

**Evaluación de las Ivermectinas al 4% LP
(Liberación Programada), 3.15% (Tixotrópica)
y la Doramectina al 1% sobre el control de endo
y ectoparásitos y en la ganancia de peso en
vaquillas de levante**

**Álvaro José Gutiérrez Luna
Marcos Saady Borjas Carvajal**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

**Evaluación de las Ivermectinas al 4% LP
(Liberación Programada), 3.15% (Tixotrópica)
y la Doramectina al 1% sobre el control de endo
y ectoparásitos y en la ganancia de peso en
vaquillas de levante**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Álvaro José Gutiérrez Luna
Marcos Saady Borjas Carvajal**

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2010

Evaluación de las Ivermectinas al 4% LP (Liberación Programada), 3.15% (Tixotrópica) y la Doramectina al 1% sobre el control de endo y ectoparásitos y en la ganancia de peso en vaquillas de levante

Presentado por:

Álvaro José Gutiérrez Luna
Marcos Saady Borjas Carvajal

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor Principal

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador Área Zootecnia

Isidro A. Matamoros, Ph.D.
Asesor

Abel Gernat, Ph.D.
Director Carrera de Ciencia y
Producción Agropecuaria

Patricia Gálvez, Dra. Microbiología
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Cristiano Grisi, M.Sc.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

RESUMEN

Borjas, M. y Gutiérrez, A. 2010. Evaluación de las Ivermectinas al 4% LP (Liberación Programada), 3.15% (Tixotrópica) y la Doramectina al 1% en el control de endo y ectoparásitos y en la ganancia de peso en vaquillas de levante. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 16p.

Se utilizaron 18 hembras encastadas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey, distribuidas en tres grupos de seis animales de acuerdo a la raza y al peso; a cada grupo se le aplicó un tratamiento de Ivermectina 4% LP, 3.15% Tixotrópica o Doramectina 1%. El día de aplicación de los productos fue tomado como día 0 (inicio de tratamiento). La toma de muestras de materia fecal para los análisis coprológicos se realizaron los días 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98; los pesajes fueron realizados los días 0 y 98. La mayor eficacia en el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* se obtuvo con las Ivermectinas al 4% y 3.15% a los días 42 y 56 superando el 90% del control ($P < 0.05$), la Doramectina al 1% alcanzó una eficacia de 43.66% al día 28, al día 42 obtuvo el menor valor ($P < 0.05$). En el control de *Cooperia spp.* hubo diferencias ($P < 0.05$) desde el día 14 hasta el día 56, siendo la Ivermectina al 4% la que presentó la mayor eficacia, sin embargo, a partir del día 70 las eficacias entre las Ivermectinas al 4% y 3.15% fueron superiores al 90%. No hubo diferencias entre las Ivermectinas al 4% y 3.15% en el control de *Oesophagostomum radiatum* alcanzando eficacias sobre el 95% a partir del día 42 ($P > 0.05$). La ganancia de peso de los animales tratados con Ivermectinas al 4% y 3.15% fueron similares ($P > 0.05$) con ganancia de peso promedio de 0.64 kg/día/animal. El costo por animal tratado con Ivermectina al 4% fue de \$1.00, para la Ivermectina al 3.15% de \$1.85; bajo las condiciones de este estudio es más rentable la aplicación de Ivermectina al 4% en vaquillas de levante.

Palabras clave: Garrapata, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Cooperia spp.*, *Oesophagostomum radiatum*.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros y Gráficos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	7
4. CONCLUSIONES.....	13
5. RECOMENDACIONES.....	14
6. BIBLIOGRAFÍA.....	15

ÍNDICE DE CUADROS Y GRÁFICOS

Cuadro		Página
1.	Distribución de los tratamientos.....	5
2.	Valores medios de la garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i> (número de Garrapatas >4mm en el lado izquierdo del animal) en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.....	7
3.	Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4%, 3.15% y Doramectina al 1% sobre el control de la garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	8
4.	Valores medios del número de huevos por gramo de materia fecal (h/gmf) de <i>Cooperia spp.</i> en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.....	9
5.	Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4% y 3.15% sobre el control de <i>Cooperia spp.</i>	9
6.	Valores medios del número de huevos por gramo de materia fecal (h/gmf) de <i>Oesophagostomum radiatum</i> en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.....	10
7.	Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4% y 3.15% sobre el control de <i>Oesophagostomum radiatum</i>	10
8.	Valores medios de la ganancia de peso durante el periodo de estudio (98 días) para los animales tratados con Ivermectinas al 4% y 3.15%.	11
9.	Valores medios de la ganancia de peso a los 30 días para los animales tratados con Ivermectinas al 4%, 3.15% y Doramectina al 1%.....	11
10.	Costo por tratamiento.....	12
Gráfica		
1.	Eficacia de los tratamientos en el control de la garrapata <i>Rhipicephalus microplus</i>	8

1. INTRODUCCIÓN

La parasitología juega un papel importante en la salud de los animales ya que las enfermedades que los parásitos causan pueden llegar a provocar la muerte. La salud en los animales es el grado de conformidad que no exceda de los límites de valoración tolerables con las normas establecidas para determinadas características teniendo en cuenta la edad, el sexo, la colectividad y la región (Cordero *et al.* 1999).

Los parásitos suelen actuar en forma espoleativa, con la irritación, el estrés y el debilitamiento físico del organismo del animal, que causa bajo desempeño del mismo, pérdida de peso y por consiguiente de la productividad (Bresciani 2003).

Una de las principales causas de la disminución en la productividad de las fincas ganaderas es la presencia de endo y ectoparásitos. En bovinos los ectoparásitos más comunes son *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y *Dermatobia hominis*; el hábitat de estos parásitos está restringido a la superficie del huésped específico, la superficie tegumentaria de cada huésped tiene condiciones variables debido al estado fisiológico e inmunitario, la duración del fotoperiodo, radiación solar, temperatura y humedad. Las variaciones de estos factores modifican el ambiente donde estos parásitos viven y se reproducen e influyen sobre sus poblaciones.

Los nematodos gastrointestinales son los endoparásitos más frecuentes en los animales domésticos, estos se alojan en las vísceras especialmente en el rumen, abomaso, intestinos, pulmones e hígado. Estudios realizados comprueban que los nematodos gastrointestinales, representan una causa importante de pérdidas económicas en el ganado vacuno mantenido en régimen semiextensivo. Además las infecciones causadas por estos nematodos, generalmente cursan de forma subclínica, por lo que es difícil valorar con exactitud la importancia real de estos parásitos, así como las mermas de rendimiento que ocasionan.

La *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, es la garrapata tropical del ganado vacuno propia de Australia, Indias Occidentales, México, América Central, Sudamérica, Asia y República de Sudáfrica. El hospedador primario es el ganado vacuno; algunas de las enfermedades que transmiten son la babesiosis y anaplasmosis, además se identifica con las pérdidas de sangre; se calcula que cada garrapata adulta succiona de 2 a 3 mL de sangre durante su vida parasitaria (Soulsby 1987).

La *Dermatobia hominis* es un díptero (mosca) cuya larva es el agente causal de la miasis subcutánea, tumoral, forunculosa, la cual consiste en la infestación de animales vertebrados y humanos por larvas, las cuales se alimentan de los tejidos vivos o muertos del huésped, líquidos corporales o alimentos digeridos, es muy dolorosa para el huésped en sus estadios finales, conocida con el nombre de miasis cutánea forunculosa. Cuando las larvas migran por el tejido subcutáneo del hospedador facilitan la aparición de infecciones secundarias. Esto se debe a que a lo largo de esta migración las larvas van comiendo dicho tejido, con lo cual éste

pierde integridad y con esto capacidad de defenderse a la acción patógena de diferentes parásitos y microorganismos (hongos y bacterias). El grado de complejidad que tenga cada caso depende en gran medida de la zona corporal en donde esté desarrollada la miasis, del tiempo que tardó la larva en migrar y de la presencia o no de infecciones secundarias (Soulsby 1987).

Los individuos del género *Cooperia* tienen un color rojizo y alcanzan una longitud máxima de unos 10 mm. La superficie corporal posee aristas longitudinales con estrías transversales. Sus huevos tienen paredes paralelas y alcanzan un tamaño de 40 x 80 micras. Los hospedadores principales de *Cooperia spp.* son bovinos, ovinos, caprinos y varios rumiantes salvajes. Su distribución es normal pero son más abundantes en regiones tropicales y subtropicales (Junquera 2007).

Los gusanos del género *Cooperia* poseen un ciclo vital directo y común para los nematodos. Los huevos en los excrementos eclosionan dentro de las 24 horas de su expulsión y en el exterior se desarrollan a larvas de tercer estadio infecciosas en unos cuatro días. Las larvas infecciosas pueden sobrevivir entre cinco y 12 meses en el ambiente y pueden hibernar. El hospedador final se infecta pastando. El periodo prepatente antes de alcanzar la madurez sexual es de dos a tres semanas, pero las larvas en cuarto estadio pueden permanecer en el hospedador final hasta cinco meses antes de completar su desarrollo hasta la madurez sexual (Junquera 2007).

El órgano predilecto de los adultos de *Oesophagostomum radiatum* es el intestino grueso; las larvas se encuentran en nódulos entre el estómago y el intestino grueso. Los gusanos adultos alcanzan entre 15 y 20 mm de longitud: las hembras son mayores que los machos. La cabeza dispone de una gran vesícula cefálica. Todas las especies poseen un ciclo vital directo. Una vez fuera del hospedador, los huevos eclosionan a larvas del estadio I en las heces. Una semana más tarde aparecen las larvas infectivas del estadio III. Una vez ingeridos con el pasto por el hospedador final penetran en la pared intestinal y forman nódulos en cualquier lugar entre el estómago y el intestino grueso. Tras cerca de una semana abandonan los nódulos y emigran al colon donde completan el desarrollo a adultos y se reproducen. Las larvas infectivas perforan la pared intestinal y el hospedador responde a esta herida produciendo nódulos del tamaño de un guisante. Las infecciones agudas causan fiebre, pérdida de apetito y de peso, colitis, fuerte diarrea acuosa o mucosa, verde oscura o negra. Las infecciones crónicas producen anemia y edema, además de diarrea (Junquera 2007).

Las avermectinas pertenecen a un grupo antihelmíntico producidas por la fermentación de un actinomiceto, denominado *Streptomyces avermitilis* originalmente aislado de una muestra de suelo en Japón. El complejo de ocho componentes, avermectina ha sido identificado como un grupo derivado de lactona macrocíclica, que a diferencia de los antibióticos macrólidos o polienos carecen de actividad antibacteriana significativa. Los cuatro componentes principales recuperados del proceso de fermentación se identifican por el subíndice <<a>> (A_{1a}, A_{2a}, B_{1a} y B_{2a}); Los cuatro componentes menores recuperados solo en cantidades pequeñas se identifican por el subíndice <> (A_{1b}, A_{2b}, B_{1b} y B_{2b}) (McDonald y Booth 1987).

Cada uno de los ocho componentes poseen actividad antihelmíntica sin embargo, el componente B_{1a} se recupera en mayores cantidades; por tanto, es el derivado químico (B_{1a}) de este componente con su homólogo (B_{1b}), los que han sido ensayados más extensamente como antihelmínticos. La combinación de estos dos componentes ha recibido el nombre genérico de Ivermectina (80% o más B_{1a} y 20% o menos B_{1b}) (McDonald y Booth 1987).

La toxicidad de este fármaco es casi nula a las dosis recomendadas. Se ha observado un síndrome de toxicidad agudo en el ganado administrando oralmente Ivermectinas a dosis de 4 mg/kg y 8µg/kg por vía subcutánea. Los signos fueron indicativos de depresión del sistema nervioso central e incluyeron decaimiento y ataxia. Se puede administrar a sementales sin alteraciones en su eficiencia reproductiva y a hembras gestantes sin que se presente teratogénesis. Los becerros son más susceptibles al efecto tóxico y se recomienda una dosis menor de 0.05 mg/kg para evitar la depresión, a menudo irreversible de los animales susceptibles (Sumano 1996).

En el mercado actual se buscan alternativas para el control de ecto y endoparásitos ante la situación de resistencia parasitaria que es cada vez más frecuente en el mundo ganadero. Es posible encontrar en el mercado cerca de 30 opciones de Ivermectinas, pero con el uso de algunas de ellas se presentan problemas de intoxicación que afectan la reproducción, esto ocurre porque sus moléculas contienen menos del 80% de B_{1a} cuando lo ideal es más del 80% (AVISA 2009).

Las Ivermectinas son compuestos diferentes a los demás antihelmínticos, son preparadas comercialmente en forma inyectable con solventes orgánicos en virtud de su reducida hidrosolubilidad. Las Ivermectinas estimulan la liberación del ácido gama-aminobutírico (GABA) en el parásito, que inhibe la neurotransmisión, causando parálisis y muerte lenta. El GABA en los mamíferos está localizado en el Sistema Nervioso Central (SNC) y en condiciones normales las Ivermectinas no atraviesan la barrera hematoencefálica, por tanto no producen efectos colaterales en los individuos tratados (Sumano 1996).

Las Ivermectinas se emplean para atacar nematodos gastrointestinales y pulmonares, adultos y cuartas fases larvarias como: *Haemonchus placei*, *Ostertagia ostertagi*, *Trichostrongylus axei*, *T. columbiformis*, *Nematodirus helvetianus*, *Cooperia oncophora*, *Oesophagostomum radiatum* y *Dictyocaulus viviparus*. Igualmente es eficaz contra los ácaros de la sarna, contra *Dermacentor spp*, *Boophilus spp*, *Amblyomma spp*, *Hyalomma spp*, *Haemaphysalis spp* y *Rhipicephalus spp*. (Sumano 1996).

Evalutando la eficacia de dos formulaciones inyectables de Ivermectina al 3.15% en bovinos experimentalmente infectados por *Boophilus microplus*, se encontró valores medios de eficacia de 95.3 a 95.5%, afirmando que la Ivermectina debe ser considerada como elemento fundamental en el control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Una formulación de Ivermectina al 4% eliminó dos de las seis especies de helmintos identificadas para dicho ensayo (*Trichostrongylus axei* y *Oesophagostomum radiatum*), sin embargo, ninguna de las especies de nematodos fue totalmente eliminada por la Ivermectina 3.15%. La Ivermectina al 4% alcanzó porcentajes de eficacia antihelmíntica superiores a Ivermectina de 3.15% en los bovinos necropsiados (Martins y Teixeira 2005).

Al evaluar la resistencia antihelmíntica de los nematodos frente a la Ivermectina en bovinos, se encontró un 90.3% de reducción de la ovoposición en bovinos, y los géneros más resistentes fueron *Trichostrongylus* y *Cooperia*. Se encontró un 73.5% de reducción de la ovoposición en el género *Nematodirus* como el más resistente seguido por *Cooperia* y *Trichostrongylus* (Sievers y Alocilla 2007).

La Doramectina es una Avermectina preparada por biosíntesis mutacional. Tiene un amplio espectro de actividad contra los nematodos gastrointestinales, los vermes pulmonares, los

vermes de los ojos, los piojos chupadores, los gorgojos, garrapatas, ácaros y contra los vermes barrenadores del ganado vacuno. La eficacia de la Doramectina contra los agentes de la miasis es única entre las lactonas macrocíclicas (Adams 2003).

La investigación sobre las Avermectinas, un grupo de parasiticidas más activo, ha sido rutina en un intento de prolongar la acción de esta formulación en el control de parásitos (Costa *et al.* 2004). El uso constante y prolongado del principio activo de las avermectinas, genera un proceso de resistencia de los parásitos, por lo que dificulta su control (Martins y Furlong 2001).

Basados en lo anterior se desarrolló una investigación en Zamorano la cual tuvo como objetivos específicos comparar la efectividad de la Ivermectinas al 4% LP (Liberación Programada), 3.15% (Tixotrópica) y Doramectina al 1% contra los parásitos internos (nematodos) y externos (*Rhipicephalus microplus* y *Dermatobia hominis*), evaluar el efecto sobre la ganancia de peso en vaquillas de razas lecheras y determinar el costo por tratamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre junio y diciembre del 2009 en el área de levante de ganado lechero de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras, ubicada a 32 km de la capital Tegucigalpa, con una temperatura promedio anual de 24°C, una altura de 800 msnm. y precipitación promedio de 1100 mm/año.

Se utilizaron 18 hembras encastadas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey, con un rango de edad inicial entre ocho y 12 meses. Todos los animales fueron mantenidos bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación las cuales consistieron en pastoreo rotacional en potreros de pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y concentrado del 16% de proteína a razón de 3 libras/animal/día, sal mineral al 10% y agua *ad libitum*.

Todos los animales fueron sometidos a una revisión veterinaria a fin de constatar su estado de salud y que no presentaran enfermedades que pudiesen afectar el desempeño y los resultados del estudio.

Los animales fueron distribuidos en tres tratamientos (seis animales/tratamiento) y uniformizados de acuerdo a la raza o encaste, peso inicial y edad. Cada animal representó una unidad experimental.

Criterios de inclusión:

- De un grupo aproximado de 30 hembras, se tomaron muestras de materia fecal de cada una e ingresaron al estudio aquellas que presentaron una infestación igual o mayor a 150 huevos por gramo de materia fecal de nematodos. Estas muestras fueron tomadas cinco días antes de iniciar el estudio.
- Los animales no fueron sometidos a tratamientos antiparasitarios tanto internos como externos en los últimos 30 días.

En el Cuadro 1 se presenta la distribución de los tratamientos, así como las dosis de los productos aplicados.

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos.

Tratamiento	n	Dosis
Ivermectina 4%	6	800 mcg/kg*
Ivermectina 3.15%	6	630 mcg/kg*
Doramectina 1%	6	200 mcg/kg*

* Vía de aplicación subcutánea.

El día de aplicación de los productos fue tomado como día 0 (inicio de tratamiento). Las tomas de muestras de materia fecal para los análisis coprológicos se realizaron los días 0, 14, 28, 42, 56, 70, 84 y 98; los pesajes fueron realizados los días 0 y 98; para los conteos de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y *Dermatobia hominis* (tórsalo) se realizó una clasificación inicial (cinco días antes de iniciar el estudio) a fin de verificar que dichas garrapatas pertenecen al género y especie mencionados; una vez evaluado este aspecto, se contó el número de garrapatas hembras presentes en el lado izquierdo del animal (mínimo 20), con un promedio entre 4 y 8 mm de longitud, este conteo inicial se tomó el día 0, a partir del cual se continuaron realizando conteos cada 14 días hasta el día que los conteos de garrapatas y tórsalos alcanzaron el 50% del conteo inicial o más.

Variables a analizadas

Se analizaron las siguientes variables:

- Número de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*
- Porcentaje de eficacia contra garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*
- Número de huevos de nematodos por gramo de materia fecal (hgmf)
- Porcentaje de eficacia contra nematodos gastrointestinales
- Número de nódulos de *Dermatobia hominis*
- Porcentaje de eficacia contra *Dermatobia hominis*
- Ganancia de peso (kg)

El porcentaje de eficacia se define como la dosis mínima necesaria para lograr el efecto deseado (DE_{50}) en el 50% de una población determinada (Goodman *et al.* 1988).

Los porcentajes de eficacia terapéutica de las formulaciones ensayadas fueron calculados mediante la fórmula:

$$\text{Porcentaje de Eficacia} = 1 - \left[\frac{(Ta)(Cb)}{(Tb)(Ca)} \right] \times 100$$

Ta: Número promedio del parásito en estudio presente en los animales luego de aplicado el tratamiento.

Cb: Número promedio del parásito en estudio presente en el grupo control antes de iniciado el experimento.

Tb: Número promedio del parásito en estudio en los animales antes de aplicar el tratamiento.

Ca: Número promedio del parásito en estudio en el grupo control en el periodo luego de iniciado el experimento.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos, seis repeticiones por tratamiento y medidas repetidas en el tiempo; para el análisis de los datos se utilizó el análisis de varianza (ANDEVA), se analizaron los datos mediante la separación de medias y la prueba de Tukey; los valores porcentuales se transformaron mediante la función arseno; el nivel de significancia fue de 0.05, utilizando el programa Statistical Analysis System (SAS 2007).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Número de garrapatas *Rhipicephalus microplus*. El grupo tratado con Doramectina al 1% alcanzó a los 14 días de iniciado el tratamiento el 50% del conteo inicial, mientras que en los demás tratamientos fue alcanzado al día 56 pos tratamiento (Cuadro 2), fecha a la cual no hubo diferencias entre los tratamientos al 4% y 3.15% ($P > 0.05$). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Santana *et al.* (2005) quienes evaluando dos formulaciones con Ivermectinas al 4% y 3.15% no encontraron diferencias estadísticas entre los grupos tratados hasta los 60 días ($P > 0.05$).

Cuadro 2. Valores medios de la garrapata *Rhipicephalus microplus* (número de garrapatas >4 mm en el lado izquierdo del animal) en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.

Tratamiento	Días pos tratamiento						
	0	14	28	42	56	70	84
Ivermectina 4%	21	12.16	7.50 ^a	4.91 ^a	9.00	24.41 ^a	26.00 ^a
Ivermectina 3.15%	22	12.08	9.75 ^a	2.66 ^a	9.25	36.83 ^b	35.08 ^b
Doramectina 1%	22	12.00	20.25 ^b	46.00 ^b			
P		0.9866	<0.0001	<0.0001	0.8212	0.0008	0.0024

^{a,b} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí ($P < 0.05$)

Porcentaje de eficacia contra garrapata *Rhipicephalus microplus*. La mayor eficacia se obtuvo con las Ivermectinas al 4% y 3.15% a los días 42 y 56 superando el 90% (Cuadro 3), mientras que la Doramectina al 1% alcanzó la mayor eficacia el día 14, la cual no superó el 50% y al día 42 obtuvo el menor valor ($P < 0.05$); sin embargo, el día 70 y 84 la Ivermectina al 4% superó en 8.9% y 11.3% a la Ivermectina 3.15% respectivamente (Gráfico 1). Lo anterior demuestra que la Ivermectina al 4% mantiene su eficacia del 50% hasta el día 70 pos aplicación. Estos resultados difieren de los obtenidos por Caproni *et al.* (1996) quienes evaluando Doramectina al 1% e Ivermectina al 3.15% obtuvieron porcentajes de eficacia de 92.8% al día 28 para la Doramectina al 1% mientras que la Ivermectina al 3.15% obtuvo porcentajes de eficacia del 63.8% a la misma fecha.

Cuadro 3. Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4%, 3.15% y Doramectina al 1% sobre el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.

Tratamiento	Días pos tratamiento					
	14	28	42	56	70	84
Ivermectina 4%	43.37	80.86 ^a	91.65 ^a	90.16	51.80 ^a	12.22 ^a
Ivermectina 3.15%	42.54	74.97 ^a	94.45 ^a	93.40	42.86 ^b	0.86 ^b
Doramectina 1%	41.86	43.66 ^b	4.24 ^b			
P	0.2381	<0.0001	<0.0001	0.3865	0.0006	0.0008

^{a,b} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

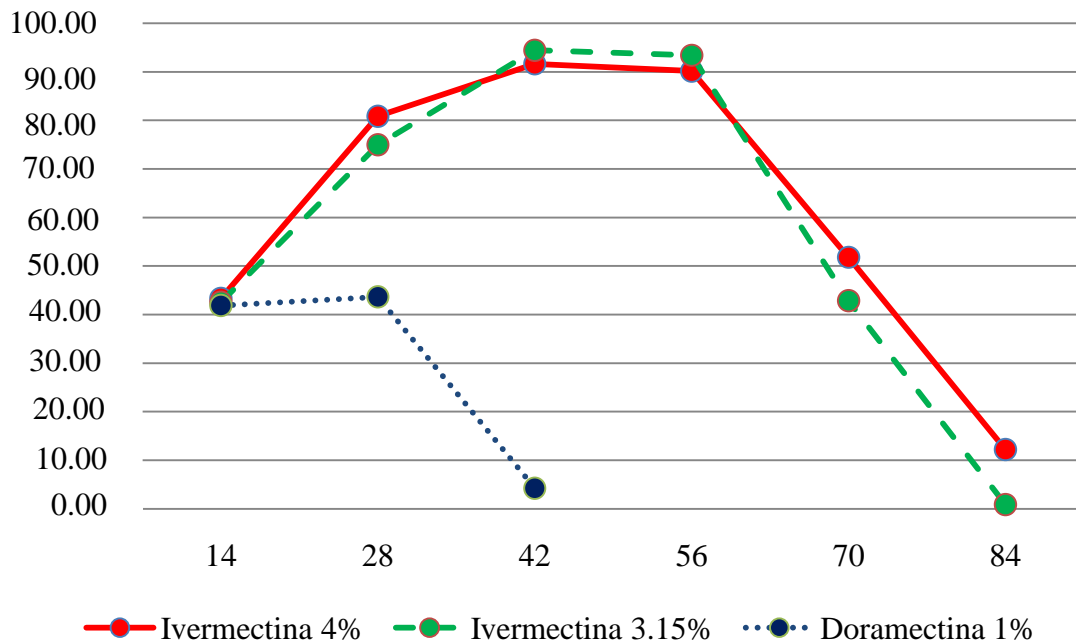


Gráfico 1. Eficacia de los tratamientos en el control de la garrapata *Rhipicephalus microplus*.

Debido a que los animales tratados con Doramectina 1% tuvieron una re-infestación severa de garrapatas a los 30 días ya que su eficacia nunca alcanzó más del 45%, su condición general entró en un detrimento grave que puso en peligro la integridad general del individuo, por lo tanto fueron tratados con un antiparasitario, antibióticos y retirados de la toma de datos de parásitos internos y pesajes.

Número de huevos de *Cooperia spp.* por gramo de materia fecal. Los animales tratados con Ivermectina al 4% presentaron los menores valores (P<0.05) los días 14, 42, 56 y 84, sin embargo, a los días 28 y 70 los resultados fueron similares (P>0.05) entre tratamientos (Cuadro 4). Estos resultados difieren de los encontrados por Costa *et al.* (2004) quienes evaluando Ivermectina al 4% y 3.15% no encontraron diferencias en cuanto a control de las diferentes especies de *Cooperia spp.* durante el tratamiento. Los animales tratados con Doramectina 1% presentaron valores similares a la Ivermectina 4% al día 14, sin embargo, al día 28 y 42 los valores fueron los más altos (P<0.05) comparada con la Ivermectina 4% y

3.15% (Cuadro 4). Al día 42 los animales del grupo Doramectina 1% fueron retirados debido a una reinfestación severa de garrapatas.

Cuadro 4. Valores medios del número de huevos por gramo de materia fecal (h/gmf) de *Cooperia spp.* en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.

Tratamiento	Días pos tratamiento							
	0	14	28	42	56	70	84	98
Ivermectina 4%	383.33	533.33 ^a	166.66 ^a	25.00 ^a	75.00 ^a	141.66	16.66 ^a	83.33 ^a
Ivermectina 3.15%	450.00	716.66 ^b	200.00 ^a	91.66 ^b	225.00 ^b	108.33	33.33 ^b	33.33 ^b
Doramectina 1%	517.66	550.00 ^a	300.00 ^b	116.66 ^c				
P	0.0874	0.0004	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.3422	0.0005	0.0014

^{a,b} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

Porcentaje de eficacia contra *Cooperia spp.* Hubo diferencias (P<0.05) desde el día 14 hasta el día 56, siendo la Ivermectina al 4% la que presentó la mayor eficacia (Cuadro 5), sin embargo, a partir del día 70 las eficacias entre las Ivermectinas al 4% y 3.15% fueron similares, la Doramectina 1% presentó eficacias similares a la Ivermectina 4% a los días 14 y 28. Se concluye por lo tanto que bajo las condiciones de este estudio las Ivermectinas al 4% y 3.15% mantuvieron una eficacia superior al 95% contra *Cooperia spp.* hasta los 98 días de duración del presente estudio. Estos resultados son similares a los obtenidos por Soares *et al.* (2005) quienes evaluando dos formulaciones con Ivermectinas al 4% y 3.15% encontraron diferencias (P<0.05), ya que el tratamiento con Ivermectina al 4% fue superior en la eficacia antihelmíntica comparada con la del 3.15% en el control de las especies de helmintos.

Cuadro 5. Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4% y 3.15% sobre el control de *Cooperia spp.*

Tratamiento	Días pos tratamiento						
	14	28	42	56	70	84	98
Ivermectina 4%	39.71 ^a	97.63 ^a	95.83	82.87	92.12	95.83	96.29
Ivermectina 3.15%	6.66 ^b	64.27 ^b	77.74	66.50	94.04	98.64	98.56
Doramectina 1%	34.90 ^a	80.33 ^a					
P	0.0005	0.0001	0.0001	0.0001	0.1573	0.2615	0.1116

^{a,b} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

Número de huevos de *Oesophagostomum radiatum* por gramo de materia fecal. No hubo diferencias (P>0.05) al día 14, 28 y 70, sin embargo, al día 98 la Ivermectina al 4% presentó menores valores (P<0.05) que la del 3.15% (Cuadro 6), mientras que los días 42, 56 y 84 la del 3.15% presentó valores medios inferiores (P<0.05). La Doramectina al 1% presentó valores similares a las Ivermectinas al 4% y 3.15% los días 14 y 28, sin embargo, al día 42 la Ivermectina 3.15% presentó el menor número de huevos mientras que la Doramectina al 1% y la Ivermectina al 4% presentaron valores similares. Estos resultados difieren de los

encontrados por Costa *et al.* (2004) quienes utilizando la Ivermectina al 4% eliminaron totalmente la presencia de huevos de *Oesophagostomum radiatum* durante el periodo de evaluación.

Cuadro 6. Valores medios del número de huevos por gramo de materia fecal (h/gmf) de *Oesophagostomum radiatum* en cada uno de los tratamientos durante el periodo de estudio.

Tratamiento	Días pos tratamiento							
	0	14	28	42	56	70	84	98
Ivermectina 4%	150.00	83.33	33.33	33.33 ^a	8.33 ^a	8.33	91.66 ^a	8.00 ^a
Ivermectina 3.15%	133.33	100.00	33.33	0.00 ^b	0.00 ^b	8.33	25.00 ^b	50.00 ^b
Doramectina 1%	116.66	100.00	50.00	33.33 ^a				
P	0.2327	0.4462	0.5806	<0.0001	<0.0001	1.000	0.0066	<0.0001

^{a,b} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

Porcentaje de eficacia contra *Oesophagostomum radiatum* Las diferencias no fueron significativas entre el día 28 y 98 (P>0.05) entre tratamientos (Cuadro 7), obteniendo luego del día 42 valores de eficacia por encima del 95% para ambos tratamientos, sin embargo, al día 14 de iniciado el tratamiento la Ivermectina al 4% ya presentaba eficacias cercanas al 50%. Al día 14 la Doramectina al 1% presentó una eficacia similar a la Ivermectina al 3.15% pero inferior (P<0.05) a la de Ivermectina 4%, al día 28 las Ivermectinas al 4% y 3.15 superaron (P<0.05) a la Doramectina 1%. Estos resultados son similares a los encontrados por Costa *et al.* (2004) quienes obtuvieron un 100% de eficacia en el grupo tratado con Ivermectina al 4%.

Cuadro 7. Eficacia (%) de los tratamientos con Ivermectinas al 4% y 3.15% sobre el control de *Oesophagostomum radiatum*.

Tratamiento	Días pos tratamiento						
	14	28	42	56	70	84	98
Ivermectina 4%	44.44 ^a	87.65 ^a	95.06	98.77	99.69	96.60	96.74
Ivermectina 3.15%	25.00 ^b	81.25 ^a	100.00	100.00	100.00	98.83	92.97
Doramectina 1%	14.00 ^b	63.00 ^b					
P	<0.0001	<0.0001	0.1353	0.3423	0.3062	0.3505	0.2650

Número de nódulos de *Dermatobia hominis*. Durante el periodo de estudio no hubo infestación por este parásito.

Ganancia de peso. No hubo diferencias (P>0.05) en la ganancia de peso de los animales de cada uno de los tratamientos (Cuadro 8), obteniendo una ganancia promedio por día de 0.64 kg/ animal.

Cuadro 8. Valores medios de la ganancia de peso durante el periodo de estudio (98 días) para los animales tratados con Ivermectinas al 4% y 3.15%.

Ivermectina	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganancia de Peso (kg)
4%	188.99	252.12	63.23
3.15%	189.75	252.88	63.13
P	0.9528	0.9686	0.9744
CV	11.4034	12.855	19.9209

Debido a que el grupo con Doramectina al 1% solo tuvo un pesaje a los 30 días, ya que los animales tuvieron que ser retirados del estudio ya que su condición general disminuyó bastante y se ponía en riesgo la vida de los mismos, se presenta la comparación de los valores medios de la ganancia de peso a los 30 días entre los tres tratamientos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores medios de la ganancia de peso a los 30 días para los animales tratados con Ivermectinas al 4%, 3.15% y Doramectina al 1%.

Tratamiento	Peso inicial (kg)	Peso a los 30 días (kg)	Ganancia de peso (kg)
Ivermectina 4%	188.99	217.72 ^a	27.73 ^a
Ivermectina 3.15%	189.75	214.32 ^a	24.57 ^b
Doramectina 1%	184.08	190.88 ^b	6.80 ^c
P	0.8604	<0.0001	0.0003
CV	10.312	9.6729	8.7803

^{a,b,c} valores en la misma columna con letras distintas difieren entre sí (P<0.05)

Los animales tratados con la Ivermectina al 4% ganaron 21.92 kg de peso más que los tratados con Doramectina al 1% y 4.16 kg más que los tratados con Ivermectina al 3.15%, lo que significa que las ganancias diarias de peso en los primeros 30 días fueron 0.95, 0.82 y 0.22 kg para los productos al 4%, 3.15% y 1% respectivamente, y para los otros 68 días del estudio las ganancias diarias fueron de 0.50 kg y 0.56 para las Ivermectinas al 4% y 3.15% respectivamente. Este comportamiento se atribuye a que una vez que se inicia el tratamiento de animales parasitados y éstos son eliminados, los animales inician una ganancia de peso compensatoria (denominada periodo de recuperación) para luego disminuir dicha ganancia con una tendencia a la estabilización y en donde la ganancia de peso será el reflejo de la alimentación a la que estén sometidos.

Costo por tratamiento. Para la selección de cualquier tipo de tratamiento es fundamental tomar en cuenta si es económicamente factible. El costo por tratamiento se presenta en el Cuadro 10. La inversión será justificada obteniendo una mayor eficacia en el control de parásitos. El tratamiento con Ivermectina 4% el más rentable, a pesar que se obtuvieron resultados similares a la del 3.15% es la que tiene el menor costo por dosis.

Cuadro 10. Costo por tratamiento

Tratamiento	N	Dosis promedio (mL)	Costo \$/mL	Costo \$/ animal	Costo total \$
Ivermectina 4%	6	5	0.20	1.00	6.00
Ivermectina 3.15%	6	5	0.37	1.85	11.10
Doramectina 1%	6	5	0.21	1.05	6.30

Tasa de cambio L 19.02=\$1.00

El costo promedio por día de tratamiento contra la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* es de 0.017\$ y 0.018\$ para Ivermectinas al 4% y 3.15% respectivamente, tomando en cuenta una eficacia a los 56 días del 90%, mientras que con Doramectina al 1% fue de 0.066 para los 28 días con una eficacia de 43.66% obtenida en este estudio.

4. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, la eficacia de las Ivermectinas al 4% LP (Liberación Programada) y 3.15% (Tixotrópica) contra *Cooperia spp.* y *Oesophagostomum radiatum* superan el 95% a los 98 días, mientras que en el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* las formulaciones al 4% y 3.15% alcanzan el 90% a los 56 días y la Doramectina 1% alcanzó solamente el 43% a los 28 días.

Las mejores ganancias de peso se obtuvieron con las aplicaciones de Ivermectinas al 4% LP (Liberación Programada) y 3.15% (Tixotrópica).

El tratamiento de menor costo fue con la Ivermectina al 4% LP.

5. RECOMENDACIONES

Aplicar las Ivermectinas al 4% LP para el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* y de los endoparásitos (*Cooperia spp.* y *Oesophagostomum radiatum*) en vaquillas lecheras de la unidad de levante de ganado lechero.

6. BIBLIOGRAFÍA

Adams H. R. 2003. Farmacología y terapéutica veterinaria. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA, S.A. p. 1035

AVISA (Asociación Venezolana de la Industria de la Salud Animal). 2009. AVISA on line (en línea). Consultado 2 marzo 2009. Disponible en: (<http://www.avisa.org.ve/novedadesindustria2.php?id=53>).

Bresciani. 2003. A Hora Veterinaria. Efeito da associação Ivermectina + Avamectina (3.5%) no desenvolvimento ponderal de bezerros nelore mantido sob pastejo. São Paulo. Brasil. Ano 23 Edição Extra.

Caproni, J.R.; Umehara O.; Moro, E.; Gonçalves L.C.B. 1996. Field efficacy of Doramectin and Ivermectin against natural infestation of the cattle tick *Boophilus microplus*. Brazil Journal Veterinary Parasitol. 7: 151-155

Costa, A.J.; Oliveira, G.P.; Lopes, W.D.Z.; Borges, F.A.; Rodriguez, D.C.; Lima, R.C.A.; Santos, T.R.; Soares, V.E.; Mendonça, R.P.; Steckelberb, A.; Buzzulini, C.; Toma, S.B.; Canavaci F.H.T. 2004. A Hora Veterinaria. Eficácia endectocida comparativa e desenvolvimento ponderal de bovinos medicados com duas formulações de Ivermectina 4% y 3.15%. 150: 13-17.

Cordero, M.; Rojo, F.; Martínez, A.; Sánchez, C.; Navarrete, I.; Diez , P.; Quiroz, H.; Carvalho, M. 1999. Parasitología Veterinaria. Madrid, España. Ed. Interamericana. 968 p.

Goodman, A.; Goodman, L.; Rall, T.; Murad, F. 1988. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 7ª ed. Buenos Aires, Argentina. Ed. Médica Panamericana. 1725 p.

Junquera, P. 2007. Parásitos del ganado (en línea). Consultado 1 de mayo de 2010. Disponible en: (http://parasitosdelganado.net/index.php?option=com_content&task=view&id=153&Itemid=233)

Martins, J. R.; Furlong, J. 2001. Veterinary Record. Avermectin resistance of the cattle tick. Brazil. 149: 64.

Martins, J. R.; Teixeira, M. 2005. A Hora Veterinaria. Eficácia carrapaticida das formulações injectáveis de Ivermectina 3.15% contra *Boophilus microplus* em um teste de estabulo. São Paulo. Brasil. Ano 25. 148 p.

McDonald, L.E.; Booth, N. H. 1987. Farmacología y terapéutica veterinaria. Zaragoza, España. Editorial Acribia. p. 177

Santana, L.F.; Almeida, F.; Buzzulini, C. 2005. Eficácia anti-ixodídica de uma formulação contendo Ivermectina 4% via subcutânea, contra *Boophilus microplus* parasitando bovinos naturalmente infestados. Jaboticabal, Brasil. p. 6

SAS. 2007. SAS User Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N.C.

Sievers, G.; Alocilla, A. 2007. Determinación de la resistencia antihelmíntica frente a ivermectina de nematodos del bovino en dos predios de Chile. Instituto de patología animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. Archivo Médico Veterinario 39:1.

Soares, V.E.; Santana, L.F.; Castro, D. 2005. Avaliação anti-helmíntica de uma formulação contendo Ivermectina 4%, via subcutânea, no tratamento de bovinos naturalmente parasitados por nematódeos. Jaboticabal, Brasil. p. 5

Soulsby, E. 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias. 7ª ed. México D. F., México. Ed. Interamericana. 823 p.

Sumano, H.L. 1996. Farmacología clínica en bovinos. México, Editorial Trillas. 141 p.