA REMEHUE. Chile. Informe Técnico N°11.

FAO. 1980. Residuos de plaguicidas en los alimentos. Informe conjunto FAO/OMS. Informe 1979. FAO, Roma. Italia.

FAO. 1991. Residuos de plaguicidas en los alimentos 1990. Informe conjunto FAO/OMS. Informe 1990. FAO, Roma. Italia.

FAO, 1998. Codex Alimentarius, vol 2B. 2ª ed., FAO, Roma. Italia.

FUENTES, V. 1992. Farmacología y terapéutica veterinaria. 2ª ed., Interamerica Mc Graw, México D.F. México.

GAETE, N., S. HAZARD 1994. Mosca de los cuernos. *Rev. Inv. Agrop. Carillanca.* 13: 23–26.

GONZALEZ, R. 1968. La mosca de los cuernos *Haematobia irritans* (L.) en Chile. *Rev. Chil. Entomol.* 87: 55-59.

GONZALEZ, J., G. MORALES, E. ORTEGA. 2001. Daño económico y costos de control en bovinos, Mosca de los cuernos. Informativo agropecuario Bioleche - INIA Quilamapu. Obtenido de: <http://www.inia.cl/cobertura/quilamapu/bioleche/BOLETIN39.html>.

GUGLIELMONE, A., O. ANZIANI, A. MANGOLD, R. GIORGI, M. VOLPOGNI, S. FLORES. 1997. Seasonal variation of *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) in recently infested region of central Argentina. *Bull. Entomol. Res.* 87: 55-59.

GUGLIELMONE, A., S. KUNZ, M. VOLPOGNI, O. ANZIANI, S. FLORES. 1998. Diagnóstico de la población de la *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) resistentes a la cipermetrina en Santa Fé, Argentina. *Rev. Med. Vet.* 79: 353-356.

GUGLIELMONE, A., O. ANZIANI., A. MANGOLD. 2000. Perjuicios económicos provocados por la mosca de los cuernos. Informe Técnico 146. Obtenido de: <http://www.cueronet.com/tecnica/mosca2.htm>

GUIDICE, C. 2000. Programa de mosca de los cuernos. Argentina Informe Técnico N°13.

HUMPHERYS, D. 1988. Veterinary toxicology. 3^a ed., Bailliere Tindall, London. England.

JEROME, A. 1997. Problems with Stable flies, Horn flies and House flies in intensive animal production. Seminario Plagas Urbanas, Viña del Mar, Chile, pp. 56-60.

JURADO, R. 1989. Toxicología veterinaria. 2^a ed., Salvat, Barcelona. España.

KNIZNER, S. 1999. Human health risk assessment ethion. Obtenido de: <http://www.epa.gov/pesticides/op/ethion.htm>.

KUNZ, S., R. BLUME, B. HOGAN, J. MATTER. 1970. Biological and ecological investigation of horn fly populations in central Texas: influence of time manure deposition on ovoposition. *Econ. Entomol.* 63: 930-933.

LYSYK, T. 1992. Simulating development of immature horn flies, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae), in Alberta. *Can. Entomol.* 124: 841-851.

LYSYK, T., R. MOON. 1994. Diapause induction in horn fly (Diptera: Muscidae). *Can. Entomol.* 126: 949-959.

LYSYK, T. 1999. Effect of temperature on time to eclosion and spring emergence of postdiapausing horn fly (Diptera: Muscidae). *Environ. Entomol.* 28: 387-397.

MARQUES, L., R. MOON, H. CARDOZO, U. CUORE, A. TRELLES, S. BORDABERRY. 1997. Primer diagnóstico de resistencia de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) en Uruguay. Determinación de susceptibilidad a cipermetrina y diazinon. *Vet. Montev.* 33: 20-23.

MOCK, D. 1998. Horn fly. In: Livestock Insects. Obtenido de:
<http://www.oznet.ksu.edu/entomologi/extension/insectID/Mock/hornfly.htm>.

NIESINK, R., J. DE VRIES, M. HOLLINGER. 1996. Toxicology. Principles and applications. CRC Press, Boca Raton. USA.

OMS. 1998. Evaluación de residuos de ciertos fármacos de uso veterinario en los alimentos; 48° informe del Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios. OMS, Ginebra. Suiza.

PEAIRS, F. 1996. Biting Flies. In: Colorado State University Cooperative Extension. Obtenido de: <http://www.colostate.edu/depts/coopext>.

PRUETT, J., D. OEHLER, D. KAMMLAH, F. GUERRERO. 2000. Evaluation of horn flies (Diptera: Muscidae) from a pyrethroid susceptible colony for general and permethrin esterase activities. *J. Econ. Entomol.* 93: 920-924.

RODRIGUEZ, F. 1994. Mosca de los cuernos. *Rev. Invest. Agrop. La Platina.* 81: 5-8.

RODRIGUEZ, F. 1995. La mosca de los cuernos o de la paleta. *Chile Agrícola.* 20: 115-118.

ROMANO, A. 1994. Mosca de la Cuernos. Imprenta Pluda Hurlingham, Buenos Aires. Argentina.

ROMANO, A., R. PEROTTI, E. SILVA, P. ROMANO, E. CONTI. 1997. Control de una población de *Haematobia irritans irritans* con Clorpirifós 18% p.v. pour-on. *Rev. Med. Vet.* 78: 355-359.

SUMANO, H. 1996. Farmacología clínica en bovinos. Trillas, México D.F. México

SUMANO, H., L. OCAMPO. 1997. Farmacología veterinaria. 2ª ed., Mc Graw-Hill Interamericana, México D.F. México.

TOMMASI, R. 1999. Mosca de los Cuernos. Información técnica y recomendaciones para su control y ciclo biológico. Informe SENASA (Argentina).

TORRES, P., A. CICCHINO, A. ABRAHAMOVICH, J. NUÑEZ, O. PRIETO. 1994. Los enemigos naturales de *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae) en dos áreas ganaderas de la Argentina. *Rev. Med. Vet.* 75: 6-16.

TORRES, P., A. CICCHINO, A. ABRAHAMOVIC. 1996 a. Influence of abiotic factors of horn fly (*Haematobia irritans* L 1758) (Diptera: Muscidae) abundance and the role of native grass as a resting site in N.W. Santa Fé Province (Argentina). *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 5: 15-22. (original no consultado). CAB abstract. 1996-1997.

TORRES, P., A. BALBI, D. SHEPPARD, O. PRIETO, J. NUÑEZ. 1996 b. Resistencia de la mosca de los cuernos *Haematobia irritans irritans* (L.1758) al Fenvalterato en la provincia de Corrientes, Argentina. *Rev. Med. Vet.* 77: 136-140.

VAN OPPEN, E. 2001. Pérdidas por la Mosca de los Cuernos. Cría Vacunos-Agromail-Editores- 103 – 28. Obtenido de: <http://www.agromail.net>.

8. ANEXOS

Anexo 1. Promedio de moscas por semana de Cipermetrina 6% (pour on), Cipermetrina 15% (baño), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on), Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño) y Grupo Control sobre *H. irritans* en bovinos.

| Grupos | Semanas | | | | | | | |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 19-02-02 | 26-02-02 | 05-03-02 | 12-03-02 | 19-03-02 | 26-03-02 | 02-04-02 | 09-04-02 |
| Control | 153 | 179 | 171 | 102 | 67 | 42 | 27 | 6 |
| Cipermetrina 6% (pour on) | 146 | 161 | 8 | 19 | 21 | 15 | 6 | 3 |
| Cipermetrina 15% (baño) | 141 | 158 | 21 | 25 | 15 | 15 | 7 | 1 |
| Cipermetrina 5% Ethion 15% (pour on) | 119 | 135 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Cipermetrina 10% Ethion 40% (baño) | 133 | 176 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 |

* Semanas pre tratamiento: 19 de Febrero y 26 de Febrero de 2002.

* Semanas post tratamiento: Desde el 5 de Marzo hasta el 9 de Abril de 2002.

Tabla 3. Porcentaje de efectividad semanal post tratamiento de moscas con el uso de Cipermetrina 6% (pour on), Cipermetrina 15% (baño), Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) y Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño) sobre *H. irritans* en bovino

| Grupos | Semanas Post Tratamiento | | | | | |
|--|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Cipermetrina 6% (pour on) | 95,55% | 80,96% | 68,52% | 64,83% | 76,40% | 52,84% |
| Cipermetrina 15% (baño) | 88,25% | 75,75% | 78,32% | 64,35% | 74,53% | 79,67% |
| Cipermetrina 5% / Ethion 15% (pour on) | 99,14% | 97,93% | 95,24% | 92,70% | 89,70% | 78,86% |
| Cipermetrina 10% / Ethion 40% (baño) | 99,33% | 98,03% | 96,65% | 94,73% | 95,13% | 75,60% |

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por haberme entregado la fuerza infinita y con ello hacer este sueño realidad.

A mis padres, por su incondicional amor y apoyo. Infinitas gracias.

A mi profesor patrocinante, Dr. Oscar Araya, por su paciencia y apoyo.

A mi gran amigo Dr. Marcelo Ríos, sin ti nada de esto sería realidad.

A mi querido tío Gerold, por entregarme toda su sabiduría, comprensión e incondicional apoyo.

A mi querido Dr. Jorge Mendoza, por darme la oportunidad de concretar miles de sueños. Muchas gracias por todo.

A mi gran amigo Christian Ugatti, por su incondicional apoyo. Siempre estuviste cuando te necesite y siempre lo has estado. Este trabajo también es parte de ti. Miles de Gracias.

A mi amiga Andrea Schilling. Gracias por tu paciencia, apoyo. Tu también eres en gran parte gestora de este logro.

A mis amigos que son para toda la Vida. A ti Gigi, Chica, Pamela Grandon, Verita, Yalile , Felipe Amtmann, Pelao Gonzalo y Loyal, por estar en todos mis momentos.

A Dupli, por apoyarme y ayudarme cuando necesite de ti.

Y a todos mis amigos que me han acompañado en todo este tiempo, gracias por caminar junto a mi durante estos hermosos años de Universidad. Son parte de mi historia.