

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESTIMACIÓN DEL LÍMITE ECONÓMICO POR EL CONTROL DE LA  
GARRAPATA *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* EN EL  
GANADO DE CARNE EN MÉXICO**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**MEDICA VETERINARIA Y ZOOTECNISTA**

PRESENTA

**ANAID IRERI HERNÁNDEZ GARCÍA**

Asesores:

Dra. Graciela Guadalupe Tapia Pérez

Dr. Zeferino Zotero García Vázquez

México, D.F.

2009



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y trabajo se lo dedico a todas aquellas personas que han estado a mi lado en este largo camino por terminar la tesis: Edgar, mis padres, mis amigos. También se lo dedico a mis dos maravillosos asesores a la Dra. Graciela y al Dr. Zeferino, gracias por haber confiado en mí y sobre todo por brindarme un pedacito de sus conocimientos.

A la persona a quien más le dedico este trabajo, es mi abuelita Mamá Toyita, le agradezco todo lo que me a dado con todo corazón.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco profundamente a la Dra. Graciela y al Dr. Zeferino, por haber creído en mí, al ofrecerme realizar este trabajo con ellos, también por la guía y enseñanza que me brindaron.

A Edgar por alentarme a seguir adelante, por estar conmigo en todo momento, hasta en aquellos en los que no me encontraba bien.

A mis padres, por su paciencia, por ayudarme a conocer la senda correcta para ser mejor.

A mis amigos que me han apoyado en todo momento, que me han soportado en mis momentos depresivos y me han sacado de ellos.

A mis tíos, por confiar en mí y no perder las esperanzas.

A todos ellos les agradezco mucho de todo corazón.

# CONTENIDO

	<b>Página</b>
RESUMEN .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
HIPÓTESIS .....	9
OBJETIVO .....	9
MATERIAL Y MÉTODOS .....	10
RESULTADOS .....	18
DISCUSIÓN .....	26
CONCLUSIONES .....	31
CUADROS Y FIGURAS	
CUADRO 1 .....	11
CUADRO 2 .....	12
CUADRO 3A .....	15

CUADRO 3B .....	15
CUADRO 4 .....	16
CUADRO 5 .....	19
CUADRO 6 .....	19
CUADRO 7 .....	28
FIGURA 1 .....	14
FIGURA 2 .....	14
FIGURA 3 .....	17
FIGURA 4 .....	20
FIGURA 5 .....	21
FIGURA 6 .....	22
FIGURA 7 .....	23
FIGURA 8 .....	24
FIGURA 9 .....	25

## RESUMEN

**HERNÁNDEZ GARCÍA ANAID IRERI. Estimación del límite económico por el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el ganado de carne en México. (Bajo la dirección de: Dra. Graciela Guadalupe Tapia Pérez y Dr. Zeferino García Vázquez)**

Dentro de los aspectos económicos del sistema de producción de carne de bovino, se encuentran las pérdidas producidas por las enfermedades parasitarias. Los ganaderos tratan a sus animales con productos pesticidas, lo cual genera un gasto que deben evaluar, en sus costos de producción. En este trabajo se elaboró un programa en EXCEL<sup>®</sup> (CompaPest), a partir de los resultados de encuestas a productores y Veterinarios involucrados en la industria farmacéutica, para calcular el límite económico del número de garrapatas por animal, a partir del cual es redituable tratar. Se realizaron 156 simulaciones, se asumió una pérdida de 0.6 kg por periodo y se usaron los siguientes niveles de infestación de garrapatas/bovino: 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 81; la mitad de ellas, asumiendo infestaciones con garrapatas adultas ingurgitadas susceptibles a los pesticidas y la otra mitad con 30% de resistencia. Los productos que obtuvieron un límite económico con mayor número de garrapatas fueron la amidina y organofosforado con 81 garrapatas; la fenilurea, el piretroide inmersión y la fenilpirazolona obtuvieron 60 garrapatas, mientras que la ivermectina obtuvo 40 garrapatas; se encontró un aumento del límite económico promedio de 12 garrapatas cuando hay resistencia de 30%, esto representa un aumento de casi el 20% en los costos de tratamientos. Actualmente no se contempla el cálculo de los límites económicos, en los programas de salud para el control de este parásito y de otras enfermedades, lo cual sería necesario para un mejor aprovechamiento de los recursos económicos.

## INTRODUCCIÓN

Los diferentes procedimientos para el tratamiento de los animales infestados con la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, son desde la inmersión del ganado en tinas con acaricidas hasta la inyección de acaricidas sistémicos, pero no importando el tipo de tratamiento utilizado, los productores necesitan conocer y seguir la aplicación apropiada que derive en un máximo beneficio. La mayoría de los productores depende completamente de los tratamientos con acaricidas para el control de las garrapatas en el ganado, pero en la mayoría de las ocasiones no tiene acceso a los lineamientos de cómo obtener una ganancia a través de un programa control de las garrapatas o como detectar y resolver problemas con resistencia a los acaricidas. Por lo cual es necesario estimular programas de extensión para el uso correcto de los programas de control y la determinación de las mejores estrategias de control que maximicen sus ganancias.

Dentro de los aspectos económicos del sistema de producción de carne de bovino, se encuentran las pérdidas producidas por las enfermedades parasitarias del ganado. Las pérdidas de peso que genera la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* se han estimado en 0.6 kg al año por cada garrapata. Los ganaderos conocen este problema y tratan a sus animales con productos como organofosforados, piretroides, etc., lo cual genera un gasto que deben evaluar, dentro de sus costos de producción.



## Antecedentes

En los países tropicales y subtropicales, uno de los principales problemas económicos en la ganadería bovina son las garrapatas y las enfermedades que éstas transmiten. Por su importancia económica y sanitaria la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus)* es el género principal bajo control y erradicación en la campaña realizada en México. La estrategia más utilizada para controlar las garrapatas consiste en romper el ciclo de vida de éstas a través de la aplicación de tratamientos con pesticidas, sobre el cuerpo de los animales infestados a intervalos específicos determinados por la región ecológica, especies a las que se van a combatir y eficacia residual del pesticida<sup>1</sup>.

En el ganado bovino de carne, se ha demostrado que cada teleogina (garrapata adulta ingurgitada) reduce la ganancia de peso diaria en 0.6 g al año, del cual el 65% se atribuye a la inapetencia inducida por la infestación. En México y Australia se ha estimado que las pérdidas de peso vivo ocasionadas por *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* son de 40 a 60 Kg por animal al año en zonas enzoóticas<sup>2</sup>. El daño de la piel que es causado por el piquete y los abscesos que se desarrollan producen apreciables pérdidas en el valor de las pieles. Además de la pérdida de sangre causada por la ingestión de la garrapata, es responsable en la mayor parte de las veces de la reducción de peso vivo y puede, bajo ciertas circunstancias causar severa anemia y aún la muerte. En el caso de las vacas lecheras, estos abscesos frecuentemente están involucrados en el daño y la pérdida de uno o más cuartos de la glándula mamaria con la consecuente disminución de la producción

láctea<sup>1,3</sup>. La picadura de la garrapata es una puerta de entrada a microorganismos y moscas (miasis por *Cochliomyia hominivorax* o infecciones por el hongo *Dermatophylus congoleis*). La irritación causada por las garrapatas “comezón o prurito por garrapatas”, tiene un efecto depresivo sobre la producción de leche y de carne, el cual es proporcional al número de garrapatas<sup>3</sup>.

La acción nociva sobre el ganado es proporcional al número de garrapatas que lo parasitan. Se considera que las pérdidas empiezan a notarse con más de 40 garrapatas adultas por animal<sup>2</sup>.

Las garrapatas también provocan decrementos en la fecundidad del ganado, mayor tiempo de engorda y dificultad en la importación de razas mejoradas para incrementar la calidad genética en áreas infestadas por garrapatas<sup>2</sup>. Varios estudios han demostrado los efectos inmunosupresores de las garrapatas en la inmunidad del hospedero. Esto ha sugerido que la supresión de inmunidad del bovino facilita el ingreso de enfermedades transmisibles<sup>4</sup>.

Las enfermedades transmitidas por la garrapata *B. microplus*, son principalmente la babesiosis, causada por *Babesia bovis* y *B. bigemina*, y anaplasmosis causada por la rickettsia *Anaplasma marginale*<sup>5,6,7</sup>.

Además, lo anterior puede asociarse con el bienestar humano, porque hay una reducción en el abasto de proteína y esto produce efectos adversos en el desarrollo de la comunidad<sup>8</sup>.

En Australia, en 1973 se estimaron pérdidas anuales del orden de 62 millones de dólares, aproximadamente 7.30 dlsA por cabeza de ganado/ año en el área infestada. Esto incluye no solamente baja de la producción causada por

garrapatas y enfermedades que transmiten (66% del total), sino también costos de control e investigación de las enfermedades por el productor y el gobierno<sup>3</sup>. Recientemente en Queensland, Australia, el costo estimado por la infestación de garrapatas en la industria lechera (excluyendo costos asociados específicamente a babesiosis) fue de 4 096 000 dlsA anuales. Cerca del 49% de este costo está relacionado con costos de control y 51% a pérdidas de producción<sup>6</sup>. En los EUA, se estimó que las pérdidas directas e indirectas causadas por garrapatas son de 62 millones de dls anuales<sup>3</sup>.

Si se aceptara lo que sugiere Snerlson en 1975 (citado por Quiroz, 1992<sup>3</sup>), que 80% del ganado bovino del mundo, sufre del daño de las garrapatas, y segundo que el total de pérdidas debido a garrapatas y su control es del orden de 7.30 dlsA por cabeza por año calculado en Australia, se podría estimar que las pérdidas anuales en el mundo debidas a garrapatas y enfermedades que transmiten son del orden de 7 090 millones de dlsA ( $730 \text{ dlsA} \times 0.8 \times 1\,214 \text{ millones de bovinos}$ ). Aunque esto es una cruda estimación sirve como guía para visualizar la magnitud de las pérdidas involucradas debido a las infestaciones por garrapata. Estas no pueden estar lejos de la realidad, cuando se toman en cuenta que las estimaciones de costos de la industria ganadera, resultado de la erradicación de la garrapata y la babesiosis en EUA (total de bovinos 129 millones), excede a 1 000 millones de dls por año. Estas pérdidas equivalen aproximadamente a 7.8 dls/cabeza/año<sup>3</sup>.

Las pérdidas financieras reportadas en explotaciones lecheras en Argentina son de 1 624.60 dólares (100%) por pérdidas debidas a babesiosis. Las pérdidas

físicas fueron de 1 009 dls (62.1%), incluye las pérdidas por mortalidad (850 000 dls [52.3%]). Los montos por el control de la enfermedad fueron de 615.60 dólares y representaron el 37.8% de las pérdidas totales<sup>9</sup>.

En México se estima que las pérdidas anuales que causan la anaplasmosis y babesiosis bovina son de 48 millones de dls. De esta cantidad, 21 millones se atribuyen a las pérdidas indirectas<sup>2</sup>. También se ha estimado que las pérdidas anuales debidas a las garrapatas y a la babesiosis ascendían a unos 110 millones de kg de carne y 110 mil cabezas de ganado vacuno <sup>10</sup>. Estos costos fueron estimados principalmente por la pérdida de producción que es atribuible a las infestaciones por garrapatas.

Los esfuerzos para controlar al ectoparásito se han basado fundamentalmente en el control químico. Las familias de productos químicos que se utilizan para el control de las garrapatas son: Organofosforados, Piretroides, Amidinas, Lactonas Macroclínicas, Inhibidores del crecimiento, e Ivermectinas, el número de tratamientos al año depende de: el tipo de ganado, grado de infestación y de la zona ecológica donde se encuentra el ganado. Por lo que en zonas con altas infestaciones los costos de tratamiento son muy altos y es importante determinar el costo de tratamiento que tenga una tasa de retorno más alta en términos de producción.

Sin embargo, debido a los crecientes problemas de garrapatas *R. microplus* resistentes a los garrapaticidas y el incremento en la presencia de residuos químicos en carne y leche, se vienen impulsando alternativas que presenten menos daños directos y colaterales a la producción y medio ambiente, como

vacunas, y otros tratamientos de control biológico, así como prácticas ecológicas como rotación de pastizales<sup>2,11</sup>.

Las últimas décadas se han caracterizado por el desarrollo, aplicación y validación en distintas áreas ecológicas del mundo, de nuevas estrategias de control químico de endoparásitos y ectoparásitos que afectan la producción animal. La mayoría de ellas mostraron ser altamente eficaces, prácticas y económicas para el control de parásitos, pero incapaces de prevenir y/o controlar el constante desarrollo de resistencia a los antiparasitarios, casi sin excepción y en la medida que los mismos fueron perdiendo eficacia, estas estrategias se hicieron menos costo/eficientes, comprometiendo en algunos casos, la propia sustentabilidad del sistema productivo.

La disponibilidad futura de nuevos productos químicos activos para ser utilizados contra los ectoparásitos y endoparásitos, no sólo se encuentra comprometida por el progresivo aumento de los casos de resistencia y los crecientes costos de investigación, desarrollo y validación, sino también una cierta falta de conocimiento y competencia para el descubrimiento de nuevas drogas, así como los requisitos más exigentes para el registro de pesticidas a nivel mundial<sup>11</sup>.

En México no se ha tenido un aumento en los precios de venta del ganado en pie al menos desde 2003<sup>12</sup>, mientras que los costos de los acaricidas han sufrido un aumento considerable. Por ello los productores requieren un apoyo para la toma de decisiones en cuanto a si tratar o no al ganado, y en caso de decidirse por aplicar un tratamiento, elegir el más adecuado en eficiencia y precio.

En este trabajo se elaboró un programa en EXCEL<sup>®</sup> (CompaPest), a partir de los resultados de la encuesta a Médicos Veterinarios Zootecnistas involucrados en la industria farmacéutica y productores, para evaluar los costos de los tratamientos con pesticidas, con respecto a las ganancias en el importe de la carne de bovino en pie, y se calculó el límite económico de acuerdo al número de garrapatas por animal, a partir del cual es económicamente redituable tratar, para cada uno de seis pesticidas de diferentes familias químicas.

El programa está disponible y con él se pueden comparar casi todos los pesticidas que se encuentran en el mercado en México. El productor solo tiene que añadir los parámetros acordes con su explotación.

## **Hipótesis**

El límite económico para cada uno de los tratamientos contra la garrapata *Rhipicephalus microplus* con pesticidas se va a encontrar en la intersección de los valores de productividad en el peso vivo debido a la eliminación de las garrapatas y los costos por el tratamiento.

## **Objetivo**

El objetivo de este estudio es determinar el límite económico entre el costo del tratamiento contra la garrapata *R. microplus* en bovinos y los beneficios de este tratamiento, en zonas endémicas de este ectoparásito en México, utilizando información de una encuesta relacionada con los niveles de infestaciones de garrapatas y las medidas de control utilizadas por los productores.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Colecta de la información**

La información se obtuvo de encuestas realizadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), entre productores de ganado bovino y Médicos Veterinarios Zootecnistas (MVZ) que laboran en la industria Farmacéutica Veterinaria y que comercializan productos pesticidas para el control de la garrapata *R. microplus* en México, para obtener información relativa a los costos y la forma de aplicación de los diferentes productos que se comercializan en México y conocer las prácticas zootécnicas de los animales tratados con acaricidas en zonas endémicas de garrapata *R. microplus*

### **Desarrollo del programa de cálculo**

Con los resultados de las encuestas realizadas, se desarrolló un programa con el paquete Microsoft EXCEL<sup>®</sup> (CompaPest), con el que se puede seleccionar el producto pesticida más redituable, en términos de ganancia de peso vivo de bovinos tratados con diferentes productos para la producción de carne; con base en el límite económico, definiéndose éste como *la cantidad mínima de garrapatas que causa una pérdida en las ganancias económicas, en donde las ganancias de controlarlas igualan a los costos de eliminar la plaga*<sup>13</sup>.

El programa se desarrolló con base en el modelo publicado por Young y Haantuba<sup>13</sup>. En este estudio, se calcularon los límites económicos con respecto a



las ganancias en el importe de la carne de bovino en pie, para seis pesticidas de diferentes familias químicas (Cuadro 1).

## Simulaciones

Se realizaron 156 simulaciones con el programa CompaPest, utilizando los siguientes niveles de infestación de garrapatas/bovino: 1, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 81, la mitad de ellas, asumiendo que las infestaciones son con garrapatas adultas ingurgitadas susceptibles a los pesticidas y la otra mitad con 30% de resistencia al producto utilizado. Las variables utilizadas para las simulaciones, con las que se obtuvieron las variables A y B se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 1. Productos y presentaciones utilizadas en las simulaciones\***

<b>Nombre comercial y presentación</b>	<b>Familia</b>	<b>Modo de aplicación</b>	<b>Precio**</b>
Acatak® 5 lts.	Fenilurea	Tópico (Pour on)	\$ 2,822.79
Asuntol® 5 lts.	Organofosforado	Inmersión	\$ 1,958.89
Barricade CE® 5 lts.	Piretroide	Inmersión	\$ 2,190.32
Ectoline® 5 lts.	Fenilpirazolona	Tópico (Pour on)	\$ 5,597.19
Bombard® 5 lts.	Amidina	Inmersión	\$ 1,463.93
Ivomec gold® 1 lt.	Ivermectina	Inyectado	\$ 2,780.00

\*Información obtenida de la encuesta a médicos veterinarios zootecnistas de la industria farmacéutica

\*\* En pesos mexicanos. Actualizados Enero 2009

**Cuadro 2. Variables utilizadas en las simulaciones**

<b>Componente</b>	<b>Valor</b>	<b>Fuente</b>
Numero de animales en la explotación	100	Productores
Número de aplicaciones/año	7 en promedio	MVZ de la industria farmacéutica
Volumen del baño de inmersión m <sup>3</sup>	10000	NOM – 042 – ZOO – 1995 <sup>14</sup>
Nivel de resistencia de la garrapata al producto	Sin resistencia 30% resistencia	MVZ de la industria farmacéutica
Tipo de ganado en la explotación	Ganado Europeo 1a	Productores
Costo Kg ganado Europeo 1 <sup>a</sup>	\$ 33.00	InfoAserca <sup>12</sup>
Peso promedio bovino en Kg	300 Kg	InfoAserca <sup>12</sup>
Número de vaqueros/tratamiento	1	Productores
Salario del vaquero por aplicación del producto	\$ 75.00	Productores
Perdida por garrapata por bovino al año	0.6 gramos	Sutherst, R W <sup>15</sup>
Eficacia del producto sin resistencia la mismo	95% en promedio	MVZ de Industria farmacéutica

## **Análisis de la información**

Las variables estudiadas con el programa CompaPest para calcular los límites económicos fueron:

- A. Valor de rescate por tratamiento por bovino al año en Kg.<sup>1</sup>
- B. Costo total del tratamiento con pesticida por bovino por año en pesos mexicanos.<sup>2</sup>

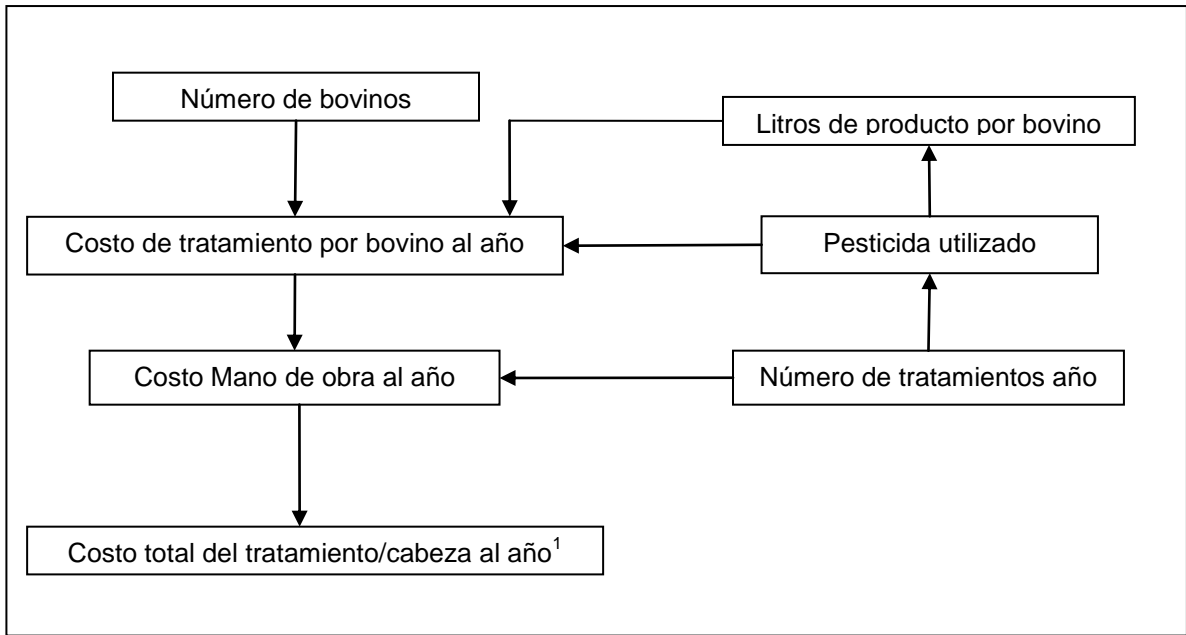
En las Figuras 1y 2 se esquematizan las operaciones utilizadas para la obtención de esas variables.

En los cuadros 3A, 3B y 4 se presentan las ecuaciones que se utilizaron para la obtención de cada una de las variables utilizadas en el cálculo de las variables A y B.

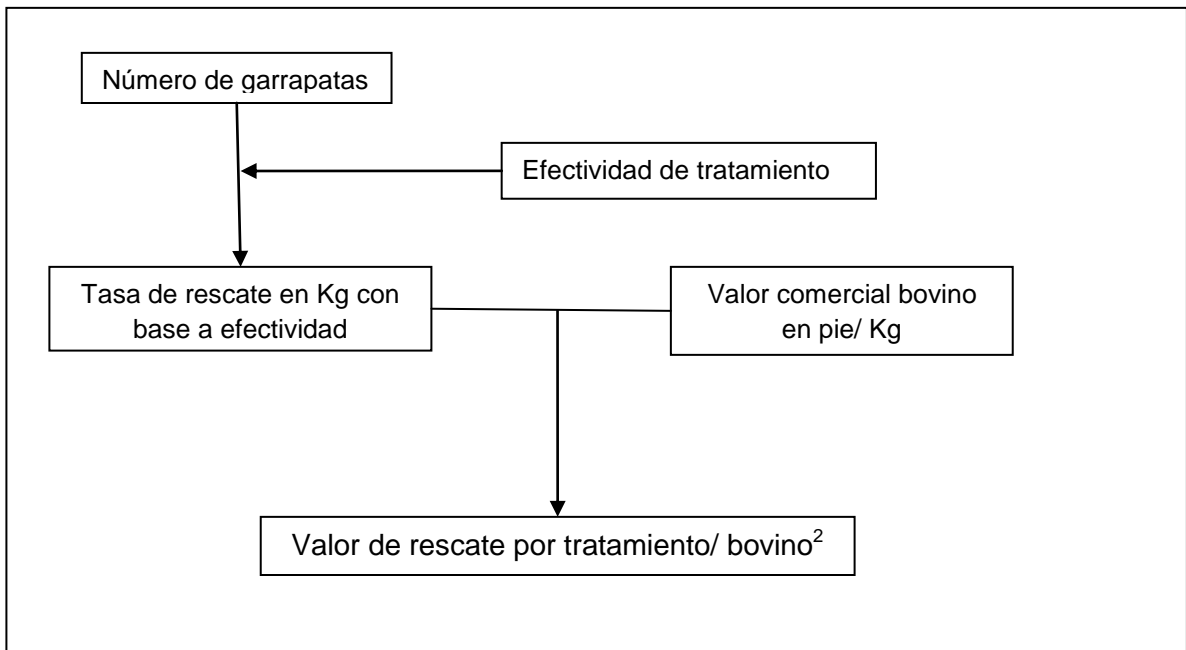
---

<sup>1</sup>Costo total del tratamiento por bovino por año= (costo del pesticida\* número de tratamientos al año) + costo de mano de obra al año.

<sup>2</sup>Valor de rescate por tratamiento por bovino al año es el peso vivo (kg) que no pierde el animal debido a que es tratado.



**Figura 1. Obtención de la variable costo total del tratamiento con pesticida por bovino por año en pesos mexicanos.**<sup>1</sup>Costo total del tratamiento por bovino por año= (costo del pesticida\* número de tratamientos al año) + costo de mano de obra al año.



**Figura 2. Obtención de la variable Valor de rescate por tratamiento por bovino al año en Kg.**<sup>2</sup> Valor de rescate por tratamiento por bovino al año es el peso vivo (kg) que no pierde el animal debido a que es tratado.

**Cuadros 3 A y B. Variables utilizadas para obtener costos de tratamiento con pesticidas aplicados por baño de inmersión**

**A. Variables obtenidas directamente de la encuesta**

Variable	Origen
Número de tratamientos por cabeza por año	Información proporcionada por MVZ de industrias farmacéuticas depende del número de garrapatas/bovino
Litros de producto por cada 1000 litros de agua	Información proporcionada por MVZ de industrias farmacéuticas

**B. Variables para obtener costo del producto, calculadas a través de cálculos con otras variables**

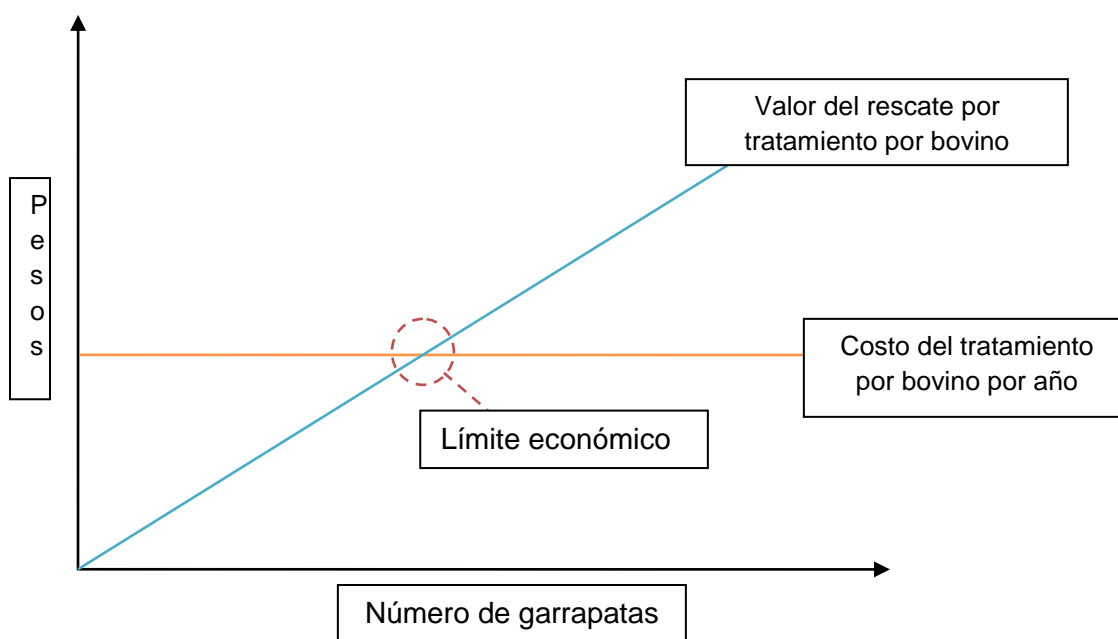
Variable	Ecuación
Litros de producto por tanque de inmersión	Litros de producto por cada 1000 litros de agua*10
Concentración en litros por tanque de inmersión	Litros de producto por tanque/ Volumen litros del baño de inmersión
L por bovino	Peso promedio en kilogramo del hato*0.01
Dosis por bovino	Concentración en litros por tanque* Litro por bovino
Litro de producto por bovino por año	Dosis por bovino* Número de aplicaciones por cabeza por año
Costo litro de producto	(Costo de factura*1000)/ Presentación
Costo por bovino por año	Litro de producto por bovino por año* Costo litro de producto

**Cuadro 4. Ecuaciones para obtener los costos de los pesticidas con aplicación en pour on e inyectado**

Número de aplicaciones por cabeza por año	Depende del número de garrapatas/bovino
L por bovino	Inyectado= $((\text{Peso promedio} \times 0.0001) / 50)$ Pour On Acatak®= $((\text{Peso promedio en Kg} \times 10) / 10) \times 1000)^1$ Ectoline®= $((\text{Peso promedio} \times 20) / 100) / 1000)^1$
Dosis por bovino	Concentración en litros por tanque* Litro por bovino
Litros de producto por bovino por año	Dosis por bovino* Número de aplicaciones por cabeza por año
Costo litro de producto	$(\text{Costo de factura} \times 1000) / \text{Presentación en ml}$
Costo por bovino por año	Litros de producto por bovino por año* Costo litro de producto

<sup>1</sup>Información proporcionada por MVZ de la industria farmacéutica

Los resultados se analizaron por medio de métodos gráficos para obtener los límites económicos en cada producto seleccionado (Figura 3).



**Figura 3. Representación del límite económico entre pérdidas económicas con distinto número de garrapatas/bovino y costos de tratamiento con pesticidas.**

## RESULTADOS

El costo total del tratamiento por cabeza al año más alto se obtuvo con el pesticida Bombard® de la familia de las amidinas, mientras que el pesticida con menor costo fue el de Ivomec Gold® una ivermectina (cuadro 5). Con un promedio de los pesticidas utilizados en este trabajo de \$ 1,174.55 (pesos mexicanos).

En las figuras 4 al 9 se presentan los límites económicos para peso vivo, de acuerdo con el número de garrapatas.

Los productos que obtuvieron un límite económico con mayor número de garrapatas fueron Bombard® (amidina) y Asuntol® (organofosforado) con 81 garrapatas; El límite económico de Acatak® (fenilurea), Barricade CE® (piretroide inmersión) y Ectoline® (fenilpirazolona) se obtuvo con 60 garrapatas, mientras que Ivomec Gold® (ivermectina) tuvo un límite económico con 40 garrapatas.

Al realizar un comparativo de límites económicos de los productos sin resistencia y con alta resistencia al producto utilizado (30%) (Cuadro 6), se observó que el límite económico se incrementa en promedio 12 garrapatas.



**Cuadro 5. Costo total de tratamiento por cabeza por año (sin resistencia al pesticida)<sup>1</sup>**

<b>Pesticida<sup>2</sup></b>	<b>Familia</b>	<b>Costo</b>
Acatak <sup>®</sup>	Fenilurea	\$ 958.10
Asuntol <sup>®</sup>	Organofosforado	\$ 1,511.76
Barricade CE <sup>®</sup>	Pretróide baño	\$ 1,210.51
Ectoline <sup>®</sup>	Fenilpirazolona	\$ 1,101.50
Bombard <sup>®</sup>	Amidina	\$ 1,507.09
Ivomec Gold <sup>®</sup>	Ivermectina	\$ 758.34
<b>PROMEDIO</b>		<b>\$ 1,174.55</b>

<sup>1</sup> Las simulaciones se realizaron considerando 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento.

<sup>2</sup> Número de tratamientos al año (recomendados por el laboratorio): Acatak<sup>®</sup> 3, Asuntol<sup>®</sup> 10, Barricade CE<sup>®</sup> 8, Ectoline<sup>®</sup> 6, Bombard<sup>®</sup> 10, Ivomec Gold<sup>®</sup> 5. En presentación de 5 l los cinco primeros y 1 l el último.

**Cuadro 6. Comparación de límites económicos con y sin resistencia a pesticidas**

<b>Pesticida<sup>2</sup></b>	<b>Límite económico número garrapatas<sup>1</sup></b>	
	<b>Sin Resistencia</b>	<b>Con Resistencia<sup>3</sup></b>
Acatak <sup>®</sup>	60	70
Asuntol <sup>®</sup>	81	110
Barricade CE <sup>®</sup>	70	90
Ectoline <sup>®</sup>	60	80
Bombard <sup>®</sup>	81	110
Ivomec Gold <sup>®</sup>	40	60
<b>PROMEDIO</b>	<b>65</b>	<b>87</b>

<sup>1</sup> Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento.

<sup>2</sup> Número de tratamientos al año (recomendados por el laboratorio): Acatak<sup>®</sup> 3, Asuntol<sup>®</sup> 10, Barricade CE<sup>®</sup> 8, Ectoline<sup>®</sup> 6, Bombard<sup>®</sup> 10, Ivomec Gold<sup>®</sup> 5. En presentación de 5 l los cinco primeros y 1 l el último.

<sup>3</sup> Nivel de resistencia al producto utilizado = 30%.

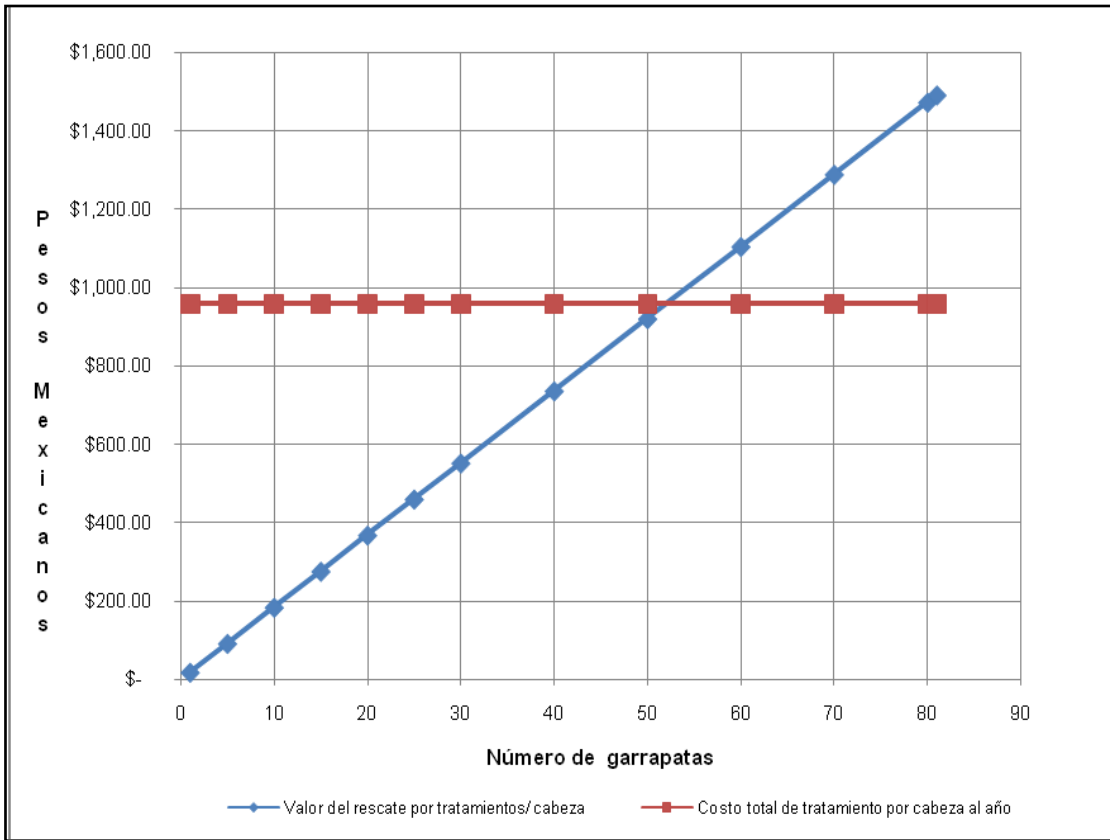


Figura 4. Determinación del límite económico de Acatak® (fenilurea) en presentación de 5 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio=3. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

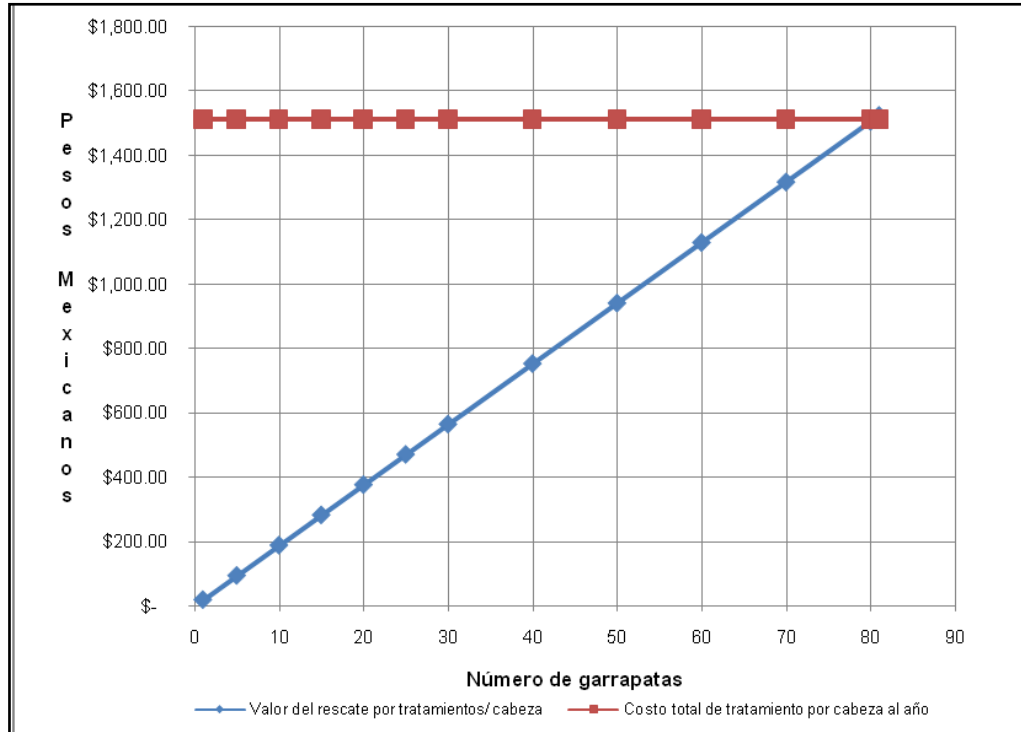


Figura 5. Determinación del límite económico de Asuntol® (organofosforado) en presentación de 5 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio= 10. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

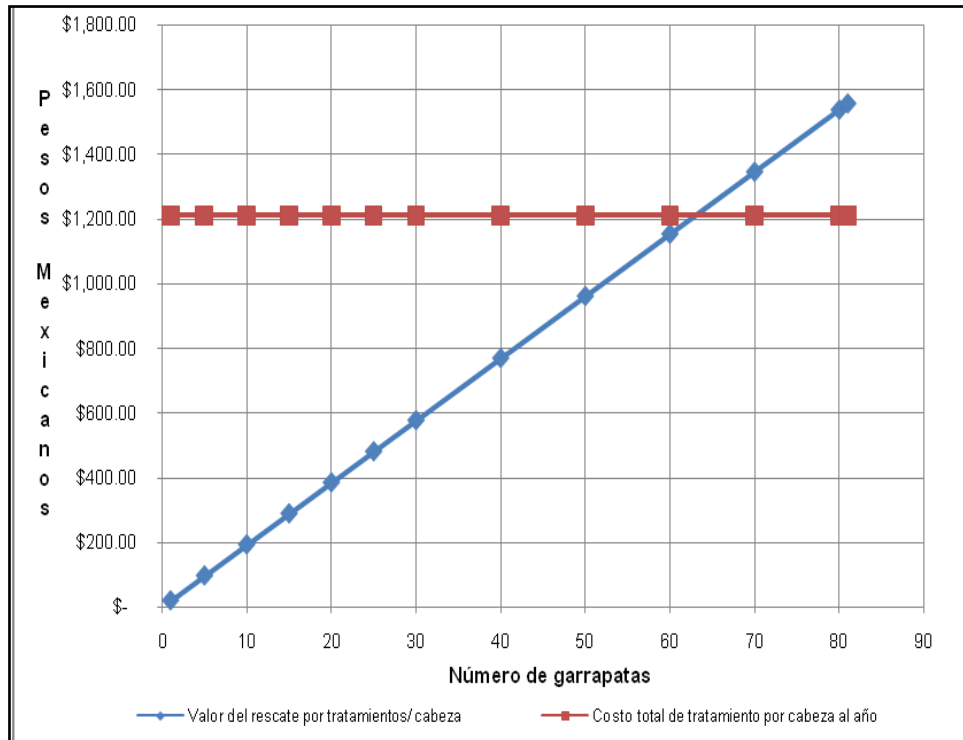


Figura 6. Determinación del límite económico de Barricade CE<sup>®</sup> (piretroide baño) en presentación de 5 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia la pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio= 8. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

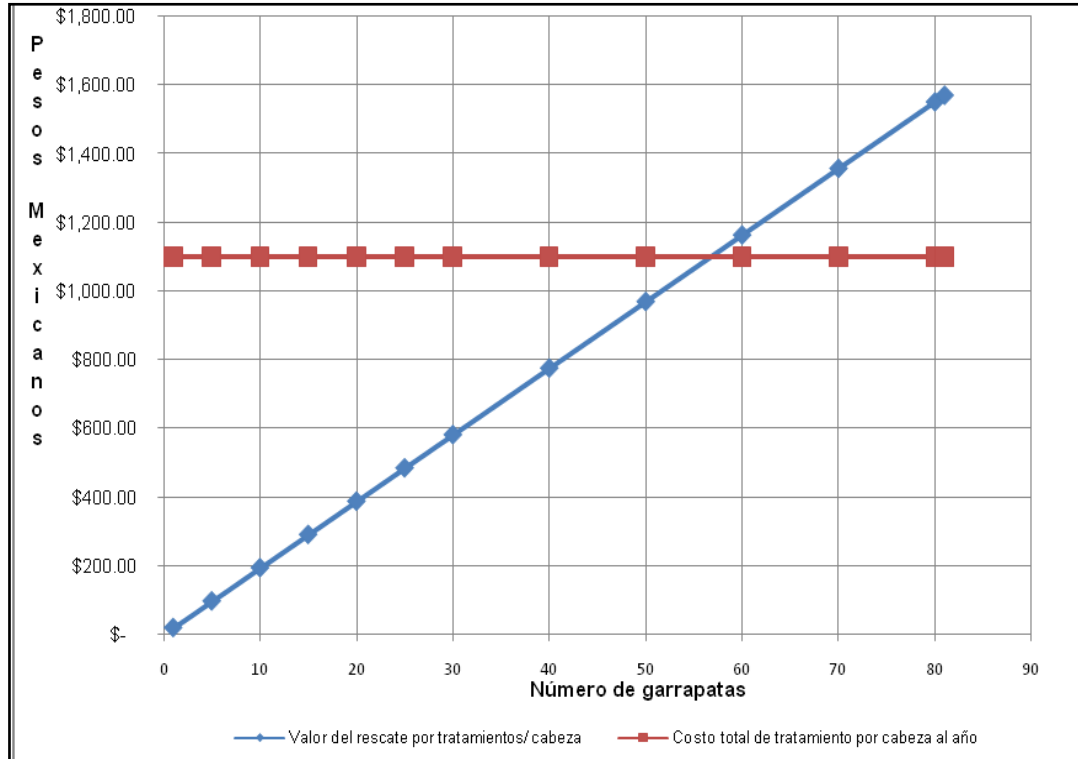


Figura 7. Determinación del límite económico de Ectoline® (fenilpirazolona) en presentación de 5 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio= 6. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

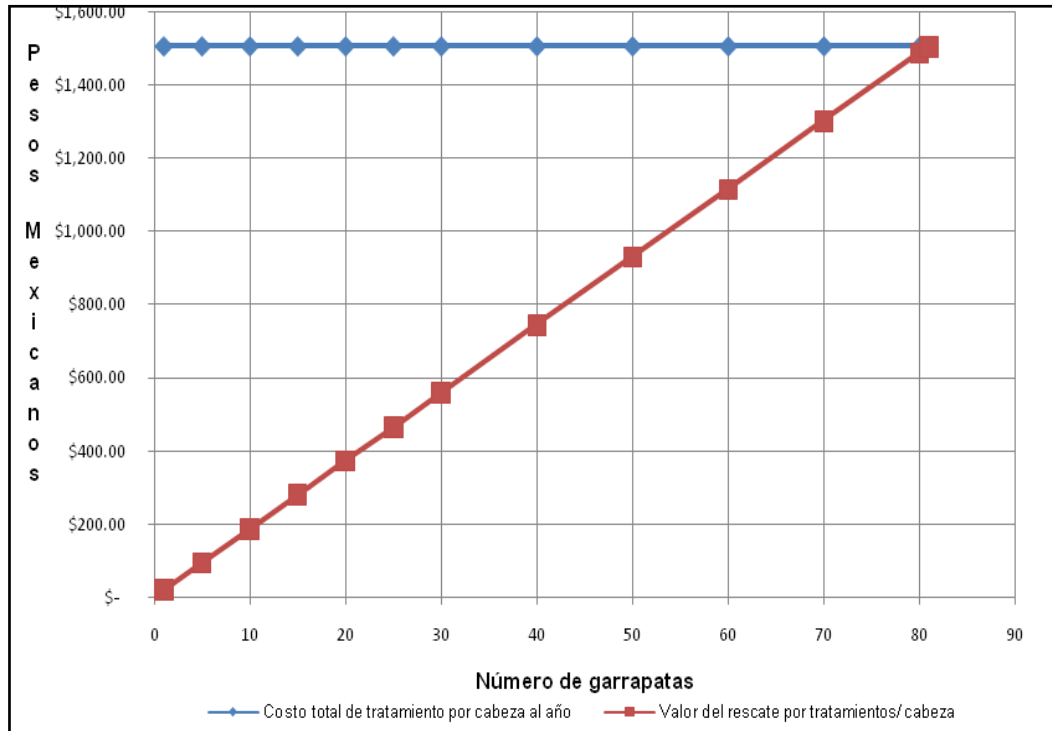


Figura 8. Bombard® (amidina) en presentación de 5 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio= 10. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

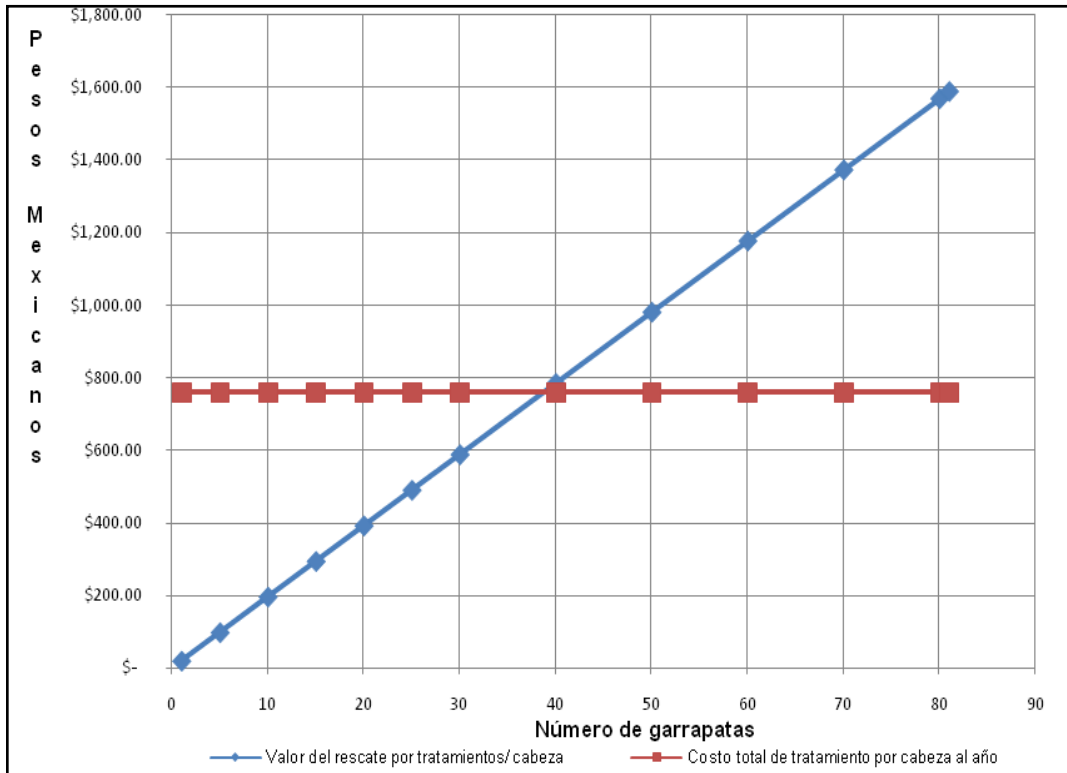


Figura 9. Determinación del límite económico de Ivomec Gold® (ivermectina inyectable) en presentación de 1 l. Las simulaciones se realizaron con 100 cabezas de ganado de engorda clase Europeo primera con un peso promedio de 300 Kg, sin resistencia al pesticida, costo mano de obra de un vaquero de \$75.00/tratamiento. Con el número de tratamientos /año recomendado por el laboratorio= 5. Valor de rescate por tratamientos/cabeza= (Valor comercial Kg/bovino/pie)\*(Tasa de rescate Kg). Costo total de tratamiento por cabeza al año= (Costo de mano de obra anualizado) + (Costo de tratamiento/bovino/año).

## DISCUSIÓN

Los resultados de este trabajo, muestran que los bovinos tratados generaron una ganancia de peso de 0.6 kg por garrapata eliminada al año, o sea \$14.42 pesos mexicanos en promedio con los valores de kg en pie de marzo de 2009<sup>12</sup>. Este beneficio en la productividad se unió al costo total del tratamiento anual de seis pesticidas de diferentes familias, utilizados en el control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, para obtener, en promedio, un límite económico de 65 garrapatas por animal (Figuras 4 – 9). Sutherst y col<sup>15</sup> encontraron un límite económico de 158 garrapatas, en ese entonces calcularon el costo del tratamiento en 1.35 dlsA, que en pesos mexicanos al tipo de cambio actual serían MXP 1.45<sup>1</sup>, pero el precio por cabeza de becerro en el estudio australiano era de 0.89 dlla, en pesos mexicanos actuales son MXP 9.09 mientras que el precio por kg utilizado aquí es de MXP 33.00 por lo que se tiene un mayor retorno en este estudio que en el de Sutherst<sup>15</sup>, lo cual redundaría en un límite económico con menos garrapatas. Recientemente Jonsson<sup>4</sup> estimó 100 garrapatas por cabeza con precios actualizados a ese año también en Australia, el valor de pérdida de peso que se utilizó en ese estudio fue de 1.25 g/día de infestación por cada teologina y tomó en cuenta sólo 21 días de infestación. En Colombia se estimó que las pérdidas en peso por cada garrapata fueron de 1.6 g diarios en becerros en crecimiento<sup>17</sup>. En México no se han realizado estudios para estimar las pérdidas en peso por cada teologina en el ganado.

---

<sup>1</sup> En el tipo de cambio actual el promedio de MXP 1174.55 serían \$ 145.27dlsA que entre 100 animales resultan en \$1.45 dlsA<sup>16</sup>



El límite económico con mayor número de garrapatas se obtuvo con una amidina y un organofosforado ambos aplicados por inmersión, en Colombia<sup>17</sup>, se obtuvieron los peores resultados con un pour-on, pero en ese trabajo no se obtuvieron límites económicos.

En estos límites económicos no se tomó en cuenta el daño por babesiosis o anaplasmosis por lo que se deben utilizar únicamente cuando no estén presentes estas enfermedades. McLeod<sup>18</sup> estima que las mayores pérdidas debidas a los parásitos son por la disminución de la producción más que por la mortalidad.

Además de la reducción en la producción, las infestaciones por garrapatas *R. microplus* aumentan los costos, debido al manejo extra requerido para los tratamientos, los costos del pesticida y el equipo necesario para las aplicaciones, que se han estimado en 78 y 88% de los costos de tratamiento contra garrapatas y enfermedades que transmiten<sup>19</sup>; sin embargo, las pérdidas generadas por no aplicar tratamientos contra las garrapatas pueden ser devastadoras; Mattioli y col<sup>20</sup> encontraron que no tratar al ganado repercutió en hasta 15.9 Kg menos que en animales tratados.

En cuanto a la especie del bovino, los resultados de este trabajo se aplican en el *Bos taurus*, sin embargo de acuerdo con Jonsson<sup>4</sup>, quien encontró un efecto similar de pérdida de peso por garrapatas en ambas especies; también serían aplicables al *Bos indicus*.

Estos límites económicos dependen mucho del precio de venta de los bovinos, que en México ha tenido un comportamiento al alza muy lento, (Cuadro 7) por

ejemplo, de 2007 al 2009 aumentó un peso (5%), mientras que el precio de Acatak aumentó MXP 75 (13%).

**Cuadro 7. Comparación de precio de venta de bovino y costo de productos acaricidas en dos años.**

Precio de venta de bovinos MXP/Kg <sup>2</sup>		Costo de productos acaricidas (Acatak) \$/L <sup>3</sup>	
2007	2009	2007	2009
20	21	565	640

## Límite económico y resistencia a los pesticidas

En cualquier población, la frecuencia de individuos genéticamente resistentes a pesticidas es muy baja, generalmente 1 en 100 millones. Pero con el uso de un pesticida hay una probabilidad grande de que los individuos con la mutación de resistencia sobrevivan y se reproduzcan. Mientras más productores traten a su ganado, más individuos resistentes se seleccionarán. La resistencia a los pesticidas es un costo económico muy grande en la industria del ganado productor de carne.

En este trabajo se encontró un aumento del límite económico promedio de 12 garrapatas cuando hay resistencia de 30% a los pesticidas, esto representa un aumento de casi el 20% en los costos de tratamientos. Taylor y Headley<sup>22</sup> sugieren la incorporación de la resistencia al pesticida para una mejor toma de decisiones en cuanto al costo. En México, la resistencia a pesticidas está casi

<sup>2</sup> [http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e\\_SelPie.asp?var=Bov](http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e_SelPie.asp?var=Bov)<sup>21</sup>

<sup>3</sup> Precios mayoreo. Investigación personal.

generalizada en las zonas del país donde se encuentran poblaciones de garrapatas<sup>1</sup>.

## **Utilidad del programa CompaPest**

Los productores prefieren usar pesticidas baratos y si éstos no funcionan, ellos le aumentan un poco la dosis o cambian de pesticida. Esto significa que deben sacrificar algún control para reducir el costo total de proteger su ganado de las garrapatas.

El programa que aquí se presenta, puede ayudar en la toma de decisiones de los ganaderos, por ejemplo, en el cuadro 4 se observan los límites económicos más altos, cuando hay resistencia de 30%, para Asuntol® (organofosforado) y Bombard® (amidina), mientras que el más bajo en estas circunstancias sería el de Ivomec Gold® (ivermectina), que sería el de elección. Asimismo, en el cuadro 3 se observa que este último tiene un costo menor anual global que los otros pesticidas.

Sin embargo, hay que hacer notar que en este estudio no se tomó en cuenta la presencia de garrapatas infectadas, lo cual podría aumentar la tasa de retorno, pues se evitaría la morbilidad y mortalidad del ganado debido a enfermedades por hemoparasitos.

Aunque los resultados de este estudio dependen de los datos usados específicamente mexicanos, las conclusiones indican las ventajas de tratar contra las garrapatas.

Este trabajo representa un primer paso para apoyar a las políticas de salud animal, porque provee un indicador del problema de estos parásitos. Como los productores mexicanos deben financiar sus propios programas de control de garrapatas, es importante facilitarles información de límites económicos entre el costo de tratar a los animales contra las garrapatas y el retorno en ganancias económicas.

## CONCLUSIONES

Los modelos de simulación en la investigación son actualmente la base para el establecimiento de las estrategias del control de la garrapata *R. microplus* que permiten tomar decisiones que reduzcan el uso de acaricidas y pérdidas en la producción.

Debe establecerse un límite económico para el tratamiento contra la garrapata en el ganado infestado para que sea benéfico al productor, pero este no ha sido establecido ya que depende de diversos factores en el sistema productivo, pero se puede predecir usando valores conocidos del costo de la aplicación de los acaricidas y el precio del ganado. En este estudio se ha demostrado la utilidad del programa elaborado con el paquete Microsoft EXCEL<sup>®</sup> (CompaPest). Actualmente no se contempla el cálculo de los límites económicos, en los programas de salud para el control de este parásito y de otras enfermedades que afectan al ganado bovino en México, lo cual sería necesario para un mejor aprovechamiento de los recursos económicos oficiales y de los productores.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez-Vivas R I, Rivas A L, Chowell G, Fragoso S H, Rosario C R, García Z, Smith S D, Williams J J, Schwager S J. Spatial distribution of acaricide profiles (*Boophilus microplus* strains susceptible or resistant to acaricides) in southeastern Mexico. *Vet Parasitol* 2007; 146(1-2):158-69.
2. Rodríguez V R, Quiñónez A F, Fragoso S H. Epidemiología y Control de la Garrapata *Boophilus* en México. En: Rodríguez V R. Enfermedades de Importancia Económica en Producción Animal. México: McGraw Hill, 2005: 571-588.
3. Quiroz R H, Situación actual de la problemática de las garrapatas. Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal. Garrapatas y Enfermedades que Transmiten. Morelos, México. 1992; 3 – 18.
4. Jonsson N N, The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Vet Parasitol* 2006; 137: 1 – 10.
5. Yin Y, Lu H, Luo J, Babesiosis in China, *Trop Animal Health Prod.* 1997; 29: 11S-15S.
6. Jonsson N N, Davis R, De Witt M, An estimate of the economic effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on Queensland dairy farms. *Aust Vet J.* 2001; 79: 826-31.
7. Jonsson N N, Mayer D G, Matschoss A L, Gree P E, Ansell J, Production effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation of high yielding dairy cows. *Vet Parasitol.* 1998; 78, 1: 65 - 77.

8. FAO. Guidelines resistance management and integrated parasite control in ruminants. Animal Italia (Roma): Production and Health Division. Agriculture Department, 2004.
9. Guglielmone A A, Aguirre D H, Späth E J A, Gaido AB, Mangold A J, De Ríos L G. Long-term Study of Incidence and Financial Loss Due to Cattle Babesiosis in an Argentinian Dairy Farm. *Prev Vet Med* 1992; 12: 307-312.
10. Woodham C B, González O A, López L A, Guereña M R, Progresos en la erradicación de las garrapatas *Boophilus* en México 1960-1980. *Rev Mund Zoot.* 1983; 48: 18-24.
11. Mgap.gub.uy [Homepage on the Internet] Uruguay: Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca, República Oriental del Uruguay. [update 8 de Mayo, 2009 citado 11 de Mayo, 2009] Available from: <http://www.mgap.gub.uy/DGSG/InformacionTecnica/Garrapata/RevisionManejodeResistenciayCIG.pdf>.
12. InfoAserca.gob.mx [Homepage on the Internet] México: SAGARPA. [update 20 Abril, 2009; citado 5 de mayo, 2009] Available from: [http://www.infoaserca.gob.mx/bovinos/gb\\_rastro.asp](http://www.infoaserca.gob.mx/bovinos/gb_rastro.asp) (Enero 1998).
13. Young D L, Haantuba H H, An economic threshold model for controlling tick-induced disease and productivity losses in cattle. First European Conference for information Technology in Agriculture, Copenhagen. 1997.

14. NOM – 042 – ZOO – 1995. Características y especificaciones zoosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de unidades de regularización zoosanitaria para ganado bovino, equino, ovino y caprino.
15. Sutherst R W, Maywald G F, Kerr J D, Stegemen D A. The effect of the cattle tick *Boophilus microplus* on the growth of *Bos indicus x Bos taurus* steers. Aust. J. Agric. Res 1983; 34: 317-327.
16. Hotel.hospedarse.com [Homepage on the Internet] USA: TravelNow. [citado 15 de junio de 2009] Available from: <http://www.hotel.hospedarse.com/util/currencyconvert.jsp> (1995).
17. Polanco, P N. Componentes del impacto económico de la garrapata común del ganado *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y la mosca de los cuernos *Haematobia irritans* en bovinos, estudios de caso: Caribe, Sabana de Bogotá y Piedemonte llanero. Tesis (de grado) Programa de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Fusagasugá, 2008.
18. McLeod, R.S. Costs of major parasites to the Australian livestock industries. Int. J. Parasitol. (1995):25: 1363-1367.
19. Ocaido M, Muwazi T, Opuda J A. Economic impact of tick and tick borne disease on cattle production system around Lake Mburo National Park in South Western Uganda. Trop Animl Healt Prod. 2009; 41: 732 – 739.
20. Mattioli R C, Jaitner J B M. Efficiency and cost of strategic use of acaricide for tick control in N'Dama cattle in The Gambia. Med Vet Entomol. 1999: 13, 1: 33 – 40.



21. [Economia-sniim.gob.mx/Nuevo](http://www.economia-sniim.gob.mx/Nuevo) [Homepage on the Internet] México: Secretaría de Economía. [update 10 de mayo; citado 5 de mayo, 2009] Available from: [http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e\\_SelPie.asp?var=Bov](http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-Pecuarios-Nacionales/e_SelPie.asp?var=Bov).
22. Taylor C R, Headley J C. Insecticide resistance and the evaluation of control strategies for an insect population. *Can Entomol*, 1975. 107: 237-242.