UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE ENSEÑANZA, INVESTIGACIÓN Y SERVICIO EN ZOOTECNIA

CONTROL BIOLÓGICO DE GARRAPATA (*Boophilus microplus*), CON MICROORGANISMOS

TESIS PROFESIONAL

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO ESPECIALISTA EN ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO MEXICO
DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

PRESENTA:

ISMAEL PORFIRIO NOLASCO

Chapingo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2015

La presente tesis titulada **"Control biológico de garrapata (*Boophilus microplus*), con microorganismos"** fue realizada por Ismael Porfirio Nolasco, bajo la dirección de la Dra. Rita Schwentesius Rindermann y ha sido revisada y aprobada por el siguiente Comité Revisor y Jurado Examinador, para obtener el título de **Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia**

PRESIDENTE: _____

Dra. RITA SCHENTESIUS RINDERMANN

SECRETARIO: _____

M.C. HERMILO SUÁREZ DOMINGUEZ

VOCAL: _____

Dr. MANUEL ÁNGEL GÓMEZ CRUZ

SUPLENTE: _____

ING. MELITÓN CÓRDOBA ÁLVAREZ

SUPLENTE: _____

Dr. JOSÉ AYALA OSEGUERA

Chapingo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

A Dios. Por guiar mi camino hacia la verdad, por haberme permitido concluir satisfactoriamente mis estudios y poder llegar así hasta este momento.

A mi alma mater, la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO, por la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Departamento de Zootecnia, y a todos aquellos maestros, laboratoristas, secretarias y demás personas que de una u otra manera contribuyeron para que obtuviera una formación como profesionista y como persona.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Rita Schwentesius Rindermann, directora de tesis. Por la confianza y el tiempo dedicado para llevar a cabo este Proyecto. A pesar de sus innumerables ocupaciones siempre tuvo tiempo para atenderme.

Al M.C. Hermilo Suárez Domínguez por ser el comité revisor de tesis. Por la confianza y tiempo dedicado para revisar el presente trabajo.

Al Dr. Manuel Ángel Gómez Cruz por su apoyo incondicional e invaluable colaboración en la realización de este trabajo. Por la iniciativa que tuvo para empezar a trabajar con los consorcios de microorganismos. Por formar parte del comité revisor.

Al Ing. Melitón Córdoba Álvarez y al Dr. José Ayala Oseguera por colaborar con la revisión del presente trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a la MVZ. Josefa Hernández Santiago. Por su apoyo y colaboración para llevar a cabo el Proyecto. Por las sugerencias para la investigación del presente trabajo.

Al Ing. Manuel Méndez García del Instituto Tecnológico Tecomatlán por las observaciones y sugerencias para el diseño estadístico.

A todas aquellas personas que, aunque no se nombran, de alguna u otra forma colaboraron en la elaboración de este trabajo.

ISMAEL PORFIRIO NOLASCO

DEDICATORIA

A MI MADRE SIXTA, por todo su amor, su cariño, por sus consejos; por animarme a seguir estudiando, por cuidarme siempre.

A MI PADRE PEDRO, a quien admiro y respeto mucho, gracias por inculcarme al camino de estudio, por la educación que me dio, por los valores que me ha enseñado para llegar a ser un profesionista.

A MIS HERMANOS ARTURO Y RODOLFO por el apoyo incondicional que me dieron para continuar con mis estudios y a HECTOR Y ORLANDO mis hermanitos pequeños que espero que se sigan con el estudio y lleguen a ser profesionistas.

A MI TIO BETO, por los consejos y ánimo que me dio, para poder seguir con mis estudios.

A MI ABUELITA SIXTA, por los consejos y apoyo que me brindo durante mis estudios.

A todos mis familiares, que de alguna manera han formado parte fundamental en mi vida y me han impulsado para seguir adelante.

A MIS PADRINO DE BACHILLERATO: JUAN Y ESPOSA, por los buenos consejos que me dieron, para seguir estudiando mi carrera de licenciatura.

A mi novia SARA por estar siempre conmigo, por darme ánimos día a día, por el cariño y comprensión. Te amo.

A mis amigos y amigas: Gustavo, Juan Pablo, Adrián, Carina, Luz y todos aquellos que me brindaron su valiosa amistad.

A todos mis compañeros de grupo 7° A, que fueron parte de mi formación, por todo lo vivido, gracias.

ISMAEL PORFIRIO NOLASCO

ÍNDICE

ÍNDICES DE CUADROS 1

ÍNDICES DE FIGURAS 2

RESUMEN 3

ABSTRACT 4

1. INTRODUCCIÓN 5

2. JUSTIFICACIÓN 6

3. OBJETIVOS 7

3.1 Objetivo general 7

3.2 Objetivos específicos 7

4. HIPÓTESIS 7

5. REVISIÓN DE LITERATURA 8

5.1.1. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL TRÓPICO 8

5.1.2. LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE LECHE 9

5.1.3. DEMANDA DE LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS 9

5.2.1 LA GARRAPATA *BOOPHILUS MICROPLUS* 10

5.2.2. CARACTERIZACIÓN DE *BOOPHILUS MICROPLUS* 11

5.2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS 11

5.2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA 11

5.2.5. CICLO BIÓLOGICO DE *BOPHILUS* 12

5.2.6. DINÁMICA POBLACIONAL 14

5.2.7. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS GARRAPATAS 15

5.2.8. RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS 16

5.3. MÉTODOS DE CONTROL DE LAS GARRAPATAS 18

5.3.1 CONTROL QUÍMICO 18

5.3.3. CONTROL SOBRE EL HUÉSPED 20

5.3.4. MANEJO BIOLÓGICO DE GARRAPATAS 22

5.3.5. UTILIZICACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMO 23

5.3.6. HONGOS ENTOPATÓGENOS 24

5.4 MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM) 24

5.4.1. DEFINICIÓN DE EM 25

5.4.2. USO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS (EM) 25

5.4.4. PRINCIPALES MICROORGANISMOS CONTENIDOS EN EL EM. 28

5.4.5. HOSPEDEROS 29

5.4.6. MODO DE ACCIÓN DE LOS EM 30

6. MATERIALES Y MÉTODOS. **31**
6.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO 32
6.2. CLIMA 33
6.3. SUELO 33
6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL 33
6.5. VARIABLES DE ESTUDIO 34
6.6. MANEJO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS 34
6.7. MANEJO DE LAS VACAS Y APLICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS 35
6.7.1. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR UNO 35
6.7.2. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR DOS 35
6.7.3. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR TRES 35
7. RESULTADOS **36**
7.1. CARGA PARASITARIA INICIAL 36
7.2. INTERACCIÓN ENTRE TRATAMIENTOS 37
7.3. INTERACCIÓN ENTRE BAÑOS Y LOS RANCHOS 38
7.4 INTERACCIÓN ENTRE TRATAMIENTOS Y RANCHOS. 40
8. DISCUSIÓN **42**
8.1. ANALISIS ECÓNOMICO **42**
9. CONCLUSIONES **44**
9.1. RECOMENDACIONES **44**
10. BIBLIOGRAFíA **45**

ÍNDICES DE CUADROS

PÁGINA

Cuadro 1. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en Queensland, Australia.---------- 13

Cuadro 2. Resistencia natural de diferentes razas de ganado a *B. microplus*.--------16

Cuadro 3. Diseño del experimento.---------- 30

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable de la carga parasitaria de las garrapatas durante la aplicación de los baños.---------- 47

Cuadro 5. Comparación de medias de mortalidad ocasionadas por microorganismos. Mediante la prueba de Tukey.---------- 47

Cuadro 6. Comparación de medias de mortalidad de garrapatas (*Bophilus micropus*) en cada uno de los ranchos. ---------- 48

Cuadro 7. Interacción de los tratamientos experimentales en los baños. ---------- 48

Cuadro 8. Comparaciones de medias de mínimos cuadrados por la pruebaTukey. ---------- 49

ÍNDICES DE FIGURAS

PÁGINAS

Figura 1. Campaña nacional en contra de la Garrapata *Boophilus,* 2014. ----------9

Figura 2. Garrapatas de un solo huésped. ---------- 10

Figura 3. 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. ----------11

Figura 4. Baños por aspersion. ----------17

Figura 5. Baños por inmersión ----------17

Figura 6. Conteo de garrapatas antes de cada aplicación de EM y Butox en la finca pecuaria integrada de la Universidad EART.----------18

Figura 7. Ubicación de la zona de Papantla, Veracruz.---------- 29

Figura 8. Carga parasitaria inicial de las garrapatas (*Bophilus microplus*).----------32

Figura 9. Efectos de los tratamientos experimentales en cada uno de los ranchos.---------- 33

Figura 10. Influencia de la secuencia de baños.---------- 35

Figura 11. Interacción de carga parasitaria por ranchos.---------- 36

RESUMEN

CONTROL BIOLÓGICO DE GARRAPATA (*Boophilus microplus*), CON MICROORGANISMOS[1]

Porfirio N. I.[2]; Schwentesius R. R.[3]

[1]Parte de la tesis profesional que presenta el primer autor [2]como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. [3]Directora de tesis y profesora-Investigadora. CIESTAM, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo estado de México.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la eficiencia de consorcios y microorganismos efectivos (EM) en el control biológico de garrapata *Boophilus microplus*. El estudio se realizó de enero a marzo de 2015 en el municipio de Papantla, Veracruz. Se utilizaron 48 vacas (16 vacas por experimento) de cruzas cebuinas, con infestación natural de la garrapata *B. microplus*, distribuidas en cuatro tratamientos: T1 (Testigo, control químico de garrapatas), T2 (Consorcios de microorganismos San Pablo), T3 (Microorganismos efectivos Tabasco 1) y T4 (Microorganismos efectivos Alemán). El diseño fue completamente al azar (tres experimentos, cuatro tratamientos, cada experimento con 4 unidades experimentales). Los baños se realizaron cada 15 días, contando el número de garrapatas antes de cada tratamiento. Los tratamientos se aplicaron en los días 0, 15, 30, 45, 60 y 75.

Los resultados obtenidos muestran que los T2, T3 y T4 presentaron una aceptada infestación de 30 garrapatas/animal en promedio, en comparación con la situación inicial, cuando las vacas tuvieron un promedio de 78 a 90 garrapatas por vaca. En cambio, el tratamiento Testigo tuvo una eficiencia del químico de 25%, pues al inicio del experimento las vacas tuvieron un promedio de 40 garrapatas y al final un promedio de 30 garrapatas por vaca. La diferencia entre los T2, T3 y T4, respecto al Testigo fue altamente significativa ($P<0.05$). Por tanto, se concluye que el control biológico constituye una alternativa viable a mediano plazo para sustituir los tratamientos químicos, además de tener efectos favorables sobre el control de las garrapatas con 61% menos costos que el tratamiento químico.

Palabras clave: garrapatas, consorcios de microorganismos, control, ecológico y económico.

ABSTRACT

BIOLOGICAL TICK CONTROL (*BOOPHILUS MICROPLUS*), WITH MICROORGANISMS

Porfirio N. I.[1]; Schwentesius R. R[2]

[1]Parte de la tesis profesional que presenta el primer autor [2]como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. [3]Directora de tesis y profesora-Investigadora. CIESTAM, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo estado de México.

The aim of this study was to evaluate the efficiency of consortia and effective microorganisms (EM) in the biological control of tick *Boophilus microplus*. The study was conducted from January to March 2015 in the town of Papantla, Veracruz. T1 (control, chemical control of ticks), T2 (Consortia of microorganisms San Pablo) T3 (48 cows (16 cows per experiment) of zebu crosses with natural infestation of ticks *B. microplus*, distributed in four treatments were used effective microorganisms Tabasco 1) and T4 (Effective microorganisms German). The design was completely randomized (three experiments, four treatments, each experiment 4 experimental units). The bathrooms were done every 15 days, counting the number of ticks before each treatment. Treatments were applied on days 0, 15, 30, 45, 60 and 75.

The results obtained show that T2, T3 and T4 presented an accepted infestation of 30 ticks/animal on average, compared with the initial situation, when cows had an average of 78-90 ticks per cow. Instead, the control treatment had an efficiency of 25 % chemist since the beginning of the experiment the cows had an average of 40 ticks and end an average of 30 ticks per cow. The difference between T2, T3 and T4, compared to the control was highly significant ($P < 0.05$). Therefore, it is concluded that biological control is a viable medium-term alternative to replace chemical treatments, besides having favorable effects on tick control with 61 % less chemical treatment costs.

Keywords: tick, consortia of microorganisms, control, ecological and economic.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se percibe una tendencia hacia la reconversión de la agricultura convencional a la orgánica con la intención de aprovechar nichos de mercado conformados por consumidores que buscan una alimentación más sana y que están comprometidos con el uso sostenible de los recursos naturales (Cavallotti y Palacio, 2003). La ganadería orgánica se basa en la relación armónica entre la tierra, las plantas y los animales, respetando sus necesidades fisiológicas y de comportamiento, además de la provisión de alimento de buena calidad producido orgánicamente (Cavallotti *et al*., 2006).

En México el problema principal de la ganadería bovina, en lo particular en el trópico, es controlar las garrapatas, ya que el uso inadecuado de los tratamientos químicos ha creado resistencia en esos parásitos. Las garrapatas son uno de los ectoparásitos de mayor importancia económica a escala mundial, por las mermas que ocasionan en la producción de ganado bovino, caprino, ovino y caballar. Consecuencia directa de la parasitación por garrapatas es la menor cantidad de alimentos ingeridos. Según la Sagarpa, un animal sin manejo llega a perder de peso 12.3 kilogramo de ganancia de peso por animal/año. Además, estos parásitos causan irritación y anemias por pérdidas de sangre y transmisión de hemoparásitos (*Babesia bigemina, B. bovis, Anaplasma marginale,* etc.) y la considerable depreciación de las pieles debido a perforaciones producidas por las picaduras (Mestra y Betancur, 2006).

Para completar su ciclo de vida, estos ectoparásitos se alimentan de sangre, absorbiendo de 1 a 3 ml de sangre al día por garrapata. Los daños provocados en la piel constituyen puertas de entrada para enfermedades bacterianas o fúngicas y otras parasitosis, que como miasis pueden ocasionar grandes pérdidas en el vacuno (Cardozo y Franchi, 1995).

2. JUSTIFICACIÓN

Gómez *et al.* (2008) citan que en México se aplican 90 millones de tratamientos anti-garrapatas al año, con un costo que puede variar entre 5 y 25 pesos por tratamiento por animal, dependiendo del producto utilizado, lo que muestra el alto costo económico derivado de su uso y la dependencia, que de estos tratamientos padecen los productores.

El parásito causa irritación, debilidad y pérdidas en la producción de cuero, carne y leche, debido a las infestaciones moderadas y severas (Redondo *et al*., 1999). Algunas de las consecuencias directas de la garrapatas son: menor cantidad de alimentos ingeridos por el ganado, disminución de su peso (por las toxinas e irritación), anemia (ocasionada por la pérdida de sangre) y transmisión de hemoparásitos. Lo anterior, puede conducir enfermedades agudas en los animales como la anaplasmosis y la piroplasmosis, e incluso la muerte (Gómez *et al*., 2008).

El historial sobre los usos de acaricidas en el mundo ha incluido a los arsenicales, organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, amidinas, endectocidas, fenilpirazolonas entre otros. Sin embrago, la emergencia de las resistencias ha constituido la más seria limitante para la utilización de estos químicos. La dificultad para poder pronosticar que diferentes mecanismos establecidos en las cepas resistentes puedan afectar la eficiencia de nuevos acaricidas, incluyendo aquellos con nuevas estructuras químicas.

En México, el problema de resistencia ha estado asociado a aquellas especies que parasitan al ganado bovino susceptible a las garrapatas preferentemente ganado tipo europeo, que es explotado en las zonas con clima subtropicales y tropicales, donde la dinámica poblacional de las garrapatas es más elevada, requiriéndose por lo tanto tratamientos más cerrados, para controlar las garrapatas *Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense*.

Adicionalmente, existe una creciente preocupación por parte de los consumidores por la salud de los alimentos, pero también de las plantas procesadoras de productos lácteos que están exigiendo mantener nulos los contenidos de antibióticos y disminuir los niveles de células somáticas en la leche. Todo ello agudiza más la problemática

del uso inadecuado de los productos químicos, que no por último generan y elevan los costos de producción (Fragoso *et al*., 1999).

Basándose en la experiencia de los altos costos de los químicos para el manejo de ectoparásitos externos, además de los daños ambientales que causan, es urgente buscar una nueva alternativa eficiente y ecológica para el manejo de las garrapatas.

Esta alternativa no debe producir efectos colaterales de ningún tipo; ni tóxica, ni cancerígena, no dejar residuos en la leche o carne de los animales tratados, ni contaminar el medio ambiente.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la carga parasitaria de garrapatas (*Boophilus microplus*) en vacas manejadas en pastoreo y con la aplicación de microorganismos efectivos (EM), y consorcios de microorganismos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la conducta de las garrapatas durante la aplicación de los microorganismos y evaluar su efectividad sobre las vacas durante el periodo de tres meses (enero-febrero, 2015).
- Realizar los conteos periódicos de garrapatas en vacas tratadas con microorganismos y vacas no tratadas.
- Aplicar tres tipos diferentes de microorganismos sobre ganado bovino infectado con garrapatas (*Bophilus microplus*) y evaluando su efectividad durante 3 meses (enero-marzo de 2015).

4. HIPÓTESIS

Ho: Los tratamientos con microorganismos ocasionan el mismo efecto que el producto químico para el control de las garrapatas (*Bophilus microplus*) y a la vez resulta más económico.

Ha: De los tratamientos con microorganismos al menos uno es diferente respeto al producto testigo en el control de las garrapatas (*Bophilus microplus*).

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1.1. LA IMPORTANCIA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN EL TRÓPICO

Una característica importante de la ganadería de doble propósito en trópico es la flexibilidad de su función zootécnica, al producir leche por medio del ordeño y carne por el amamantamiento de los becerros (Ruíz et al., 2008 y Pech et al., 2002). Las principales regiones productoras de leche en el trópico mexicano son Veracruz, La Huasteca, Chiapas y Tabasco (Castro et al., 2001).

En el estado de Veracruz la producción del lácteo juega un papel fundamental como medio de ingresos para los productores principalmente de zonas rurales. Esta entidad produjo en 2009 un volumen de 730,163 tonelada de leche, representado una participación del 7.7%, que lo situó en el quinto lugar nacional sólo por debajo de los estados de Jalisco, Coahuila, Chihuahua y Durango quienes participaron con el 17.2, 12.1, 9.7 y 8.5% respectivamente (Osorio, 2010). Las actividades ganaderas del trópico, las más importantes son quizá la cría y la engorda del ganado bovino, la producción de leche se considera como un esquilmo de todas las actividades. Sin embargo, la ordeña es una actividad que cada día es más popular entre los ganaderos debido al buen mercado de la leche y sus productos. La venta de la leche contribuye a resolver problemas de operación y mantenimiento de los ranchos, por la fluidez económica que proporciona (Román, 1981).

En la producción de leche del trópico se utilizan razas Cebuínas y sus cruzas con suizo, Holstein y Simmental, presenta la característica de que el ganado de las explotaciones tiene como función zootécnica principal el producir carne o leche dependiendo de la demanda del mercado. El manejo de los animales se efectúa en forma extensiva, basando su alimentación en el pastoreo a base de pastos inducidos y en menor grado mejorados (Ortiz *et al.,* 2005). La producción promedio por vaca es de 6.2 lt. de leche al día, calculando así una curva de lactación de 1,500 lt. con duración promedio de 240 días, mismo tiempo en que se desteta el becerro para su venta o engorda dentro de la explotación (Martínez y Cotera, 2012).

A pesar de que la higiene es una práctica recomendable previa a la realización de la ordeña, destaca que sólo un 13.3% de los productores lava las ubres, de estos sólo

un 10% las seca. Mientras que al finalizar la extracción de la leche únicamente el 3.3% sella los pezones de las ubres con solución desinfectante a base de yodo (Martínez y Cotera, 2012).

Los ganaderos cuentan con instalaciones adaptadas, empleando para su construcción material de la región; la ordeña lo realizan por lo general en forma manual y es de tipo estacional, la reproducción es por proceso natural y en algunos casos por inseminación artificial, utilizan en forma intensiva la mano de obra, principalmente familiar (Ruíz *at al,* 2008).

La leche se vende, en su estado natural, constituyendo la principal fuente de ingresos para mantener la operación de la explotación hasta la venta de los animales para carne. La leche se destina a la venta directa al consumidor para la elaboración de quesos. En época de mayor producción las compañías captadoras de leche encuentran negocio atractivo al reducirse el precio por las ofertas (Ortiz *et al.,* 2005).

5.1.2. LA PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE LECHE

La producción de leche en México se desarrolla en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. Además, dada la variabilidad de condiciones climatológicas, éstas adquieren características regionales matizadas por la tradición y costumbre de la población (Ortiz, *et al.,* 2005).

5.1.3. DEMANDA DE LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS

El mercado de alimentos y productos orgánicos se desarrolla y expanden de manera muy acelerada. Ningún otro grupo de productos agropecuarios registran tasas de crecimiento de la producción por arriba de 20% anual, como sucede con los de carácter orgánico en Europa, Japón y América del Norte (Gómez *et al.,* 2003). Las principales cadenas de supermercados han decidido entrar en el mercado de los productos orgánicos, no sólo ofreciendo algunos productos ecológicos, sino también fijándose como un objetivo fundamental fomentar el consumo de una amplia gama de alimentos de este tipo (Martínez, 2001). La demanda de productos orgánicos y naturales surge de una conjunción de necesidades del consumidor. Esta necesidad se transforma en demanda y comienza a ser interpretada y “saciada” por el sector productivo (Gómez *et al.,* 2003).

La demanda de alimentos orgánicos en México ha estado creciendo en los últimos años junto con la tendencia general por una alimentación más sana. Esta tendencia obedece en parte a que los alimentos orgánicos son percibidos por muchos consumidores mexicanos como más saludables que los convencionales (Salas, 2011)

Actualmente, el mercado interno de los productos orgánicos se encuentra en una etapa incipiente, ya que sólo el 15% de la producción orgánica se consume dentro de México y sólo el 5% se vende como orgánico (Schwentesiu *et al.,* s/f)

5.2.1 LA GARRAPATA *BOOPHILUS MICROPLUS*

La mayoría de las garrapatas muestran preferencia por una especie de hospederos, pero no son totalmente específicas, mucha parasitan una gran variedad de animales. *B. microplus* muestra preferencia por bovinos, caprinos, equinos y ovinos, además se puede encontrar en porcinos, caninos, rumiantes silvestres y en menor grado humanos (navas, 2003). Las garrapatas *Bophilus microplus* presenta en el país una área de distribución, que abarca zonas tropicales, templadas y áridas; en conjunto se considera que cubre 1, 043,772 Km^2, lo que representa el 53.0% de territorio nacional (Rodriguez *et al.,* 2006). Figuran como los ectoparásitos de mayor importancia económica a escala mundial, por las mermas que ocasionan en la producción pecuaria, problemática que se acentúa en la ganadería orgánica, en lo particular en la del trópico (Mestra y Betancur, 2006). Se constituyen en las principales transmisoras de agentes patógenos tales como la Babesia y el Anaplasma (Bravo, 2012), se caracterizan por tener el cefalotórax y el abdomen fusionado y un aparato bucal especializado para succionar sangre (Encinas *et al.,* 1999), ha sido la especie principal bajo control en las campañas realizadas en México, debido a su importancia económica y sanitaria (Rodríguez *et al.,* 2006).

La babesiosis bovina se considera como la enfermedad con el impacto económico más importante de los bovinos en áreas tropicales del mundo. Es ocasionada especialmente por la *Babesia bovis* y *Babesia bigemina*, protozoos que tienen igual distribución a la de su principal vector, *Boophilus microplus* (Vizíno- Gerdts, 2011).

La garrapata del género *Bophilus* pertenece a la familia *Ixodidae*, grupo que incluye a garrapatas duras, llamadas así por poseer escudos rígidos que se extienden en toda

la superficie dorsal en los machos, mientras que en las hembras sólo ocupan una pequeña porción detrás del aparato chupador (Mestra y Betancur, 2006).

5.2.2. CARACTERIZACIÓN DE *BOOPHILUS MICROPLUS*

Las garrapatas (*Boophilus microplus*) son consideradas a nivel mundial cómo los primeros y más importantes vectores de patógenos causantes de enfermedades en animales salvajes y domésticos (Domínguez *et al.,* 2010). Es considerado como un ectoparásito de un solo hospedero y hábitos hematófagos estrictos (Encinas et al., 1999). Su ciclo de vida se compone de dos fases (Rodríguez Vivas et al., 2006); la fase de vida libre o no parasitaria y la fase parasitaria o sobre el huésped. La variación estacional de las garrapatas es muy marcada. En lo particular de *Bophilus microplus* en bovinos en zonas tropicales de México, la población disminuye notablemente de noviembre a marzo, iniciándose su desarrollo con el crecimiento de la temperatura y la humedad (Domínguez y García, 2002).

La infestación por la garrapata *B. microplus* ocurre al encontrarse el hospedero bovino en los pastizales con la fase larvaria, que en estado activo, hambrienta y por medio de higrotropismo y fototropismo positivos, pasa de la vegetación al bovino (Rubalcaba, 2009).

5.2.3 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Las garrapatas duras se caracterizan por presentar una coloración grisácea o pardusca, con longitudes que pueden alcanzar hasta los 3 cm. La parte dorsal de las garrapatas duras se encuentra protegida por un escudo total en machos y parcial en hembras. Esta diferencia se debe a la necesidad que tienen las hembras de alimentarse de sangre y aumentar de tamaño para realizar el desove. En la cara ventral se encuentra una serie de escudos con diferentes denominaciones según su ubicación: escudos genitales, pregenitales, anales o adanales. La división entre las placas o escudos recibe el nombre de surcos, algunas veces con nombres similares (Mestra y Betancur, 2006).

5.2.4. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

El grupo de estos artrópodos, incluyen cerca de 825 especies divididas en tres familias: la Argasidae (garrapatas blandas), la Ixodidae (garrapata duras). La familia Ixodidae contiene alrededor de 650 especies, con cuatro subfamilias y trece

géneros; la familia Argasidae comprende cinco géneros y alrededor de 170 especies y la Nuttalliellidae (Bazán, 2002, Santibáñez, 2012). De acuerdo al Manual Taxonómica de Garrapatas se detalla la clasificación (CENAPA, 2004)

Phylum: Arthropoda

Clase: Arachnida

Orden: Acarina

Familia: Ixodidae

Género: *Boophilus*

Especie: *microplus*

5.2.5. CICLO BIÓLOGICO DE *BOPHILUS*

El ciclo de vida de las garrapatas incluye cuatro estadios: huevo, larva, ninfa y adulto. Las garrapatas ixódidas solamente presentan un estadio de ninfa, en tanto las garrapatas argásidas tienen dos o más estadios de ninfa (Corter-Vecino, 2011).

La garrapata del género *Boophilus* presenta su ciclo de vida en la utilización de un sólo hospedero. La fase parasítica (larva, ninfa y adulta) ocurre sobre el mismo hospedero. La larva que se alimenta muda a ninfa y posteriormente adulta. Los machos y las hembras copulan, y la hembra queda grávida para desprenderse y caer al suelo e iniciar la fase no parasítica y de encuentro. En general, esta etapa del ciclo biológico de *B. microplus* dura aproximadamente de 19 a 21 días en condiciones óptimas. Una hembra pone de 2500- 3500 huevos. En México, la garrapata del género *Boophilus* presenta tres temporadas principales de alta infestación, aunque en algunas zonas del trópico húmedo se pueden presentar hasta cuatro, observándose que en la última temporada el incremento poblacional es mayor, debido al estímulo de la época de lluvias (Rodríguez *et al.,* 2006).

En México, para la Campaña Nacional contra la garrapata *B. microplus* en el año 2012, se consideraron áreas libres de la garrapata *B. microplus spp* en la región norte del país en parte de los estados de Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Durango, Zacatecas, y algunas partes reducida del centro del país (SENASICA , 2014)

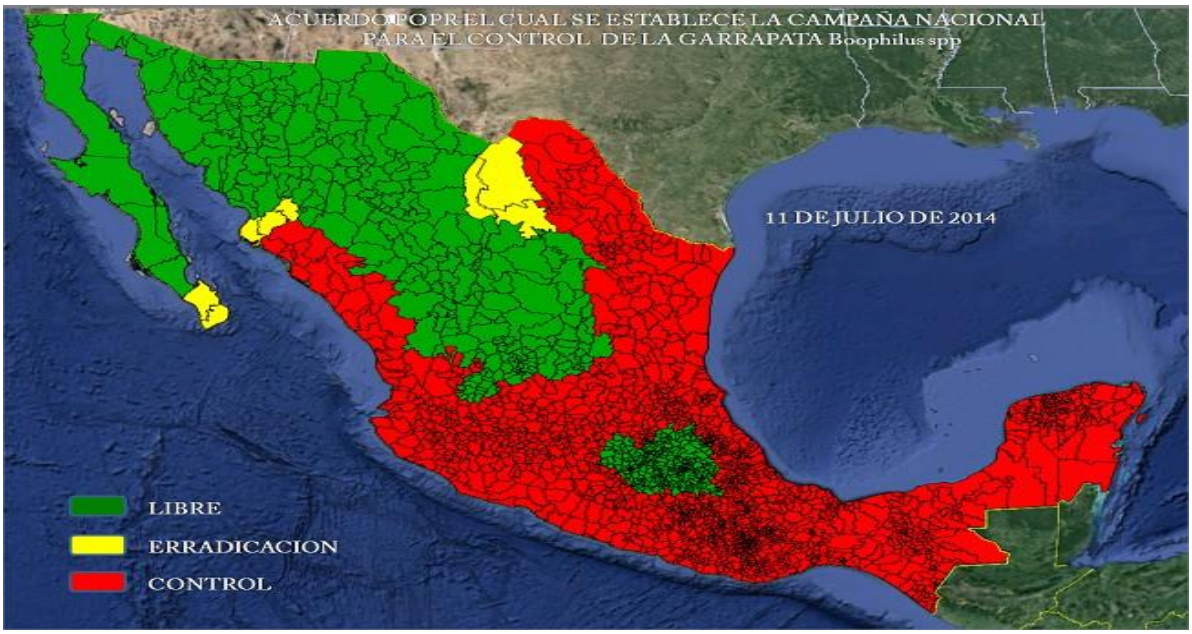


Figura 1. Campaña nacional en contra de la Garrapata *Boophilus,* 2014.

GARRAPATAS DE UN SOLO HUÉSPED

La garrapata *Boophilus* spp es un ácaro ectoparásito con sexos separados de un solo hospedero, ixodido duro se caracterizan por tener el cefalotórax y el abdomen fusionados y un aparato bucal especializado para succionar sangre (Rubalcaba, 2009).

Las dos especies del género *Boophilus* spp., reportadas en México (*B. annulatus y B. microplus*) así como Anocentor (*Dermacentor spp*.) nitens, la garrapata tropical de los caballos, son ejemplos clásicos de garrapatas de un huésped, es decir, pasan las tres fases de su ciclo evolutivo parasitario (larva, ninfa y adulta) en la piel de un mismo animal. Pueden sobrevivir hasta 7 meses sin alimentarse, se desarrollan en 45 días, aproximadamente (MBG, 2015). La vida parasitaria de la garrapata *Boophilus spp*. sobre el bovino dura generalmente tres semanas, incluyendo sus dos mudas. Las hembras fecundadas y repletas de sangre se caen del animal huésped y depositan

en lugares protegidos en el suelo entre 2,000 y 3,000 huevecillos, de los que, dependiendo el clima, nace una nueva generación de larvas en un lapso de 6 a 8 semanas. La hembra muere después de la ovoposición. Estas larvas apenas perceptibles a simple vista se mueven con sus 6 patas, trepan hierbas y arbustos, y esperan a que pase algún animal que les sirva de huésped. Con sus fuertes órganos bucales se adhieren a la piel, la perforan y chupan sangre y líquido corporal hasta repletarse para luego mudar al estadio ninfa. La ninfa con cuatro pares de patas vuelve a chupar sangre y pasa una segunda muda para convertirse en garrapata adulta de sexo diferenciado. Luego de la copulación, las hembras fecundadas y llenas de 0. 3 a 0. 5 ml de sangre se caen del animal huésped comenzando el nuevo ciclo con la puesta de los huevos y la muerte de la hembra (MBG, 2015).

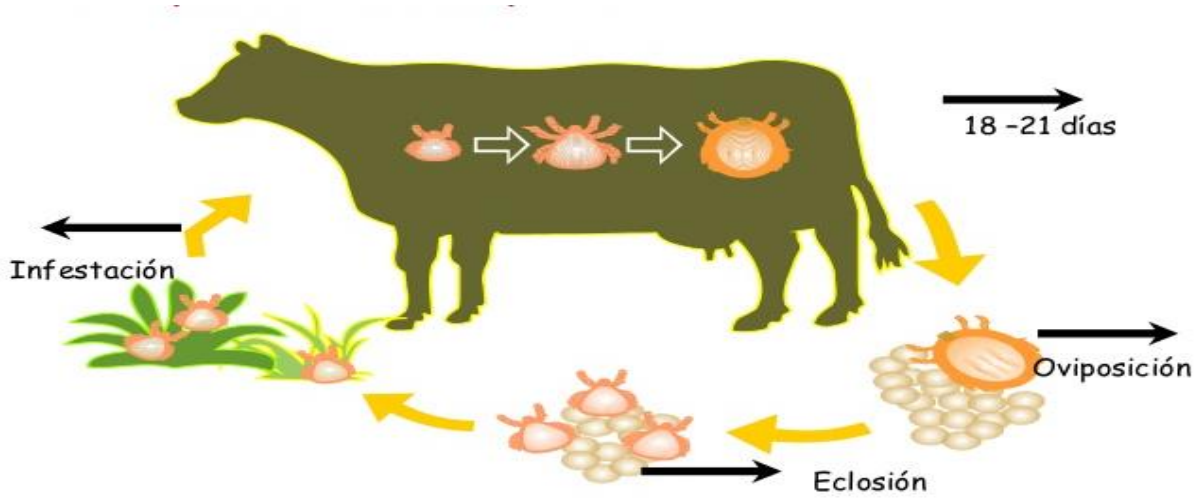


Figura 2. Garrapatas de un solo huésped.

5.2.6. DINÁMICA POBLACIONAL

El establecimiento de programas Manejos Integral de Plagas (MIP) orientados al control de garrapatas requiere de tener datos actualizados en la localidad o región de interés, acerca de la dinámica poblacional de las especies de garrapatas que afectan a la ganadería a lo largo del tiempo. Para eso se deben tener datos acerca del período de duración de cada uno de los estadios de desarrollo. En su fase larvaria no parásita: períodos de preoviposición, ovoposición, eclosión, sobrevivencia, las condiciones climáticas imperantes al momento del registro de factores bióticos, en el lugar de tipo de vegetación y presencia de depredadores (Rubalcaba, 2009). En la época de lluvia

hay un menor grado de infestación de garrapatas por animal comparado con la época de sequía. Por lo tanto, el control de garrapatas debe ser hecho con mayor intensidad en el periodo de sequía, visto que en la época de mayor intensidad de estos ectoparásitos (Contreras *et al., 1997)*.

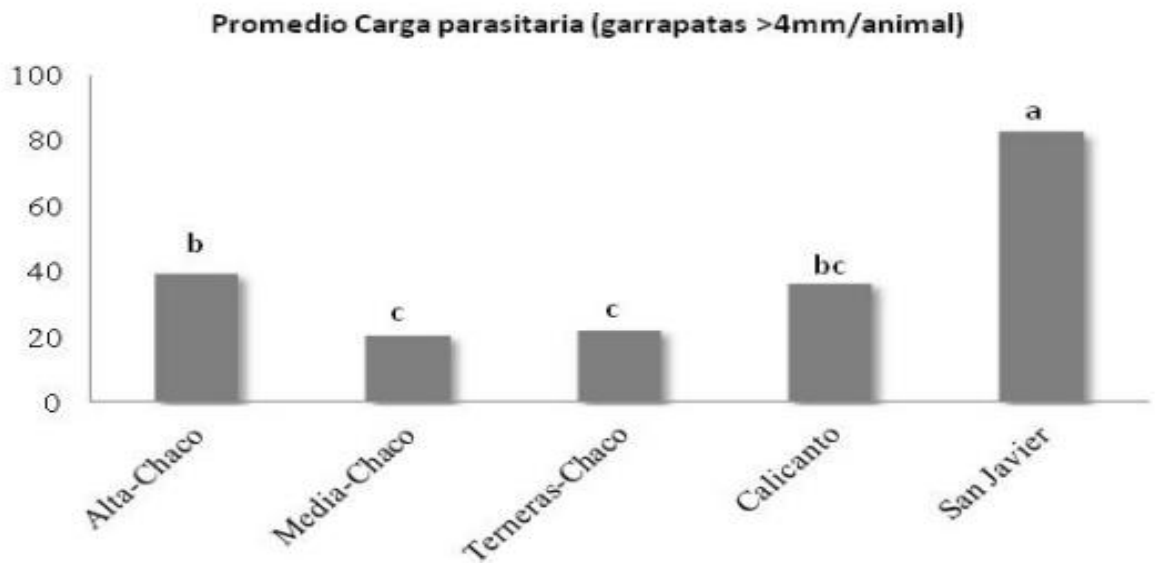


Figura 3: Promedio de conteos individuales de *Bophilus microplu*s en cinco grupos de bovinos con diferentes estados fisiológicos y productivos en la terraza de Ibagué, Colombia.

La dinámica poblacional de garrapatas (*Bophilus microplus*) es un fenómeno complejo que obedece tanto a factores climáticos como a aquellos propios del animal (Zalazar *et al,* 2015).

5.2.7. IMPORTANCIA ECONÓMICA DE LAS GARRAPATAS

En un estudio realizado, Mestra y Betancur (2006) consideran que la especie garrapata (*Boophilus microplus*) es el principal responsable de cuantiosas pérdidas económicas del ganado bovino en América del Sur, América Central, Región Caribe y México, siendo ésta la principal especie más abundante y el que más afecta a la ganadería bovina, tienen un efecto nocivo directo sobre la ganancia de peso de los animales. En el ganado de engorda cada garrapata adulta repleta de sangre ha demostrado reducir la ganancia de peso diaria en 0.6 g (Rodríguez *et al.,* 2006).

El impacto económico de las garrapatas está dado por el daño causado al mermar el crecimiento y desarrollo de los animales, disminuir las producciones de carne y leche, y devaluar la calidad de los pieles al originar irritaciones que propician invasiones secundarias de etiología bacteriana, micótica, viral o de larvas de moscas causantes de gusaneras. Otras implicaciones económicas se derivan de la compra de acaricidas, mano de obra de operarios y gastos profesionales, sin descartar el muerte de los animales (Mestra y Betancur, 2006).

En EUA antes de la erradicación de los vectores *Boophilus microplus y Boophilus annulatus,* las pérdidas económicas indirectas por la babesiosis fueron estimadas en $130.5 millones de dólares (lo que hoy día serian $3 mil millones de dólares).

Corter (2011) mencionan que el derrame económico por garrapatas fue estimadas en US$ 7 billones en todo el mundo, y de esos, un billón de dólares corresponde a Latinoamérica. La FAO menciona que el derrame económicos atribuidas a *B. microplus* por disminución en la ganancia de peso se han estimado en 7.3 US dólares/animal/año (Rodríguez *et al.,* 2006).

Las mermas y los perjuicios que ocasionan en los diferentes sistemas de producción pecuaria y en salud pública y animal, hacen necesaria la búsqueda permanente de alternativas y medidas eficientes de tratamiento y control (Corter-vecino, 2011).

5.2.8. RESISTENCIA DE LAS GARRAPATAS

Actualmente, es común utilizar productos químicos para el tratamiento en el manejo de las garrapatas. Sin embargo, es bien sabido que su aplicación frecuente puede generar resistencias en los organismos que se combaten (CONACYT-SAGARPA, 2005; Redondo, *et al*., 1999; Soberanes, *et al.*, 2002), además de que producen efectos colaterales, los cuales el animal deberá enfrentar junto con la enfermedad lo que provoca un desequilibrio fisiológico y disminuye la productividad del ganado.

El desarrollo de la resistencia a los productos químicos depende de las presiones evolutivas y de constantes ajustes (Wheat *et al*., 2007), que involucran factores de variabilidad genética, causada por mutaciones al azar o rearreglos genéticos; que son seleccionados por el uso constante de los pesticidas, permitiendo de esta manera, la reproducción de individuos con el rasgo de resistencia (Miller *et al*., 2007).

Los primeros reportes confirmados de resistencias en garrapatas *Boophilus microplus*, aparecen a principio de los años 80's. Entre los años de 1982 y 1983 Aguirre y colaboradores caracterizaron su respuesta y establecieron la técnica de Dosis Discriminantes para una serie de ixodicidas organofosforados y organoclorados (UGRJ, 2014).

A partir del establecimiento de la resistencia a los organofosforados y piretroides, se incrementó el uso de amitraz como una alternativa prometedora, y a principios del 2001 se detectó en la región de los ríos en el estado de Tabasco el primer caso de resistencia a las amidinas. El hallazgo de poblaciones multiresistentes puso en relieve un problema aún más complejo ya que la cepa, a la postre denominada “San Alfonso”, fue diagnosticada con características toxicológicas de resistencia a amidinas, piretroides y organofosforados (Soberanes *et al*., 2002).

En Colombia, (Benavides *et al.,* 1989) reportaron cepas de garrapatas resistentes a cipermetrina. Posteriormente, Betancourt (1993) evidenció resistencias a flumetrina, deltametrina, alfacipermetrina y lamdacialotrina (Rodríguez Vivas *et al.,* 2006).

Cuadro 1. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en Queensland, Australia.

Ixodicida	Año de introducción	Año de reconocimiento de resistencia
Arsénicos	1895	1937
DDT	1946	1954
BHC	1950	1952
Diazinón	1956	1963
Dioxation	1958	1963
Coumafos	1959	1966
Clorpirifos	1966	1970

(Tomado de Angus (1996), citado por Rodríguez Vivas *et al.,* 2006)

Debido a los usos extensivos de estos químicos para el control o erradicación de estos ectoparásitos, el fenómeno de resistencia, se ha presentado un gran número de parásitos de importancias en la salud pública, agrícola y veterinaria. La FAO coincide que al menos 504 especies de insectos y ácaros han desarrollado resistencias a uno o más plaguicidas (UGRJ, 2014).

La resistencias a ixodicidas es un problema creciente que necesita ser atendido, porque en este momento está afectando la competitividad de la ganadería y la economía de miles de productores en México (Domínguez, *et al.,* 2010).

Las autoridades brasileñas prohibieron la fabricación, fraccionamiento, comercialización e importación de antiparasitarios de larga duración que contengan lactonas macrocíclicas (Soja, 2014). La presencia de productos cárnicos bovinos termoprocesados con residuos de ivermectinas viene generando problemas comerciales en EE.UU. En 2010 esa nación cerró temporariamente el ingreso de tales productos brasileños.

5.3. MÉTODOS DE CONTROL DE LAS GARRAPATAS

El manejo integrado de plaga (MIP), es una estrategia de carácter preventivo y perdurable, que combina tácticas compatibles para reducir las poblaciones de organismos nocivos a niveles que no causen pérdidas económicamente importantes, con efectos negativos mínimos sobre el ambiente y la salud humana (Rubalcaba, 2009).

Antes de iniciar el programa de control de la garrapata en una región, es necesario tener conocimiento de los aspectos ecológicos, tecnológicos y factores sociales y económicos. Existe una gran diversidad de condiciones geográficas, climáticas, de infraestructura, así como el desarrollo tecnológico, que hace que una tecnología aplicable para un lugar sea difícil de adoptar en otro (INIFAP, 2006).

5.3.1 CONTROL QUÍMICO

El control químico, estrategia más utilizada para las garrapatas en México consiste en la aplicación de ixodicidas sobre el cuerpo de los animales infestados a intervalos específicos, determinados por región ecológica y especie (*B. microplus*) a la que se va a combatir y la eficacia residual del producto usado (CONACYT-SAGARPA, 2005). Consiste en la aplicación de plaguicidas acaricidas principalmente de los grupos de los arsenicales, organoclorados, organofosforados, piretroides; amidinas, inhibidores de crecimiento e ivermectinas.

Las plaguicidas son productos tóxicos no selectivos, que atacan tanto a las especies nocivas cómo a las benéficas así como a especies superiores incluyendo al humano. Cuando las plaguicidas son aplicados en los campos de cultivo, el suelo recibe una

gran cantidad de estos productos que son arrastrados por el agua y contaminan corrientes y embalses. Parte de estas sustancias químicas pueden incorporarse al aire y viajar grandes distancias; otras son absorbidas por plantas que serán ingeridas por animales y el humano (Rubalcaba, 2009).

El grupo de garrapaticidas que se usa en el trópico mexicano es muy variado, desde productos solos hasta combinaciones diversas (Rodríguez Vivas *et al.,* 2006). Debido al uso indiscriminado de acaricidas y a su presión selectiva, las poblaciones de garrapatas *B. microplus* han creado resistencia en contra de estos compuestos (Aguirre, 1991; Soberanes et al., 2002).

5.3.1.1. CONTROL MECÁNICO, CULTURAL Y FÍSICO

El control se ubica fuera del hospedero y está relacionado con las prácticas culturales que en el caso de la ganadería son las prácticas relacionadas con el mantenimiento de potreros e involucra actividades como: quema controlada, inundación, remoción de maleza, subsoleo, descanso y rotación de potreros y modificación del hábitat. Estas estrategias están catalogadas cómo actividades que afectan adversamente al desarrollo de las garrapatas por el efecto que produce en el microclima y el mesoclima lo que ocasiona descontrol en el micro hábitat de *B. microplus.* La ventaja que tiene éste método es que se considera limpio y ecológico (Fernández, 2003). El uso de fuego: aunque su principal objetivo no es el control de la garrapata, tiene efecto directo en éste por la exposición a altas temperaturas. La inundación, el barbecho y corte del terreno controlan la población de garrapatas. La remoción de maleza donde el segado de la vegetación reduce la densidad de las garrapatas de 50 a 85% por hectárea (Fernández, 1999; Viviana, 2001).

La utilización de éste tipo de control para la regulación de las poblaciones de garrapatas ha sido ampliamente discutida y comprobada y en la actualidad su uso es ya común en algunas partes del mundo (Robalcaba, 2009).

Es importante señalar que el empleo de la rotación y descanso de potreros es efectivo principalmente contra garrapatas de un solo hospedero. En este caso que por ser de ciclo directo no busca otros hospederos alternos al hospedero natural, a menos que sea muy presionada sin embargo, puede afectar a otras especies que estén presentes

en su etapa de larvas activas en busca de hospedero y no tan selectivas en cuanto a ello como *Amblioma ssp.*.

5.3.1.2. CONTROL GENÉTICO

El control genético consiste en la utilización de razas de bovinos resistentes a las garrapatas. En estudios sobre la resistencias de los huéspedes a las garrapatas se ha puesto en manifiesto que la raza cebú tiene una predisposición genética para una resistencia considerable a la infestación de *B. microplus*, y que transmite tal predisposición a sus descendientes, incluso los mestizos (Ángeles, 2010).

Entre las estrategias ecológicas utilizadas se tiene la selección de razas resistentes*:* *B. indicus* son más resistentes a las garrapatas que las razas *B. taurus*:

Cuadro 2. Resistencia natural de diferentes razas de ganado a *B. microplus*. Fuente

Raza de Bovinos	Nivel de Resistencia
Brahaman	99%
Cruzas *Bos indicus* x *Bos taurus*	95-97%
Friesain	85%
Jersey	98%

Fuente: Villar, 2008.

5.3.3. CONTROL SOBRE EL HUÉSPED

La otra forma es el control sobre el bovino (vida parasitaria). Hasta ahora el combate de *Bophilus microplus* se ha orientado hacia las formas parasitarias que están en el hospedero (Cetra, 2001). El control de las garrapatas es principalmente a través de químicos, aunque actualmente se han buscado nuevas alternativas para el control de las garrapatas como el control Biológico de garrapatas (Gómez *et al.,* 2008).

5.3.1.3. BAÑO POR ASPERSIÓN

Para el baño de aspersión con garrapaticidas tradicionales se han diseñado diferentes sistemas, como la bomba de espalda y motobomba. Estos métodos están ampliamente difundidos, siendo necesaria la aplicación adecuada de la mezcla del garrapaticida sobre el animal para lograr un mojado uniforme. El sistema permite

calcular exactamente la concentración del baño, evita riesgos de intoxicación y en él se utilizan mezclas preparadas recientemente (Mestra y Betancur, 2006).

Figura 4. Baños por aspersion.

5.3.1.4. BAÑO POR IMMERSION

El baño por inmersión es el único método que puede ofrecer la seguridad en el empapado correcto del ganado. Para llevar a cabo un baño con garrapaticidas es importante utilizar agua limpia de buena calidad. Esto asegura que los garrapaticidas mantengan su plena efectividad y estabilidad por más tiempo (Rodriguez *et al.,* 2006).

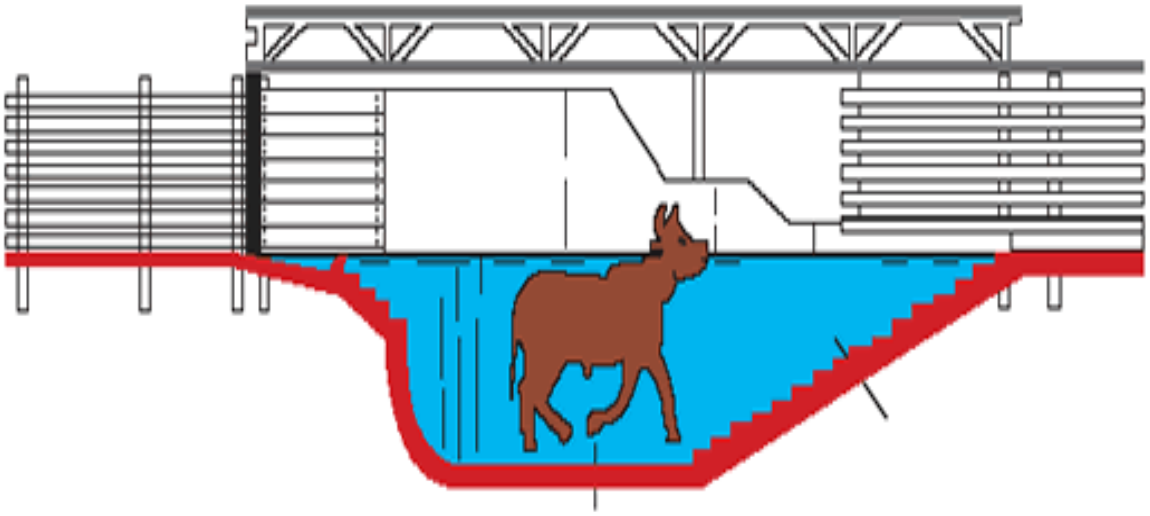


Figura 5. Baños por inmersión

5.3.4. MANEJO BIOLÓGICO DE GARRAPATAS

Pérez (2003) define al control biológico como el uso de parasitoides, depredadores, patógenos, antagonistas y poblaciones competidoras para suprimir una población de plagas, haciendo a ésta menos abundante y, por tanto, menos dañina. Lo anterior incluye a todos los grupos de especies con capacidad para mantener y regular las densidades de población de organismos plaga a un nivel bajo, por lo tanto, todos pueden considerarse enemigos naturales.

El concepto de manejo biológico se refiere al hecho de manipular ciertos componentes o procesos del agroecosistema para reducir las poblaciones de la plaga hasta niveles que no represente pérdidas económicas y que en el caso del manejo integrado de plagas se enfatizan los aspectos de prevención y convivencia con las plagas más que de erradicación y de sostenibilidad ecológica y económica (Rubalcaba, 2009).

Este método, no químico, es importante para el manejo de plagas, algunos aspectos de vital importancia como los atributos de enemigos naturales, la cría masiva de enemigos naturales y su calidad, representan su efectividad en el control de la garrapata (Moguel, 2007 citado por Ángeles, 2010).

El manejo biológico de garrapatas es un método que utiliza los principios del control natural de las poblaciones, es decir, que tiende a reducir la población plaga por medio

del incremento de la actividad de los agentes biológicos de mortalidad propios de las especies (Hogsette, 1999). En un sentido amplio puede ser definido como la supresión de una plaga por medio de la introducción, propagación y diseminación de depredadores, parásitos y enfermedades por medio de los cuales ésta es controlada (García *et al*., 1988).

El control biológico es una alternativa viable, al no representar contaminación en los productos que consume el humano, ni daña al medio ambiente (Duran, 2005), resulta más barato, menos peligroso para su aplicación en campo, no contamina el suelo, el agua y los productos agropecuarios.

5.3.5. UTILIZICACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMO

La creciente necesidad de reducir el uso de los agroquímicos para el control fitosanitario, hace necesario desarrollar tecnologías que permitan de forma fácil, económica y efectiva obtener productos a partir de microorganismos (Rijo, S/F).

Un estudio realizado por Henreaux (2012) sobre el crecimiento de las plantas con los EM en Turrialba, Costa Rica, encontró que el tratamiento lombricomposta inoculado con *Bacillus subtilis* en presencia de biocarbón, obtuvo constantemente los mejores resultados y aumentó el crecimiento de las plantas en un 13% en promedio, con un efecto significativo en la semana 4, 5, 6 y 8 y un incremento de 22%, 14%, 9% y 9% respectivamente. También se encontró que en los análisis de suelo inoculados con *B. subtilis* presentaron igualmente un aumento de 11% del contenido en Potasio (K) y 7% del contenido en Fósforo (P). También encontró que la combinación de biocarbón con gallinaza y microorganismos antagonistas *Trichoderma harzianum y Bacillus subtilis* aumentó significativamente la producción de pepino (*Cucumis sativus)*, con una eficacidad comparable a la fertilización sintética.

Ángeles (2010), en un estudio realizado sobre microorganismos considera que el hongo *Metarhizium anisopliae* es una buena opción para el control de la garrapata *B. microplus* en condiciones de pastoreo, ya que puede reducir en forma importante las cargas de este parásito sobre los bovinos en las condiciones antes mencionadas.

Un estudio realizado por Rijo Camacho encontró que el hongo *Verticillum lecanii* además de tener propiedades ovicidas, tiene efecto sobre larvas del ectoparásito ya

que lo eliminó en 100 %, y tuvo acción micótica sobre los adultos al producir la infestación del 30-40% de la masa de huevos. Mismo estudio también observó que en los tratamientos dirigidos a los pastos en las parcelas experimentales infestadas con masas de huevos de *B. microplus*, se obtuvo con el hongo *Verticilium lecanii* (cepa LBVL-2) un control de 76%.

El uso de métodos biológicos de control representa ciertas ventajas como: especificidad sobre las plagas y enfermedades, bajo riesgo para el ser humano, animales benéficos y el ambiente, bajo costo gracias a su potencial de permanencia por largos periodos de tiempo en los cultivos al tiempo de permanencia ya que su en los cultivos es mayor si se compara con los productos químicos (Arenas, 2009). La patogenicidad, virulencia y agresividad son conceptos comunes en el lenguaje técnico propuesto para los hongos entomopatógenos. La virulencia es el grado de patogenicidad con que un organismo mata a un hospedero específico en condiciones programadas; la patogenicidad se define como la capacidad de un microorganismo para causar enfermedad y la agresividad se le define como la habilidad de un patógeno para invadir a su hospedero

5.3.6. HONGOS ENTOPATÓGENOS

Veléz y sus colaboradores, (2014) concluyen que los microorganismos, especialmente, hongos y bacterias utilizan la materia orgánica como fuente de alimento, pues, aportan Nitrógeno y energía. Sin ella la actividad bioquímica sería práctica de los factores que se puede emplear como criterio para el volteo del material y para definir la fase terminal o madurez del producto y consecuentemente cuando debe parar el proceso. Los entomopatógenos son microorganismos que provocan enfermedades en los insectos, y entre los agentes causales se encuentran virus, bacterias, hongos, protozoos y nematodos, entre otros

5.4 MICROORGANISMOS EFICIENTES (EM)

Los microorganismos eficaces o EM (por sus siglas en inglés Effective Microorganisms) se preparan a partir de microorganismos de montaña, los cuales son cultivos microbianos benéficos. En primer lugar, se capturan microorganismos de montaña y luego se convierten a microorganismos eficaces (EM), que son bacterias ácido lácticas, fotosintéticas, levaduras y actinomicetos, las que aplicadas al suelo

producen vitaminas, ácidos orgánicos, quelatados y antioxidantes (PRONAGRO, 2011).

5.4.1. DEFINICIÓN DE EM

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms, cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles con otros (Bueno y Lesmes, 2007). Cuando los EM es inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad (Bueno y Lesmes, 2007).

5.4.2. USO DE MICROORGANISMOS EFECTIVOS (EM)

Con los EM se pueden elaborar insumos naturales como: biopesticidas, aceleradores de crecimiento o bioactivadores, fertilizantes orgánicos fermentados sólidos, fertilizantes líquidos, penetrantes, alimentos orgánicos para animales. Se utiliza para eliminar malos olores, moscas, garrapata, descompone materia orgánica de tuberías, aceleran la germinación de la semilla (Tencio, 2015). En un estudio el mismo autor señala la utilización de los EM para desinfectar al ganado de las moscas, tórsalos, garrapatas, también se puede evitar sarna, y pulgas. Con la ventaja de que si los animales se lamen no hay peligro de intoxicación ya que son microorganismos biológicos benéficos. En un experimento de Castillo (1998) en donde se trabajó con la respuesta de la garrapata (*Boophilus microplus*) y el tórsalo (*Dermatobia hominis*) en la aplicación de extractos vegetales y los EM en la Zona Atlántica de Costa Rica encontró que el producto que presentó mejores resultados en el control de garrapatas fue el EM, luego juanilama (*Lippia alba)* y el ajo (*Allium sativum*).

Los EM pueden aumentar significativamente los efectos benéficos en suelos buenos y prácticas agrícolas como rotación de cultivos, labranza conservacionista, reciclando de residuos de cultivos y biocontrol de pestes. Las bacterias acido lácticas, que es un importante microorganismo en los EM, suprimen microbios patogénicos directa e indirectamente por la producción de actinomicetos. La tecnología EM® puede ser utilizada en el área pecuaria como agua para beber, alimentación y aplicación en las instalaciones.

En un experimento realizado por Taylor (2008) se encontró el efecto de los EM sobre las garrapatas (*Bophilus microplus*), el cual consistió en asignar al azar cinco tratamientos diferentes de grupos de animales. Se encontró que el efecto es principalmente en el estadio de ninfas, al generar proceso de deshidratación que terminan por caerse secas de la piel de la vaca.

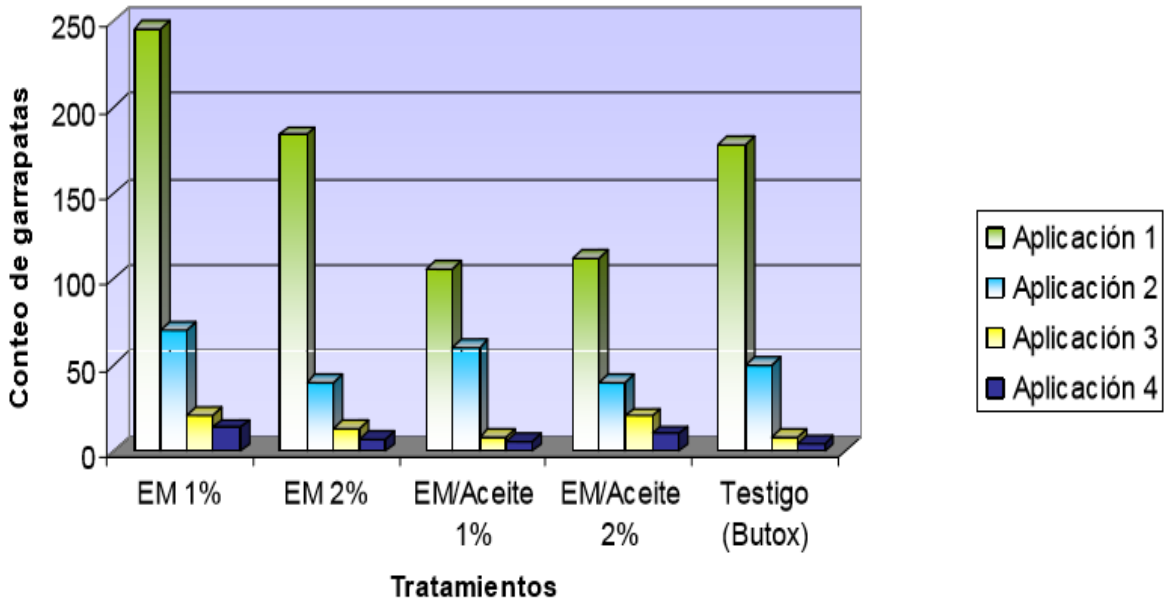


Figura 6**.** Conteo de garrapatas antes de cada aplicación de EM y Butox en la finca pecuaria integrada de la Universidad EART.

Un estudio realizado por Gómez y sus colaboradores (2013), en donde se trabajó con los EM en el manejo de las garrapatas (*Bophilus microplus)* en la zona Norte del estado de Veracruz encontraron que los microorganismos: 1) Consorcios de microorganismos obtenidos del rancho de San Pablo; 2) Consorcios de microorganismos obtenidos del rancho El Cedro, Papantla, Veracruz; 3) Consorcios de microorganismos efectivos de la región Loxicha, Oaxaca (37 muestras), y 4) Consorcio microbiano con 22 cepas (incluyendo *Metarhizium anisopliae, Paecilomyces fumosoroseus, Beauveria Bassiana, Bacillus subtilis, Lecanicillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus, Heterorhabditidae*, entre otros, tuvieron efecto sobre las garrapatas después del segundo baño realizado a los 15 días, se redujo la población de la garrapata en un 60%. También se pudo observar que el efecto de los

diferentes microorganismos se da en los estadios de ninfas. Se valoraron también la regurgitación de las garrapatas, así también la eclosión de los huevecillos.

5.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE EM PARA EL CONTROL DE GARRRAPATAS

Al igual que todo tipo de control o manejo de los parásitos, existen ventajas y desventajas hacia la forma de utilizarlos:

VENTAJAS: Se trabaja con consorcios de microorganismos por las razones siguientes:

- Los microorganismos en la tierra viven en simbiosis y actúan en forma conjunta, al utilizarlos como manejo sobre las garrapatas cada una de ellas posee una actividad diferente (Mau, 2011).
- Los microorganismos presentan ventajas sobre los químicos dado que se mantienen vivos en el ambiente mientras que los factores de humedad y temperatura sean los adecuados. Convirtiéndose en fuente de inóculo para sucesivas generaciones (Gómez, 2015).
- Cuando los microorganismos encuentran las condiciones adecuadas para parasitar a su hospedero, se reproducen y renuevan en forma continua haciendo innecesarias nuevas aplicaciones, esto se puede observar después de trabajar en un cierto periodo con los microorganismos (Gómez, 2015).
- No contaminan el medio ambiente ni afectan al hombre y otros animales superiores y no dejan residuos en los alimentos (González, 2004).
- Se producen en forma local sin necesidad de ir a comprarlos, solamente se necesita insumos locales (maíz molido, leche y melaza) para su reproducción (Gómez, 2015).

DESVENTAJAS

- La aplicación debe ser en horas de baja actividad solar debido a la acción de las radiaciones solares y las altas temperaturas sobre las esporas o de lo contrario, mantener los animales en las naves o lugares sombreados, hasta que baje la actividad solar. No se debe aplicarse en días lluviosos o si llueve, es necesario repetir la aplicación (Rijo Camacho s/f).

- En general, los microorganismos, no matan instantáneamente a las garrapatas (*Bophilus microplus*). Alcanzan buenos niveles de control entre una y dos semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del medio ambiente.
- Cualquiera que sea el método que se utilice para bañar a los animales, el requisito es que estos queden bien mojados y sobre todo en las zonas de la ubre, periné y cola, así como en las axilas y la cabeza, sobre todo las orejas (Rijo Camacho s/f).

5.4.4. PRINCIPALES MICROORGANISMOS CONTENIDOS EN EL EM.

Los Microorganismos Efectivos (EM) son una mezcla de tres grupos de microorganismos completamente naturales que se encuentran comúnmente en los suelos y en los alimentos (BID, 2009).

Los EM contienen:

A. LACTOBACILLUS

Son similares a los que se utilizan para fabricar el yogur y los quesos. Ellos sintetizan la glucosa que beneficia el crecimiento de las plantas, pero que también fortalece la eficacia de los Actinomices. Las bacterias de fotosíntesis sostienen la actividad de otros microorganismos, pero al mismo tiempo utilizan las sustancias producidas por otros microorganismos.

B. LEVADURAS.

Ellos se encargan de sintetizar las sustancias útiles de los aminoácidos y del azúcar que son segregados por las bacterias fotosintéticas. Además de producir hormonas y enzimas que activan la división de las células. Sus secreciones son sustratos útiles para los microorganismos activos como las bacterias de ácido láctico y los actinomicetos.

C. BACTERIAS FOTOSINTÉTICAS

Son habitantes comunes de los suelos y de las raíces de las plantas.

D. BACTERIAS DE ÁCIDO LÁCTICO

Producen el ácido láctico del azúcar y de otros hidratos de carbono. El ácido láctico obra como un fuerte a esterilizador: oprime los microorganismos dañinos y fomenta una rápida descomposición del material orgánico.

D. ACTINOMYCES

Su estructura está entre la de las bacterias y la de los hongos; producen sustancias de aminoácidos que segregan las bacterias fotosintéticas y el material orgánico. Estas sustancias reprimen los hongos y las bacterias dañinas y aceleran los enlaces de nitrógeno de las bacterias (bacterias de nitrógeno).

Estos microorganismos no son nocivos, ni tóxicos, ni genéticamente modificados por el hombre; por el contrario son naturales, benéficos y altamente eficientes.

Cada una de las especies contenidas en el EM (Bacterias Fotosintéticas, Acido Lácticas, Levaduras, Actinomicetos y hongos de Fermentación) tiene su propia e importante función. Sin embargo podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pívot de la tecnología EM, pues soportan las actividades de los otros microorganismos.

Por otro lado utilizan para sí mismas varias substancias producidas por otros microorganismos. Este el fenómeno que llamamos coexistencia y coprosperidad (Bueno y Lesmes, 2007).

5.4.5. HOSPEDEROS

Se ha encontrado que los EM presentan varias funciones para el control de garrapatas y moscas de cuernos. También se ha convertido en una gran herramienta para las unidades de producción animal gracias a sus efectos como probiótico, antígeno y sanitizador (Research O. y FUNDASES S/F). Un experimento de Castillo (1998) menciona el efecto que encontró en el uso de EM en el control biológico de garrapata (Boophilus microplus) y el tórsalo (Dermatobia hominis).

Un estudio realizado por Taylor (2008), menciona el uso de los EM para el manejo ecológico de las garrapatas (*Bophilus microplus)* en el Ganado hibrido. Un estudio realizado por Gómez y sus colaboradores (2013) en la zona norte de Veracruz, encontraron la efectividad de los Consorcios de Microorganismos sobre las garrapatas (*Bophilus micruplus*).

5.4.6. MODO DE ACCIÓN DE LOS EM

El modo de acción de EM sobre la garrapata al morir se cumple en tres etapas (Fernández *et al*., 2005, Larrea-vega, S/F):

1) Germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero que dura de 3 a 4 días, dependiendo de la correcta aplicación de los microorganismos. La penetración de microorganismos al hospedero ocurre a través de las coxas y por vía oral.

2) Invasión de los tejidos por parte del micelio del hongo hasta causar la muerte del ácaro que toma de 3 a 8 días. Durante el proceso de invasión del hongo se produce una gran variedad de metabolitos tóxicos.

3) La esporulación y el inicio de un nuevo ciclo. El micelio del hongo se observa primero en las articulaciones y partes blandas de la garrapata y en días posteriores se incrementa a todo el cuerpo hasta finalmente cubrirlo. Los síntomas que presenta la garrapata son: la pérdida de sensibilidad, incoordinación de movimientos y parálisis y momificación del ácaro (Fernández *at al.,* 2005).

6. MATERIALES Y MÉTODOS.

Para describir la eficiencia de la aplicación de los microorganismos y el efecto del producto testigo a través del periodo experimental se utilizó el siguiente cuadro para valorar la carga parasitaria de las garrapatas.

Cuadro 3. Escala de calificación de garrapatas.

No. de Garrapatas	Calificación
45	**15**
42	**14**
39	**13**
36	**12**
33	**11**
30	**10**
27	**9**
24	**8**
21	**7**
18	**6**
15	**5**

Fuente: SAGARPA (2003).

La carga mínima requerida para bañar son 30 garrapatas en un 30% del hato. Los tres primeros baños son obligatorios en los periodos 0, 15, 30 días. De acuerdo a SAGARPA el manejo de las garrapatas (*Bophilus microplus)* debe empezar cuando la infestación alcanza a una calificación de diez o 30 garrapatas como mínimas sobre la mitad del animal en un 30% del hato. Se hicieron la comparación de carga parasitaria con los productos químicos y orgánicos que ocupa cada productor en su rancho para manejar a las garrapatas.

Para llevar a cabo los baños, se utilizó una bomba de aspersión con 15 litros de agua, adicionándole 5% de microorganismos más 1% de aceite vegetal. Se les aseguraron tres litros por animal, con el fin de cubrir todo el cuerpo de los bovinos. Los tratamientos fueron aplicados los días 0, 15, 30, 45, 60 y 75 durante los meses de Enero-Marzo, 2015. Las vacas fueron tratadas por la mañana, entre las 8 y las 10 horas para evitar que la luz solar dañe a los microorganismos.

En el ejido de San Pablo, del Dr. Manuel Ángel Gómez Cruz del municipio de Papantla, Veracruz fueron reproducidos en forma rústica los consorcios de microorganismos y los EM. En este caso los microorganismos fueron alimentados con 500 gramos de harina de maíz, 300 ml de melaza y 200 ml de leche para la obtención de 20 litros de solución

Para evaluar la efectividad de los microorganismos sobre las garrapatas (*Bophilus microplus)* en este experimento se estuvo trabajando con (1) Consorcios de microorganismos obtenidos del rancho de San Pablo, (2) Microorganismos eficientes comercial Tabasco 1, (3) Microorganismos efectivo (EM-1) importado de Alemán y el producto testigo (químico). Para realizar el conteo, los grupos se separaron luego del ordeño y cada individuo se identificó por el número de aretes. 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.

6.1. LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento fue establecido en el municipio de Papantla, Veracruz, durante los días 05 de Enero a 29 de Marzo de 2015. El municipio de Papantla colinda al norte con los municipios de Cazones de Herrera y Tihuatlán; al sur con Martínez de la Torre y con el estado de Puebla; al este con el Golfo de México, Tecolutla y Gutiérrez Zamora y al oeste con Poza Rica, Coatzintla y Espinal. Se encuentra ubicado en la zona norte del Estado, en la sierra Papanteca, en las coordenadas 20° 27" latitud norte y 97° 19" longitud oeste, a una altura de 180 metros sobre el nivel del mar.

Figura 7: Ubicación de la zona de Papantla, Veracruz.

6.2. CLIMA

El clima de la región de Papantla es cálido regular, con una temperatura media anual de 20.8 °C, con abundantes lluvias en verano y principios de otoño. La precipitación media anual es de 1,186.8 mm.

6.3. SUELO

Su suelo es de tipo feozem, regosol y vertisol, cuyas características principales son: su localización en zonas templadas lluviosas con selva o acidez y susceptibilidad a la erosión.

6.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para el experimento, el estudio se llevó a cabo en tres ranchos diferente del municipio de Papantla, Veracruz. Se utilizaron 48 vacas (16 vacas por experimento) de cruzas cebuinas, con infestación natural de la garrapata *B. microplus*, distribuidas en cuatro tratamientos: T1 (Testigo, control químico de garrapatas), T2 (Consorcios de microorganismos San Pablo), T3 (Microorganismos efectivos Tabasco 1) y T4 (Microorganismos Alemán). El diseño fue completamente al azar (tres experimentos, cuatro tratamientos, cada experimento con 4 UE). Los baños se realizaron cada 15 días, contando el número de garrapatas antes de cada tratamiento. Los tratamientos se aplicaron en los días 0, 15, 30, 45, 60 y 75.

Por tanto para el diseño experimental fue completamente al azar. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza y las medias se

compararon mediante la prueba de tukey. El análisis de los datos incluyó también correlaciones entre las variables de interés.

Cuadro 5. Diseño del experimento.

RANCHO	3	RANCHO1 RANCHO2 RANCHO3
BANIO	5	1 2 3 4 5
TRA	4	ALE SPABLO TAB TESTIGO
REP	4	1 2 3 4

Se analizaron tres ranchos: Rancho uno, Rancho dos y Rancho tres. Los animales fueron sometidos a 5 baños utilizando microorganismos efectivos, consorcios y el producto químico. Con tratamientos y cuatro repeticiones. TRA ALE: Tratamiento Alemán, TRA SPABLO: Tratamiento San Pablo, TRA TAB: Tratamiento Tabasco uno y TRA TESTIGO: Tratamiento testigo con el producto testigo.

6.5. VARIABLES DE ESTUDIO

El variable de estudio que se midió para evaluar la carga parasitaria de los bovinos fue contando los números de garrapatas que presenta el animal infestado. Según SAGARPA (2003) recomendó que el manejo de las garrapatas (*Bophilus microplus)* debe empezar cuando la infestación se alcanza a una calificación de diez o 30 garrapatas como mínimas sobre la mitad del animal en un 30 % del hato.

6.6. MANEJO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS

Se compararon cada uno de los conteos de garrapatas en ambos tratamientos, del grupo testigo y del grupo tratado, utilizando pruebas de tukey para cada momento de medición. Esta prueba de SAS se aplicó para determinar sí el tratamiento tuvo efectos significativos. Para la describir la eficiencia de la aplicación de los microorganismos a través del periodo experimental se utilizó el cuadro 3 para interpretar la carga parasitaria.

También para observar las diferencias significativas en cada uno de los ranchos, los datos fueron analizados a través del paquete SAS con el diseño completamente al azar.

6.7. MANEJO DE LAS VACAS Y APLICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS

Los animales tratados con los microorganismos se encontraban en praderas similares con una dieta suplementaria, minerales y agua. En cada uno de los ranchos fueron establecidos los experimentos y al principio de cada baño se contaban la carga parasitaria, tomando en cuenta el número de identificación, grupos y tratamientos.

6.7.1. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR UNO

Este rancho con sistema de vaca-cría (cruzas de Hereford x Suizo), tiene como propósito producir crías al destete con peso de 200 a 250 kg para la venta. La alimentación de los animales es a base forrajes verdes, que es principalmente zacate estrella mejorado. En esta unidad de producción se lleva a cabo el sistema rotacional de potreros. Para el manejo de las garrapatas se utilizan los Microorganismo efectivos (EM) de Tabasco 1-Tabasco 0 en un intervalo de 15 días.

6.7.2. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR DOS

Este rancho con sistema de doble propósito (Cebú x Holstein y Suizo x Holstein) tiene como objetivo de producir leche y becerros para la engorda. La alimentación de las vacas es a base de forrajes estrella y con un suplemento alimenticio de minerales (maíz, cascara de naranja, sales minerales y urea) con sistema de rotación de potreros. Para el control de las garrapatas (*Bophilus microplus*) se utilizan un producto químico (invermetinas) a una dosis 2 cm por litro de agua, que tiene un costo de $300 el litro.

6.7.3. DESCRIPCIÓN DEL RANCHO DEL PRODUCTOR TRES

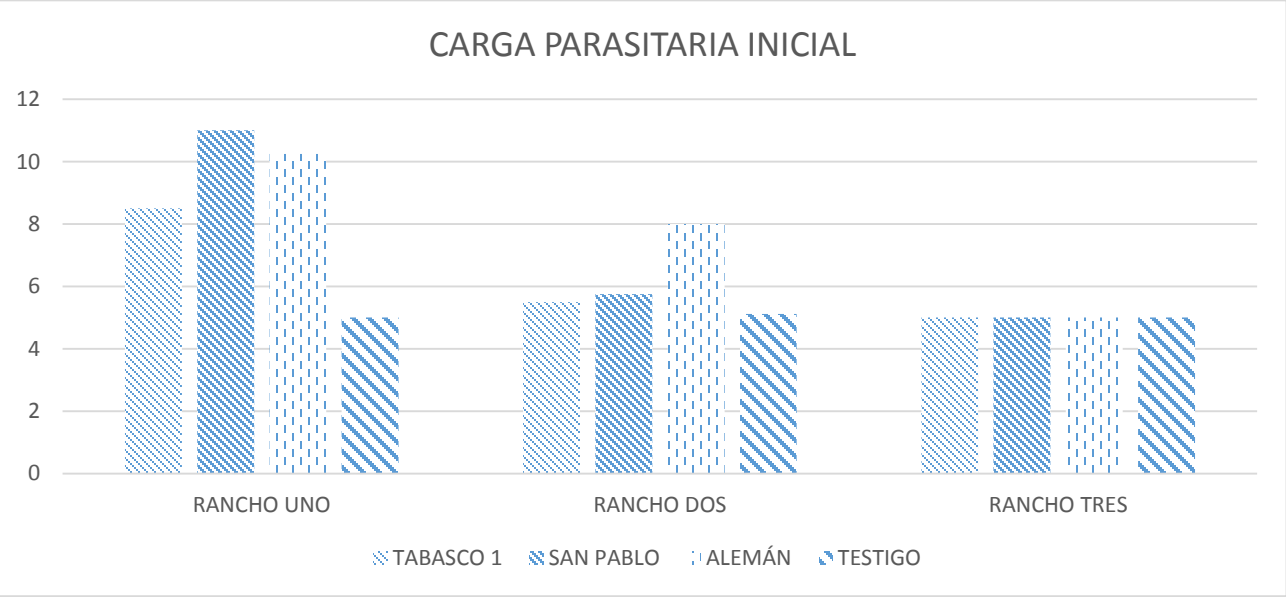
Este rancho con sistema de vaca cría (Suizo- Charoláis) que tiene como objetivo de producir crías para la venta. Las vacas son alimentadas con zacates estrellas que se encuentran establecidos en los potreros y reciben un suplemento de forrajes proteicos. En esta unidad de producción para el control de garrapatas utilizan el producto químico (Nombre comercial: Garraban) que tiene un costo de $400 el litro.

7. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron en el presente estudio se desglosan en etapas. En primer lugar, se describe la situación de carga parasitaria inicial de los animales. Luego se describe el efecto de los tratamientos experimentales en cada uno de los ranchos y tratamientos, la influencia de la secuencia de los baños y la interacción entre esta y los ranchos como fuente de variación.

7.1. CARGA PARASITARIA INICIAL

Como se puede observar en la Figura 8, la carga parasitaria inicial fue mayor ($p < 0.05$) en uno de los ranchos, en comparación con los otros dos. Así mismo, se obtuvo en el rancho 3 la carga parasitaria inicial fue similar entre los distintos tratamientos.



Los niveles de 2, 4, 6, 8,10, y 12 representan las cargas parasitarias de 6, 9,12, 18, 24, 30 y 36 garrapatas/animal, respetivamente.

Figura 8: Carga parasitaria inicial de las garrapatas (*Bophilus microplus*).

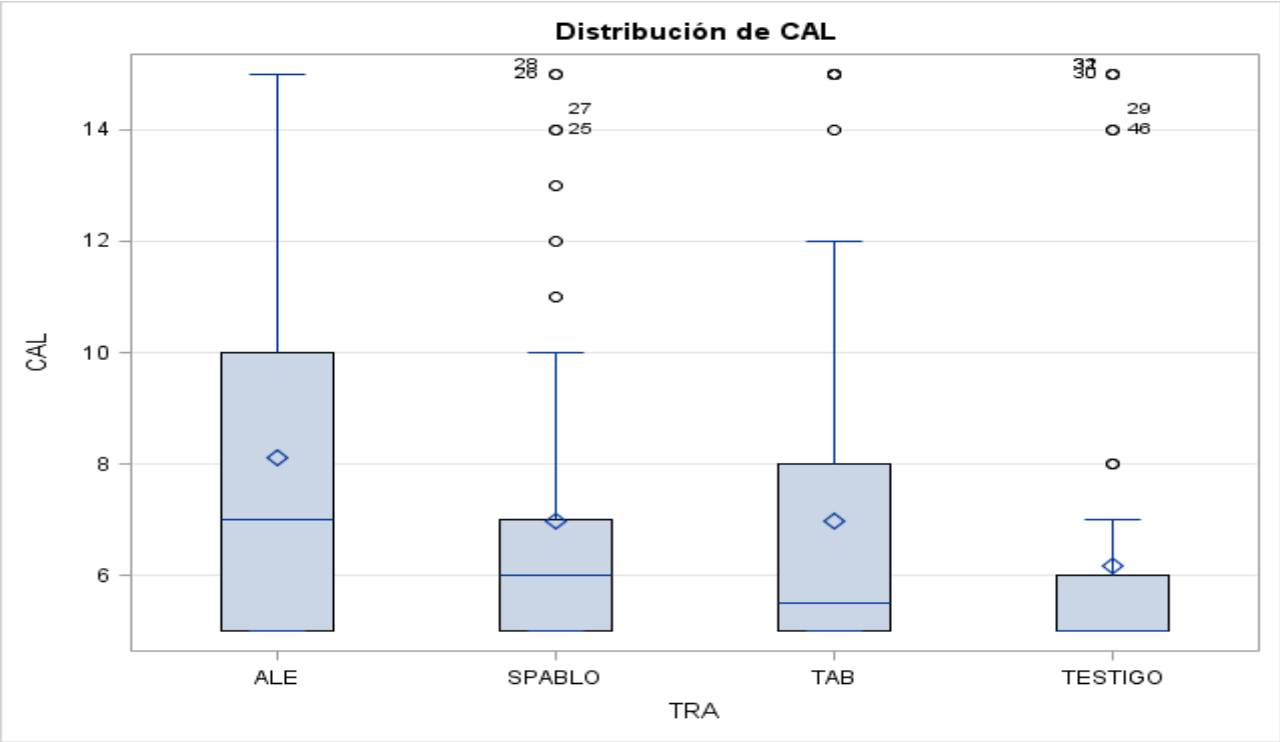
El rango respectivo fue de 5 a 11 según la escala de calificación oficial (cuadro 3). Esto quiere decir que se identificó una situación en la cual la carga parasitaria inicial excedió el parámetro recomendado por la SAGARPA (2003). Esto fue el caso del rancho uno. Si bien la designación de las unidades experimentales a los tratamientos se hizo de manera aleatoria, fue el tratamiento testigo el que tuvo la

carga parasitaria inicial más baja. Este resultado indica que en uno de los ranchos experimentales, el control de garrapatas no se lleva a cabo de la manera recomendada.

Resultados similares fueron observados por Salazar *et al.* (2015), los que citan que las características microclimáticas del ambiente pueden afectar a la variación de la carga parasitaria. En similares estudios los autores señalan que puede haber una variación de dinámica poblacional cuando son diferentes sitios experimentales.

7.2. INTERACCIÓN ENTRE TRATAMIENTOS

Como se puede observar en la Figura 9, la carga parasitaria en el tratamiento Alemán fue mayor ($p < 0.05$), en los tres ranchos. Así mismos, se obtuvo que el tratamiento San Pablo (consorcios de microorganismos) fue similar al producto testigo (químico).



Los niveles de 6, 8, 10, 12 y 14 representan las cargas parasitarias de 12, 24, 30, 36 y 42 garrapatas/animal, respetivamente.

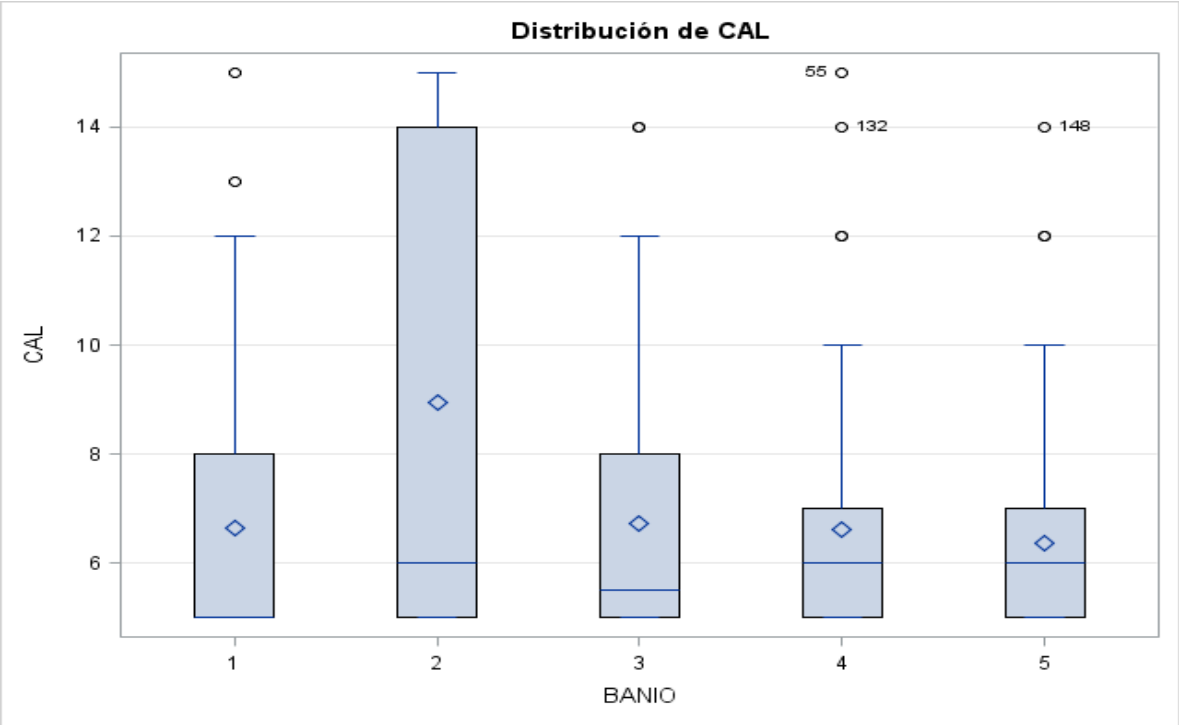
Figura 9: Efectos de los tratamientos experimentales en cada uno de los ranchos.

El rango respectivo de carga parasitaria recibió una calificación de 5 a 10 en los 4 tratamientos. Esto quiere decir que se identificó una situación en la cual el tratamiento en donde la calificación es de 10 es el momento adecuado para llevar a cabo las aplicaciones, según las recomendaciones de la SAGARPA (2003). Esto fue con el tratamiento Alemán. En el tratamiento testigo se observa la menor carga parasitaria. Haciendo comparación del tratamiento testigo en las Figuras 7 y 8 se puede llegar a la conclusión de que el efecto del producto testigo no fue muy significativo ($p < 0.05$). Este resultado indica que los tratamientos tuvieron diferente efectos.

Resultados similares de control de garrapatas (*Bophilus microplus)* fueron observados por Taylor (2008), en donde el autor observa las diferencias de cargas parasitarias entre tratamiento. Un estudio realizado por Ángeles (2010) llega a la conclusión que el efecto de los microorganismos puede ser diferente cuando son diferentes ranchos, esto es debido a efectos ambientales.

7.3. INTERACCIÓN ENTRE BAÑOS Y LOS RANCHOS

Como se puede observar en la Figura 10, la carga parasitaria inicial mayor en comparación con el último baño. Asimismo se observa que los baños 4 y 5 son similares.



Los niveles de 6, 8, 10, 12 y 14 representan las cargas parasitarias de 12, 24, 30, 36 y 42 garrapatas/animal, respetivamente.

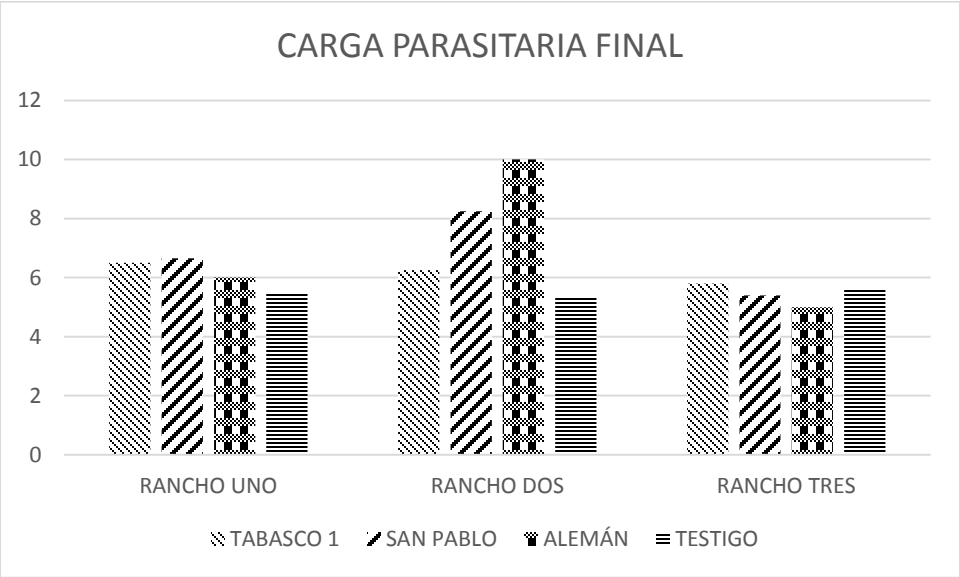
Figura 10: Influencia de la secuencia de baños.

El rango respectivo fue de 6 a 14 según la escala de valoración oficial. Esto quiere decir que se identificó una situación en la cual la carga parasitaria del segundo baño excedió el parámetro recomendado por la SAGARPA (2003). Eso fue el caso de la aplicación dos. Si bien los factores ambientales y de manejo pudieron influir en esta respuesta. Este resultado indica que el uso de cualquier control de garrapatas pueden estar influenciado de factores ambientales como: lluvia, radiaciones solares, humedad y la temperatura (Mau, 2011 y Gómez 2015).

Resultados similares fueron observados por Gómez (2015), en donde describe que la carga parasitaria se redujo en un 60 % en la cuarta aplicación. Un estudio realizado por Rijo (S/F) menciona que la carga parasitaria puede variar de acuerdo a la época del año.

7.4 INTERACCIÓN ENTRE TRATAMIENTOS Y RANCHOS.

Como se puede observar en la Figura 11, la carga parasitaria final fue mayor ($P < 0.05$) en uno de los ranchos, en comparación con los otros dos. Así mismo, se obtuvo que el rancho tres presentó menor infestación de carga parasitaria.



Los niveles de 6, 8, 10 y 12 representan las cargas parasitarias de 12, 24, 30 y 36 garrapatas/animal, respetivamente.

Figura 11: Interacción de carga parasitaria por ranchos.

El rango respectivo fue de 5 a 10 según la escala de calificación oficial. Esto quiere decir que se identificó una situación en la cual la carga parasitaria final resultó ser una carga aceptada según lo recomendado por la SAGARPA (2003). El resultado indica que en los tres ranchos resultaron efectivos los microorganismos. Teniendo el mismo efecto que el producto químico. En conclusión en este estudio los microorganismos resultaron ser efectivos sobre las garrapatas (*Bophilus microplus*), manteniendo una carga mínima de una calificación de 10. Con esta respuesta de carga parasitaria final se mantiene el umbral económico en los ranchos, no se presentan daños en cuanto a pérdidas sanitarias y económicas.

Resultados similares fueron obtenidos por Gómez (2013), cuando se llegó a la conclusión de que la carga parasitaria se redujo a 60% después de la cuarta y quinta aplicación. En el estudio realizado por Taylor (2008), se menciona que los

microorganismos son una nueva alternativa para el combate de las garrapatas (*Bophilus microplus*) bajando una carga parasitaria de 30 garrapatas/animal. Un estudio realizado por Ángeles (2010) y Rijo (2007) menciona que una carga mínima de 35 garrapatas/animal en promedio se disminuye el estrés en los animales. Tencio, (2015) resalta en su estudio la efectividad de los EM para desinfectar al ganado de las moscas, tórsalos y garrapatas. Castillo (1998) encontró en su estudio que el uso de los EM presentó mejores resultados en el control de garrapatas (*Boophilus microplus*) y el tórsalo (*Dermatobia hominis*) haciendo comparación con extractos vegetales.

El control biológico representa en la actualidad una alternativa prometedora en el control de diversas plagas, utilizando para dicho objetivo a los EM y a los consorcios de microorganismos para el control biológico de las garrapatas (Tencio, 2015). Se tienen en registros microorganismos que si son eficientes para el control biológicas de las garrapatas.

Actualmente debido a la aparición de resistencia de las garrapatas (*Bophilus microplus*) según Soja (2014), es conveniente buscar nuevas alternativas para el control de estos ectoparásitos. Un estudio realizado por Gómez *et al.,* (2013) en zona norte de Veracruz encontró la efectividad de los Microorganismos Efectivos y Consorcios de Microorganismos sobre las garrapatas (*Bophilus microplus*).

8. DISCUSIÓN

No obstante, en este estudio bajo condiciones de campo se registró que los EM y los consorcios de microorganismos resultaron ser eficientes sobre las garrapatas. En los tres ranchos en donde se hizo el estudio se encontró que los EM-1 Alemania, Consorcios de microorganismos San Pablo y los EM Tabasco 1, resultaron ser efectivos de alguna manera sobre las garrapatas, aunque hubo variación de carga parasitaria en cada uno de los ranchos. Esto se debe al diferente manejo que se da en los ranchos como menciona Robalcaba (2009). Un estudios realizado por Taylor (2008) encontró que los diferentes dosis de los EM y de aceite utilizados en los tratamientos para el control de garrapatas puede haber variación entre tratamientos. Un estudio realizado por Gómez *et al.,* (2013) encontró la eficiencia de los consorcios de microorganismos y los EM sobre las garrapatas (*Bophilus microplus*).

8.1. ANALISIS ECÓNOMICO

En todas las explotaciones pecuarias es muy importante el análisis de costos, ya que esto representa parte de la rentabilidad de una explotación. A continuación se estiman los costos de aplicación de los baños. Estimación del costo de aplicación de los baños de aspersión a 100 animales, haciendo comparación de precios entre el producto químico y de los microorganismos.

ESTIMACIÓN DE COSTO DE LOS QUÍMICOS PARA 100 ANIMALES

En un rancho en el productor tres en la zona de Papantla, Veracruz para llevar a cabo el control de ectoparásitos, los baños lo realizan cada 15 días con producto Garraban que tiene un precio de $400 el litro, y con una dosis de 5 ml por cada litro de agua. Si se consideran 3 litros de agua por cada cabeza/animal para 100 vacas se utilizan 300 litros.

5 Ml ---------- 1Litros de agua

x----------300 Litros de agua = 1500 Ml de garraban ($400 el litro).

Por tanto, en cada baño de 100 animales se gasta $600 y considerando dos manos de obras para realizar el trabajo ($150 por persona) se gasta un total de $900.

ESTIMACIÓN DEL COSTO DE LOS MICROORGANISMO PARA BAÑAR A 100 ANIMALES.

En el rancho del productor uno para bañar a sus ganados, se utiliza los microorganismos que tienen un costo de $3 el litro y se utilizan en una proporción del 5 %. Si se consideran 3 litros de agua por cabeza, para 100 vacas se utilizan un total de 300 litros de agua.

300 L de agua (5%) ---------- 18 Litros de microorganismos ($3 el L.) = $54.

Por tanto para llevar a cabo un baño con microorganismos para 100 animales se llega a ocupar $54, considerando dos mano de obras de $150, en total se gasta $354.

COMPARACIÓN DE COSTOS

Haciendo la comparación de precios para bañar a los ganados bovinos en la zona Papantla, Veracruz, los microorganismos resultaron ser más económicos en comparación con los químicos. En una unidad de producción en donde se utilizan un producto químico para bañar a sus animales tienen un costo de $9 por unidad animal, mientras que el uso de los microorganismos tiene un costo de $3.50 por unidad animal. Tomando en consideración la efectividad que tienen los microorganismos sobre las garrapatas (*Bophilus microplus)* es recomendable utilizar este tipo de tecnología para el manejo de las garrapatas.

9. CONCLUSIONES

Se cumplieron los objetivos planteados en la investigación. Los microorganismos si tuvieron efectos positivos sobre las garrapatas (*Bophilus microplus*) ya que en los tres ranchos en donde fueron establecidos los experimentos tuvieron una carga mínima de 30 garrapatas/animal.

Al hacer un análisis económico de costos, los baños con microorganismos resultaron ser relativamente barato. Al dejar de usar químicos se bajaron los costos hasta un 61%. Además el uso de microorganismos no contamina y garantiza la salud del consumidor.

9.1. RECOMENDACIONES

Para tener un buen manejo de las garrapatas en el uso de los microorganismos se recomiendan utilizar al menos 3 litros de agua por animal, con 5% de microorganismos y 1% de aceite para facilitar la fijación.

También se considera necesario el darle seguimiento a este tipo de estudios relacionados con los Microorganismos Efectivos (EM) y de consorcios de microorganismos para evaluar su desarrollo en control de ectoparásitos en diferentes tipos de explotaciones bajo diversas condiciones ambientales. También se recomienda que en los estudios siguientes es muy importantes considerar la raza, color y sexo animal ya que estas características influye en los resultados.

10. BIBLIOGRAFíA

Alonso D. M., Rodríguez V. R., Fragoso S. H., y Rosario C. R., 2006. Resistencia de garrapatas a ixodicidas. SAGARPA, México. Pp 105-113.

Ángeles M. E., 2010. Control biológico de la garrapata (*Boophilus microplus*), con el hongo entomopatógeno (*Metarhizium anisopliae*) en un sistema de producción de leche orgánica. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 52 pp.

Benavides O. E, N. A. Romero, B J. Rodríguez. 1989. Situación actual de la resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a acaricidas en Colombia. El diagnóstico de resistencia. *Carta Fedegan* 61, 13-18.

Betancourt E. A., 1993. Susceptibilidad de varias cepas de la garrapata *Boophilus microplus* a diferentes acaricidas. Rev. Cebú 22, 53-55.

Bravo, García, 2012. Babesiosis bovina. Facultad de ciencias agropecuarias escuela de medicina Veterinaria y Zootecnia. 67 pp.

Bravo G. S. 2012. “Babesiosis bovina”. Cuenca, Ecuador. 67 pp.

Bueno, L. C. y Lesmes R. H., 2007. Utilización de Microorganismos Eficientes (EM) en levante de novillas brahmán bajo pastoreo semi-intensivo suplementado en la región de Palmira, valle del cauca. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. Bogotá D. C. 73pp.

Cavallotti, V. B., Palacio M. V. (Coordinadores). 2003. La ganadería mexicana en el nuevo milenio: Situación, alternativas productivas y nuevos mercados. Memorias. Departamento de Zootecnia y CIESTAAM. Chapingo, México. 215 pp.

Cavallotti, V. B., Hernández, M. M., Ramírez, V. B., Marcof, A. C. (Coordinadores) 2006. Ganadería, desarrollo sustentable y combate a la pobreza: Los grandes retos. Memorias. Departamento de Zootecnia y CIESTAAM. Chapingo, México. 235 pp.

Cavallotti, V. B., Ramírez, V. B., Marcof, A. C. (Coordinadores). 2008. Ganadería y Desarrollo rural en tiempos de crisis. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Zootecnia. Chapingo, México. 218 pp.

Cardozo, H. y Franchi, M. 1995. Garrapata, epidemiología y control de *Boophilus microplus*. En: Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención. Ed Nari, A. y Fiel, C. Editorial Hemisferio Sur. Pp. 369 – 402.

Castillo, Y. 1998. Respuesta de la garrapata (*Boophilus microplus*) y el tórsalo (*Dermatobia hominis*) a la aplicación de extractos vegetales y EM en la Zona Atlántica de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, Guácimo, Limón (Costa Rica. Resumen de Tesis. 2 Pp.

Castro, C., Sánchez, R., Iruegas, L., y Saucedo, G. 2001. Tendencias y Oportunidades de desarrollo de la red de leche en México. FIRA. Boletín Informativo. Vol. XXXIII. No. 317.

Cortés-Vecino, 2011. Garrapatas: estado actual y perspectivas**.** Grupo de Parasitología Veterinaria, Laboratorio de Parasitología Veterinaria, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., Colombia. Pp 35- 41.

CONACYT-SAGARPA. 2005. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas en el Sureste de México. Folleto Técnico No.1, 16 pp; http://www.uady.mx/Resistencia.pdf; consultado 24.06.2014.

Domínguez, H. L., García H., C., 2002. Evaluación *IN VITRO* del epazote de zorrillo (*Chenopodium willd)* en garrapatas (*Boophilus microplus* y *Otubius megni*). Chapingo, México. Pp 45-49.

Domínguez, G. D., Rosario C. R., Almazán G. A., 2010. *Boophilus microplus:* Aspectos biológicos y moleculares de las resistencias a los acaricidas y su impacto en la salud animal. 181-192. Tropical and Subtropical Agroecosystems.

Encinas, G. A., A. Oleaga P. y M. Pérez S, A. Rojo F. 1999. Parasitología Veterinaria. Edit. McCraw-Hill Interamericana. USA, pp. 420-421.

Evaluación ambiental para la producción primaria de leche orgánica en hatos del municipio de Arjona, departamento de Bolívar, Colombia. Ambiente y Desarrollo. Pp 37-54.

Fundación Produce Oaxaca. 2007. Introducción. Revista Agroproduce. Octubre 2007.

Garza, U. E., 2007. La garrapata *Bophilus microplus* y su manejo en la planicie Huasteca. INIFAP. San Luis Potosí. Folleto técnico pecuario número 14. 24 pp.

Gómez, C. M. A., Hernández S. M. J., Gómez T. L., Schwentesius R. R., Reyes R. R., Juárez C. I. S. 2013. Manejo ecológico de las Garrapatas (*Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense*) con microorganismos efectivos en la zona Norte del estado de Veracruz. Proyecto de vinculación. CIIDRI, IISEHMER, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. 32 pp.

Gómez, C. M. A., Schwentesius R. R., 2008. Alternativas al Manejo de la Garrapata *Boophilus microplus* en el Trópico. UACH, CIIDRI, REDAC, México, D.F., 150p.

Gómez, Cruz, M. A., Schwentesius Rindermann, R. y Gómez Tovar, L. 2006. Agricultura Orgánica en México. En: Agricultura Orgánica de México. Ed. CIESTAAM-UACh, CONACYT, SAGARPA, RAPAM, Falls Brook Centre, Soyitz. México. 194 pp. ISBN: 968-02-0273-9.

Gómez, C. M., Gómez T. L. y Schwentesius R. R., 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio exterior. 11 pp.

González, J.M. 2004. Efectividad biológica de los entomopatógenos *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill y *Metarhizium anisopliae* (Metsch) para el control del gusano blanco del nopal, Lanífera (Megastes) cicladres (Druce) Lepidoptera: Pyralidae. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. UACh. 46 pp.

Henreaux, J., 2012. Efecto del biocarbón combinado con fertilizantes orgánicos y microorganismos benéficos sobre el desarrollo, productividad y resistencias de las plantas, Turrialba, Costa Rica. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Escuela de posgrado. 113 pp.

INIFAP. 2002. Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. Libro Técnico No. 5. 2ª Edición. México. 12.

Lima, W. S., M. F. Ribeiro, M. P. Guimaraes. 2000. Seasonal variation of *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in cattle in Minas Gerais State, Brazil. Trop Anim Health Prod 32, 375-380.

Mau, F.-P., 2011. EM- Fantastische Efrolge mit effectiven Mikroorganismen in Haus und Garten für Pflanzanwachstum und Gesundheiy. Ed. Goldmann, Alemania.112 pp.

Manual Bayer de la garrapata. Consultada el 28 de julio de 2015. http://www.sanidadanimal.bayer.com.mx/es

Marco, V. D., 2011. Abonos orgánicos. PRONAGRO/SAG, Bulevar Miraflores, Avenida La FAO, Edificio DICTA, segundo piso, Tegucigalpa, Honduras. 15 pp.

Martínez, C., 2001. La demanda internacional de productos orgánicos: ventajas y de debilitantes en la comercialización. SAGARPA. 32 pp.

Martínez C. J., Cotera Rivera, Y José Abad., 2012. Características de la producción y comercialización de leche bovina en sistemas de doble propósito en Dobladero, Veracruz. Revista mexicana de agronegocios. Vol. XVI, núm. 30, enero-junio, 2012, 816-824 pp.

Motta D. y Ordoñez M. 2011. Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. Universidad de la Amazonía, Florencia-Caquetá-Colombia. 14 pp.

Mestra, P. A y Betancur H. 2006. Aspectos básicos para el control de la garrapata del ganado bovino (*Bophilus microplus*). Bogotá. Colombia. 55 pp.

Miranda M. E. y Ossorio M. J. 2006. Detección de resistencia a los acaricidas en la garrapata del ganado *Bophillus microplus* mediante analisis de zimogramas. Revista electrónica Veterinaria. 17 pp.

Paniagua, J. J., y Guerrero H., 2012. Curso de Agricultura Orgánica financiado por JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Agricultura del Gobierno de Japón) http://www.google.com.mx/url. 9 pp.

Osorio, A. 2010. Producción de leche en la zona alta de Veracruz. Primer foro sobre ganadería lechera en la zona alta de Veracruz.

Pech, V., Santos, J., y Montes, R. 2002. Función de producción de la ganadería de doble propósito en la zona oriente del estado de Yucatán, México. Técnica Pecuaria en México. Vol. 40. No. 2.

Quiroz, R.H. 1999. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos. Editorial LIMUSA, México, pp.767-802.

Rodríguez, R. I., Rosado A. a., Basto E. G., Sotero G. V. y Rosario C. R., 2006. Manual técnico para el control de garrapatas en el Ganado bovino. CENID-Parasitología Agrícola. UAY. Jiutepec, Morelos, México. 36 pp.

Research O. y FUNDASES S/F. Guía de la tecnología de EM. San juan, Costa Rica. 36 pp.

Rijo .Camacho E. S/F. Control de garrapata del ganado, *Bophilus microplus* (canestrini) pp. 87-90.

Ruíz, C., Ávila, C., García, L., y Brunett, L. 2008. Sustentabilidad financiera: El caso de una empresa ganadera de bovino de doble propósito. Revista Mexicana de Agronegocios. Año/Vol. XII. No. 022. 16.

SAGARPA S/F. Centro Nacional de servicios de Constatación en salud animal. Importancia económica de garrapatas, ciclo biológico, Fisiología y Métodos de control. 90-95 pp.

Salazar B. R, Barahona, Chará O. 1, 2015. Productividad y carga de parasitaria de bovinos Bos indicus x B. taurus en un sistema silvopastoril intensivo en bosque seco tropical. Departamento de producción animal. Facultad de ciencias agrarias. 103-112 pp.

Salas O., 2011. Biotecnología natural para la productividad. 14 pp.

Soberanes, C., N.; M. Santamaría, V., H. Fragoso S., Z. García V. 2002. Primer caso de resistencia al amitraz en la garrapata del ganado *Boophilus microplus en México*. En: Revista Técnica Pecuaria. Vol. 40, No. 1, pp. 81-92.

Soja, 2014. Brasil: prohíben las ivermectinas de larga duración para asegurar la calidad de las exportaciones de carne bovina. Brasil. Revista técnica.

SENASICA. 2014. Campaña nacional en contra de la Garrapata *Boophilus;* http://www.senasica.gob.mx/?id=4393

Taylor, R., 2008. El uso del EM-5 en el control de garrapatas (*Bophilus microplus*) en ganado híbrido. Universidad HEAR. 18 pp.

Tencio, C. R., 2012. Usos de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica o ecológica en Costa Rica. APODAR (Asociación de Productores Orgánicos de Alfaro Ruiz). 12 pp.

Uribe, J. F., Estrada M., Santiago C. Z., y Hernández L., 2001. Evaluación de los Microorganismos eficaces (EM) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. Medellín. Colombia. Vol. 14. 18 pp.

Vélez-Castro, M. T., Cano Arenas, R. L., Corrales-Julio, R. & García Vergara, M. C. 2014. Vizíno- Gerdts, 2011. Babesiosis bovina, la verdadera “fiebre de garrapatas”, gran limitante para una óptima productividad ganadera en el trópico. Laboratorios LIMOR de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia. 89-90 pp.

ANEXOS

En este experimento el control biológico de garrapata (*Bophilus microplus*) fue lo siguiente. Se analizaron tres ranchos diferentes para observar el comportamiento de estos parásitos.

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable de la carga parasitaria de las garrapatas durante la aplicación de los baños.

F.V	D. F.	S.C	C.M	F. cal	Pr>F
Modelo	27	1121.916667	41.5524	8.13	<.0001
Error	212	1083.266667	5.109748		
Total corregido	239	2205.183333			

Se observa que existen diferencias significativas entre ranchos*tratamientos, diferencias. ($P < 0.05$)

Cuadro 5. Comparación de medias de mortalidad ocasionadas por microorganismos. Mediante la prueba de Tukey.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	N	PRUEBA DE TUKEY
ALE	8.1000	60	A
SPABLO	6.9833	60	A
TAB	6.9667	60	A
TESTIGO	6.1833	60	A

ALE: Tratamiento Alemán, SPABLO: Tratamiento San Pablo, TAB: Tratamiento Tabasco 1, TESTIGO: Tratamiento Testigo (producto químico).

Cuadro 6. Comparación de medias de mortalidad de garrapatas (*Bophilus micropus*) en cada uno de los ranchos.

RANCHO	MEDIAS	N	GRUPO TUKEY
RANCHO 1	9.1125	80	A
RANCHO 2	6.7875	80	AB
RANCHO 3	5.2750	80	B

Cuadro 7. Interacción de los tratamientos experimentales en los baños.

BAÑOS	MEDIAS	N	GRUPO TUKEY
1	6.6042	48	B
2	8.9375	48	A
3	6.7292	48	B
4	6.6042	48	B
5	6.3750	48	B

Cuadro 11: Comparaciones de medias de mínimos cuadrados por la pruebaTukey.

BANIO	TRA	CAL LSMEAN	LSMEAN Number
1	ALE	7.7500000	1
1	SPABLO	7.2500000	2
1	TAB	6.3333333	3
1	TESTIGO	5.2500000	4
2	ALE	10.3333333	5
2	SPABLO	8.4166667	6
2	TAB	8.6666667	7
2	TESTIGO	8.3333333	8
3	ALE	8.0833333	9
3	SPABLO	6.4166667	10
3	TAB	6.0000000	11
3	TESTIGO	6.4166667	12
4	ALE	7.3333333	13
4	SPABLO	6.0000000	14
4	TAB	7.6666667	15
4	TESTIGO	5.4166667	16
5	ALE	7.0000000	17
5	SPABLO	6.8333333	18
5	TAB	6.1666667	19
5	TESTIGO	5.5000000	20