

Evaluación de Acaricidas para el control de garrapatas (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) que afectan al ganado bovino de doble propósito usando modelos lineales generalizados

Evaluation of Acaricides for the Control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* that Affect the Double Purpose Bovine using Generalized Linear Models

A. González², D. Tapias², M. Pérez³, M. Carvajalino³,
D. Velandia³, R. Borges¹

¹Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Bucaramanga-Colombia.

²Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Santa Barbara del Zulia, Zulia-Venezuela.

³Universidad de los Andes, Instituto de Estadística Aplicada y Computación, Mérida-Venezuela.

Resumen

En el presente trabajo se presentan los resultados de la evaluación *in vitro* de cuatro tipos de acaricidas químicos utilizados en el control de garrapatas: Alfacipermetrina, Amitraz, Cipermetrina y Ethion, en garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* que afectan a bovinos de doble propósito. Las garrapatas adultas ingurgitadas fueron colectadas en dos unidades de producción por cada parroquia del municipio Colón, estado Zulia, Venezuela. Luego de una selección de ejemplares comparables de acuerdo a su tamaño y peso se sometieron a inmersión en distintas concentraciones de soluciones de acaricidas; a partir de las concentraciones terapéuticas se calculan las concentraciones (0,25X, 0,50X, 1X, 2X y 4X) de las soluciones del acaricida de cada principio activo. Posteriormente se espera al momento de la eclosión de los huevos y se determina el número de larvas vivas y muertas. Los datos fueron analizados mediante técnicas de Modelos Lineales Generalizados, considerando primero modelos binarios de concentración-respuesta basados en la distribución binomial para modelar la proporción de larvas muertas para cada concentración, planteándose un modelo para cada

Recibido el 8-11-2010 ● Aceptado el 6-10-2011

Autor de correspondencia e-mail: gonzalezv@unesur.edu.ve

acaricida. En esta fase se consideraron las tres funciones de enlace utilizadas: la logit, la probit y la log-log complementaria y se determina el mejor modelo en cada caso y se seleccionó el mejor modelo basado en los desvíos (deviances) y en criterios de información, usándose el criterio de Akaike (AIC), el χ^2 de Pearson, la devianza (deviance) y una adaptación del R^2 para el modelo binomial. Posteriormente, y luego de determinar la concentración óptima para cada garrapaticida se plantea un modelo basado en tablas de contingencia para la concentración recomendada por el fabricante para cada producto, utilizando modelos basados en la distribución de Poisson para comparar los distintos acaricidas.

Palabras clave: Modelos lineales generalizados, modelos de respuesta binaria, modelos para tablas de contingencia, evaluación de acaricidas, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Abstract

In this paper, we present the results of an evaluation of several chemical products used as acaricides: alpha-cypermethrin Amitraz, Cypermethrin, and Ethion over the control of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* that affects the double purpose bovines. Tics (*Rhipicephalus microplus*) were collected in two production units in each County of the Municipality of Colón, in the Zulia State in Venezuela. After a selection of comparable insects, they were immersed in concentrations obtained from the recommended dose and concentration of the acaricides of each active principle. Then, the experiment was followed until the larvae hatching and the number of death and alive ones larva was counted in each case. The data was analyzed using techniques related to Generalized Linear Models, considering first, binary models of dose-response based on the binomial distribution to model the proportion of death larva for each concentration, using models for each acaricide and, the “best” model was selected using the deviances and information criteria, considering the Akaike criteria (AIC) the Pearson χ^2 , the deviance and a adaptation of the R^2 for binomial model. After determining the best performance concentration of each acaricide, it was performed an analysis of contingency tables using a Poisson distribution to compare the effect of the acaricides, using in this case the recommended dose for each product.

Key words: Generalized linear models, binary response (dose-response) models, models for contingency tables, evaluation of acaricides, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*.

Introducción

Las garrapatas son consideradas como unos de los factores que limitan la ganadería en los países tropicales y subtropicales, siendo un causante de

Introduction

Ticks are considered as one of the factors that most limit the cattle in tropical and sub tropical countries, being a cause of direct damages

daños directos a través de laceraciones en la piel, reducción en los niveles de producción, alteraciones reproductivas y daños indirectos mediante la transmisión de agentes patógenos (*Babesia bovis*, *Babesia bigemina* y *Anaplasma marginale*), (Lima *et al.*, 2000); el problema depende de la región, especies presentes, así como de la situación socioeconómica de las unidades de producción, y en la aplicación de medidas de control por parte de los productores.

La especie *Rhipicephalus (Boophiinus) microplus*, (Canestrini, 1887) más conocida como garrapata común del ganado bovino, es la que con mayor frecuencia parasita los ganados en Centro y Sudamérica; la infestación de bovinos por *Rhipicephalus microplus* y las enfermedades transmitidas por este ácaro (babesiosis y anaplasmosis), causan perjuicios a la economía agropecuaria, debido a la disminución de la producción de carne, leche y la eventual muerte del animal (González, 1995). A estas pérdidas se suman los gastos con los tratamientos químicos que, además de no resolver definitivamente el problema, pueden favorecer la aparición de poblaciones de garrapatas resistentes y contaminar el medio ambiente (Roulston *et al.*, 1968).

La región Sur del Lago de Maracaibo, es un área geográfica que incluye tierras pertenecientes a los Estados Mérida, Trujillo, Táchira y Zulia. Esta vasta zona geográfica se ha caracterizado por ser una potencia del sector productivo en donde las actividades agrícolas y pecuarias se han desarrollado de manera exitosa. En la actualidad, representa una de las zonas ganaderas más importantes del

through lacerations in the skin, reduction in the production levels, reproductive alterations and indirect damages through the transmission of pathogen agents (*Babesia bovis*, *Babesia bigemina* and *Anaplasma marginale*), (Lima *et al.*, 2000); the problem depends on the region, present species, as well as the socio/economic situation of the production-s units, and in the measurement applications of control by hands of the producers.

The specie *Rhipicephalus (Boophiinus) microplus*, (Canestrini, 1887) most known as tick, common in bovine cattle, is the one that frequently parasites cattle in Center and South America; the infestation of bovines by *Rhipicephalus microplus* and diseases transmitted by this mite (babesiosis and anaplasmosis), cause damages in the agropecuary economy due to the reduction of the production of meat, milk, and the eventual death of the animal (González, 1995). To these lost are added the expenses with the chemical treatments that, do not resolve the problem definitely, and might favor the apparition of tics' population and pollute the environment (Roulston *et al.*, 1968).

The south of Maracaibo's Lake is a geographical area that included lands belonging to Mérida, Trujillo, Táchira and Zulia. This geographical area has been characterized by being a potency of the productive area where the agriculture and livestock activities have developed successfully. Nowadays, it represents one of the most important cattle areas of the country with wide growth and development possibilities in short, medium and long term. Due to the

país con amplias posibilidades de crecimiento y desarrollo a corto, mediano y largo plazo. Debido al aumento de la población bovina en la zona Sur del Lago no se descarta la presencia de ectoparásitos encontrándose todas las condiciones climáticas que favorecen el ciclo de vida de las garrapatas.

En las últimas décadas las industrias químicas han desarrollado acaricidas, insecticidas y antihelmínticos de gran eficiencia y aplicación práctica lo que llevó al productor agropecuario a su utilización sistemática, sin diagnóstico ni asesoramiento profesional. Esto trajo como consecuencia la aparición de resistencia de los parásitos a los productos químicos. Este problema se ha difundido en todas partes del mundo donde fueron utilizados intensivamente. La resistencia se define como la capacidad adquirida por individuos de una población parásita que les permite sobrevivir a dosis de químicos que generalmente son letales para una población normal (Woodham *et al.*, 1983).

Actualmente a nivel mundial, en todas las áreas donde existen garrapatas se ha detectado resistencia a algún principio activo. Esta situación se ha ido incrementando en la última década. De los casos comunicados a nivel de FAO, la gran mayoría son resistentes a organofosforados, piretroides sintéticos o Amitraz, en regiones como Australia, África, Asia y Latino América.

En tal sentido, el uso indiscriminado de estas sustancias ha causado el desarrollo de poblaciones de *Rhipicephalus Boophilus microplus* resistentes a estos principios activos. La importancia de la detección de la resistencia a estos compuestos

incremento de la población bovina en el sur de Maracaibo's Lake is not discarded the presence of ectoparasites in all the climatic conditions that favor the life's cycle of tics.

In the last decades, the chemical industries have developed acaricides, fertilizers and anthelmintics of great efficiency and practical application which took the agriculture producer to their systematic usage with diagnosis or professional advice. This carried as consequence the apparition of resistance of parasites to the chemical products. This problem has spread all over the world where the products were used intensively. The resistance is defined as the acquired capacity by individual of a parasite population that allows surviving at chemical doses that are generally lethal for a normal population (Woodham *et al.*, 1983).

Nowadays, worldwide in all the areas where there are tics, have been detected resistance to any active principle. This situation has increased in the last decade. Out of the communicated cases in FAO, most of them are resistant to organophosphates, synthetic pyrethroids or Amitraz, in regions such as Australia, Africa, Asia and Latin America.

On this matter, the indiscriminate use of these substances has caused the development of populations of *Rhipicephalus Boophilus microplus* resistant to these active principles. The importance of the detection of resistance to these commercial acaricides compounds mainly resides on the possibility of choosing an efficient product for its control and handle (Campos and De Oliveira, 2005).

acaricidas comerciales reside principalmente en la posibilidad de escoger un producto de probada eficacia para su control y manejo (Campos y De Oliveira, 2005).

Para determinar susceptibilidad de un producto acaricida se encuentra variedades de prueba; sin embargo, la técnica de inmersión de adultos, descrita por Drummond *et al.*, (1973) para teleoginas (garrapatas hembras ingurgitadas) es la referencia a nivel mundial aprobada por la FAO para la detección de resistencia (FAO, 2004). El criterio de esta técnica para diagnosticar susceptibilidad o resistencia a un acaricida es la producción de huevos después del tratamiento. Se basa en la inmersión de teleoginas en varias concentraciones del acaricida incluyendo las concentraciones terapéuticas recomendadas por los fabricantes, obteniendo el peso de la masa total de huevos, porcentaje de eclosión, eficacia y factor de resistencia al producto (Drummond *et al.*, 1973).

En este trabajo se presenta la evaluación de cuatro productos: Alfacipermetrina Amitraz, Cipermetrina y Ethion sobre la proporción de muertes de larvas de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) recolectadas de dos unidades de producción por cada parroquia del municipio Colón, estado Zulia, Venezuela, proponiéndose la modelización de la probabilidad de muerte de las larvas mediante modelos basados en la distribución binomial.

Materiales y métodos

El trabajo experimental se realizó a través de la recolección al azar de garrapatas (*Rhipicephalus microplus*)

To determine the sensibility of an acaricide product is used the varieties test; however, the adult's immersion technique, described by Drummond *et al.* (1973) for the teleogines (female ticks) is the reference worldwide approved by FAO for the resistance detection (FAO, 2004). The criteria of this test to diagnose sensitivity or resistance to an acaricide in different concentrations of the acaricide including therapeutical concentrations recommended by the fabricants, obtaining the weight of the total weight of eggs, occlusion percentage, efficiency and resistance factor towards the product (Drummond *et al.*, 1973).

Alpha-cypermethrin Amitraz, Cypemethrin and Ethion on the death proportions of ticks' larvae (*Rhipicephalus microplus*) collected in two production units by each parishes of Colon parish, Zulia state, Venezuela, proposing the modeling of the death's probability of larvae through models based on the binomial distribution.

Materials and methods

The experimental research was done collecting at random ticks (*Rhipicephalus microplus*) in two production units per each parish of Colón parish, Zulia state, Venezuela, using the adult's immersion test (PIA), this test was described and developed by Drummond *et al.*, (1967), were ticks are immersed in 30 mL on the corresponding solution for 3 minutes.

In the exploitation units of bovine livestock were collected adults *Rhipicephalus boophilus microplus*,

en dos unidades de producción por cada parroquia del municipio Colón, estado Zulia, Venezuela, a través de la *Prueba de inmersión de adultas (PIA)*, esta prueba fue descrita y desarrollada por Drummond *et al.* (1967), en la que se sumergen las garrapatas en 30 mL de la solución correspondiente, durante 3 minutos.

En la unidades de explotación de ganado bovino se colectaron *Rhipicephalus boophilus microplus* adultas, las cuales fueron depositadas en tubos de ensayo tapados con algodón. Las garrapatas se transportaron al Laboratorio de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR) para su procesamiento.

Las teleoginas fueron lavadas con agua, secadas con papel absorbente y pesadas individualmente en una balanza electrónica. Para la evaluación del acaricida se utilizó un número de 50 garrapatas por producto, dividiéndolas en grupos de 10 garrapatas cada uno con un peso homogéneo por grupo (150 a 350 mg.garrapata⁻¹), conformando 4 grupos por finca.

Se prepararon 100 mL de las cuatro soluciones garrapaticidas en la concentración o dosis recomendada por el fabricante (1X) y en dosis equivalentes a la cuarta parte de la dosis recomendada (0,25X), la mitad de la dosis recomendada (0,5X), el doble de la dosis recomendada (2X) y cuatro veces la dosis recomendada (4X) 1.000 y 2.000 ppm, más dos grupo control con 30 mL de agua solamente. Cada grupo experimental de teleoginas fue sometido a tratamientos individuales, por una sola vez, en las soluciones preparadas y el grupo control se sumergió en agua, utilizando la técnica de inmersión de

which were deposited in essay tubes covered with cotton. Tics were transported to the Laboratory of the National Experimental University of the South Lake (UNESUR) for the processing.

Theologians were washed with water, dried with absorbing paper and weighed individually in an electronic balance. For the acaricide evaluation was used a number of 50 tics per product, dividing them in groups of 10 tics each with an homogenous weight per group (150 to 350 mg/tic) forming 4 groups per farm.

100 mL were prepared in four anti-tic solutions in the concentration or doses recommended by the fabricant (1X) and in doses equal to the fourth part of the recommended doses (0.25X), half of the recommended doses (0.5X), and the double of the recommended doses (2X), and four times of the recommended doses (4X) 1.000 and 2.000 ppm, plus two control groups with 30 mL of water only. Each experimental group of theologians was submitted to individual treatments once, in the prepared solutions and the control group was immersed in water, using the immersion technique of adults described by Drummond *et al.* (1973).

Produc	DR/F	4x/100
Ethion	1 mL/1300 mL	0,30 mL
Amitraz	1 mL/700 mL	0,40 mL
Alpha-cypermethrin	1 mL/1000 mL	0,40 mL
Cypermethrin 10%	1 mL/1000 mL	0,40 mL

RD/F = Recommended Doses/ Fabricant

The treated theologians and those of the control team were weighted and

adultos descrita por Drummond *et al.*, (1973).

Producto	DR/F	4x/100
Ethion	1 mL/1300 mL	0,30 mL
Amitraz	1 mL/700 mL	0,40 mL
Alfapipermetrina	1 mL/1000 mL	0,40 mL
Cipermetrina 10%	1 mL/1000 mL	0,40 mL

Dosis R/F=Recomendad/Fabricante

Las teleoginas tratadas y las del grupo control fueron pasadas por un colador, secadas con papel absorbente, pesadas nuevamente y pegadas por su parte dorsal sobre cintas de papel adhesivo en placas de vidrio y colocadas en una cabina de incubación Jouan EB115 2000 de Brasil, a una temperatura promedio de 27°C y una humedad relativa de 85% por 18 días. La masa total de huevos producidos por cada garrapata se pesó en una balanza electrónica al final del periodo de oviposición (ootoquia) a los 18 días postratamiento y se colectó en tubos de ensayo, tapándolos con algodón e incubándolas durante 21 a 25 días bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura señaladas anteriormente. Transcurrido este tiempo, se procedió a tres conteos por cada concentración, cuantificando los huevos que no eclosionaron y las larvas emergidas contenidos en cada tubo con la ayuda de una lupa estereoscópica, un contador manual y cápsulas de Petri cuadrículadas.

Análisis estadístico

En este trabajo, para el uso de la distribución binomial, el éxito fue considerado como la muerte de las larvas de garrapatas y la modelización se llevó a cabo en el contexto clásico de los

sift, dried with absorbent paper and weighted again, then stick on their dorsal area with adhesive paper in glass plates and put in incubation cabins Jouan EB115 2000 from Brazil, at an average temperature of 27°C and a relative humidity of 85% for 18 days. The total mass of eggs produced by each tic was weighted in an electronic balance at the end of the oviposition period within 18 days post treatment and collected in essay tubes, sealed with cotton and incubating them from 21 to 25 days under the same conditions of humidity and temperature mention before. After this time, it was proceeded to do three counts per concentration, quantifying the eggs that did not eclosion and the larvae emerged from each tube with the help of a stereoscope magnifying glass, a manual counter and gridded Petri capsules.

Statistical analysis

In this research, for the use of the binomial distribution the successful was considered as the death of the larvae of tics and the model was carried out in the classical context of the doses-response models, special case of the generalized linear models using the logit model (modl), probit model (modp) and complementary the log-log model (modc) (Cordeiro and Demetrio, 2007).

The selection of the best model for each acaricide was done using the following criteria: χ^2 of Pearson, the Akaike criteria (AIC), deviance (its calculus is -2 times of the neperian logarithm of model's similitude) and a R^2 adaptation for the binomial model, that are the quality measures usually used in the context of the generalized linear models.

modelos de dosis-respuesta, caso especial de los modelos lineales generalizados, utilizando el modelo logit (modl), el modelo probit (modp) y el modelo log-log complementario (modc). (Cordeiro y Demetrio, 2007).

La selección del mejor modelo para cada acaricida fue realizada utilizando los siguientes criterios: el χ^2 de Pearson, el criterio de Akaike (AIC), la devianza (deviance) (Su cálculo es -2 veces el logaritmo neperiano de la verosimilitud del modelo) y una adaptación del R^2 para el modelo binomial, que son las medidas de calidad usualmente utilizadas en el contexto de los modelos lineales generalizados.

Los análisis presentados en el presente trabajo se llevaron a cabo utilizando el lenguaje de procesamiento estadístico R (R Development Core Team, 2011), utilizando adaptaciones del código computacional propuesto por Faraway (Faraway, 2006).

Resultados y discusión

La figura 1 muestra los resultados del ajuste para cada uno de los modelos y cada uno de los acaricidas evaluados, en esta representaciones se puede observar, las estimaciones de las proporción de muerte de las larvas es similar en los tres modelo ajustados para la Alfacipermetrina, una ligera diferencia para el caso de la Cipermetrina, y diferencias más marcadas para los productos caso de Amitraz y Ethion.

En el cuadro 1 muestra las medidas de calidad del modelo, basada en la bondad del ajuste de cada modelo para cada acaricida. En esta tabla se puede observar que el comportamiento de los

The analysis presented in the current research was carried out using the language of the statistical processing R (R Development Core Team, 2011), using adaptations of computational codes proposed by Faraway (Faraway, 2006).

Results and Discussion

Figure 1 shows the adjustments results for each of the models and each of the evaluated acaricides, in these representations can be observed the estimations of the death proportions of larvae are similar in the three models adjusted for the Alpha-cypermethrin, a slight difference for the Cypermethrin case, and more marked differences for products of Amitraz and Ethion.

Table 1 shows the quality measures of the model, based on the adjustment of each model for each acaricide. On this table can be seen that the behavior of models is similar for the first three products, and for the Ethion case, the complementary log-log model presents a better adjustment.

In table 2 is shown that for concentrations recommended by the fabricant, the death's percentages of larvae are low for each of the acaricides, obtaining the best effectiveness for cypermethrin (40.9%), followed by the obtained with Alpha-cypermethrin (36.2%), Ethion (slightly superior to 32%) and Amitraz (approximately 31%). It is also observed in table and figure 1, that at the time that increases the concentration recommended by the fabricant of acaricides, the effectiveness of products increase, mainly Ethion and Amitraz.

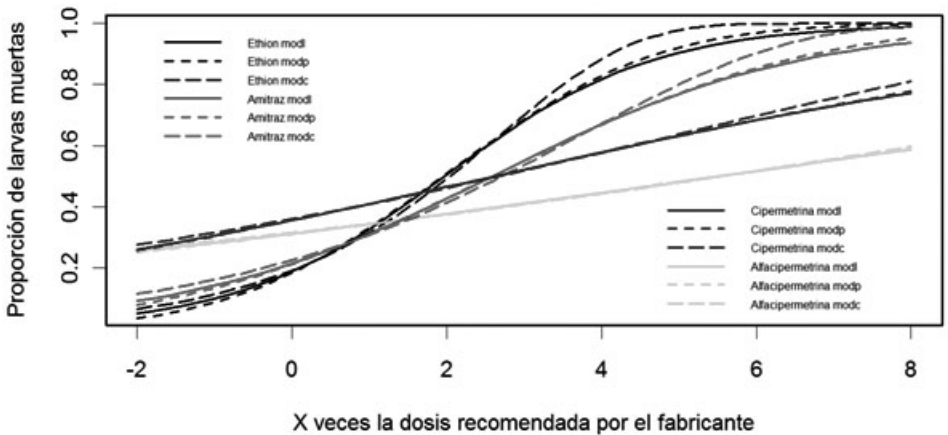


Figura 1. Proporción de larvas muertas estimadas para cada uno de los acaricidas en sus distintas concentraciones según cada modelo.

Figure 1. Proportion of death larvae estimated for each of the acaricides in their different concentrations according to each model.

modelos es similar para los tres primeros productos y que para el caso del Ethion el modelo log-log complementario presenta un mejor ajuste.

En el cuadro 2 se muestra que para las concentraciones recomendadas por el fabricante, las porcentajes de muertes de larvas son bajas para cada uno de los acaricidas, obteniéndose los mejores efectividades para la Cipermetrina (40,9%), seguidas de las obtenidas con Alfacipermetrina (36,2%), de Ethion (ligeramente superior al 32%) y de Amitraz (alrededor del 31%). También se observa en el cuadro y en la figura 1, que a medida que se aumenta la concentración recomendada por el fabricante de los acaricidas, las efectividades de los productos tienden a aumentar, principalmente para Ethion y Amitraz.

En la figura 2 se puede observar que para la concentración recomenda-

In figure 2, can be observed that for the recommended concentration, the acaricides to which were obtained more elevated death probabilities were cypermethrin and alpha-cypermethrin, followed by the obtained with Ethion and Amitraz, to which is corroborated the observed in table 2.

Table 3 shows lethal concentrations 50 and 90 for each of the acaricides and each of the models used. On this table is observed lower results for Ethion followed by Amitraz and Cypermethrin, and very elevated results for Alpha-cypermethrin

It can be affirmed that on this research is obtained evidence of the resistance of ticks (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) to acaricides to common usage in the area under study. This result corroborates what have been in the literature with difference of products in some cases

Cuadro 1. Criterio de Información de Akaike (AIC), χ^2 de Pearson, devianza (deviance) y R^2 adaptado para el modelo binomial cada uno de los acaricidas.

Table 1. Information criteria of Akaike (AIC), Pearson χ^2 , deviance and R^2 adapted for the binomial model, each of the acaricides.

Medida	Alfapipermetrina			Amitraz		
	modl	modp	modc	modl	modp	modc
AIC	119	119	119,1	99,73	100	101,6
χ^2	80,34303	80,32284	80,38507	63,21094	63,6198	64,29845
Deviance	84,48813	84,4713	84,52328	63,37424	63,67674	65,26133
R^2	0,04861614	0,048810	0,048211	0,8351302	0,834333	0,830158
	Cipermetrina			Ethion		
Medida	modl	modp	modc	modl	modp	modc
AIC	57,98	57,89	59,14	142,1	140,4	114,1
χ^2	20,30067	20,21173	21,45473	99,04742	98,52018	77,6498
Deviance	20,34793	20,25825	21,51185	109,5322	107,8058	81,54943
R^2	0,6920535	0,693415	0,674376	0,7321054	0,736473	0,802311

da, los acaricidas con los que se obtuvieron probabilidades de muerte más elevadas fueron la Cipermetrina y la Alfacipermetrina, seguidas de las obtenidas con Ethion y Amitraz, lo que corrobora lo observado en el cuadro 2.

En el cuadro 3 muestra las concentraciones letales 50 y 90 para cada uno de los acaricidas y cada uno de los modelos utilizados. En esta tabla se observa resultados más bajos para Ethion, seguido de Amitraz y Cipermetrina, y resultados muy elevados para la Alfacipermetrina.

Podemos afirmar, que en esta investigación se obtiene evidencia de la resistencia de las garrapatas (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) a acaricidas de uso común en la zona en estudio. Este resultado corrobora lo que desde hace años se ha venido reportando en la literatura, con diferencia de productos en algunos casos y obteniéndose resultados de la eficacia

and obtaining results of the efficiency of acaricides in different latitudes (George, Pound and Davey, 2004; Alonso-Diaz *et al.*, 2006), in Venezuela (Bravo, Coronado and Henríquez, 2008), in Argentina (Guglielmone *et al.*, 2007), in Brasil (Pereira, 2006; Camillo *et al.*, 2009; Koller, Gomes and Medeiros, 2009; Andreotti, 2010), in Honduras (Fernández, 2006) in Uruguay (Cuore, 2006; Cuore *et al.*, 2008).

Based on the results of this research and the ones obtained in similar research, can be affirmed that the resistance research of ticks *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in acaricides, is a problem that requires local research to improve the control strategies.

Finally, we can conclude that the methodology used is modern for the case under study, finding some similar applications in the ticks' control in dogs (Morales and Nava, 2006).



Figura 2. Gráfico de mosaico (Mosaic Plot) para Acaricida y condición de la larva.

Figure 2. Mosaic Plot for acaricides and larvae conditions.

Cuadro 2. Proporciones de muertes de larvas estimadas para cada uno de los acaricidas en sus distintas concentraciones.

Table 2. Death proportion of larvae estimated for each of the acaricides in their different concentrations.

Dosis	Alfapipermetrina			Amitraz		
	modl	modp	modc	modl	modp	modc
0.25X	0,3758383	0,3758635	0,3758140	0,2355441	0,2343806	0,2428091
0.5X	0,3712929	0,3713381	0,3712024	0,2588822	0,2587411	0,2629490
1X	0,3622708	0,3623409	0,3620957	0,3098488	0,3111118	0,3072641
2X	0,3445199	0,3445772	0,3443527	0,4258250	0,4271474	0,4122728
4X	0,3103240	0,3100913	0,3107722	0,6692811	0,6680294	0,6717751
Dosis	Cipermetrina			Ethion		
	modl	modp	modc	modl	modp	modc
0.25X	0,3684635	0,3681834	0,3712022	0,2166386	0,2154963	0,2172500
0.5X	0,3817697	0,3816267	0,3833276	0,2498585	0,2508917	0,2465525
1X	0,4089029	0,4089308	0,4083541	0,3257711	0,3299431	0,3148784
2X	0,4647038	0,4647530	0,4613353	0,5041526	0,5092393	0,4907269
4X	0,5775551	0,5773792	0,5766675	0,8182567	0,8288487	0,8833321

Cuadro 3. Concentraciones letales 50 y 90 para cada uno de los acaricidas en relación a la concentración recomendada por el fabricante (X) según cada modelo.

Table 3. Lethal concentrations 50 and 90 for each of the acaricides in relation to the concentration recommended for the fabricant (X) according to each model.

	Alfacipermetrina			Amitraz		
	modl	Modp	mode	modl	modp	mode
Concentración letal 50	5,5X	5,5X	5,6X	2,6X	2,6X	2,7X
Concentración letal 90	20,9X	19,8X	16,5X	7,0X	6,7X	6,0X
	Cipermetrina			Ethion		
	modl	Modp	mode	modl	modp	mode
Concentración letal 50	2,6X	2,6X	2,7X	2,0X	2,0X	2,0X
Concentración letal 90	12,3X	11,7X	10,0X	4,9X	4,7X	4,1X

de los acaricidas en diversas latitudes (George, Pound y Davey, 2004; Alonso-Diaz *et al.*, 2006), en Venezuela (Bravo, Coronado y Henríquez, 2008), en Argentina (Guglielmone *et al.*, 2007), en Brasil (Pereira, 2006; Camillo *et al.*, 2009; Koller, Gomes y Medeiros, 2009; Andreotti, 2010), en Honduras (Fernández, 2006) y en Uruguay (Cuore, 2006; Cuore *et al.*, 2008).

Basado en los resultados de este estudio y los obtenidos en las investigaciones similares, podemos afirmar que el estudio de la resistencia de las garrapatas (*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*) a los acaricidas, es un problema que amerita estudios locales para poder así mejorar las estrategias de control.

Finalmente, podemos concluir que la metodología utilizada es novedosa para el caso de estudio, en-

Conclusions and recommendations

For the recommended concentration, the best product is Cypermethrin, but for higher concentrations the one with a better development if Ethion, which reaches the lethal concentration 50 and the lethal concentration 90 with lower concentrations.

However, it is recommended to use adequate doses and concentrations of acaricides to avoid not only the sub-doses as overdose in livestock since they both produce resistance. Due to this, it is important to design an integral control of parasites (CIP) combining chemical and non chemical methods, such as vacuums, nematophagous fungi, resistant breed (Bos indicus or crossed with Bos

contrándose algunas aplicaciones similares en control de garrapatas en perros (Morales y Nava, 2006).

Conclusiones y recomendaciones

Para la concentración recomendada el mejor producto es la Cipermetrina, pero para concentración mayores, el que presenta mejor desempeño es el Ethion, que alcanza la concentración letal 50 y la concentración letal 90 con concentración más bajas.

Sin embargo, se recomienda utilizar dosis y concentraciones adecuadas de acaricidas para evitar no solo la subdosificación como la sobredosificación en el ganado ya que ambas producen resistencia. Debido a esto, es importante diseñar un Control Integrado de Parásitos (CIP) combinando métodos químicos con no químicos tales como vacunas, hongos nematófagos, razas resistentes (*Bos indicus* o cruza con *Bos taurus*), diferentes especies y agricultura. El CIP busca encontrar un equilibrio entre la presencia de parásitos (con la menor pérdida posible en la producción) y la aplicación de tratamientos químicos y no químicos en su control.

Se recomienda además, desarrollar técnicas de diagnóstico que detecten en forma rápida la aparición de resistencia, a los efectos de poder tomar medidas sanitarias, tales como el cambio de acaricida a usar, o implementar nuevas estrategias. Es importante contar con un diagnóstico de situación de cada predio en particular y el asesoramiento técnico en el

Taurus), different species and agriculture. CIP looks to find the equilibrium between the presence of parasites (with the less lost possible in the production) and the application of chemical and non chemical treatments in the control.

Also, it is recommended to develop diagnose techniques that detect rapidly the resistance apparition to the effect of sanitary decision-making, such as the change on the acaricide to use, or implementing new strategies. It is important to have a diagnosed of the situation and a technical advice in the control of the parasite, since there is a divergence regarding the correct parasite handle and an adequate resistance handle.

End of english version

control de los parásitos dado que existe contraposición en cuanto a un correcto manejo parasitario y un adecuado manejo de la resistencia.

Literatura citada

- Alonso-Díaz, M.A, R.I. Rodríguez-Vivas, H. Fragoso-Sánchez y R. Rosario Cruz. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Arch. Med. Vet.* 38(2), 105-113.
- Andreotti, R. 2010. Situação atual da resistência do carrapato-do-boi *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* aos acaricidas no Brasil. Documentos 180. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Gado de Corte, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. 35 p.

- Bravo, M. J., A. Coronado y H. Henríquez. 2008. Eficacia *in vitro* del Amitraz sobre poblaciones de *Boophilus microplus* provenientes de explotaciones lecheras del estado Lara, Venezuela. *Zootecnia Tropical*. 26(1), 35-40.
- Camillo G., F.F. Vogel, L.A. Sangioni, G.C. Cadore y R. Ferrari. 2009. Eficiência *in vitro* de acaricidas sobre carrapatos de bovinos no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência Rural*. 39(2), 490-495.
- Campos D. y P. Oliveira. 2005. Avaliação in vitro da eficácia de acaricida sobre *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) de bovinos no município de Ilhéus, Bahia, Brasil. *Ciencia Rural*, 35, 1386-1392.
- Canestrini, G., 1887. Intorno ad alcuni Acari ed Opilioni dell'America. Atti della Società Veneto-Trentenia di Scienze Naturali, 11(1); 104.
- Cordeiro, G.M. y C.G.B. Demetrio, 2007. Modelos lineales generalizados. Universidad Federal de Santa Maria, RS. Brasil, p 165.
- Cuore, U. 2006. Resistencia a los Acaricidas, Manejo y Perspectivas. XXXIV Jornadas de Buiatria del Uruguay. p 30-35.
- Cuore, U., H. Cardozo, A. Trelles, A. Nari y M.A. Solari. 2008. Características de los garrapaticidas utilizados en Uruguay. Eficacia y poder residual. *Veterinaria, (Montevideo)*. 43(169), p 13-24.
- Drummond R, S. Ernst, J. Trevino, W. Gladney y O. Graham. 1973. *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus*: Laboratory test of insecticides. *J. Econ. Entomol.*, 66, p 130-133.
- FAO. 2004. Guideline resistance management and integrated parasite control in ruminants. Agriculture Department. Animal Production and Health Division, FAO, Roma. Italia.
- Faraway, J.J., 2006. Extending the linear models with R: generalized linear, mixed effects and nonparametric regression models. Chapman & Hall/CRC, Boca Ratón, Florida. p 301.
- Fernández, J. 2006. Evaluación de la eficiencia del control de garrapatas (*Boophilus microplus*) con tres frecuencias de aplicación de BAZAM® (*Beauveria bassiana*). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. p 22.
- George, J.E., J.M. Pound y R.B. Davey. 2004. Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. *Parasitology*. 129, p S353-S366.
- Gonzales, J.C. 1995. O controle do carrapato do boi. 2. Ed. Porto Alegre: Ética, p 80.
- Guglielmone A.A., M.E. Castelli, A.J. Mangold, D.H. Aguirre, E. Alcaraz, M.M. Cafrune, B. Cetrá, C.A. Luciani y V.H. Suarez. 2007. El uso de acaricidas para el control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini) (Acari: Ixodidae) en la Argentina. *RIA*, 36(1), p 155-167.
- Koller, W.W., A. Gomes y A.T. Medeiros. 2009. Diagnóstico da Resistência do Carrapato-do-boi a Carrapaticidas em Mato Grosso do Sul. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 25. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Gado de Corte, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasil. p 47.
- Lima WS, MFRibeiro, MP Guimaraes. 2000. Seasonal variation of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in cattle in Minas Gerais State, Brazil. *Trop Anim Health Prod* 32, p 375-380.
- Morales M y R A Nava. 2006. Construcción de un control integral de *Rhipicephalus (Rhipicephalus) sanguineus* (Latreille) (Acarida: Ixodidae) en Morelos México. *Investigación Agropecuaria*, 3, p 112-122.
- Nari A y H J Hansen. 1999. Resistencia de los ecto y endoparásitos: soluciones actuales y futuras. 67ª sesión general. *Organización Internacional de Epizootias*. París, Francia.

- Pereira, J.R. 2006. Eficacia *in vitro* de formulaciones comerciales de acaricidas en teóginas de *Boophilus microplus* colectadas de bovinos leiteiros do Vale do Paraíba, Estado de Sao Paulo. *Rev. Bras. Parasitol. Vet.* 15(2): p 45-48.
- R Development Core Team 2011. R: A language and environment for statistical computing. Viena, Austria: R Foundation for Statistical Computing.
- Roulston, W.J., Stone, B.F., Wilson, J.T., y White, L.I. 1968. Chemical control of an organophosphorus and carbamate resistant strain of *Boophilus microplus* from Queensland. *Bulletin of Entomological Research*, v.58, p 379-92.
- Shaw R D. 1966. Culture of an organophosphorus resistant strain of *B. microplus* and an assessment of its resistance spectrum. *B Entomol Res* 56, p 389-405.
- Woodham CB, O A González, L A López, M R Guereña. 1983. Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus* en México 1960-1980. *Rev Mund Zoot* 48, p 18-24.