



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Variación de la población de
garrapatas *Rhipicephalus microplus*
sobre bovinos pastoreando en
sistemas silvopastoriles y
monocultivos tradicionales**

Raquel Sofía Salazar Benjumea

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento
Producción animal Medellín, Colombia
2015

Variación de la población de garrapatas *Rhipicephalus microplus* sobre bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles y tradicionales

Raquel Sofía Salazar Benjumea

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ciencias Agrarias

Director (a):

BSc MSc PhD Rolando Barahona Rosales

Línea de investigación:

Producción Animal

Grupo de investigación:

BIOGEM

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento
Producción Animal Medellín, Colombia

2015

**Para ellos, ausentes de
cuerpo presentes en mi
espíritu**

EXPOSICIONES EN EVENTOS

1. II SIMPOSIO EN PRODUCCION ANIMAL

Noviembre 2012

Dinámica de garrapatas del ganado bovino *Rhipicephalus microplus* en sistemas tradicionales y silvopastoriles.

2. XII ENCUENTRO NACIONAL Y V INTERNACIONAL DE LOS INVESTIGADORES DE LAS CIENCIAS PECUARIAS – ENICIP

Octubre 2013

Cargas de *Rhipicephalus microplus* en tres grupos de hembras bovinas en diferente grupo de producción en la finca El Chaco – Tolima.

PUBLICACIONES

Salazar Benjumea RS , Barahona Rosales R , Chará Orozco JD, Sánchez Pinzón MS, Productivity and tick load in *Bos indicus* x *B. taurus* cattle in a tropical dry forest silvopastoral system, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol 18, No 1 (2015)

<http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2100>

Salazar Benjumea RS , Barahona Rosales R , Sánchez Pinzón MS, Efectos de factores bióticos y abióticos sobre las cargas de garrapata *R(B) microplus* en bovinos *Bos taurus* pastoreando en dos sistemas productivos contrastantes, Revista MVZ Córdoba.

Aprobado para publicación en la Rev.MVZ Córdoba 21 (2) Mayo-Agosto de 2016.

Resumen

Las garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ocasionan pérdidas económicas importantes en la ganadería colombiana. Estas pérdidas están asociadas a la reducción en la producción cárnica y láctea, pérdida de sangre y transmisión de hemoparásitos siendo unos de los limitantes más importantes para la ganadería. El uso de baños acaricidas para el control de las garrapatas se ha realizado de manera indiscriminada, generando cepas de garrapatas resistentes a los productos sintéticos. Por tal razón, se está implementando el control integrado de plagas, en el que se usan diferentes técnicas para generar un equilibrio al interior del ecosistema. El grado de infestación de los animales depende de la raza, el estado fisiológico y la nutrición del bovino además de las características micro climático que favorecen las diferentes. El objetivo de este estudio fue relacionar la carga de garrapatas con factores abióticos y bióticos del sistema silvopastoril. El proyecto se realizó en dos fincas con sistema silvopastoril y tres con sistemas tradicionales monocultivos. Al comparar la evolución de los conteos realizados en las cinco haciendas, se observó: Mayor carga parasitaria en individuos de alta producción láctea, de igual forma se encontró mayor carga parasitaria en individuos que pastorean en monocultivos en comparación con los que pastorean en sistemas silvopastoril. En cuanto a los factores medio ambientales, componentes abióticos como la temperatura, la humedad y la radiación tienen una influencia fuerte en el desarrollo del ciclo de vida de la garrapata.

Tabla de contenido

Resumen	8
Capítulo 1	
Estado del arte	
1 Introducción	20
1.1 <i>Importancia económica de la garrapata Rhipicephalus (Boophilus) microplus en la producción pecuaria.</i>	22
1.2 <i>Biología de la garrapata del ganado Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i>	24
1.3 <i>Medio ambiente y su efecto sobre la población de las garrapatas</i>	29
El ciclo de vida de las garrapatas se ve influenciadas por elementos ambientales y de ámbito social, como: factores climáticos, cambios de paisaje, colonización humana, nuevas tecnologías pecuarias, parásitos resistentes a fármacos, pobreza rural en el tercer mundo. (Estrada-Peña, 2008; Cortés, 2010)	29
1.3.1 Urbanización y Altitud	29
1.3.2 Biodiversidad	30
1.3.3 Temperatura y humedad.	32
1.4 <i>Impacto del calentamiento global sobre el ciclo de vida de las garrapatas</i>	33
1.4.1 <i>Importancia de la garrapata R (B) microplus en la salud pública.</i>	34
1.5 <i>Características fenotípicas de los bovinos susceptibles a ectoparásitos.</i>	35
1.5.1 <i>Características de la piel</i>	35
1.5.2 <i>Estado fisiológico</i>	36
1.6 <i>Control integrado de plagas</i>	36

<i>1.7 Sistemas de producción</i>	42
-----------------------------------	----

Capítulo 2

Productividad y carga de parasitaria de bovinos *Bos indicus* x *B. Taurus* en un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical

Resumen	44
Abstract	45
2 Introducción	47
<i>2.1 Materiales y Métodos</i>	<i>48</i>
2.1.1 Descripción de los predios donde se realizó el estudio	48
2.1.2 Conformación de los grupos bovinos en evaluación	50
2.1.3 Conteo de ectoparásitos sobre el animal cada 15 días.	51
2.1.4 Pesaje – condición corporal	51
2.1.5 Producción	52
2.1.6 Análisis estadístico	52
<i>2.2 Resultados</i>	<i>54</i>
2.2.1 Cargas parasitarias y su relación con la producción	54
2.2.2 Peso y Condición Corporal	57
2.2.3 Patrón de lluvias y su relación con carga parasitaria	59
<i>2.3 Discusión</i>	<i>61</i>
<i>2.4 Conclusiones</i>	<i>66</i>

Capítulo 3

La relación entre los factores bióticos y abióticos con las cargas de garrapata *R. (B.) microplus* en bovinos *Bos taurus* pastoreando en dos sistemas productivos contrastantes

Resumen	68
3 Introducción	71
3.1 <i>Materiales y Métodos</i>	73
3.1.1 Descripción de las fincas donde se realizó el estudio	73
3.1.2 Selección de los grupos de conteo	73
3.1.3 Conteo quincenal de ectoparásitos sobre el animal	75
3.1.4 Cálculo de la producción total de biomasa.	75
3.1.5 Datos climáticos	76
3.1.6 Aspectos éticos.	77
3.1.7 Análisis de datos	77
3.1.8 Cargas parasitarias de <i>R. (B.) microplus</i> en diferentes grupos de producción.	78
3.1.9 Relación entre algunos factores abióticos y la carga parasitaria de <i>R. (B.) microplus</i> .	80
3.1.10 Relación entre la oferta de forraje y la frecuencia de baños acaricidas.	81
3.2 <i>Discusión</i>	83

Tabla de Figuras

- Figura 1.1** Ciclo biológico de la garrapata. Etapa Parasítica. Fuente: Autor.
- Figura 1.2** Ciclo biológico de la garrapata. No parasítico con el tiempo de duración de las etapas.
Fuente: Autor
- Figura 2.1** Promedio de conteos individuales de *R. (B.) microplus* en cinco grupos de bovinos con diferentes estados fisiológicos y productivos en la terraza de Ibagué, Colombia. Chaco: Silvopastoril; Calicanto: Tamo de arroz; San Javier: Sistema tradicional, Barras con letras diferentes indican diferencias en el promedio ($p < 0.05$). 56
- Figura 2.2** Relación de producción láctea y carga parasitaria para el grupo de alta producción de la Hacienda El Chaco durante el mes de agosto de 2012. 57
- Figura 2.3** Cambios de peso (Kg) de los bovinos en tres predios de la terraza de Ibagué, (tilde en la E) Colombia. El peso vivo de las terneras se muestra en el eje secundario. 58
- Figura 2.4** Relación del promedio mensual de carga parasitaria por animal con los acumulados mensuales de precipitación (mm). 61
- Figura 3.1** Promedios de las cargas parasitarias (garrapatas mayores a 4mm) en bovinos Lucerna pertenecientes a los cuatro grupos del estudio en la Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca. 79
- Figura 3.2** Carga parasitaria promedio (garrapatas mayores a 4mm) en bovinos Lucerna pastoreando SSPi en la Hacienda Lucerna y en la finca La Isabelita pastoreando Moconultivo asociado a cañaduzales, Bugalagrande, Valle del Cauca. 79
- Figura 3.3** Acumulado mensual de lluvia y su relación con la carga parasitaria de *R. (B.) microplus* sobre bovinos *Bos taurus* pastoreando en: franjas de gramíneas asociadas con plantaciones de caña de azúcar Finca La Isabela ($R^2: 0,535$) y en Sistemas silvopastoriles intensivos; Finca Lucerna ($R^2: 0,123$), Bugalagrande, Valle del Cauca 80

- Figura 3.4** Relación del acumulado del índice UV durante los 12 días previos al conteo con el promedio de carga parasitaria en bovinos Lucerna en un sistema silvopastoril Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca. 81
- Figura 3.5** Relación del acumulado de déficit de saturación Holandés durante los 12 días previos al conteo con el promedio de carga parasitaria en bovinos Lucerna pastoreando en un sistema silvopastoril, Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca. 82
- Figura 3.6** Biomasa producida en los sistemas silvopastoriles y su posible relación con los baños acaricidas realizados el 22/10/2012 y el 27/12/2012 , Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca. 82

Tabla de Tablas

Tabla 1.1 Duración del ciclo no parasitario (Gallardo y Morales, 1999, Betancourt, 2011)	28
Tabla 2.1 Características de los individuos seleccionados para el estudio y condiciones climáticas de los predios en estudio.	53
Tabla 2.2 Carga parasitaria promedio (garrapatas >4mm por animal) en bovinos de tres fincas de la terraza de Ibagué, Colombia punto final	55
Tabla 2.3 Número de precipitaciones mensuales, acumuladas mensuales de precipitación y humedad relativa promedio mensual durante nueve meses del estudio. Información obtenida de la estación meteorológica ubicada en El Chaco.	60
Tabla 3.1 Características de las fincas y los individuos seleccionados para el estudio y características de la zona de pastoreo.	74

“La seguridad alimentaria existe cuando todas las personas tienen, en todo momento, acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana.”

- La Cumbre Mundial sobre la Alimentación (1996)

Introducción General

A nivel mundial existe preocupación sobre la disponibilidad de alimentos para satisfacer las necesidades diarias de la población, para esto se requiere producir alimentos de una forma eficiente (mayor cantidad/menor uso de recursos). En países en desarrollo el acceso a la tierra, semillas, animales y conocimiento es limitado para la mayoría de los productores, dificultando la obtención de productos de una forma eficiente. Es necesario entonces, el apoyo gubernamental y una correcta transferencia de tecnología para hacer de estos terrenos lugares más eficientes y de esta forma mejorar la oferta alimentaria (FAO, 2002).

Duran (1974) subrayó **como** la combinación de factores medio ambientales en Colombia favorece el crecimiento de pasto y como este es transformado por los bovinos en alimento para el ser humano. La oferta alimenticia para los bovinos en un país bajo el sol ecuatorial lleva a una producción de carne y leche a menor precio comparado con un país en el que la oferta de pastos dependa de las estaciones climáticas. El uso de estos recursos de una forma eficiente podría llevar a un aumento en la producción pecuaria participando activa y positivamente en los requerimientos nacionales y mundiales (Castro, 1974).

En Colombia, la producción pecuaria ocupa 37'185.336 ha de la superficie y la mayor parte de este territorio se encuentra bajo sistemas de producción extensivos (FEDEGAN, 2006). Estos sistema de producción poseen una capacidad de carga

promedia de 0.9 animales por hectárea y una producción aproximada de 135 kg de carne/animal/año en sistemas extensivos mejorados, mientras la capacidad de carga para un sistema silvopastoril está entre 2,5 y 4,5 individuos por hectárea (Restrepo, et al 2014).

Sin embargo, las deficiencias productivas no son los únicos limitantes cuando se habla de eficiencia en producción, ya que la producción en el trópico puede ser limitada por parásitos y enfermedades que afectan las plantaciones y los animales, disminuyendo la capacidad de estos para expresar todo el potencial genético, además, y teniendo en cuenta el grado de resistencia a los baños garrapaticidas por parte de las garrapatas *Rhipicephalus microplus* se ha convertido en un factor negativo para las unidades de producción pecuarias (UPP) ya que el aumento en la población de este ectoparásito puede ser limitante de la producción. Algunas de las consecuencias de la infestación de garrapatas incluyen: Disminución en la producción, aumento en los costos de producción por el aumento en el uso de baños garrapaticidas y de tratamientos veterinarios (Castro, 1997; Jonsson, 2006; Ocaido et al , 2009).

Se han realizado varios estudios que describen la influencia de factores ambientales sobre el ciclo de vida de las garrapatas *R. microplus* (Gallardo y Morales, 1999; Gern et al , 2008). Sin embargo, es necesario estudiar la influencia de los sistemas silvopastoriles en el ciclo de vida de las garrapatas, ya que, la presencia de árboles al interior del sistema altera los factores bióticos y abióticos que puedan tener

alguna influencia sobre el ciclo de la garrapata. Según Navas (2003), el aumento de la cobertura arbórea podría favorecer la presencia de garrapatas en la época seca, al reducir factores ambientales como viento, temperatura ambiental y humedad relativa, ya que estas son variables que afectan la supervivencia de las garrapatas.

En este estudio se buscó identificar los factores que pueden afectar el número de garrapatas sobre hembras bovinas pastoreando en sistemas silvopastoriles y compararlas con los conteos de garrapatas en hembras bovinas pastoreando en sistemas tradicionales en monocultivo. Durante el desarrollo del estudio, se seleccionaron individuos en diferentes estados fisiológicos y de genotipo similar. A estos animales se les realizó un conteo quincenal de garrapatas, durante un período de 12 meses. Esto permitió observar la variación en la población de la garrapata *Rhipicephalus (B) microplus* bajo diferentes condiciones de producción.

Capítulo 1

Estado del Arte

1 Introducción

“Los recursos pecuarios con que dispone América Latina son importantes. Cuenta con una población bovina de 387,1 millones de cabezas y amplias extensiones en pastos y praderas que se traducen en una carga animal de 0,7 bovinos por hectárea y de 0,7 bovinos por habitante. Hay una disponibilidad en praderas de 1,1 hectáreas por habitante ” (FAO, 2010). Para Latinoamérica, Colombia, es el cuarto productor de carne y el tercero en producción de leche. Sin embargo, podemos asegurar que el potencial pecuario en Colombia es alto, ya que la oferta de praderas es el mayor en América Latina en relación con número de cabezas de ganado (FAO, 2010). En Colombia, la ganadería es la actividad económica mas frecuente en las zonas rurales, representando un 64% del PIB pecuario y el 27% del PIB agropecuario. En la década de los 90 se identificó la importancia de la competitividad para el crecimiento de las cadenas agropecuarias colombianas, generando un cambio en la política pública con el surgimiento de acuerdos sectoriales para la competitividad.

Estos acuerdos buscaron identificar falencias en la cadena y permitir la creación de un plan de acción que permitiera corregir los errores encontrados (FEDEGAN, 2006). Ya se han firmado diferentes acuerdos competitivos para el área agronómica y el área pecuaria; en los que está incluido el acuerdo cárnico y lácteo para productores colombianos.

La capacidad de las empresas pecuarias para producir de forma eficiente y ser competitivas tanto nacional como internacionalmente se pueden ver limitadas por enfermedades y parásitos propios del trópico. Los parásitos son organismos que viven de otra especie; quienes cubren necesidades básicas de subsistencia. Existen diferentes tipos de parasitosis pero, son los parásitos patógenos los que representan un peligro para el huésped, ya que, en muchos casos puede conducir a la muerte del semoviente. Por esta razón, los productores ganaderos identifican algunos parásitos como un gran riesgo para sus hatos.

Para la región del trópico los parásitos se han convertido en un problema para la producción pecuaria debido a las características medioambientales que permiten el crecimiento de diferentes tipos de poblaciones. Los ectoparásitos como la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, en producciones tradicionales se ha convertido en un problema debido a que, el crecimiento de las poblaciones no se puede controlar debido a que han empezado a mostrar resistencia de algunas cepas de garrapatas ocasionado el uso indiscriminado

de baños acaricidas, entonces, es necesario conocer el comportamiento de las poblaciones de garrapatas en un ambiente con diferentes características por ejemplo, las ofrecidas por sistemas silvopastoriles, donde cambia temperatura, humedad y demás características medioclimáticas necesarias para la sobrevivencia de estas especies. Actualmente no existen suficientes estudios que permitan concluir que el sistema silvopastoril puede generar un cambio en la sobrevivencia de parásitos como las garrapatas. En este proyecto se buscó relacionar variables ambientales como temperatura, humedad relativa, precipitación, radiación, biomasa producida y algunas características propias de los bovinos que pastorean en sistemas ganaderos silvopastoriles y tradicionales con la infestación de garrapata *R(B) microplus*

1.1 Importancia económica de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en la producción pecuaria.

La presencia de alto número de garrapata *R. (B) microplus* en un sistema de producción pecuario del trópico, puede llevar a pérdidas económicas relacionadas con la disminución en la producción, control del ectoparásito y tratamiento de enfermedades transmitidas por las garrapatas (Jonsson; 2007).

Según Jonsson el 40% de las pérdidas directas se debe a la disminución de la producción láctea, cada garrapata ingurgitada lleva a una disminución de 8,9 ml en producción diaria de leche y un gramo de peso vivo diario en el hospedador (Jonsson; 1998).

El incremento de poblaciones tolerantes a acaricidas se relaciona con la genética, ecología y fisiología del parásito (factores intrínsecos) y más aún, a los factores operativos (controlados por el hombre) (Benavides et al, 1999). El desconocimiento por parte del operario del momento adecuado para realizar los baños, las dosis adecuadas a las que se deben emplear las moléculas y la no rotación de productos, han favorecido la generación de resistencia en poblaciones de garrapatas (Benavides et al, 1999, Álvarez, . 2010). La resistencia a los acaricidas es generada por una mutación genética que permite a las poblaciones de garrapatas sobrevivir a dosis tóxicas de acaricidas (Díaz, 2012) En el momento que las frecuencias de baños acaricidas son más espaciados, la presión de selección disminuye, permitiendo aumentar la vida útil de los baños acaricidas sintéticos. (Álvarez, 2010)

La resistencia a los acaricidas es un problema que involucra países con grandes poblaciones ganaderas que han encontrado dificultades en descubrir un acaricida que impida la generación de poblaciones resistentes de garrapatas (Nari, 2005). En América latina, se ha reportado resistencia en garrapatas a diferentes tipos de acaricidas, siendo de mayor importancia la resistencia a los organofosforados, los piretroides sintéticos y carbamatos, (Anexo 1) (Benavides et al, 1999).

Para Benavides (2000), la situación de resistencia a los acaricidas en Colombia es grave, por lo cual, se recomienda hacer un buen uso de los baños garrapaticidas, para así disminuir la población de parásitos resistentes y multirresistentes que han sido reportados en diferentes zonas del país (Anexo 2).

1.2 Biología de la garrapata del ganado *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*

La garrapata *R. (B.) microplus* pertenece a la familia *Ixodidae* (garrapatas duras). Inicialmente, las garrapatas solo podían habitar áreas cerradas que limitaban la capacidad de encontrar un hospedero, actualmente, se pueden encontrar especies con adaptaciones ecológicas y biológicas que les permiten explorar hábitats abiertos (Cordero del Campillo, 1999), esta adaptación favoreció a la garrapata *R. (B.) microplus* permitiendo un fácil contacto con el hospedero. Por tal razón, la garrapata se ha convertido en uno de los ectoparásitos de mayor importancia en la producción ganadera debido a las millonarias pérdidas económicas generadas directa e indirectamente (Cortés, 2010; Cordero del Campillo, 1999).

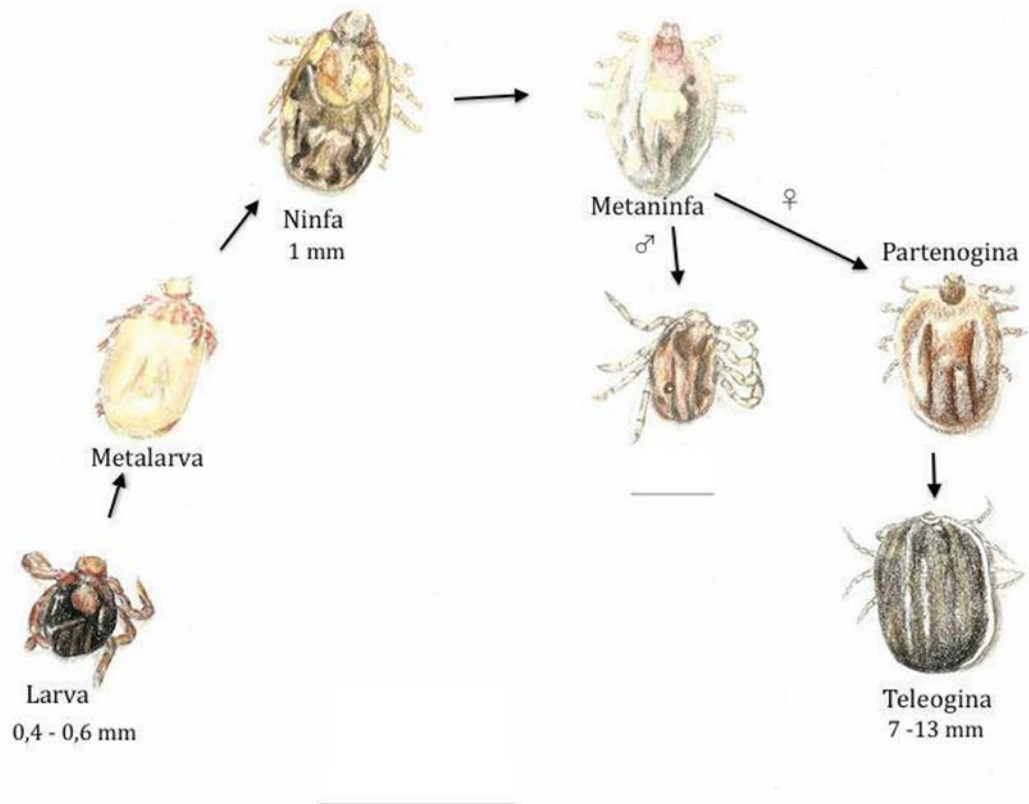
En América latina, la garrapata *R. (B.) microplus* se encuentra en el corredor de Mesoamérica, Colombia, Venezuela, la parte sur de Brasil y Argentina (Estrada- Peña et al, 2006). Ahora bien, el aumento en la temperatura de algunas regiones de América latina posibilita el ascenso altitudinal de la garrapata *R. Microplus* permitiendo la

propagación de este ectoparásito y convirtiéndolo en un problema de gran magnitud, ya que, un aumento en la temperatura como las observadas con el calentamiento global podría alterar el ciclo biológico, la distribución y la incidencia e intensidad de las enfermedades como anaplasma y babesia; transmitidas por este vector.

Como confirmación de los temores antes expuestos, en 2010, Cortés et al. recolectaron 851 garrapatas *R. Microplus* en predios a 2903 msnm. Este fue el primer reporte de este ectoparásito en altitudes mayores a 2600 msnm. Este ascenso altitudinal de la garrapata *R. microplus* se ha debido a un aumento en la temperatura medioambiental que permite la sobrevivencia de garrapatas y aumenta la viabilidad de los huevos ovipositados en estas zonas.

El ciclo de vida de las garrapatas está formado por dos etapas, la primera es la etapa parasítica y la segunda es la etapa o fase libre. A diferencia de otras especies de garrapata, la etapa parasítica del ciclo biológico de la garrapata *Rhipicephalus (B) microplus* sucede en un único hospedador donde se alimenta y muda en diferentes ocasiones.

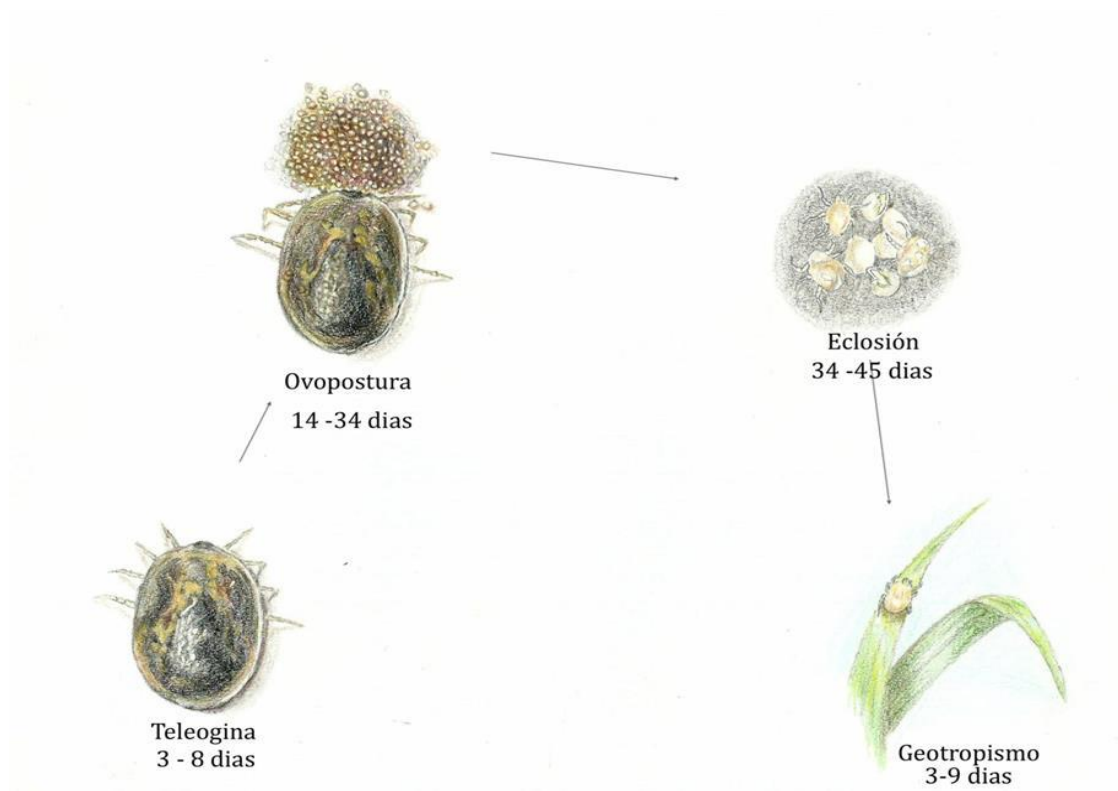
Figura 1.1 Ciclo biológico de la garrapata. Etapa Parasítica. Dibujo: Gustavo Salazar. Basado: (MGAP, 2009)



La etapa parasítica inicia desde el momento en el que la larva de garrapata encuentra un hospedador, luego de esto inicia el proceso de alimentación que se da con la perforación de la piel por parte de las piezas bucales, las glándulas salivares inician la producción de un líquido llamado cemento y forman una especie de tubo que facilita la succión de la sangre. Las garrapatas pueden alimentarse por varios días de un mismo punto gracias a la actividad anticoagulante de la saliva. Luego de alimentarse por primera vez, la larva inicia el proceso de metamorfosis (Figura 1.1) pasando por las diferentes etapas del ciclo y finalizando en la teleogina. La teleogina cae del

hospedador y da inicio a la etapa no parasítica del ciclo de vida de la garrapata (Cordero del campillo, 1999). (Figura 1.2)

Figura 1.2 Ciclo biológico de la garrapata. Etapa no parasítica. Dibujo: Gustavo Salazar



La etapa no parasítica está influenciada por factores medioambientales (Castro, 1997; Ocaido et al, 2009; Jonsson, 2006). En estudios de laboratorio realizados por Gallardo et al. (1999) se concluyó que la duración del ciclo no parasitario es de

aproximadamente 49 días. En la Tabla 1.1 se explica con mayor detalle el rango de duración de cada etapa del ciclo (Gallardo y Morales, 1999).

En Colombia, se realizó un estudio de bioecología en el que se evaluó la fase no parasítica del ciclo de vida de la garrapata *R(B) microplus* en altitudes que van desde 1728 hasta los 2990 m.s.n.m este estudio se concluyó que las características medioambientales en zonas < 2569 permiten un desarrollo total del ciclo de vida del ectoparásito permitiendo el desarrollo de aproximadamente 6 generaciones anuales. (Betancourt, 2011)

Tabla 1.1 Duración del ciclo no parasitario en laboratorio y en campo (Gallardo y Morales, 1999, Betancourt, 2011)

Factor	Rango de días 23°C - 85%HR	Fomeque 1 2025msnm	Fomeque 2 2203	Une 2383	Ubate 2569
Periodo pre ovoposición	3 -8	13-19	15-20	10	12
Ovoposición	14 - 34				
Tiempo de eclosión	34 - 45	73-142	72-110	86	39
Geotropismo	3- 9				
Supervivencia		17-86	48-86	78	119

1.3 Medio ambiente y su efecto sobre la población de las garrapatas

El ciclo de vida de las garrapatas se ve influenciadas por elementos ambientales y de ámbito social, como: factores climáticos, cambios de paisaje, colonización humana, nuevas tecnologías pecuarias, parásitos resistentes a fármacos, pobreza rural en el tercer mundo (Estrada-Peña, 2008; Cortés, 2010).

1.3.1 Urbanización y Altitud

Para el crecimiento de una población de garrapatas el gradiente altitudinal es limitante (Cortés et al, 2010) ya que los factores climáticos varían dependiendo de este. A modo de ejemplo, se encontraron ejemplares de la garrapata *R. (B.) microplus* el Altiplano Cundiboyacense (Colombia) a 2568 msnm, con una supervivencia larvaria de 119 días. (Cortés, et al., 2010).

Así mismo, las actividades agropecuarias llevan a un cambio en la disposiciones de las aguas, y una disminución de árboles en zonas de potreros, reduciendo el número de aves y otros posibles predadores de garrapatas impidiendo se dé un control natural a estos parásitos y permitiendo el aumento de las poblaciones de garrapatas, por esta razón se hacen necesarias investigaciones en sistemas de producción sustentables como lo son los sistemas silvopastoriles.

1.3.2 Biodiversidad

Se ha encontrado una relación fuerte entre la diversidad y el funcionamiento de los ecosistemas. La diversidad animal es importante ya que permite que las cadenas alimenticias que existen en el interior de los hábitats cumplan su función (Thébault, 2006). De esta manera depredadores tienen influencia en la estructura y funcionamiento de las comunidades, ya que estos, poseen la capacidad de limitar la densidad de las poblaciones (Wallach, 2015). En este caso, la población de garrapatas puede ser controlada especialmente en la fase no parasítica del ciclo, ya que, es en este momento en el que se encuentran en el suelo, donde mayor número de depredadores pueden converger.

La biodiversidad vegetal es también importante en el desarrollo del ciclo de vida de las garrapatas ya que esta puede protegerla de predadores/factores climáticos o puede actuar como parte del control de la población., debido a la capacidad larvicida de algunas plantas. Es el caso de plantas como *Stylosanthes*, *Andropogon gayanus* y *Melinis minutiflora*. En estudios realizados por Fernández, (1999; 2004) donde se liberaron larvas de garrapatas *R.(B) microplus* en parcelas cultivadas con *Stylosanthes*, *Andropogon gayanus* y *Melinis minutiflora*, recuperando un número menor a la cantidad total de las larvas liberadas, esta capacidad larvicida es adjudicada a una secreción pegajosa de las tricomonas glandulares localizadas en tallos y hojas de las plantas, dicha secreción impide el movimiento de las larvas durante el ascenso al

ápice de la planta. Estos estudios permiten reconocer la eficacia de las plantas como larvicidas. Sin embargo, se desconoce la variación en su efecto larvicida en diferentes épocas del año (Fernández 2004). Algunos extractos de plantas han sido evaluados como control de garrapatas, estos estudios tienen como objetivo disminuir el uso de acaricidas sintéticos y las poblaciones de garrapatas resistentes (de Souza Chagas et al 2011).

El Neem (*Azadirachta indica*), es usado por algunos indígenas colombianos para el control de garrapatas y otros ectoparásitos y de esta misma forma es usado en algunas comunidades africanas. (Tabuti et al, 2003), la efectividad se debe a el metabolito secundario proveniente del neem nombrado azadiractina. Estudios realizados con la semilla de neem (Srivastava, et al., 2008; Denardi , et al. , 2010) permitieron evaluar los cambios morfo- fisiológicos en el interior de las garrapatas ingurgitadas y la capacidad larvicida, luego de la inmersión de las garrapatas en soluciones que contenían extracto de semilla de neem en diferentes concentraciones. Los resultados fueron:

- Mortalidad de un 80 % en larvas (Srivastava, et al., 2008).
- Cambios en el tejido de sistema reproductivo, observando vacuolización en el tejido cerca del ovocito (Denardi , et al. , 2010).

Según Mayahua (2015) la semilla del neem tiene mejor efecto acaricida cuando se obtiene el aceite directamente de la semilla, la mortalidad *in vitro* luego del baño de inmersión (1min) fue de 100% para las 24 horas posteriores.

Existen otros tipos de productos naturales utilizados para el control de garrapatas, con efectos neurotóxicos, como el aceite de andiroba, que afecta el sistema reproductivo de las garrapatas. A su vez, el timol, y los extractos de *Cymbopogon winterianus*, *Vitex negundo* y *Withanias omnifera* fueron evaluados como larvicidas variando mucho en su efectividad (Kumar et al, 2014; Da Silva et al, 2011; Roma et al, 2013).

1.3.3 Temperatura y humedad.

Durante su primera etapa de vida, las garrapatas, capturan agua del medio para evitar la desecación, esta captura de agua se da por medio de la osmorregulación (Cordero de Campillo, **1999**), este intercambio gaseoso es posible únicamente en condiciones climáticas adecuadas, una temperatura entre 14 y los 32 grados centígrados y una humedad relativa de 80% (Corson et al, 2004)

Durante el desarrollo del ciclo el proceso de toma de agua del medio ambiente pierde importancia, desapareciendo totalmente en el momento de la ovoposición (Kaufman, 2010). La osmorregulación en las diferentes etapas del ciclo de la garrapata se da, gracias a una secreción del hipostoma liberada por las glándulas salivares del ectoparásito (Kahl and Knulle, 1988).

Alteraciones muy definidas en la temperatura y la humedad relacionadas con épocas de sequía o invierno generan una inactividad fisiológica en las diferentes etapas de la garrapata. Esta alteración fisiológica impide finalizar el ciclo de vida de este ectoparásito. Esta pausa en el ciclo disminuye la mortalidad de larvas en etapas climáticas (Madder, M., 1999).

1.4 Impacto del calentamiento global sobre el ciclo de vida de las garrapatas

Aumentos graduales en la temperatura ambiental y un cambio en el patrón de las lluvias como los generados por el cambio climático, pueden modificar las zonas de vida de este ectoparásito (Estrada-Peña et al., 2008).

El cambio climático, caracterizado por un aumento en la temperatura y variaciones en fenómenos climáticos que alteran los ecosistemas del planeta, se da por una acumulación de gases generados en varios procesos, siendo uno de los principales la combustión de petróleo y sus derivados convirtiéndose en uno de los problemas ambientales de mayor importancia a nivel mundial (FAO, 2003).

Estas alteraciones, han surgido efecto en la biología de las garrapatas y moscas, artrópodos muy sensibles a cambios ambientales (FAO, 2008; Cortés, 2010). Esta variación en el microclima, altera la “distribución y abundancia” de los parásitos

dentro de un ecosistema. Para la garrapata *R. (B). microplus*, la temperatura y la humedad son los factores de mayor importancia en el desarrollo del ciclo de vida, seguido de la vegetación (FAO, 2008; Thornton et al, 2009). Actualmente, se busca identificar las futuras distribuciones de estos ectoparásitos, mediante una modelación de nicho climático de la garrapata, (Estrada-Peña; SD; Estrada-Peña, 2008). Sin **embargo**, se desconoce la cantidad de factores que deben estar incluidos en la modelación (Estrada-Peña, 2008).

1.4.1 Importancia de la garrapata *R. (B) microplus* en la salud pública.

Como se describió anteriormente, las poblaciones de garrapatas *R. (B). microplus* se ven afectadas ante los cambios del microclima. Esta alteración del microclima afecta al mismo tiempo la estabilidad enzoótica de babesia y anaplasma , cuando se presenta el ingreso de un antígeno como este a una zona de vida para la que los hospederos no presentaban anticuerpos se da un brote de fiebre de garrapata.

La interacción entre las personas con el medio, el calentamiento global y su efecto en el aumento de la población de garrapatas han dado lugar a un incremento de las enfermedades transmitidas por este ectoparásito, afectando también a hospederos accidentales como los seres humanos (Yabsley y Shock, 2013). En Colombia, se reportó en el 2003 el primer caso de *Babesia bovis* en humanos (Ríos, 2003 citado Yabsley, 2013). Sin embargo, la *Babesia bovis* es una enfermedad que no exige

declaración ante ningún ente regulador, lo que impide determinar el impacto en la salud pública (Buelvas, et al., 2008).

1.5 Características fenotípicas de los bovinos susceptibles a ectoparásitos.

La garrapata *R. (B.) microplus* afecta principalmente al ganado bovino. No obstante son las razas europeas (*Bos taurus*) las más susceptibles a estos ectoparásitos.. Durante la infestación de garrapatas *R. (B.) microplus*, el individuo genera una respuesta humoral. Esta respuesta variante en los animales se relaciona con la presencia de diferentes alelos que se encuentran en el segundo exón del gen del complejo mayor de histocompatibilidad BoLA-DRB3 (Martínez, 2005). Según Martínez (2005), la disminución de la carga parasitaria del ganado Blanco orejinegro (BON) se debe a la presencia de este alelo. También se han demostrado diferencias en la reacción de los glóbulos blancos ante un ataque de garrapatas, observándose una mayor reacción granulocítica en bovinos *Bos taurus* (individuos susceptibles) en comparación con los individuos *Bos indicus* (Constantino et al., 2010).

1.5.1 Características de la piel

En asociación con la infestación por garrapatas, las características de la piel de los bovinos también han sido estudiadas, ya que se considera que existen

particularidades en la piel de los animales que pueden influir en la susceptibilidad a la garrapata *R. (B) microplus* (Munyaradzi et al, 2011; Foster, et al SD). Los estudios realizados en Sudáfrica con ganado nativo africano Nguni y Bonsmara en el que se midieron diferentes parámetros de la piel (el color del pelaje, la suavidad del pelo, el largo del pelaje, grosor de la piel) concluyeron que pieles más gruesas con pelos cortos y suaves favorecen la resistencia de los individuos (Munyaradzi, 2011).

1.5.2 Estado fisiológico

Según (Da Silva y Da fonseca, 2013), el estado fisiológico de las hembras bovinas favorece la susceptibilidad a los ectoparásitos especialmente durante el peri parto. La susceptibilidad en esta etapa del individuo puede ser relacionada con una deficiencia en el estado inmune. La alteración en el sistema inmune del individuo puede ser originada por el aumento de corticoides días antes del parto y una posterior disminución en el consumo de alimento (Ingvarsen et al ,2003).

1.6 Control integrado de plagas

“La dependencia total en un solo método de control parasitario, ha demostrado, ser poco sustentable y rentable a largo plazo...” (Red antiparasitaria Latinoamericana, 2003)

En 1971, la resistencia a plaguicidas por parte de las plagas que afectan los cultivos y la desaparición de los enemigos naturales de estas plagas fueron las voces de alerta que hicieron recapacitar a los entomólogos de la Universidad de California sobre la forma de control utilizada en el país y sus efectos negativos sobre los cultivos. De esta forma, se empezó a trabajar en el concepto manejo integrado de plagas (MIP) o control integrado de plagas (CIP, Peshin et al., 2009).

Los intentos por controlar las poblaciones de garrapatas en el interior de las UPP se han centrado en el uso de productos acaricidas sintéticos (Rosario et al, SD). Esta forma de control es menos eficiente, ya que no permite la desestabilización de las poblaciones parasitarias, permitiendo así el crecimiento de poblaciones resistentes (Benavides E. , 2007).

Para el control de esta resistencia en las garrapatas, es necesario disminuir el uso de antiparasitarios e integrarlos con métodos de control biológico y cultural que permitirán reducir la población objetivo manteniendo un nivel adecuado de producción (Benavides, 2007; FAO, 2003). Se deben facilitar asistencia técnica y recursos para que este tipo de control pueda ser aplicado en los diferentes sistemas de producción y áreas agroecológicas (FAO, 2003).

El control integrado de plagas, utiliza los diferentes métodos de control de garrapatas, disminuyendo de esta forma, la posibilidad de generar resistencia a algún producto sintético y se puede haciéndolo sostenible a largo plazo. Cuenta con cuatro puntos

básicos: Rotación de potreros, Individuos parasitados, vacunación, enemigos naturales.

1.6.1 Rotación de potreros

La rotación de potreros o descanso de pasturas genera una disminución de larvas debido a una interrupción del ciclo de vida en la fase larvaria, esta interrupción del ciclo es generado por un aumento en el tiempo de encuentro entre la larva y el hospedero, permitiendo que el parásito se vea sometido a cambios climáticos que pueden llevarlos a la desecación y muerte (Benavides, 2007; Rosario Cruz et al, SD). Estos períodos de descanso varían su eficacia dependiendo del clima, estaciones del año, suelo y topografía. Benavides recomienda un periodo de descanso entre cuatro a seis semanas para las explotaciones colombianas (FAO, 2003). Por otra parte, en parásitos gastrointestinales se ha evidenciado adaptación a estos patrones de rotación por medio de detención en el desarrollo, aumento estacional en la producción de huevos, siendo esto un inconveniente para el control eficaz de estos parásitos (Schillhorn, 1997).

1.6.2 Capacidad de los individuos

Las garrapatas disminuyen la calidad de vida del animal parasitado. Esta alteración del bienestar puede reflejarse en la producción láctea o cárnica del individuo. Sin

embargo, la capacidad de cada individuo para responder a esta injuria depende de su clasificación.

1.6.2.1 Resistentes: Tienen la habilidad de resistir al establecimiento y desarrollo de la infestación; controlando con procesos inmunes (innata o adquirida) el número de garrapatas que lo parasitan (FAO, 2003).

1.6.2.2 Resilientes: habilidad del animal de mantener niveles productivos aceptables a pesar de la infección parasitaria. (FAO, 2003).

1.6.2.3 Tolerantes: No se observa disminución en la producción y no se desencadena ninguna respuesta inmune (FAO, 2003)

Entonces, los individuos con alta carga parasitaria y notable disminución en la producción son individuos resistentes, mientras, individuos con alta carga parasitaria y sin alteraciones en la producción son individuos resilientes o tolerantes. (Morales et al, 2006)

La FAO recomienda disminuir la cantidad de individuos resilientes y tolerantes de los rebaños, ya que, son un foco de contaminación para el resto de los individuos.

1.6.3 Vacunación

La vacunación es uno de los biocontroladores más usados en el control integral de plagas. Vacunas como la Gavac® están basadas en la proteína Bm86 del intestino de larvas de garrapatas, que genera una reacción inmune en el bovino vacunado estas

inmunoglobulinas generan lisis en las células intestinales al ser ingeridos por las garrapatas permitiendo el paso del contenido del intestino a la hemolinfa generando muerte a un porcentaje de los ectoparásitos y/o disminuye el tamaño de su descendencia (FAO, 2003; Betancourt, 2005; Willadsen, 1999).

Es importante tener en cuenta que los resultados obtenidos con las vacunas no son tan rápidos como los tratamientos con productos sintéticos, pero brindan inmunidad por más tiempo. Se obtienen mejores resultados si el producto es usado en una forma correcta, durante los días recomendados por el laboratorio y acompañado de otros tratamientos que hacen parte del CIP (Betancourt, 2007).

1.6.4 Enemigos naturales

Se llaman así a los insectos, aves u hongos que se alimentan de las garrapatas, estos enemigos pueden ser divididos en tres grupos: parasitoides, depredadores y entomopatógenos.

1.6.4.1 Parasitoides Son aquellos que cumplen una parte de su ciclo biológico en el interior de un insecto, consumiéndolo para su desarrollo, la parasitación únicamente es observada en estadios juveniles. La avispa *Ixodiphagus hookeri* parasita las garrapatas depositando sus huevos en la etapa de ninfa, así la garrapata hasta que la *I. hookeri* finaliza la etapa parasitoide. En este momento, la avispa abandona el cuerpo de la garrapata causando la muerte la

garrapata (Takasu & Nakamura, 2008). Estos autores evaluaron la etapa de la garrapata *Amblyomma variegatum* que es parasitada por la avispa *Ixodiphagus hookeri*. Estos parasitoides no han sido reportados en Colombia.

1.6.4.2 Depredadores Existen diferentes tipos de depredadores. Las aves depredadoras se alimentan de garrapatas que están finalizando el proceso de ingurgitación. Las hormigas *Ectatomma ruidum* y *Pheidole megacephala* se alimentan de los estados no parasíticos de las garrapatas (Rijo et al, 2000; Giraldo y Uribe, 2007). Otro depredador de garrapatas es el ácaro *Anystis baccarum* (Cuthebertson et al., 2003). Este último no ha sido reportado en Colombia.

1.6.4.3 Entomopatógenos Son hongos o bacterias que invaden la garrapata causando algún tipo de patogenia que la lleva a la muerte. Estos microorganismos son los únicos enemigos que no buscan de forma activa a su presa y son usados ampliamente en Colombia; especialmente en las fincas en las que se desarrolla el manejo integrado de plagas. Algunos de los hongos usados para el control de garrapatas son *Verticillium lecanii* (Angelo et al, 2010), *Beauveria bassiana* (Ren, 2012) y *Metarhizium anisopliae* (López, 2009). Los estudios con estos hongos se han realizado tanto a nivel de laboratorio como *in-vivo*.

Actualmente se están realizando investigaciones que permitan identificar el efecto de los sistemas silvopastoriles sobre el ciclo de vida de las garrapatas *R. (B.) microplus*.

El crecimiento de la población mundial y su consecuente necesidad de producir alimento, ha generado una sobreexplotación de las tierras. Esta sobreexplotación se ve reflejada en el grado de degradación del suelo (Murgueito, 2009). Ahora bien, el grado de degradación de las tierras se debe a una búsqueda excesiva y errónea de producción de alimento, que a su vez, se convierte en un obstáculo para responder a las demandas alimenticias. Es en este momento cuando se necesita entonces la búsqueda de nuevas ideas que permitan que los sistemas pecuarios puedan ser competitivos y sostenibles. (Murgueito, 2009) (FAO, 2010). Los sistemas silvopastoriles brindan a los agroecosistemas la capacidad para afrontar dichos problemas. Además, participan en la mitigación del cambio climático y favorecen el incremento de la biodiversidad en las zonas en las que son establecidos (Giraldo, 2000; Murgueitio, 2009; Calle et al., 2012).

1.7 Sistemas de producción

El ciclo de vida de las garrapatas ha sido estudiado en su mayoría en sistemas tradicionales en monocultivos, unos pocos han evaluado el efecto de un sistema con árboles sobre diferentes especies de garrapatas. Para los dos sistemas, se pueden identificar diferencias medioambientales que puedan presentar una variación en el ciclo de vida de las garrapatas.

A diferencia de los sistemas tradicionales en monocultivo, los sistemas silvopastoriles son arreglos espaciales para el uso del suelo en los que los bovinos interactúan con

forraje, arbustos y árboles (Giraldo, 2000). La presencia de árboles y arbustos en alta densidad dentro de un sistema de producción muestra cambios en temperatura, humedad y biodiversidad, además, podemos encontrar sombrío que altera también la incidencia de rayos ultravioleta.

Entonces, se puede percibir una disminución de temperatura entre 3 a 9,5 grados centígrados en comparación con un sistema tradicional en monocultivo. Una oferta de mejores pastos; mayor volumen y mejor consumo, la disminución en la evapotranspiración y aumento en la biodiversidad funcional son unos de puntos que diferencian los sistemas silvopastoriles de los sistemas tradicionales (Giraldo, 2000; Murgueitio. 2009).

Los sistemas silvopastoriles buscan convertir la ganadería extensiva actual en una ganadería que favorece el medio ambiente (Calle et al, 2012) y al productor permitiéndole volverse más eficiente en el proceso de producción.

Capítulo 2

Productividad y carga parasitaria de bovinos *Bos indicus* x *B. taurus* en un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical

Resumen

Las garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* ocasionan pérdidas económicas importantes en la ganadería colombiana: reducción en la producción cárnica y láctea, pérdida de sangre y transmisión de hemoparásitos. El grado de infestación depende de la raza, el estado fisiológico y la nutrición del animal y de las características microclimáticas, que afectan el ciclo de vida de la garrapata. Estudios reportados sugieren que dadas las características de un SSPi se observan menores cargas parasitarias. En este estudio, se monitoreó la carga de garrapatas en cinco grupos de animales: tres pastoreando en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi) y en dos sistemas tradicionales ubicados en la meseta de Ibagué (Tolima). En los grupos del SSPi, la carga parasitaria más alta se observó en las vacas de alta producción de leche ($P = 0.026$). De la misma manera, se observó una relación positiva entre la carga de

garrapatas y la producción láctea en el mes de agosto ($P < 0.05$). La carga parasitaria fue significativamente más alta para el grupo de San Javier (tradicional). Se concluye que la dinámica de garrapatas es un fenómeno complejo que obedece a muchos factores, cuya asociación determina la población parasitaria observada en un momento dado.

Palabras claves: Ectoparásitos; Silvopastoril; Estado fisiológico .

Abstract

Rhipicephalus (Boophilus) microplus ticks cause significant economic losses to the Colombian cattle sector: reduction in meat and milk production, blood losses and transmission of blood parasites. The level of infestation depends on the breed, physiological and nutritional status of the animal and on microclimatic characteristics, which affect the life cycle of the tick. Diverse studies suggest that given SSPi characteristics, tick loads within these systems are lower. In this study, the tick load in grazing animals was monitored within five groups: three at an intensive silvopastoral system (ISS) and two at traditional farms located on the Valley of Ibagué (Tolima). Groups at the ISS, showed higher tick loads within high production cattle ($P = 0.026$) and a positive relationship ($P < 0.05$) between milk production and tick load in August sampling. Statistical difference was observed for group in San Javier (traditional farm) counts. We conclude that the dynamics of ticks is a complex phenomenon affected by

many factors, whose association determines the observed tick population at any given time.

Keywords: Ectoparasites; Silvopastoral; physiological state.

2 Introducción

La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (*Ixodidae* - garrapatas duras) es un artrópodo de gran interés para la producción animal por sus efectos directos y su capacidad de transmitir hemoparásitos. A diferencia de la familia *Argasidae*, la familia *Ixodidae* se adaptó a vivir en espacios abiertos lo que dificulta su sobrevivencia al limitar su capacidad para encontrar un hospedero en el ambiente natural. Sin embargo, su relación con la ganadería en sistemas de monocultivo, favoreció un rápido encuentro hospedador/parásito, consecuente con un preocupante y rápido crecimiento de las poblaciones de garrapatas (Cordero del Campillo, et al., 1999). En consecuencia la garrapata *R. microplus* ha cobrado gran importancia en las empresas ganaderas, y se ha convertido en el ectoparásito de mayor importancia para la ganadería a nivel mundial. Se estima que a nivel global el 80% del ganado está infestado por esta garrapata

Históricamente, el control de las poblaciones de garrapatas se ha basado en el uso de productos sintéticos. El uso continuo de estos productos favoreció el desarrollo de poblaciones resistentes a los acaricidas. Varios estudios reportan constantemente la resistencia observada por poblaciones de este ectoparásito (Singha y Rath 2014, Fernández-Salas et al. 2012). Factores ambientales como la temperatura y la humedad, así como factores intrínsecos del animal, son trascendentales para la sobrevivencia generacional de las garrapatas (Gern et al. 2008, Nielsen et al. 2003). Si

bien el efecto de la raza bovina es importante, factores como la inmunidad, el estado fisiológico y las características de la piel, son componentes a tener en cuenta cuando se habla de susceptibilidad a las garrapatas (Barbosa Da Silva y Da Fonseca, 2013).

El tipo de explotación, puede influir sobre factores ambientales como temperatura y humedad, lo cual altera la fase no parasitaria del ciclo de la garrapata. De acuerdo al tipo de explotación, varía la oferta alimenticia de los bovinos, lo cual afecta la respuesta del hospedador al parásito. Los sistemas silvopastoriles constituyen una buena alternativa para aumentar la productividad (Cuartas et al., 2014; Murgueitio et al., 2014) y diversidad biológica (Calle et al., 2013) de los sistemas de producción ganaderos.

El objetivo de este estudio fue identificar algunos factores que influyen en el ciclo de vida de la garrapata *R. (B) microplus* en bovinos en sistemas silvopastoriles y tradicionales ubicados en la meseta de Ibagué (Colombia).

2.1 Materiales y Métodos

2.1.1 Descripción de los predios donde se realizó el estudio

El estudio se realizó en la terraza de Ibagué, Tolima, entre mayo de 2012 y mayo de 2013. Esta zona de vida está clasificada como Bosque seco tropical según Holdridge, con una precipitación promedio de 1200 - 1300 mm anuales y una temperatura promedio de 26 °C.

Las evaluaciones se llevaron a cabo en tres predios correspondientes a las fincas

Calicanto, San Javier y El Chaco. Las dos primeras son explotaciones de tipo tradicional, es decir, con poca densidad de árboles en el interior del potrero. La finca Calicanto está ubicada en el municipio de Alvarado y la finca San Javier en el corregimiento de Doima, Municipio de Piedras. La actividad principal de estos predios es el cultivo de arroz, y la ganadería se tiene como una actividad secundaria. La explotación ganadera de estos hatos es de tipo doble propósito y los animales pastorean en praderas de tamo de arroz (Calicanto) o con mezcla de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) o pasto gordura (*Melinis minutiflora*) en San Javier.

La finca El Chaco se encuentra ubicada en el municipio de Piedras, Vereda Chipalo. El hato ganadero está formado por ganado doble propósito en su mayoría Holstein x Gyr (F1) que pastorea en sistemas silvopastoriles. En esta finca se utilizan tres diferentes arreglos silvopastoriles para cada grupo de producción. El Lote 2 está destinado a hembras de alta producción y está compuesto por árboles de leucaena (*Leucaena leucocephala*), trupillo (*Prosopis juliflora*), arbustos de leucaena en alta densidad (> 10,000 arbustos por hectárea) y pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*). Las hembras de producción media pastorean en un lote designado como el número 3, conformado por árboles de leucaena, algarrobo (*Prosopis pallida*), arbustos de leucaena en alta densidad, pasto estrella y un pequeño porcentaje de pasto guinea (*Megathyrsus maximus*). Las terneras de remplazo pastorean en el lote denominado Agua Blanca, en el que crece pasto guinea, arbustos de leucaena, ceibas (*Ceiba pentandra*) y otros árboles de crecimiento espontáneo.

2.1.2 Conformación de los grupos bovinos en evaluación

En total para los tres predios, se estudiaron 58 hembras bovinas en diferentes estados fisiológicos (Tabla 2.1). En la finca El Chaco se formaron tres grupos de animales; para cada grupo se seleccionaron animales, que garantizaran una larga estadía en el grupo. En cada una de las fincas tradicionales (San Javier y Calicanto), se estableció un grupo de animales para conteo.

Las características de los individuos del estudio, variaron de acuerdo al predio al que pertenecían como se muestra en la Tabla 2.1. Los individuos destinados para la producción láctea en La hacienda El Chaco fueron en su mayoría del cruce de Holstein x Gyr (F1). Aun así, se pueden encontrar en el estudio individuos 100% *Bos taurus* o $\frac{3}{4}$ Holstein x Gyr.

Por dificultades en la cosección de una finca que ejecutara el control de garrapatas de forma similar a la observada en el Chaco, el estudio conto en los primeros meses con el grupo control de Calicanto; el grupo control de San javier ingreso para los ultimos 11 conteos. Con el fin de prolongar el periodo de muestreo, se eligieron los individuos con fechas más próximas al parto. En la finca Calicanto los individuos monitoreados fueron en su mayoría del cruce de Pardo suizo x Gyr (F1), aunque dos hembras Brahman Perla ingresaron al grupo de conteo durante el estudio. En la finca San Javier se evaluaron individuos del cruce de Pardo Suizo x Gyr (F1). Al igual que en las demás haciendas los individuos elegidos se encontraban al inicio de la lactación. Para cada grupo se incluyeron seis individuos por conteo.

Los baños acaricidas se llevaron a cabo por decisión del dueño de cada finca y siempre

obedecieron a una alta carga parasitaria observada. El ganado en Calicanto recibió baños de Bañagar (Amitraz, 12,5%) según fabricante (Laboratorios SERVINSUMOS). Los demás grupos recibieron baños con Biontrol (INBIONOVA) de la siguiente forma: baño con 400cc x 600lts de agua. Y tres centímetros cúbicos subcutánea por vaca cada cuatro meses de AGROSOL.

2.1.3 Conteo de ectoparásitos sobre el animal cada 15 días.

Para realizar el conteo, los grupos en producción se separaron luego del ordeño; cada individuo se identificó por el número marcado en su anca. El conteo en grupo de terneras (El Chaco) se realizó previo al segundo ordeño del día . El conteo se realizó en el lado izquierdo del animal, teniendo en cuenta las garrapatas perceptibles al tacto (> 4mm). El cuerpo del animal se dividió en ocho regiones con el fin de disminuir los errores que se podrían generar durante el conteo. Estas regiones fueron: Lomo, costillas, abdomen, miembro anterior, miembro posterior, área perianal, axila y ubre. Los conteos se realizaron cada 15 días.

2.1.4 Pesaje – condición corporal

El pesaje y medición corporal mensual de los individuos se realizó antes del segundo ordeño del día sin previo ayuno. Teniendo en cuenta que la valoración de condición corporal es subjetiva, la misma persona realizó las mediciones durante todo el periodo de evaluación. Para la valoración de la condición corporal en bovinos

productores de leche se usó la escala de 1 a 5 con intervalos de 0.5. Durante esta valoración se observó al individuo desde varios puntos de vista para obtener una apreciación correcta de los huesos de la cadera, vértebras y costillas. Estos lugares son de gran importancia, puesto que son los primeros en mostrar una disminución o aumento en la condición corporal.

2.1.5 Producción

La producción láctea de cada individuo, en litros por día (l/d), se registró de forma mensual para el periodo de ejecución del proyecto. Para obtener el valor promedio asociado al día del conteo, se incluyó la producción de leche entre los días -3 a 3 días anteriores y posteriores al día del conteo.

2.1.6 Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y las medias se compararon mediante la prueba de Duncan. El análisis de los datos incluyó también correlaciones entre las variables de interés.

Para la comparación de medias se promediaron los valores de los conteos diferenciando la fecha y el grupo. De igual forma, se calculó un promedio individual de producción láctea por mes y un promedio grupal de peso por mes.

Tabla 2.1 Características de los individuos seleccionados para el estudio y condiciones climáticas de los predios en estudio.

Características	El Chaco	Calicanto	San Javier
Ubicación	Municipio de Piedras, Tolima	Alvarado, Tolima	Doima corregimiento de Piedras, Tolima
Temperatura	26°C	26°C	26°C
Altitud	605 msnm	439 msnm	605 msnm
Precipitación	1300 mm/ año	1300 mm/ año	1300 mm/ año
Zona de vida	Bs-T	Bs-T	Bs-T
Ordeños por día	Dos ordeños diarios	Un ordeño diario	Dos ordeños diarios
Tipo de sistema	Alta: Silvopastoril intensivo con maderables Estrella - Arbustos Leucaena. Media: Silvopastoril, Estrella , Arbustos Leucaena. Ternerías: Silvopastoril Guinea-estrella- arbustos de leucaena	Tamo de arroz	Pasto estrella
Suplementación	Harina de maiz	Sin suplementación	Concentrado FEDEGAN
Animales	Alta: 7 hembras Gyr x Holstein Media: 7 hembras GyrxHolstein Tenera: 5 hembras 3/4 GyrxHol	6 hembras	6 hembras
Promedio de producción	Alta: 14,64 L día Media: 10,57 L día	DND	DND

DND*: Dato no disponible; Bs -T: Bosque seco tropical.

2.2 Resultados

2.3.1 Promedio de conteos y su variación en el tiempo.

Los cambios observados en cargas parasitarias a lo largo del experimento se reportan en la Tabla 2.2, donde se observa una alta variabilidad entre grupos y entre fechas de muestreo. Dicha variabilidad estuvo en parte asociada con la aplicación de baños y tratamientos acaricidas aplicados en cada finca, bajo los criterios de cada productor en particular. En general, durante todos los momentos de muestreo se observaron diferencias estadísticas entre los cinco grupos de animales evaluados ($P < 0.05$). Los meses en los que observaron los conteos más altos fueron diciembre y febrero, mientras que en los meses de mayo y marzo, se observaron los conteos más bajos.

Al comparar los conteos realizados en los tres predios (Figura 2.1), se encontró una mayor carga parasitaria en promedio en las fincas San Javier (82,53 garrapatas por vaca) y Calicanto (36,38) que en El Chaco (27,48). En los grupos pertenecientes a El Chaco se observó que los grupos de terneras y producción media presentaron en promedio una menor carga parasitaria (22,43 y 20,60 garrapatas por animal respectivamente) en comparación con los animales del grupo de alta producción (39,41) ($P < 0.05$).

2.2.1 Cargas parasitarias y su relación con la producción

En la finca El Chaco, se determinó que la carga parasitaria de los individuos estuvo influenciada por el grupo de producción al cual pertenecían los animales. El análisis de

Tabla 2.2 Carga parasitaria promedio (garrapatas >4mm por animal) en bovinos de tres fincas de la terraza de Ibagué, Colombia

FECHA DE CONTEO	EL Chaco			Calicanto	San Javier	DvE	EEM
	Alta	Media	Terneritas				
15/05/12	12,86	13,17	10,2	34	DND	9,6	10,86
28/05/12	18,71 a	36,14 a	12,6 a	6,67 b	DND	11,2	7,91
12/06/12	45 a	31 a	DND	27,33 a	DND	9,5	11,9
19/06/12	80,57a	17b	0,6c	85,33a	DND	43,3	23,81
9/07/12	47,14a	21,57b	5,8b	49,66a	DND	21,2	9,27
23/07/12	29a	11b	41 ^a	48a	DND	14,7	9,84
9/08/12	24b	7b	24b	67a	DND	25,6	9,53
28/08/12	46,4a	28,3a	12,8 ^a	0,2b	DND	24,3	12,36
12/09/12	23,4a	14,9a	10,8 ^a	0b	DND	9,6	4,7
24/09/12	14,6a	6 ^a	16,4 ^a	1,5b	DND	6,8	4,28
10/10/12	13,6b	7,7b	4,6b	108,5a	DND	50,1	17,22
24/10/12	27a	5,29b	4b	34,17 ^a	DND	15,3	6,24
14/11/12	26,1a	24a	4,8b	8,5b	DND	10,6	6,75
27/11/12	27b	8b	5b	80 ^a	53 ^a	31,8	15,04
15/12/12	40,7b	7b	16,2b	211,3 ^a	157,8 ^a	92,2	36,72
26/12/12	168,3	27,2b	DND	2,8b	48,8b	112,9	27,25
15/01/13	44,1b	30,1b	110,4 ^a	8,3b	48,5 ^a	37,5	20,15
22/01/13	38,57a	14,86b	67,4 ^a	DND	0,67b	28,6	14,4
2/02/13	36,2a	22,6b	DND	14,83b	84,26a	36,7	16,85
26/02/13	75,57a	55,8a	DND	0,83b	116,83 a	49,7	27,1
12/03/13	13,29b	18,33b	DND	0,83b	52,67a	23,2	10,13
1/04/13	30,5	27,17	DND	35,67	25,33	7	13
19/04/13	30,63a	26,33a	DND	17,17b	79a	27,8	19,71
1/05/13	33	34	DND	1	241	110,2	21,6

Abreviaturas: DND: Dato no disponible; EEM: Error estándar de la Media ; DvE: Desviación estándar de la Media

varianza mostró que los individuos de alta producción tenían una mayor carga parasitaria que los otros grupos ($p=0.026$) (Figura 2.2). Asimismo, en fechas específicas durante el monitoreo, como en el mes de agosto, hubo una correlación positiva entre la carga parasitaria y la producción láctea para el grupo de alta producción ($R^2=0.798$; Figura 2). Esta correlación sin embargo no se encontró en el grupo de media producción que tenía similar componente racial.

Figura 2.1 Promedio de conteos individuales de *R. (B.) microplus* en cinco grupos de bovinos con diferentes estados fisiológicos y productivos en la terraza de Ibagué, Colombia. Chaco: Silvopastoril; Calicanto: Tamo de arroz; San Javier: Sistema tradicional, Barras con letras diferentes indican diferencias en el promedio ($p<0.05$).

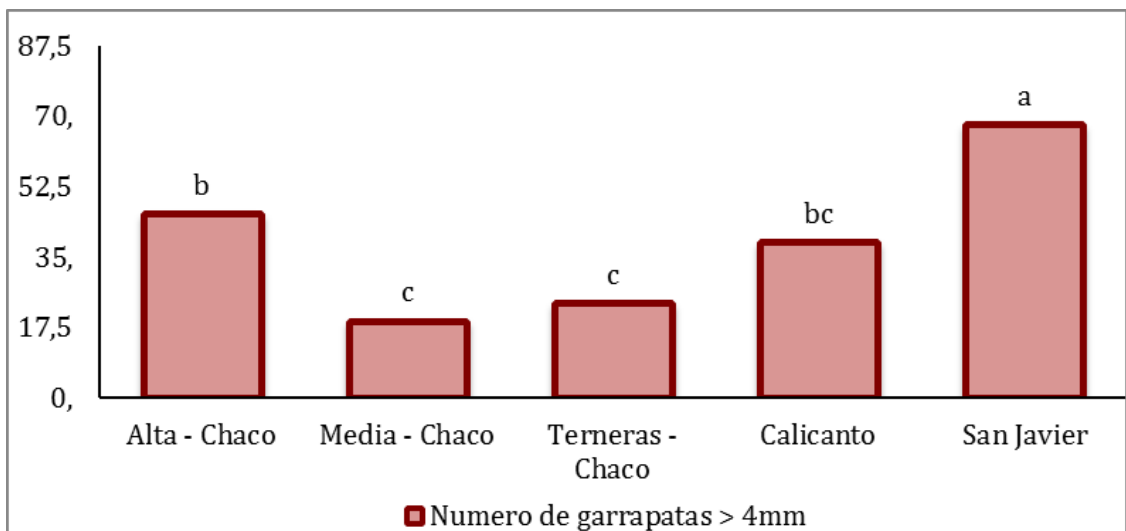
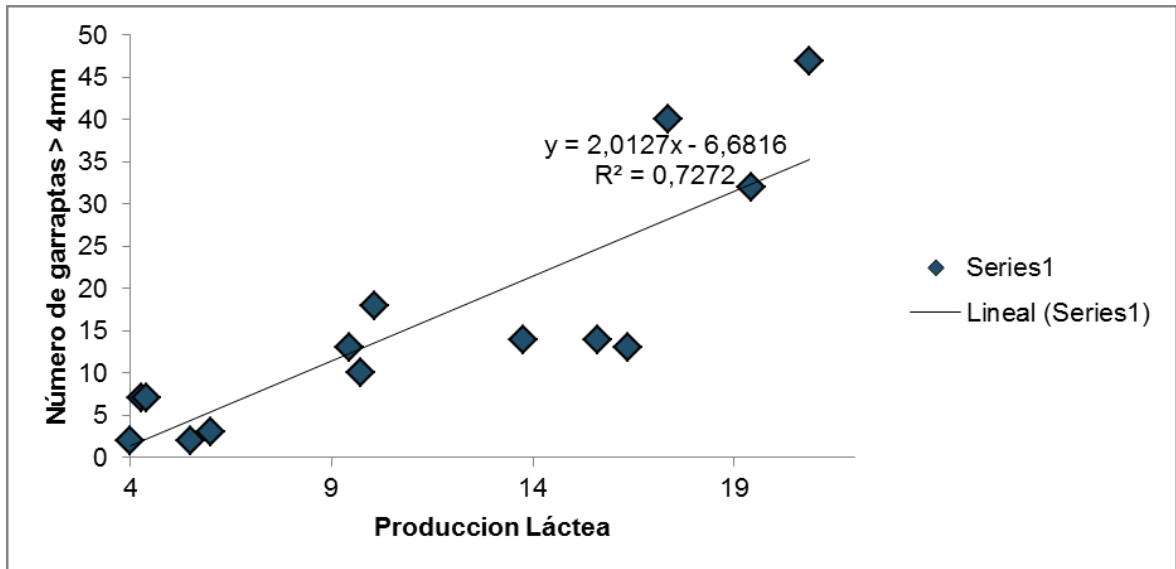


Figura 2.2 Relación de producción láctea y carga parasitaria para el grupo de alta producción de la Hacienda El Chaco durante el mes de agosto de 2012.



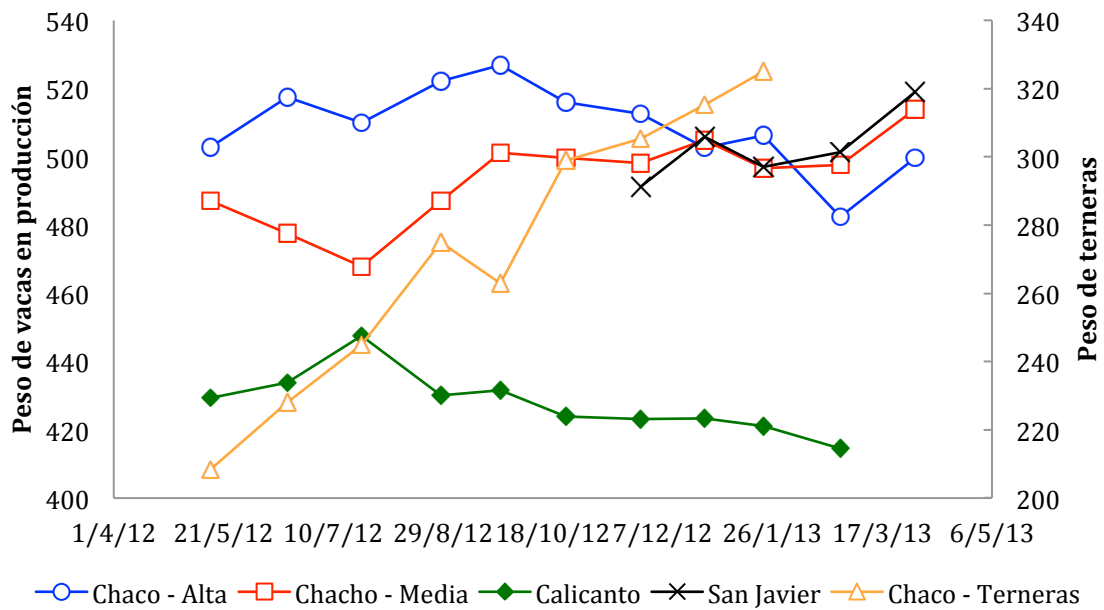
2.2.2 Peso y Condición Corporal

En los tres predios, la condición corporal y el peso presentaron un comportamiento similar, con una disminución en la condición corporal/peso para los individuos en los primeros meses después del parto. Por el contrario, una vez superada la etapa de transición, los animales mostraron un aumento gradual de peso/condición corporal.

En la Figura 2.3 se muestran los cambios de peso en los animales correspondientes a los cinco grupos evaluados. Los animales pertenecientes a la finca Calicanto mostraron los menores pesos corporales ($428 \pm 31,7$ kg), mientras los animales de los grupos de alta producción de las fincas El Chaco y San Javier, que pesaron en promedio $503,5 \pm 47,5$ y $502,9 \pm 82,2$ kg, fueron los de mayor peso. En lo referente a

los animales en producción de la finca El Chaco, las vacas de alta producción tendieron a perder peso al avanzar el período de evaluación ($\text{Peso vivo, kg} = -0.0007X^2 + 0.1745X + 507,5$, $R^2 = 0.61$), mientras que las de producción media tendieron a ganar peso ($\text{Peso vivo, kg} = 0.096X + 478,2$, $R^2 = 0.60$). Las vacas de la finca Calicanto perdieron peso a lo largo del período de evaluación ($y = -0.071x + 438,3$, $R^2 = 0.57$). En estas ecuaciones, X = días desde el inicio de la evaluación. Por su parte, las terneras tuvieron una ganancia diaria de peso de 464 g, en promedio.

Figura 2.3 Cambios de peso (Kg) de los bovinos en tres predios de la terraza de Ibagué, Colombia. El peso vivo de las terneras se muestra en el eje secundario.



2.2.3 Patrón de lluvias y su relación con carga parasitaria

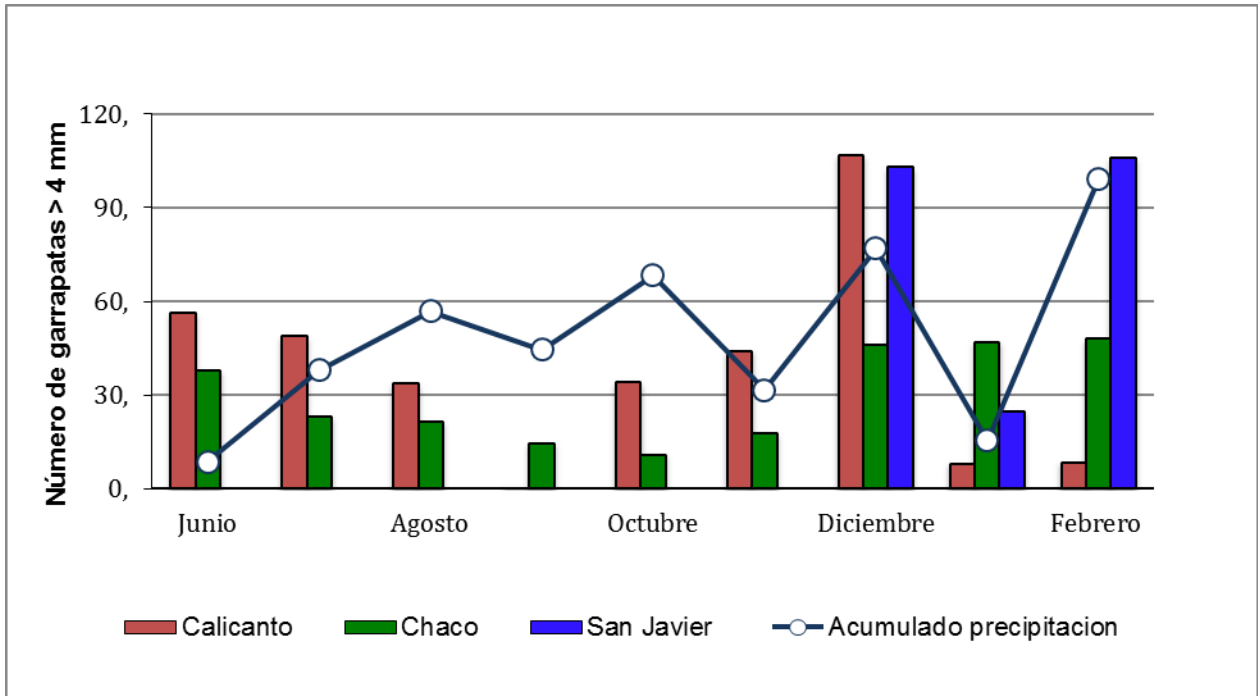
La información de precipitación se muestra en la Tabla 2.3. Los meses de mayor volumen acumulado de lluvias fueron Febrero y Diciembre, mientras que los de menor precipitación acumulada fueron los meses de junio y noviembre. Los meses con el mayor número de eventos de lluvia fueron Octubre, Noviembre, Diciembre y Febrero (\geq a 12 eventos). El promedio de precipitación por cada evento de lluvia varió de 2,25 (noviembre) a 9,46 mm (agosto).

No existió un patrón entre la precipitación mensual y la carga parasitaria para ninguna de las tres fincas (Figura 2.4). Sin embargo, es posible dividir el gráfico de carga parasitaria en dos períodos a lo largo del año: Una primera época comprendida entre los meses de julio y noviembre donde la carga parasitaria fue relativamente baja y una segunda, comprendida entre los meses de Diciembre y Febrero, donde la carga parasitaria fue mayor. No es posible discernir si estos patrones obedecen a los patrones de precipitación, o, lo que es más probable, que esta respuesta se deba a una combinación de factores ambientales y antropogénicos como los baños acaricidas. Es necesario obtener una mayor cantidad de datos para poder concluir el efecto de la lluvia en las cargas parasitarias tanto para sistemas silvopastoriles como para sistemas tradicionales.

Tabla 2.3 Número de precipitaciones mensuales, acumuladas mensuales de precipitación y humedad relativa promedio mensual durante nueve meses del estudio. Información obtenida de la estación meteorológica ubicada en El Chaco.

	Número de precipitaciones mensuales	Acumulado mensual	Humedad relativa	Promedio ml por lluvia
Junio	6	8,8		
Julio	7	38,0	66,72	5,42
Agosto	6	56,8	66,11	9,46
Septiembre	7	44,6	61,39	6,37
Octubre	15	68,4	82,13	4,56
Noviembre	14	31,6	86,28	2,25
Diciembre	12	77,0	83,63	6,41
Enero	3*	15,4	74,01	*
Febrero	12	99,4	81,39	8,2

Figura 2.4 Relación del promedio mensual de carga parasitaria por animal con los acumulados mensuales de precipitación (mm).



2.3 Discusión

Al comparar los conteos de los diferentes grupos del estudio, se observó en promedio menor carga parasitaria en los grupos pertenecientes a la Hacienda el Chaco. Como se describió con anterioridad, los individuos de esta hacienda pastorean en sistemas silvopastoriles. Por su parecido con los bosques, en los sistemas silvopastoriles se mantienen las interacciones bióticas entre los vertebrados e invertebrados edáficos, lo que permite un control natural de parásitos y otros invertebrados que podrían convertirse en plagas (Giraldo et al. 2011). Por esta misma razón, se ha reportado que

en SSPi, el uso de productos sintéticos para control de invertebrados es reducido, disminuyendo así la contaminación y el efecto nocivo que el uso de estos productos podría traer a la salud humana (Murgueitio, 2009). Sin embargo, durante la toma de datos no se realizó un inventario de fauna que nos permitiera discutir mas a fondo este tema, por tal razon los autores sugerimos se tenga en cuenta este argumento para la realizacion de nuevos estudios en el tema. En estudios realizados en la cuenca del Rio La Vieja, Colombia, se encontró mayor diversidad de aves y hormigas en sistemas silvopastoriles, facilitando procesos de control de plagas como las garrapatas, además de permitir polinización y dispersión de semillas (Fajardo et al. 2009). Es importante recordar que la variedad de fauna encontrada en potreros estará asociada a la especie de árboles que se encuentre en los potreros y de las características medio ambientales del sistema (Fajardo et al. 2009; Cierjack et al. 2013).

En el presente estudio las condiciones medio ambientales de los sistemas tradicionales de producción ganadera, pueden alterar la diversidad de los potreros, disminuyendo los enemigos naturales de las garrapatas. Aunque en el trabajo no se analizó esta información, la posible ausencia de depredadores de garrapatas en el interior de los sistemas tradicionales y los reportes de la presencia de estos en sistemas silvopastoriles, podría explicar la baja carga parasitaria en los grupos que pastorean en sistemas silvopastoriles en comparación con los sistemas tradicionales.

Por otro lado, con el uso de biológicos como el biontrol se puede obtener una disminución en la población parasitaria, no obstante, esta misma disminución se vería reflejada en los animales de San Javier que presentan la misma estrategia de control

biológico.

Cargas parasitarias y su relación con la producción.

Las pérdidas económicas directas e indirectas en las explotaciones ganaderas debidas a ectoparásitos como las garrapatas *R. (B.) microplus*, están asociadas con la disminución de la producción láctea o cárnica (Jonsson, 2006). Dada la importancia de estas pérdidas, varias investigaciones han buscado dilucidar la fisiopatología de la infestación de la garrapata. Dichas investigaciones han permitido entender qué factores como el estado fisiológico, el componente racial y el estado nutricional, son factores de gran importancia en el aumento o la disminución de la carga parasitaria (Barbosa Da Silva y Da Fonseca, 2013).

Durante el estudio realizado en la Hacienda El Chaco se observó mayor carga parasitaria en vacas en el primer tercio de lactancia. Esto corrobora lo descrito por Barbosa Da Silva y Da Fonseca, (2013), en cuanto a que el estado fisiológico de las hembras bovinas durante el parto permite mayor infestación, debido a un aumento en la susceptibilidad de las vacas. En vacas cercanas al parto, factores como una alimentación deficiente y altos niveles de estrés, tienen un rol importante en la susceptibilidad adquirida (Ingvarstsen et al. 2003).

En un estudio realizado por Eissa Y Beley (1990), se observó un aumento en la concentración de hormonas corticoides seis días antes del parto. El aumento de esta hormona puede reducir la respuesta inmune de las vacas a las garrapatas *R. (B.) microplus*, ya que los corticoides que están implicados en la fisiopatología de la

inflamación. Estas hormonas impiden que el individuo responda correctamente ante los retos del medio, haciéndolo más susceptible a los patógenos. Por otra parte, el exceso de corticoide genera un catabolismo proteico que produce una disminución de masa muscular y disminución del grosor de la piel. Este efecto sobre la piel del animal podría facilitar la unión de la garrapata a la piel del hospedero.

El catabolismo puede empeorar con el desbalance energético negativo en el que se encuentra el animal en las primeras semanas postrado dadas las altas exigencias nutricionales de la producción. En este estudio se observó una disminución en el peso y la condición corporal en hembras en alta producción. Ahora bien, la infestación por garrapatas, genera una disminución en el consumo que a su vez se ve relacionada con una disminución en la producción láctea. Estudios realizados evaluaron el efecto anoréxico inducido por la garrapata en cuatro grupos de bovinos *Bos taurus* y se encontraron una disminución del 0.93 kg/ MS del consumo en animales parasitados en comparación con animales libres de parásitos. Igualmente, se observó una alteración en las enzimas y metabolitos. (Jonsson et al, 2006; Zahid et al. 2006). La disminución en los metabólicos y enzimas puede relacionarse a una disminución en el consumo de micro nutrientes y su papel frente a las duplicación de células y reacciones corporales (Afacan et al. 2012; Mocchegiani et al. 2012). Si bien, estos elementos son necesarios para el buen funcionamiento de los sistemas orgánicos de los individuos, los pastos y leguminosas con los que se alimentan estos animales, pueden no cubrir los requerimientos minerales para individuos en producción. Pensando en esto, se realizó un balance mineral en el que se incluyó el contenido

mineral de cada uno de los componentes de la dieta de El Chaco. En este cálculo se observó semejanza en la cantidad ofertada por el sistema y los requerimientos para la mayoría de los minerales, excepto, para el Zinc el cual es deficiente para los requerimientos de una vaca en alta producción.

Aumento en la actividad de las garrapatas días después de la lluvia

Como fue descrito por Estrada-Peña et al. (2006), la sobrevivencia de las garrapatas está condicionada por factores del medio ambiente. La existencia de temperaturas cálidas en zonas húmedas conlleva a una mayor actividad de este parásito en todas sus etapas. Si bien del volumen y la frecuencia de la lluvia depende el número de generaciones anuales de garrapatas *R. (B.) microplus*, la importancia vital del agua lluvia llega días después cuando se da la evaporación del agua presente en el suelo y evapotranspiración de las plantas. La lluvia abundante o frecuente aumenta la humedad relativa en los potreros, disminuyendo las posibles muertes de garrapatas por desecación causadas por baja humedad y alta temperatura en las zonas de pastoreo (Sutherest, 1971).

Por otra parte, la existencia de lluvias fuertes en terrenos de fácil inundación puede acarrear dificultades para las teleoginas, pues disminuye la capacidad de sobrevivencia y por lo tanto la capacidad de ovipositar y permitir el desarrollo de una

nueva generación (Pegram y Banda, 1990; Guglielmone, 1992; Coronado et al. 1997). Por el contrario, la respuesta de los huevos y larvas que se encuentran en los pastos se ven favorecidas por la inundación por su facilidad para capturar el oxígeno del agua (Sutherest, 1971; Pegram y Banda, 1990).

Durante los primeros meses de estudio no se observó patrón alguno relacionado con el número de garrapatas por animal y el volumen de lluvia, sin embargo para los últimos meses, cuando San Javier ingresó al estudio, se evidenció un patrón, dicho patrón sugiere que el sistema silvopastoril actúa neutralizando el efecto de las lluvias sobre las larvas de garrapata. Ahora bien, esto se puede aclarar, teniendo en cuenta que los estudios reportados anteriormente son realizados en sistemas tradicionales de producción. Por tal razón, se recomienda realizar un mayor número de estudios en comportamiento de larvas de garrapata en periodos de lluvia en sistemas silvopastoriles a fin de entender mejor este efecto.

2.4 Conclusiones

La variación en el número de garrapatas que infesta un animal depende de: factores climáticos, factores propios del animal y de factores antropogénicos. Durante este estudio se observó como la variación de ectoparásitos sobre el animal influye en la producción láctea de este, además, se observa como los individuos que pastorean en sistemas silvopastoriles presentan una menor carga de ectoparásitos en comparación con que pastorean un sistema tradicional.

Capítulo 3

La relación entre los factores bióticos y abióticos con las cargas de garrapata *R. (B.) microplus* en bovinos *Bos taurus* pastoreando en sistema silvopastoril y monocultivo.

Resumen

Objetivos. Relacionar el efecto de algunos factores **bióticos y abióticos** sobre las cargas de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en hembras bovinas pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) (Lucerna) y en monocultivos asociados a cañaduzales (La Isabela). **Materiales y métodos.** Se realizaron conteos en 27 animales de raza Lucerna en diferentes estados fisiológicos, seis de los cuales se encontraban pastoreando en lotes de gramíneas forrajeras asociados con plantaciones de caña comerciales y los animales restantes pastoreaban en SSPi basados en *Leucaena leucocephala* y *Cynodon plectostachyus*. El conteo de garrapatas se efectuó cada 15 días. Los datos de temperatura, humedad y radiación se

tomaron de una estación meteorológica que se encontraba en el interior del SSPi.

Resultados. Se encontró una relación débil entre el déficit de saturación y los conteos de garrapatas ($R^2 = 0.34$) y entre la radiación UV y los conteos de garrapatas ($R^2 = 0.205$) para los bovinos pastoreando en SSPi. Hubo diferencia entre los conteos en animales con similar productividad en ambos sistemas evaluados, siendo el promedio total de garrapatas perceptibles al tacto (GPT) de 311 para La Isabela y de 206 GPT para Lucerna ($p = 0.02$). Hubo mayor número de GPT en hembras con mayor productividad en comparación con las de baja productividad ($p < 0.05$).

Conclusiones. Los factores bióticos y abióticos del ecosistema pueden influir en el promedio de GPT, al igual que el nivel de productividad de los animales. En SSPi, la carga de garrapatas puede ser inferior a la de sistemas de pastoreo en monocultivo.

Palabras clave: ectoparásitos, microclima, radiación, ecosistemas.

Abstract

Objectives. Relate the effect of biotic and abiotic factors on *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tick loads on cows grazing either in intensive silvopastoral systems (ISS) (Lucerna) or in grass pastures associated with sugarcane plantations (La Isabela).

Materials and methods. Tick counts were performed on 27 Lucerne breed animals that were in different physiological states, six of which were grazing on forage grass

paddocks associated with commercial sugarcane plantations and the remaining animals grazed in an ISS based on *Leucaena leucocephala* and *Cynodon plectostachyus*. The tick counts were made every 15 days. The data of temperature, humidity, and radiation were taken from a weather station that was inside the ISS. **Results.** There was a weak relationship between saturation deficit and tick load ($R^2 = 0.34$) and another between UV radiation and tick load ($R^2 = 0.205$) for animals grazing in ISS. There were differences in tick counts when comparing animals of similar productivity from both systems evaluated: in La Isabela (sugarcane grass paddocks) average counts were 311 ticks perceptible to the touch (TPT) and in Lucerna (ISS farm) average counts were 206 TPT ($p = 0.02$). Additionally, there were greater tick counts in high productivity cows compared to low productivity cows. **Conclusions.** The abiotic and biotic factors of the ecosystem and animal productivity can affect the TPT. In ISS systems, tick counts can be lower than those observed in monoculture grazing systems.

Key words: Ectoparasites, microclimate, radiation, saturation deficit

3 Introducción

La presencia de garrapatas en las unidades de producción ganaderas es una preocupación mundial debido a las pérdidas económicas y productivas que generan tanto en las industrias cárnicas y lácteas. Dicho daño asciende a millones de dólares a nivel mundial (Rodríguez-Vivas; 2012). Estas pérdidas obedecen a la disminución en la producción láctea o cárnica y al aumento en los costos de producción asociados al control de garrapatas y la aplicación de farmacéuticos usados en el tratamiento de las enfermedades transmitidas por las garrapatas .

Las garrapatas son parásitos poiquiloterms, que dependen de la temperatura ambiental para sus actividades, siendo 14°C el umbral térmico mínimo (Sutherest; 2006) y entre 27 y 32°C el óptimo para su desarrollo fisiológico (Corson; 2004). Así, el aumento de esta población depende fuertemente de la temperatura, ya que al disminuir la necesidad del arácnido para dedicarse a actividades fisiológicas de adaptación, aumenta su capacidad de procreación. Otras variables que inciden fuertemente en la sobrevivencia de estas poblaciones es la humedad ambiental y la radiación solar por su efecto sobre la desecación de larvas y huevos (Frazier, 2006; Sutheres, 2006). Con el aumento de la temperatura mundial pronosticado como parte del cambio climático, es de esperar que estos arácnidos se vean favorecidos y puedan colonizar nuevas zonas de vida (Frazier,2006). El establecimiento de poblaciones en nuevas zonas de vida trasladará los problemas a nuevas unidades de producción,

resultando en una disminución en la producción y un aumento en el costo de producción asociado a gastos de control de garrapatas y tratamiento de hemoparásitos, además de las posibles muertes de los semovientes.

El impacto de los factores abióticos puede variar dependiendo del tipo de hábitat, ya que no se genera el mismo efecto sobre los seres vivos a temperatura de 28°C en un sistema con árboles que en un sistema sin árboles (Sutherest, 2006). Esta es una consideración importante para los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), que promueven la inclusión de arbustos y árboles a grandes densidades con aumentos en productividad (Cuartas et al 2014; Murgueitio et al 2014), en la eficiencia de uso de recursos alimenticios (Cuartas, 2013) y en el bienestar animal (Tarazona, 2013).

En un SSPi, la presencia de arbustos y árboles en el potrero puede conducir a una alteración en la tasa de desarrollo de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* debido a una variación en el microclima. En consecuencia, el presente estudio tuvo como propósito identificar la influencia de algunos factores bióticos y abióticos sobre el número de garrapata *R. (B.) microplus* sobre bovinos en SSPi y en sistemas de praderas en monocultivo ubicados en el Valle del Cauca.

3.1 Materiales y Métodos

3.1.1 Descripción de las fincas donde se realizó el estudio

El estudio se realizó en dos unidades de producción pecuaria (UPP) situadas en Bugalagrande, Valle del Cauca, clasificado según Holdridge como Bosque seco tropical con 1100 mm de precipitación promedio anual (Tabla 3.1). Ambas fincas poseen sistemas de producción de leche con ganado de la raza Lucerna, ganado criollo colombiano resultado de una serie de cruces de ganado *Bos taurus*. Los animales pertenecientes a La Isabela, pastorean las franjas de gramíneas asociadas a los cultivos de caña. Por su parte, Lucerna, cuenta con 63 hectáreas destinadas a la ganadería en sistemas silvopastoriles, conformados por estrella (*Cynodon nlemfluensis*) y guinea (*Megathyrsus maximus*) y las leguminosas leucaena (*Leucaena leucocephala*) y matarratón (*Gliricidia sepium*).

3.1.2 Selección de los grupos de conteo

El criterio para seleccionar los individuos se basó en incluir animales de reciente ingreso a cada grupo de producción, con el fin de asegurar un mayor tiempo de permanencia. Se eligió igual número de individuos para cada grupo.

En Lucerna se conformaron en total cuatro grupos: Recién paridas (RP), producción uno (P1), producción dos (P2) y vacas secas (Secas). Pese a la selección inicial, los

grupos presentaron movimientos de individuos impidiendo mantener el mismo número de animales dentro de los grupos durante todo el estudio.

Durante el estudio, no fueron usados biológicos en los animales de Lucerna, para el control acaricida se procedió con baño sintéticos al igual que en el grupo de La Isabelita.

Tabla 3.1 Características de las fincas y los individuos seleccionados para el estudio y características de la zona de pastoreo.

Detalles	Lucerna			La Isabela	
	Recién paridas (RP)	Producción (P1)	Producción (P2)	Hurras	
Tipo De Sistema	Silvopastoril intensivo	Silvopastoril	Silvopastoril	Silvopastoril	Pastoreo de gramíneas en los callejones de los Cañaduzales
Tipo de Ordeño	Mecánico	Mecánico	Manual		Manual
Número total	13	15	6	17	6
por grupo					
Suplementación	Concentrado Subproducto de Milo	Concentrado Sub producto de Milo	Concentrado Sub producto de Milo	Sin Suplementación	Concentrado Sub producto de Malta
Producción	11,57	8,93	8,85	Fuera de producción	8

3.1.3 Conteo quincenal de ectoparásitos sobre el animal

El conteo quincenal se realizó de acuerdo a la técnica sugerida por Wharton y Utech (1970). En esta técnica, se usa únicamente el lado izquierdo del animal, contando solamente las garrapatas perceptibles al tacto ($> 4\text{mm}$). Para mayor uniformidad en el proceso de conteo, el cuerpo del animal se dividió en ocho regiones con el fin de disminuir los errores de conteo. Estas regiones fueron: Lomo, costillas, abdomen, miembro anterior, miembro posterior, área perianal, axila y ubre. Los animales fueron separados luego del ordeño, identificándolos por el número del anca y permanecieron en el corral aproximadamente dos horas. Los conteos se realizaron cada quince días con colaboración de personal de la finca.

3.1.4 Cálculo de la producción total de biomasa.

La cuantificación de la oferta de gramíneas presentes en el SSPi se realizó de acuerdo al método de doble muestreo (Haydock, 1975). Por su parte, en la cuantificación de la biomasa proveniente de *Leucaena* se utilizó una modificación del mismo método, inicialmente concebido para determinar la oferta forrajera de gramíneas. En el caso de la *Leucaena*, se definieron tres estratos de un metro lineal que representaron diferentes niveles de crecimiento de la *Leucaena* (alto, medio, bajo). Para cada estrato se cosechó y pesó el material (hojas y tallos finos). Usando esta escala, se calificaron al menos 50 visuales; del mismo modo que para las gramíneas, estimándose la disponibilidad de forraje total de cada franja..

3.1.5 Datos climáticos

Los datos climáticos fueron obtenidos de una estación meteorológica instalada al interior del SSPi de Lucerna, en un sitio libre de sombra y de cualquier otro componente biótico o abiótico que pudiera generar alteraciones en las mediciones. Se midieron las siguientes variables: Temperatura, humedad y radiación. Los datos de precipitación fueron tomados de tres pluviómetros, ubicados en sitios diferentes de la hacienda. En el caso de la Hacienda La Isabela, se interpolaron los resultados obtenidos de la estación ubicada en Lucerna, dada la cercanía de ambas fincas.

El déficit de saturación es calculado con los datos de humedad relativa y la temperatura obtenidos de la estación meteorológica. Los resultados obtenidos de este cálculo fueron promediados. La fórmula para calcular el déficit de saturación es:

$$D_a = q_a^*(T_s) - q_a$$

Donde, q_a : Humedad absoluta real y T_s : Temperatura del bulbo seco

Los datos correspondientes a déficit de saturación e índice UV fueron obtenidos de un promedio de 12 días previos incluyendo el día del conteo. El número de días fue seleccionado luego de un previo estudio del ciclo biológico de la garrapata *R. (B.) microplus* acerca del tiempo de permanencia sobre el hospedado antes de alcanzar el tamaño para ser perceptible al tacto (4mm).

3.1.6 Aspectos éticos.

En este estudio no incurrió en prácticas que fueran en detrimento del bienestar de los animales. Los conteos se realizaron en el corral, asegurándose de proporcionar condiciones libres de estrés para todos los animales. La persona encargada de dichos conteos es Médico Veterinario, lo que aseguró además un adecuado monitoreo de la condición de estos.

3.1.7 Análisis de datos

Las cargas parasitarias de los diferentes grupos fueron analizados mediante un análisis de varianza siguiendo un diseño totalmente al azar. Se usó la prueba de Duncan para separación de medias de los grupos de producción. Adicionalmente, se realizaron análisis de correlación entre los datos de carga parasitaria de los animales con los datos de las variables climáticas, incluyendo el índice UV y el déficit de saturación calculados días previos al conteo

3.3 Resultados

3.1.8 Cargas parasitarias de *R. (B.) microplus* en diferentes grupos de producción.

A lo largo del estudio, hubo variabilidad en la carga parasitaria de los individuos, la cual estuvo relacionada con el grupo de producción.

Al calcular el conteo en Lucerna se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los grupos RP, P1 y vacas secas. El grupo de ordeño manual se comportó de forma atípica (Figura 3.1). Los animales con los mayores requerimientos nutricionales tuvieron en promedio los mayores conteos.

Para la comparación entre las dos fincas, se buscaron grupos que tuvieran características similares en cuanto a producción, para lo que promediaron los conteos de los grupos P1 y P2 pertenecientes a Lucerna y se comparó con el promedio grupal de La Isabela (Figura 3.2). Este análisis mostró diferencia estadística en los conteos promedio de ambas fincas ($p= 0.043$)

Figura 3.1 Promedios de las cargas parasitarias (garrapatas mayores a 4mm) en bovinos Lucerna pertenecientes a los cuatro grupos del estudio en la Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca.

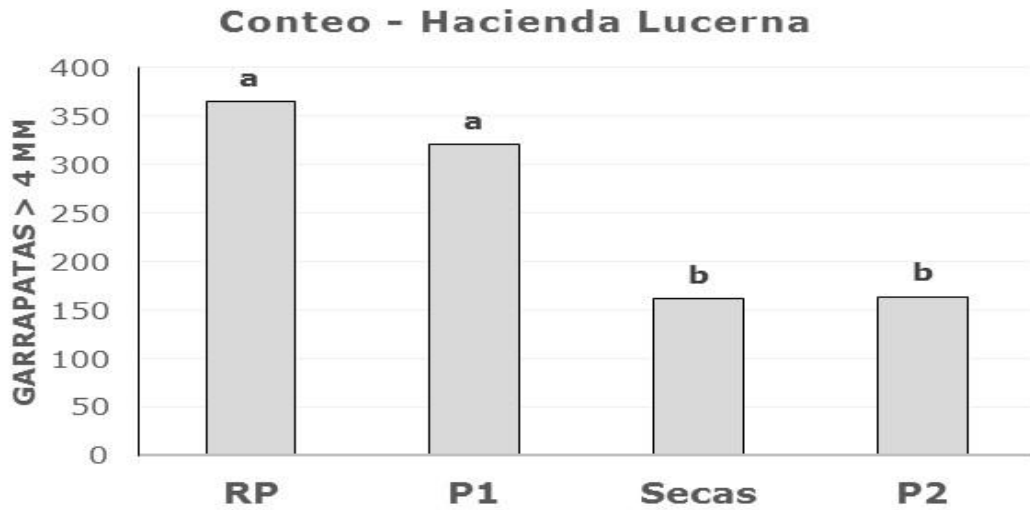


Figura 3.2 Carga parasitaria promedio (garrapatas mayores a 4mm) en bovinos Lucerna pastoreando SSPi en la Hacienda Lucerna y en la finca La Isabelita pastoreando Moconultivo asociado a cañaduzales, Bugalagrande, Valle del Cauca



3.1.9 Relación entre algunos factores abióticos y la carga parasitaria de *R. (B.) microplus*.

En La Isabela, hubo una correlación positiva entre el acumulado de lluvia mensual y las cargas parasitarias de *R. (B.) microplus* mayores a 4 mm ($R^2= 0,53$; Figura 3.3)

La radiación UV se relacionó negativamente con el promedio total de la carga parasitaria de los animales de Lucerna ($R^2= 0,205$). esta tendencia insinúa un aumento en la carga parasitaria en los días que presentaron bajos valores del índice UV (Figura 3.4). El índice UV parece ser una variable opuesta al déficit de saturación, ya que, la relación sugiere con un $R^2= 0,34$ que un aumento del déficit de saturación se relacionó con un aumento de los conteos (Figura 3.5).

Figura 3.3 Acumulado mensual de lluvia y su relación con la carga parasitaria de *R. (B.) microplus* sobre bovinos *Bos taurus* pastoreando en: franjas de gramíneas asociadas con plantaciones de caña de azúcar Finca La Isabela ($R^2: 0,535$) y en Sistemas silvopastoriles intensivos; Finca Lucerna ($R^2:0,123$), Bugalagrande, Valle del Cauca

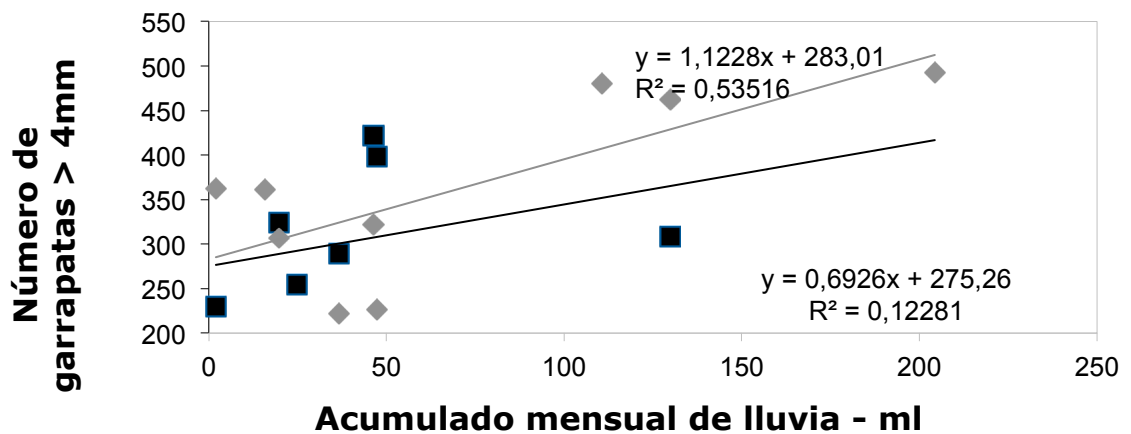
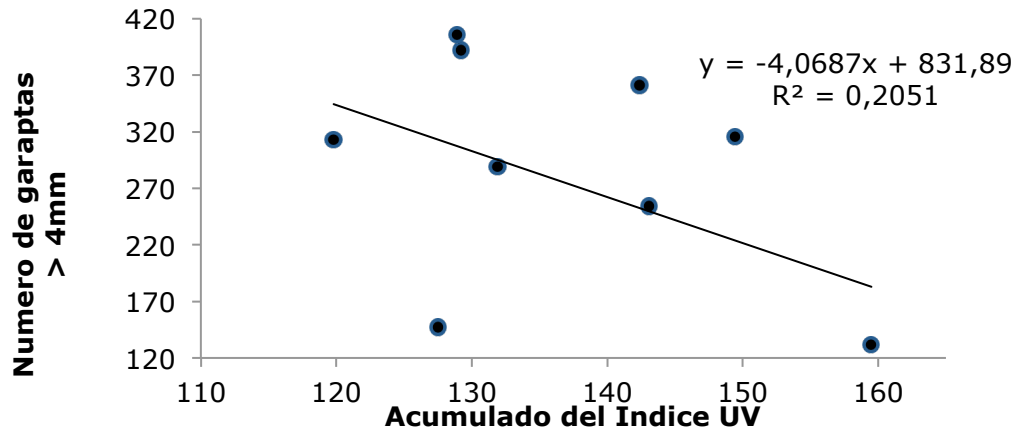


Figura 3.4 Relación del acumulado del índice UV durante los 12 días previos al conteo con el promedio de carga parasitaria en bovinos Lucerna en un sistema silvopastoril Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca.



3.1.10 Relación entre la oferta de forraje y la frecuencia de baños acaricidas.

En la Figura 3.6 se muestra la disponibilidad de biomasa en los SSPi la cual fue medida por medio de aforos realizados durante ocho meses, tanto para leucaena como para estrella, además del número de baños acaricidas que se realizaron en la finca durante esos mismos meses. En Lucerna, la decisión fue manejar al mínimo los baños acaricidas. La carga parasitaria disminuyó 74,5% hacia finales de Octubre y 38.8% posterior al baño realizado en diciembre.

Figura 3.5 Relación del acumulado de déficit de saturación Holandés durante los 12 días previos al conteo con el promedio de carga parasitaria en bovinos Lucerna pastoreando en un sistema silvopastoril, Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca.

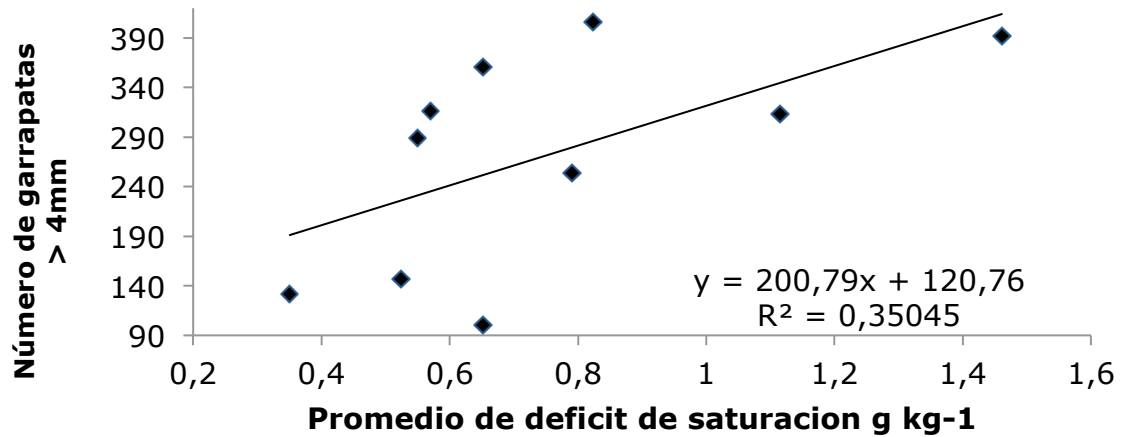
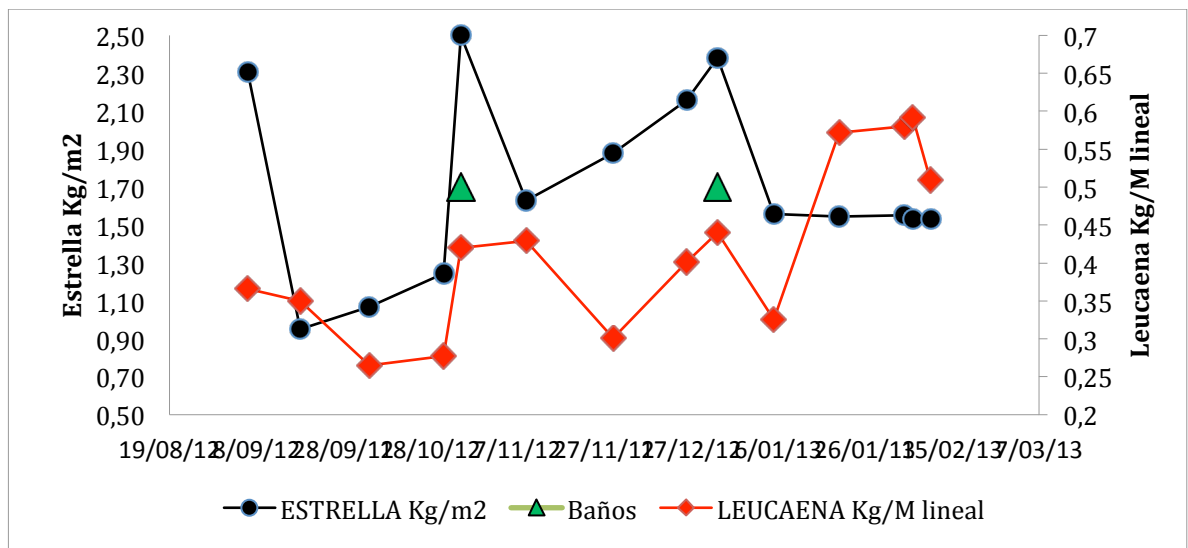


Figura 3.6 Biomasa producida en los sistemas silvopastoriles y su posible relación con los baños acaricidas realizados el 22/10/2012 y el 27/12/2012, Hacienda Lucerna, Bugalagrande, Valle del Cauca.



3.2 Discusión

La garrapata *R. (B.) microplus* genera grandes pérdidas económicas en la producción ganadera, las cuales están relacionadas con disminución en la producción láctea y cárnica, infecciones por hemoparásitos y un aumento de costos de producción por los baños acaricidas. Los efectos negativos varían en cada animal debido a la posible existencia de resistencia adquirida y natural. La raza del animal, su estado fisiológico y su estado de salud influyen en la susceptibilidad de los animales a las garrapatas (Jonsson, 2006). La mayor pérdida económica se centra en la disminución de producción láctea, problemas reproductivos y mortalidad. Adicionalmente, existen pérdidas indirectas en los tratamientos para hemoparásitos y en los baños sintéticos para el control de garrapatas (Navas, 2003).

Cargas parasitarias en los grupos de estudio

Los resultados de este estudio son similares a los reportados por Salazar et al (2015), en un estudio realizado en el municipio de Piedras, Tolima en el que se observó menor carga parasitaria en bovinos *Bos indicus x Bos taurus* que pastoreaban en sistemas silvopastoriles en comparación con bovinos del mismo cruce que pastoreaban en praderas en monocultivo. Esto corrobora que existe menor carga de garrapatas en animales pastoreando en sistemas silvopastoriles. Por el contrario, Navas (2003), reportó que el número de larvas encontradas en el suelo en potreros con **árboles no**

tuvo diferencias con aquellas encontradas en un potrero sin árboles. Es probable que estas diferencias obedezcan a diferencias en los arreglos de los sistemas evaluados, ya que la densidad de arbustos y árboles en el potrero puede generar un cambio en el ecosistema y afectar el ciclo de vida de los seres vivos que lo habitan.

En los animales del presente estudio, se observaron conteos al menos 5 veces más altos que los observados en El Chaco por Salazar et al. (2015). Esto podría deberse a diferencias en manejo y uso de acaricidas, además de la diferencia en el componente genético de los animales evaluados en ambos estudios.

Es importante recordar que la garrapata *R. (B.) microplus* presenta predilección por el ganado *Bos taurus*, en la cual se ha demostrado una mayor reacción granulocítica ante una infestación de garrapatas (Constantinou, 2010), lo que hace al ganado Lucerna susceptible a este ectoparásito. De igual forma, se han identificado seis genes que brindan resistencia a bovinos Gyr x Holstein y que son capaces de ofrecer protección en diferentes estaciones del año (Machado, 2010). Por esta razón, el componente genético afecta el impacto de las infestaciones de garrapatas en un hato, habiéndose reportado que los bovinos *Bos taurus* y sus cruces son menos tolerantes a las garrapatas y requieren programas de control más intensos y costosos, que los bovinos *Bos indicus* (Molento, 2013).

Relación entre algunos factores abióticos y la carga parasitaria de *R. (B.) microplus*.

La velocidad de crecimiento de una población de organismos poiquiloterms como las garrapatas, depende de la termodinámica, es decir, a mayores temperaturas, mayores posibilidades tiene el organismo de finalizar su etapa reproductiva (Frazier, 2006). Ahora, con el calentamiento global, aumentan las posibilidades de colonizar nuevos nichos biológicos, pues cambian las condiciones microclimáticas. Por esta razón, a mayor temperatura, mayor será la capacidad de estos arácnidos para migrar a nuevos territorios (Frazier, 2006; Gern, 2008). No obstante, la interacción con otros factores bióticos y abióticos influyen en el desarrollo de la fase no parasítica de *R. (B.) microplus*.

El gradiente altitudinal es el componente abiótico más limitante para la población de garrapatas (Cortes, 2010), pues de este depende la temperatura a la que se ve enfrentada la garrapata especialmente durante la fase no parasítica de su ciclo. Sin embargo, con el calentamiento global, las restricciones asociadas con altitud podrían pronto desaparecer (Estrada-Peña, 2006). Otro factor importante es la capacidad de drenaje del suelo, la tendencia del terreno a una inundación puede ser un limitante para el crecimiento de las poblaciones parasitarias (Gern, 2008). En el estudio de Adejinmi (Adejinmi, 2011), se concluyó que las garrapatas hembras expuestas a largos periodos de inmersión en agua reducen su capacidad reproductiva y cuando las precipitaciones están acompañadas de temperaturas menores a 14°C, se altera la capacidad de ovoposición de las garrapatas (Süss, 2008). No obstante, la lluvia es

importante para la sobrevivencia de estos ectoparásitos, ya que, luego de la lluvia aumenta la evapotranspiración que a su vez lleva a un incremento en la humedad relativa en el interior de los sistemas (Estrada-Peña, 2006) propiciando un microclima adecuado a las larvas de garrapata para la búsqueda de un hospedador. Este paso importante no podría ser posible durante época seca (Tomkins, 2014), debido a que cualquier movimiento de las larvas con bajo nivel de vapor saturante en el aire podría llevar a la desecación. En este estudio, las altas precipitaciones favorecieron las altas cargas parasitarias en el grupo de La Isabela y bajo conteo de garrapatas en los grupos de Lucerna. Salazar et al. (2015) observaron un patrón similar en cargas parasitarias en época de lluvia, sugiriendo que el sistema silvopastoril puede actuar como amortiguador ante algunas variables climáticas y a su vez alterar la ecología de las garrapatas.

Un aumento en la humedad y una temperatura adecuada en el interior del potrero, resulta en un adecuado déficit de saturación. El déficit de saturación es la cantidad de agua que le falta al aire para condensar en rocío y se calcula en base a la temperatura y la humedad relativa. El déficit de saturación es importante para las garrapatas por dos razones (Gern, 2008): 1) Las larvas toman el agua del vapor de agua y así evitar la desecación. 2) Cuando el vapor de agua es deficiente, las larvas descienden de las hojas a buscar agua; gastando energía que podría usar para sobrevivir más tiempo.

El déficit de saturación, es un valor frecuentemente usado en modelación de la dinámica poblacional de garrapatas, tanto para evaluar poblaciones durante cambios climáticos, como para simular el efecto de la rotación de potreros (Hoch, 2010; Navas, 2015). De estas modelaciones se concluye que existe gran relación entre la mortalidad de larvas y huevos con el déficit de saturación (Navas, 2015). Es importante aclarar que, luego de un estudio retrospectivo en el que tomó información meteorológica de diferentes países europeos, se concluyó que no existía relación entre el acumulado de lluvia con la humedad relativa y el déficit de saturación (Alonso-Carné, 2015). Así, no es adecuado tomar la precipitación como la única variable explicativa para la dinámica de las garrapatas (Alonso-Carné, 2015).

Otro de los factores abióticos estudiados es la radiación, la cual tiene un efecto importante sobre los organismos jóvenes. Langrová realizó un estudio para evaluar la influencia de la desecación causada por la radiación UV en parásitos intestinales de caballos expuestos al sol por varios días. Los resultados obtenidos fueron la muerte del 2.5% de las larvas 3 (infectiva) luego de 17 días de exposición (Langrová, 2008). Un trabajo similar se realizó con *Tetranychus urticae*, pero este pretendía evaluar el tiempo de exposición a los rayos UV. Los resultados obtenidos en individuos tratados con poco tiempo de exposición a los rayos UV fueron la muerte de larvas y la inviabilidad de los huevos (Murata, 2013). Navas (2003) evaluó la radiación fotosintética activa y su efecto en el número de larvas de garrapatas que se encuentran en potreros con diferentes arreglos silvopastoriles y no encontró

diferencias entre el arreglo silvopastoril y el no silvopastoril. Es importante reconocer que los rayos UV no son una variable única y homogénea, sino que tienen diferentes efectos de acuerdo a su longitud de onda (Tabla 2). En el presente estudio se observó, una disminución en la carga parasitaria cuando días previos al conteo la radiación fue alta. Esto pudo conducir a una disminución de larvas y huevos en los potreros, pues, la radiación solar afecta nichos ecológicos alterando la respuesta de los organismos al medio y disminuyendo su probabilidad de sobrevivencia (Paul, 2003). Futuros estudios deberán incluir la cuantificación de las diferentes cantidades de rayos UV que alcanzan los nichos ocupados por las garrapatas tanto en sistemas silvopastoriles como tradicionales.

No existe una única variable en la que se pueda basar o concluir un estudio de dinámica de garrapatas, lo que dificulta etiquetar a una de ellas como la más importante para el desarrollo del ciclo biológico de la garrapata *R. (B.) microplus*.

Los sistemas silvopastoriles son benéficos tanto para el medio ambiente y la biodiversidad (Cuartas, 2014) como para la producción ganadera (Murgueitio-Restrepo, 2014), por la mayor oferta de biomasa forrajera de mejor calidad nutricional (Cuartas, 2014) y condiciones ambientales que disminuyen el estrés climático (Tarazona, 2013). Un sistema silvopastoril podría fomentar el crecimiento de la población de garrapatas *R. (B.) microplus*, por la generación de un hábitat adecuado. Sin embargo, también se generan hábitats favorables para insectos y otros

arácnidos que pueden actuar como depredadores naturales de la garrapata, manteniendo el ecosistema en equilibrio.

En conclusión, al comparar animales en el mismo estado fisiológico y con un nivel similar de producción láctea, los animales que pastorean en SSPi tienen 56% menos carga parasitaria que la observada en un sistema de praderas en monocultivo. A su vez, los individuos con mayor requerimiento nutricional como el grupo de recién paridas muestran mayor carga parasitaria en comparación con las hembras de los demás grupos.

Factores abióticos y bióticos tienen influencia sobre las cargas parasitarias, no se puede afirmar la existencia de una única variable en la que se pueda basar un estudio de dinámica de garrapatas *R. (B.) microplus*, pero sí en un efecto del ecosistema sobre la población de garrapatas.

Referencias

Afacan, N. J., Fjell, C., & Hancock, R. (2012). A systems biology approach to nutritional immunology – Focus on innate immunity. *Molecular Aspects of Medicine*, 33, 14-25.

Alexander David, F., Johnston González, R., Luis, N., Julian, C., & Enrique, M. (2010).

Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La

Vieja, Colombia. Obtenido de http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev58/rna_58Art_1pag9-16.pdf.

Alonso-Carne, J., García-Martín, A., Estrada-Peña, A. (2014) Assessing the statistical relationships among water-derived climate variables, rainfall, and remotely sensed features of vegetation: implications for evaluating the habitat of ticks. *Experimental*

and applied acarology , published online: 03 September 2014

Angelo, I.C (2010). Efficiency of lecanicillium lecanii to control the tick Rhipicephalus microplus. *Veterinary parasitology*, 172, 317 -322.

Arne Cierjacks, I. K. (2013). Biological Flora of the British Isles: Robinia pseudoacacia . *Journal of Ecology* , 1623–1640 .

Benavides, E. (2007). <http://www.corpoica.org.co>. Recuperado el 9 de 11 de 2013, de CORPOICA, RedEctopar: <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Conferencias/MIPyBPGs.pdf>

Benavides, E., Romero, A., & **Rodríguez** J. (1999). Situación actual de resistencia de la Garrapata Rhipicephalus microplus a acaricidas. CARTA FEDEGAN , 17 - 22.

Benavides, E., Romero, A., & **Rodríguez** , J. (ENERO de 2000). Situación de resistencia de la garrapata Boophilus microplus a acaricidas en Colombia. Segunda Entrega. Carta FEDEGAN , 13 -18.

Betancourt Echeverri, J. A. (2005). Nuevas opciones para la lucha contra las garrapatas y los hemoparásitos de los bovinos en Colombia. *Revista regional Novedades Técnicas*, 6.

Betancourt, A. (2007). Experiencias colombianas de uso de una vacuna contra la Garrapata B. microplus basada en un antígeno poli-proteico de larvas de garrapata. RedEctopar.

Buevas, F., Alvis, N., Buevas, I., Miranda, J., & Mattar , S. (2008). Alta Prevalencia de Anticuerpos contra Bartonella y Babesia microti en Poblaciones Rurales y Urbanas en dos Provincias de Córdoba, Colombia. Obtenido de Scielosp.org: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642008000100016&lng=en&nrm=iso&tlng=en

C.M. Røntveda, J. A. (2005). Effects of diet energy density and milking frequency in early lactation on tumor necrosis factor-alpha responsiveness in dairy cows. *Veterinary Immunology and Immunopathology* , 104, 171-181.

Calle, Z., Murgueitio, E., & Chara, J. (2012). Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Unalsylva* 239, 63.

Castro, C. D. (1974). El sol ecuatorial en el futuro de la ganaderia. Calí: Carvajal. Castro, J. J. (1997). Long-term studies on the economic impact of ticks on sangá cattle in

Zambia. *Experimental & applied acarology*, 21, 3 - 19.

Constantino, C. C., Jacksson, L. A., Jorgensen, W. K., Lew-tabor, A. E., Piper, E. K., Mayer,

D. G., y otros. (2010). Local immune response against larvae of *Rhipicephalus microplus* in *Bos taurus indicus* and *Bos taurus taurus* cattle. *Internal Journal parasitology*, 40, 865-875.

Cordero del Campillo, M; Rojo Vázquez, F A. (1999). *Parasitología veterinaria*. McGrawHill - Interamericana.

Coronado, A., Mujica, F., & Humberto Henríquez, D. T. (1997). Efecto de factores abióticos en la ovoposición de *Boophilus microplus*. *Revista científica, FCV-LUZ*, VII, 87 - 91.

Corson, M.S, (2004). Microclimate influence in a physiological model of cattle-fever tick (*Boophilus* spp.) population dynamics. *Ecological Modelling* 180 (2004) 487-514, 180, 487 -514.

Cortés, J. A., Betancourt, J. A., Argüelles, J., & Pulido, L. (2010). Distribución de garrapatas *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en bovinos y fincas del altiplano Cundiboyacense (Colombia). *CORPOICA Ciencia y tecnología Agropecuaria*. , 11 (1), 73 - 84.

Cunningham, J. (1999). *Fisiología Veterinaria*. McGraw-Hill Interamericana.

Cuthebertson, B., Bell, C., & Murchie, K. (2003). Impact of the predatory mite *Anystis baccarum* (Prostigmata: Anystidae) on apple rust mite *Aculus schlentendali* (Prostigmata:Eriopyidae) populations in Northern Ireland Bramley orchards. *Annales appl biology*, 142.

Da Silva Mendes, A., Daemon, E., de Olivera Monteiro, C. M., Maturano, R., Calmon Brito, F., & Massoni, T. (2011). Acaricidal activity of thymol on larvae and nymphs of *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) . *Veterinary Parasitology* , 183, 136 -139.

Da Silva, J. B., & Da Fonseca, A. H. (2013). Análise dos fatores de risco relacionando a resposta imune humoral anti- anaplasma marginale em vacas de leite. *Semina: Ciências Agrárias* , 777 -784.

Eissa HM (1990). Sequential changes in plasma progesterone, total oestrogens and corticosteroids in cow throughout pregnancy and around parturition. *Arch Exp Veterinarmed*. 1990;44(4):639-44. *Arch Exp Vet Med* , 44, 639 - 644.

Escuela de medicina . (6 de Junio de 2014). <http://escuela.med.puc.cl>. Obtenido de ESCUELA DE MEDICINA CURSO INTEGRADO DE CLINICAS MEDICO-QUIRURGICAS: [http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/tercero/IntegradoTercero/ApFisiopSist/endocrino /CortezaSuprarr.html](http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/tercero/IntegradoTercero/ApFisiopSist/endocrino/CortezaSuprarr.html)

Estanda-Peña, A., Horak , I. G., & Petney, T. (s.f.). Climate changes and suitability for the

ticks *Amblyomma hebraeum* and *Amblyomma Varigegatum* (ixodidae) in Zimbabwe 1974 - 1999. https://www.researchgate.net/profile/Agustin_Estrada-Pena/.

Estrada- Peña, A., Bouattour, A., Camicas, J. L., Guglielmone, A., Horak, I., Jongejan, F., y otros. (2006). The known distribution and ecological preferences of the tick subgenus *Boophilus* (Acari: Ixodidae) in Africa and Latin America. *Experimental and Applied Acarology*, 38, 219 -335.

Estrada-Peña A, G. Z. (2006)a. The distribution and ecological preferences of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Mexico. *Experimental and Applied Acarology*, 38, 307 -316.

Estrada-Peña, A. (2008). Climate niche ticks and models: What they are and how we should interpret them. *Parasitology Research*, 103, S87-S95.

Estrada-Peña, A., Horak, I.G., Petney, T. (2008). Climate changes and suitability for the ticks *Amblyomma hebraeum* and *Amblyomma varigatum* (Ixodidae) in Zimbabwe (1974- 1999), *Veterinary parasitology* 151: 256-267

FAO. (2002). Food and agriculture organization of the United Nations. Recuperado el 7 de 12 de 2013, de Food and agriculture organization of the United Nations.

FAO. (2003). FAO.org. Recuperado el 5 de Marzo de 2014, de organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la agricultura: <http://www.fao.org/docrep/005/y4137s/y4137s07.htm>

FAO. (2010). Ganadería Bovina en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) , Santiago de Chile.

FAO. (5 de Junio de 2008). Food and agriculture organization of the United Nations. Recuperado el 13 de Febrero de 2014, de FAO.org: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/ai785e.pdf>

FEDEGAN. (2006). Plan estrategico de la ganaderia colombiana 2019. Bogota, Cundinamarca, Colombia: FEDEGAN.

Fernandez, M., Cruz, C., Solano, J., & Garcia, Z. (1999). Anti- ticks effects of *Stylosanthes humilis* and *Stylosanthes hamata* on plots experimentally infested whit *Boophilus microplus* larvae in Morelos, Mexico. *Exerimental & applied acarology*, 23, 171 -175.

Fernandez, M., Preciado de la Torre, F., & Cruz, C. (2004). Anti-tick effects of *melinis minutiflora* and *andropogon gayanus* grasses on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. *Experimental and applied acarology*, 32, 293 -299.

Foster, L. A., Fourie, P. J., Neser, F. C., & Fair, M. D. (s.f.). Diferences in Phisical traits

such as coat score and hide thickness together with ticks burdens and body condition score in four breeds in the southern free state. Recuperado el 23 de 6 de 2013, de <http://www.studbook.co.za>:
<http://www.studbook.co.za/Society/drakensberger/pdf/Ticks.pdf>

Frazier, R. B. (2006). Thermodynamics Constrains the Evolution of Insect Population Growth Rates: "Warmer Is Better". *The american naturalist*, 168, 512-520.

Gallardo V, J. S., & Morales S, J. (1999). Boophilus microplus(acari:Ixodidae) preoviposición, oviposición, incubación de los huevos y geotropismo. *Bioagro*, 11 (3), 77- 87.

Gern, L., Morán Cadenas, F., & Burri, C. (2008). Influence of some climatic factors on ixodes ricinus ticks studied along altitudinal gradients in two geographic regions in Switzerland. *International Journal of medical microbiology*, 298, 55-59.

Giraldo V, L. A. (2000). Sistemas silvopastoriles: Alternativa sostenible para la ganadería colombiana. Medellín: CONISILVO

Giraldo, C., & Uribe, F. (2007). Manejo integrado de garrapatas en sistemas sostenibles de producción ganadera. RedEctopar.

Good, R. A. (1981). Nutrition and Immunity. *Journal of clinical immunology*, 1, 3 -11.

Guglielmone, A. A. (1992). The level of infestation with the vector of cattle Babesiosis in

Argentina. *Memorias institucion Oswaldo Cruz*, 87. Gwynn-Jones, N. D. (2003). *Ecological roles of solar UV radiation: towards an integrated*

approach. TRENDS in Ecology and Evolution, 18, 48 -56.

Haydock, K. P. and N. H. Shaw. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.

Heath, A. C. (1994). Ectoparasites of livestock in New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology*, 1, 23 -38.

Hernández, F. (2000). Simulation of rotational grazing to evaluate integrated pest management strategies for Boophilus microplus (Acari: Ixodidae) in Venezuela. *Veterinary parasitology*, 92, 139 - 149.

Hoch, T., Monnet, Y., Agoulon, A. (2010) Influence of host migration between woodland and pasture on the population dynamics of the tick Ixodes ricinus: A modelling approach. *Ecological Modelling*. 221,15. 1798-1806.

Ingvartsen, K. L., Dewhurst, R. J., & Friggens, N. C. (2003). On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock production science*, 83, 277-308.

Instituto Alexander von Humboldt. (1998). Obtenido de El Bosque seco tropical (Bs-T) en Colombia.

Jones, L., Houdijk, J., Sakkas, P., Bruce, A., Mitchell, M., Knox, D., y otros. (2011). Dissecting the impact of protein versus energy host nutrition on the expression of immunity to gastrointestinal parasites during lactation. *International Journal for Parasitology* 41 (2011) 711-719, 41, 711-719.

Jonsson, N. N. (2006). The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses: Review. *Veterinary Parasitology*, 137, 1 -10.

Kahl, O., & Knulle, W. (1988). Water Vapour Uptake from Subsaturated Atmospheres by Engorged Immature Ixodid Ticks. *Experimental & Applied Acarology*, 4, 73 -83.

Kaufman, R. (2010). Ticks: physiological aspects whit implications for pathogen transmission. *Ticks and ticks borne diseases*, 1 (11).

Keusch, G. T. (2003). The History of Nutrition: Malnutrition, Infection and Immunity 1, 2. *The Journal of nutrition*, 336 -340.

Kumar Singh, N., Jyoti, Vemu, B., Nandi, A., Singh, H., Kumar, R., y otros. (2014). Acaricidal activity of *Cymbopogon winterianus*, *Vitex negundo* and *Withania somnifera* against synthetic pyrethroid resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. *Parasitologia Reserch*, 113, 341 -350.

L.M. Sordillo, G. P. (1995). Enhanced production of bovine tumor necrosis factor- α during the periparturient period. *Veterinary immunology and immunopatology*, 49, 263-260.

Langrová, I, Jankovská, I, Vadlejch, J, Libra, M, Lytvynets, A, Makovcová, K. (2008). The influence of desiccation and UV radiation on the development and survival of free-living stages of cyathostomins under field and laboratory conditions. *Helminthologia*, 32 -40.

Lopez. (2009). Control de garrapata *Boophilus microplus* con *Metarhizium anisopliae* estudios de laboratorio y de campo. *Revista Colombiana de Entomologia*, 35 (1), 42 -46

Machado, M .A., Azevedo, A.L., Teodoro, R.T., Pires.M. , Peixoto,M.G., de Freitas,C., Prata,M.C., Furlong, J., da Silva, M.V., Guimarães, S., Regitano, L., Coutinho, L., Gasparin, G., Verneque, R. (2010) Genome wide scan for quantitative trait loci affecting tick resistance in cattle (Bos taurus × Bos indicus) **11:280**. <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/11/280>

Madder, M., Speybroeck, N. S., Brandt , J., & Berkvens, D. (1999). Diapause induction in adults of three Rhipicephalus appendiculatus stocks . *Experimental and Applied Acarology* , 23, 261 -268.

Martinez, R., Toro, R., Montoya, F., Burbano, M., Tobón, J., Gallego, J., y otros. (2005). Characterization of BoLA -Drb3 locus in Colombian creole cattle and association whit disease resistance. *Archivo de zootecnia* .

Mocchegiani, E., Costarelli, L., Giacconi, R., Piacenza, F., & Basso, A. M. (2012). Micronutrient (Zn, Cu, Fe)–gene interactions in ageing and inflammatory age-related diseases: Implications for treatments. *Ageing Research Reviews* , 11, 297 -319.

Morales , G., Pino, L. A., Sandoval, E., Florio, J., & Jimenez, D. (2006). Niveles de infestacion parasitaria, condicion corporal y valores de hematocrito en bovinos resistentes, resilentes y acumuladores de parasitos en un rebaño criollo Rio Limón. *Zootecnia Tropical* , 24 (3), 333-346.

Munyaradzi, C., Luxolo , Q., Chimonyo, M., & Qokweni, L. (2011). Relationships between tick counts and coat characteristics in Nguni and Bonsmara cattle reared on semiarid rangeland in south Africa. *Ticks and Ticks- borne diseases* .

Murgueitio Restrepo, E. (2009). SSPi: uso sostenible de los recursos naturales. *CARTA FEDEGAN* , 76 -80.

Murgueitio Restrepo, E. (s.f.). SSPi: uso sostenible de los recursos naturales. *CARTA FEDEGAN* , 76 -80.

Nielsen, H., Friggens, P., Lovendahl, P. J., & Ingvarsten, K. (2003). Influence of breed, parity,and stage of lactation onlactation performance and relationship between body fatness and live weight. *Livestock production science* , 119-133.

Ocaido, M., Muwazi, R. T., Asibo Opuda, J., & Ocaido, M. (2009). Economic impact of ticks and tick- borne diseases on cattle production systems around lake Mburo National Park in South western Uganda.national. *Tropical Animal healt production* , 41, 731-739.

Página Web. (2011). <http://elhocino-adra.blogspot.com>. Obtenido de http://elhocino-adra.blogspot.com/2011/08/la-transpiracion-la-ventilacion-y-el_04.html.

- Panadero, A. N. (2003). Influencia de la cobertura arbórea de sistemas silvopastoriles en la distribución de garrapatas en fincas ganaderas en el bosque seco tropical . Tesis. <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0116E/A0116E.PDF>.
- Pegram, R.G (1990). Ecology and Phenology of Cattle Ticks in Zambia: Development and Survival of Free-Living Stages . *Experimental & Applied Acarology*, 8 (1990) 291-301 , 8, 291.301.
- Peshin, R., Bandral, R. S., Zhang, W., Wilson, L., & Dhawan, A. (2009). Integrated pest management:A Global overview of history, programs and adoption. En R. Peshin, Integrated pest management: innovation- Development. India: Springer science+Business media .
- Ramírez, M., & Enríquez, M. L. (2003). Riqueza y diversidad de hormigas en sistemas silvopastoriles del Valle del Cauca, Colombia. *Livestock Research for Rural Development*
- Rijo, E., Rodriguez, T., Vitorte, E., & Gomez, M. (2000). Pheidole megacephala(F) hormiga depredadora de la garrapata Boophilus microplus (canestrini). *Fitosanidad* , 4 (3- 4), 89 -91.
- Rodríguez-Vivas, R.I.; Hodgkinson, J.E.; Trees A. J. (2012.) Revisión: Resistencia a los acaricidas en *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*: situación actual y mecanismos de resistencia. Revista mexicana de ciencias pecuarias, Vol. 1, Suplemento 1.
- Roma, G. C., Ramalho Vendramini, M. C., Camargo_Mathias, M. I., Henrique Nunes, P., Uemura de Faria, A., & Herique Bechara, G. (2013). Action of andiroba oil and permethrin on the central nervous and reproductive systems of *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille, 1806) (Acari: Ixodidae) ticks females. A confocal study . *Research in veterinary science* , 95, 529 -536.
- Rosario Cruz, R., Dominguez Garcia, D. I., Hernandez ortiz, R., & Rojas Ramirez, E. (s.f.). Estrategias para el control integral de la Garrapata *Boophilus microplus* y la mitigacion de la resistencia. Recuperado el 13 de febrero de 2014, de <http://www.conasamexico.org.mx/13/>:
<http://www.conasamexico.org.mx/08comite19rodrigorosario.pdf>
- Schillhorn van Veen , T. W. (1997). Sense or nonsense? Traditional methods of animals parasitic disease control. *Veterinary parasitology* , 177-194.
- Short, N., Floyd, R.B. (1989). Survival and Behaviour of Unfed Stages of the Ticks *Rhipicephalus appendiculatus*, *Boophilus decoloratus* and *B. microplus* under Field Conditions in Zimbabwe . *Experimental & Applied Acarology*, 6,215-236 , 6, 215 -236.
- Sutherest, R. W. (1971). An Experimental Investigation into the Effects of Flooding on

the Ixodid Tick *Boophilus microplus*(Canestrini) . *Oecologia* , 6, 208-222.

Tabuti, J., Dhillon, S., & Lye, K. (2003). Ethnoveterinary medicines for cattle (*Bos indicus*) in Bulamogi county, Uganda: plant species and mode of use. *Journal of ethonopharmacology* , 88, 279 -286.

Takasu, K., & Nakamura, S. (2008). Life history of the tick parasitoid *ixodiphagus hookeri* (Hymenoptera:Encyrtidae) in Kenya biological control. 46, 114 -121.

Takeshi Suzuki, M. W. (2009). UV tolerance in the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* . *Journal of Insect Physiology* , 55, 649 -654.

Thornton, P. K., Van de Steeg, J., Notenbaert, A., & Herrero, M. (2009). The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural systems* , 101, 113-127.

Wharton, R.H and Utech, K.B.W. (1970.) The relation between engorgement and dropping of *Boophilus microplus* (Canestrini) (Ixodidae) to the assessment of tick numbers on cattle. *Journal of Australian Entomology Society*, v.9, p.171-182, 1970.

White,N., Sutherest,R., Hall, N., Whish-Wilson, P., (2003). The Vulnerability Of The Australian Beef Industry To Impacts Of The Cattle Tick (*Boophilus Microplus*) Under Climate Change, *Climatic Change* 61, 157-190.

Yabsley, M. J., & Shock, B. C. (2013). Natural History of Zoonotic babesia: Role of wildlife reservoirs . Review. *International Journal for Parasitology: Parasites and wildlife* , 2, 18- 31.

Yasumasa Murata, M. O. (2013). The Bunsen–Roscoe reciprocity law in ultraviolet-B-induced mortality of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* . *Journal of Insect Physiology* 59, 241–247.

Arian D. Wallach, William J. Ripple , and Scott P. Carroll, (2015) Novel trophic cascades: apex predators enable coexistence , *Trends in Ecology & Evolution*, Vol 30 (3)

Thébault Elisa, Loreau Michel (2006) The relationship between biodiversity and ecosystem functioning in food webs, *Ecol Res* 21:17-25.

Betancourt , J. A et al (2011) Informe tecnico final: Modelización del efecto del cambio climático sobre la distribución de la garrapata *Rhipicephalus* (*Boophilus*) *microplus* en el trópico alto Colombiano.

Mayahua L. (2015) ACTIVIDAD ACARICIDA DE LA SEMILLA DEL ÁRBOL DE NEEM

(Azadirachta indica) SOBRE GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus* , Tesis:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/39514/1/MayahuaQuiahua.pdf>

Alvarez, V. (2010) Diagnostico de resistencia a organofosforados, piretroides sintéticos,amidinas e ivermectinas en las garrapatas *Rhipicephalus microplus* en fincas de productores de leche de Costa Rica. Revista FAVE- ciencias veterinarias 9(2) 6-15

Diaz, E (2012) Mecanismos moleculares y bioquímicos de resistencia a acaricidas en la garrapata común del bovino *Rhipicephalus microplus*. Revista colombiana de ciencia animal. Vol % Nro 1 noviembre 2012.

Ministerio de ganadería, agricultura y pesca, Republica oriental de Uruguay:
http://www.mgap.gub.uy/dgsg/dilave/Parasitolog%C3%ADa/Publicaciones/3_Ciclo%20Parasitario%20de%20Boophilus%20microplus.pdf Fecha: 2014

