



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS  
ESCUELA DE ZOOTECNIA

Determinación de residuos de acaricidas en leche entera bovina en la zona Central,  
Pacífico Central, Huetar Norte, Caribe y Chorotega

Cecilia Alvarado Vega

Tesis presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en  
Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2019

Esta tesis fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

---

M.Sc. Rodolfo WingChing-Jones

Director de tesis

---

M.Sc. Alejandro Chacón Villalobos

Miembro del tribunal

---

Ph.D. Andrea Molina Alvarado

Miembro del tribunal

---

Ph.D. Luis Villalobos Villalobos

Miembro del tribunal

---

M.Sc. Carlos Arroyo Oquendo

Director de Escuela

---

Bach. Cecilia Alvarado Vega

Sustentante

## **DEDICATORIA**

A mi mamá por su apoyo y comprensión brindada a lo largo de la carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitir cumplir este proyecto.

A mi tutor M.Sc. Rodolfo WingChing-Jones por permitirme realizar dicho proyecto y guiarme durante el proceso.

A Max Porras Meléndez y Diego Cordero por ayudarme en parte de la recolección de muestras.

Al CICA (Centro de Investigación de Contaminación Ambiental); Susana Briceño Guevara, Jessie Matarrita Rodríguez, Mario Masís Mora, Greivin Pérez Rojas y Ericka Fernández Fernández, por realizar el análisis de las muestras y por el apoyo brindado.

A las personas que me hicieron llegar a los productores; Dr. Juan José Monge, Ing. Javier Aguilar, Dr. Armando Fernández, Dr. Brayan Fallas, Dra. Magaly Arias, Dr. Diego Arrieta, Dr. Luis Roberto Guevara, Ing. Víctor Salazar, Ing. William Hernández. A los productores que nos permitieron el ingreso a la explotación para tomar la muestra de leche y los que contribuyeron al desarrollo de este proyecto.

## ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
Hoja de aprobación.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Ciclo de vida de la garrapata.....	4
Mecanismos de resistencia a los garrapaticidas.....	4
Control de garrapatas.....	5
OBJETIVOS.....	14
a. General:.....	14
b. Específicos:.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Procedimiento general.....	15
Tratamientos.....	16
Variables a evaluar.....	17
Unidad Experimental.....	17
Descripción del análisis estadístico.....	17
Resultados y discusión.....	18
Uso de los productos acaricidas en los sistemas productivos visitados.....	18
Sistemas artesanales e industriales.....	19
Manejo para el control de garrapatas.....	20
Principios activos empleados para el control de garrapatas.....	21
Control sobre los garrapaticidas empleados, en relación a la fecha de vencimiento, registro de productos empelados e ingreso de animales nuevos.....	22
Rotación de productos para el control de garrapatas.....	23

Método de aplicación del garrapaticida .....	24
Uso de protección al emplear productos químicos .....	25
Forraje presente en las fincas visitadas .....	25
Uso de desparasitantes internos .....	27
Alternativas de control para garrapatas .....	27
2. Niveles de residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós detectados en muestras de leche entera bovina .....	28
2.1 Productos veterinarios utilizados en sistemas artesanales e industriales en muestras donde se cuantifico presencia de residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina. ....	32
3. Productos comerciales que contienen las moléculas activas de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós.....	34
CONCLUSIONES.....	41
RECOMENDACIONES .....	43
LITERATURA CITADA.....	44
Anexos.....	52

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Métodos descritos en la literatura para el control de garrapatas.....	6
2	Impacto de estrategias de control sobre la población de garrapatas.....	7
3	Descripción de plaguicidas de uso común en lecherías.....	9
4	Mecanismo de acción de plaguicidas de uso común en lecherías para el control de garrapatas.....	10
5	Datos farmacocinéticos de plaguicidas de uso común en lecherías para el control de garrapatas.....	11
6	Límites máximos para residuos (LMR) de plaguicidas.....	12
7	Presencia de residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós.....	13
8	Descripción de metodología para el análisis de contaminantes en leche bovina.....	16
9	Cantidad de fincas visitadas por provincias donde se extrajo una muestra de leche de 100 ml y cantidad de fincas con residuos de acaricidas.....	19
10	Datos generales de 200 sistemas visitados dedicados a la producción de leche, distribuidos a nivel nacional y donde se obtuvo una muestra de leche de 100 ml.....	19



11	Medidas de tendencia central para la frecuencia que realizan los baños para el control de garrapatas, cantidad de producto aplicado a cada animal y tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche.....	21
12	Principios activos utilizados en los sistemas de leche artesanales e industriales para el control de la garrapata.....	22
13	Cantidad de sistemas lecheros que permiten o no el ingreso de animales nuevos y verifican o no la fecha de vencimiento y el principio activo antes de adquirir un producto para el control de garrapata.....	23
14	Intervalos de tiempo utilizados en los sistemas lecheros para rotar el principio activo de los productos empleados para el control de garrapata.....	24
15	Técnicas empleadas en los sistemas lecheros para realizar los baños al ganado para el control de la garrapata.....	24
16	Utensilios de protección que se emplean en los sistemas lecheros al realizar los baños con productos químicos para el control de garrapata.....	25
17	Forraje predominante en sistemas artesanales e industriales visitados a nivel nacional.....	26
18	Productos empleados en los sistemas artesanales e industriales en potrero para el control de garrapatas.....	26
19	Principio activo de desparasitantes internos empleados en los sistemas artesanales e industriales.....	27

20	Alternativas amigables con el ambiente empleadas en sistemas lecheros artesanales e industriales para el control de garrapatas.....	28
21	Presencia de residuos de amitraz en leche cruda proveniente de sistemas artesanales.....	29
22	Presencia de residuos de clorpirifós en leche cruda proveniente de sistemas artesanales e industriales.....	30
23	Presencia de residuos de cipermetrina en leche cruda proveniente de sistemas artesanales e industriales.....	31
24	Productos veterinarios utilizados en sistemas artesanales e industriales para el control de garrapatas.....	33
25	Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen amitraz como ingrediente activo.....	35
26	Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen ciflutrina como ingrediente activo.....	36
27	Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen cipermetrina como ingrediente activo.....	37
28	Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen coumafós como ingrediente activo.....	39
29	Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen clorpirifós como ingrediente activo.....	40

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Distribución de los 200 sistemas productivos visitados a nivel nacional y de los cuales se extrajo una muestra de leche de 100 ml.....	18
2	Distribución de los sistemas de producción artesanales e industriales donde se detectaron residuos de acaricidas en leche.....	28
3	Relación de la presencia de residuos de clorpirifós (mg/kg) con la cantidad de litros de garrapaticida aplicados al animal.....	30
4	Relación de la presencia de residuos de cipermetrina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche.....	32
5	Ingrediente activo presente en productos comerciales que se encuentran registrados en la base de datos del SENASA.....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Distribución de los 200 sistemas lecheros visitados por provincia, de los cuales se extrajo una muestra de leche de 100 ml.....	52
2	Puntos geográficos marcados por GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de las 200 fincas visitadas.....	59
3	Resultados de las 200 muestras de leche analizadas en el CICA (Centro de Investigación de Contaminación Ambiental) mediante la metodología establecida para matrices altas en grasa.....	62
4	Muestras que presentaron residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina.....	71
5	Presencia de residuos de clorpirifós y cipermetrina en relación al tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche, la frecuencia que se realizan los baños y la cantidad de litros de producto aplicado/animal.....	73
6	Encuesta dirigida a productores artesanales e industriales de fincas visitadas.....	75

## RESUMEN

Se visitaron 200 fincas lecheras distribuidas a nivel nacional para diagnosticar el uso de productos acaricidas para el control de garrapatas y extraer una muestra de leche de 100 ml para determinar los niveles de residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós. Se encontró que el amitraz es el principio activo de mayor uso en los sistemas artesanales e industriales. Se detectó en 19 fincas lecheras la presencia de residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina, pero no la presencia del coumafós y la ciflutrina, a pesar de que los productores los utilizan. Para el amitraz se estableció que las muestras se encontraron por debajo del LMR (Límite Máximo para Residuos) permitido (0,01 mg/kg). No se encontró relación del contenido residual del amitraz con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche, con los litros de producto aplicado/animal y de la frecuencia que se realizan los baños. Para el clorpirifós se encontraron tres muestras con residuos por encima del LMR el cual es de 0,01 mg/kg. Las muestras que sobrepasaron el LMR fueron en 1%, 4% y 5% respectivamente. Para las muestras restantes los residuos detectados se encontraron por debajo del LMR. Se encontró una leve tendencia que indica que a mayor cantidad de producto que se aplica al animal se cuantifica mayor presencia de residuos de clorpirifós. Para la cipermetrina los residuos detectados se encontraron por debajo del límite permitido (150 µg/kg). Además se encontró una leve tendencia entre los residuos de cipermetrina con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche. El 76,32% de sistemas artesanales y 67,28% industriales desconocen otra alternativa diferente al producto químico y que sea amigable con el ambiente para controlar garrapatas. Además en los sistemas visitados no se respeta el periodo de retiro del garrapaticida empleado. Con respecto a la rotación de productos, en 89,47% de sistemas artesanales y 78,26% de sistemas industriales no rotan el producto empleado para el control de garrapata. La frecuencia de baños (días) en sistemas artesanales, fue de  $40,76 \pm 41,40$  y  $28,47 \pm 30,74$  en sistemas industriales. Para la cantidad de producto (litros) que aplican al animal al momento de realizar el baño fue de  $1,60 \pm 0,85$  en sistemas artesanales y  $1,99 \pm 1,21$  en sistemas industriales. Para la verificación de la fecha de vencimiento en 92,10% de sistemas artesanales y 87,58% de sistemas industriales si la realizaban. Sin embargo, en sistemas artesanales no registran los productos que aplican,

solo el 84,47% de sistemas industriales si lo realizan. Por otra parte, 84,21% y 93,20% de sistemas artesanales e industriales respectivamente, mantienen un hato cerrado y certificado como hato libre de brucelosis y tuberculosis. El ingrediente activo cipermetrina-clorpirifós, es el de mayor uso en sistemas artesanales e industriales, a pesar de ser utilizado en ganado lechero, es el que posee el mayor tiempo de retiro, el cual en los sistemas lecheros visitados no se respeta. Se contabilizaron 60 productos comerciales que poseen como ingrediente activo las moléculas analizadas. La cipermetrina es el principio activo que prevalece (40%), seguido del amitraz (37%), coumafós (13%), clorpirifós (7%) y en menor cantidad la ciflutrina (3%). El baño por aspersion es el método empleado por los sistemas visitados. Se encontró que en 57,90% de sistemas artesanales y 60,87% de sistemas industriales no utilizan ningún tipo de protección al momento de la preparación y la aplicación de garrapaticidas, lo cual compromete la salud del productor, ya que se pueden generar intoxicaciones, alergias, esterilidad o algún otro padecimiento. Para asegurar que la leche sea un producto inocuo se necesita regular el uso de productos químicos, así como la aparición de productos comerciales con nuevas moléculas las cuales pueden comprometer la salud del productor y consumidor. Además de asesorar al productor a controlar las garrapatas por medio de alternativas amigables con el ambiente, con el fin de reducir o sustituir el uso de productos químicos.

## INTRODUCCIÓN

El 28% de las fincas agropecuarias en el país tienen como actividad principal la producción de ganado, de las cuales el 25,6% corresponde al ganado lechero, el 42,1% por ganado de carne y el 32,0% por ganado de doble propósito (INEC 2015).

Con respecto al sector lechero, a nivel industrial se procesan 681 millones de litros por año con un consumo per cápita de productos lácteos de 216 kilogramos por habitante al año mientras que en el resto de países el promedio de consumo es de 110 kilogramos (Coto 2018). Al ser un producto esencial para el consumidor nacional, se debe velar por un producto inocuo, lo cual conlleva el compromiso desde el productor en finca hasta la industria que la procesa y comercializa.

Las decisiones asociadas con la administración de medicamentos a las vacas lecheras en lactancia así como en ganado de carne, son la causa de la aparición de residuos en la leche y carne, y estas tienen lugar en la finca (Carmona y Vindas 2007). Los productores olvidan realizar la lectura de las etiquetas de los productos aplicados, por lo tanto, no existe una dosis adecuada suministrada si cambia la concentración del producto, desconocen el ingrediente activo que aplican, no toman en cuenta el tiempo de retiro y secuencia del baño, al no cumplir con las indicaciones de la etiqueta los ectoparásitos crean resistencia (WingChing-Jones 2017).

Así mismo, los parásitos internos y externos del ganado son una de las principales causas de pérdidas económicas en regiones tropicales, subtropicales y templadas del mundo (Nari 2005). Las afecciones parasitarias son consideradas como causa importante de déficits en la productividad ganadera, debido a la morbilidad y la mortalidad que provocan en los animales, alteraciones reproductivas y altos costos, ocasionados por su control (Nari 2003).

La garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, representa un desafío para los productores de ganado, debido a la rapidez de desarrollar resistencia a los productos acaricidas (Guerrero et al. 2012). El crecimiento de la resistencia a diferentes moléculas, el elevado precio de las más novedosas, la necesidad de buscar alternativas amigables con

el ambiente y los peligros de residuos en los alimentos de consumo humano, se convierten en una importante barrera sanitaria para el comercio, lo que obliga a un cambio de paradigma y a la implementación de métodos de control (Álvarez y Hernández 2010).

En Costa Rica existe el control para residuos de antibióticos y plaguicidas en carne, pero no para leche de vaca o productos lácteos. Los contaminantes químicos controlados para la producción lechera son únicamente los antibióticos de las familias de los  $\beta$ -lactámicos, dejándose de lado el resto de familias de antibióticos y plaguicidas controlados a nivel nacional (WingChing-Jones 2017).

Por consiguiente, con este proyecto se pretende determinar los niveles de residuos de amitraz, coumafós, clorpirifós, ciflutrina y cipermetrina, en muestras de leche entera bovina en sistemas de producción lechera de Costa Rica. De esta manera, se busca contribuir en la mejora de la capacidad analítica con la que cuenta el país, para el análisis de residuos de acaricidas e insecticidas en leche bovina, lo que sin duda representa una puerta que se abre a nivel nacional ante la falta de análisis de laboratorio en este campo, además del desarrollo de estrategias de capacitación a productores para evitar estos residuos (WingChing-Jones 2017).

Esta propuesta, ampliaría los controles a la manufactura de la leche entera en el país, con el fin de obtener un producto inocuo. El uso de acaricidas para el control de las garrapatas en el ganado, es una práctica común en estos sistemas y con serios problemas de control por problemas de resistencia de los ácaros a los productos, por un mal uso de los mismos, donde se dan problemas de rotación de ingrediente activos y malas dosificaciones.



## REVISIÓN DE LITERATURA

*Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, conocida como garrapata común del bovino, es un ectoparásito hematófago (Sarmiento 2015). Es vector de patógenos como *Anaplasma marginale*, *Babesia bigemina* y *Babesia bovis* presentes en la sangre de los bovinos, lo que la convierte en un grave problema para la ganadería (Botello et al. 2011).

En Costa Rica, gran parte de las áreas ganaderas presentan condiciones óptimas para el desarrollo de los ectoparásitos, en particular, de las garrapatas (Álvarez et al. 2003a), las cuales provocan una serie de daños a sus hospederos como la succión de sangre y el consiguiente debilitamiento, disminución de la producción, daños en la piel, problemas alérgicos, aumento en los costos de producción, problemas ambientales por los productos químicos que se utilizan en el control, desarrollo de resistencia, residuos en los productos de consumo humano de origen animal y muerte (Álvarez et al. 2005).

Las garrapatas se encuentran divididas en dos familias: la Ixodidae, también conocidas como garrapatas duras por poseer una lámina dorsal dura y la familia Argasidae, conocidas como garrapatas blandas por carecer de la lámina dorsal (Polanco y Ríos 2016). Dentro del grupo de las garrapatas duras se encuentran las de uno y tres huéspedes (Montero et al. 2001). Las garrapatas duras más importantes que afectan a los bovinos son *Boophilus microplus* (Canestrini, 1887), *Amblyomma* spp., y en especial *A. cajennense* (Álvarez et al. 2000). Las garrapatas suaves de un hospedero (Álvarez et al. 2003a), se encuentran en todo el país hasta una altura de 2000 m y una temperatura de 13°C (Álvarez et al. 2003b) mientras que las especies del género *Amblyomma* son de tres hospederos (Álvarez et al. 2003a). Las garrapatas de un huésped, una vez que ubican un buen lugar para fijarse, comienzan a alimentarse (chupar sangre). A los pocos días de adheridas se transforman en ninfas de cuatro pares de patas, continúan alimentándose de sangre, mudan y se convierten en hembras y machos adultos. El apareamiento (fecundación) se realiza sobre el animal. Las hembras continúan chupando sangre hasta llenarse y caen al suelo. Mientras que las garrapatas de tres huéspedes requieren uno para las larvas, que luego de alimentarse caen y mudan en el suelo; otro para las ninfas, que también caen y mudan en el suelo, y un tercero para el adulto (Montero et al. 2001).

## **Ciclo de vida de la garrapata**

El ciclo de vida de una garrapata se inicia cuando las larvas se adhieren a un animal. Para la garrapata *Boophilus microplus*, la fase de desarrollo en el huésped dura entre 19-25 días, luego de lo cual las hembras ingurgitadas (llenas de sangre) se desprenden para colocar huevos en el suelo (cada garrapata puede producir hasta 3000 huevos). Luego de un mes bajo condiciones climáticas favorables aparecen las larvas que tienen el tamaño de la punta de un alfiler, con tres pares de patas, ubicadas sobre el borde del pasto en masas de miles de individuos. Una vez localizado un animal donde alimentarse, luego de una semana sobre el bovino (cuando no son detectables) mudan al estadio de ninfa (con cuatro pares de patas), las cuales ya es posible observar como pequeños granos de color entre gris-azul oscuro de 1-2 mm de tamaño. Estas garrapatas, luego de una semana adicional, mudan a adultos, una semana más tarde, la garrapata hembra ingurgitada alcanza un tamaño hasta de 8 mm y está lista para desprenderse del animal para comenzar a poner huevos en el suelo (Benavides et al. 2016).

## **Mecanismos de resistencia a los garrapaticidas**

La resistencia a los garrapaticidas, es una condición genética que le confiere a una población de garrapatas la capacidad para adaptarse a un ambiente tóxico, lo que le permite sobrevivir a la exposición de los garrapaticidas que matan a otros individuos de la misma población (Rosario et al. 2009).

Las garrapatas poseen dos importantes mecanismos de defensa para contrarrestar el efecto tóxico de los productos químicos:

1) La detoxificación metabólica debida a la participación de enzimas como el citocromo P450, las glutatión-s-transferasas y las carboxilesterasas las cuales degradan y/o secuestran a las moléculas de los garrapaticidas. La resistencia mediada por estererasas es un mecanismo importante en los procesos de detoxificación de piretroides y organofosforados en varios insectos y garrapatas (Baffi et al. 2008, Miller et al. 2008).

2) Mutación en el sitio blanco del garrapaticida, con esta estrategia evitan el efecto tóxico del ingrediente activo del producto químico (Rosado et al.2008). Además, la sustitución de una fenilalanina por una isoleucina en el gen del canal de sodio, genera resistencia a la familia de los piretroides sintéticos (He et al. 1999). También la sustitución

de una glutamina por una arginina en el gen de la acetilcolinesterasa III, se asocia con la resistencia a compuestos de la familia de organofosforados (Temeyer et al. 2007).

Por otra parte, la resistencia se clasifica en cuatro grupos (Díaz et al. (2006):

1. Resistencia del comportamiento: es cuando el insecto modifica su conducta para evitar el contacto con el insecticida.

2. Resistencia de la penetración: es una modificación del exoesqueleto del insecto para inhibir o retardar la penetración del químico, y que en general tiene que ver con la concentración de lípidos que facilitan o retardan la penetración del pesticida a través de esta estructura.

3. Resistencia metabólica: es la detoxificación del insecticida por procesos enzimáticos que radica en la modificación de las vías metabólicas del insecto.

4. Insensibilidad del sitio de acción: los sitios blancos como canales de sodio (blanco de los piretroides) y la acetilcolinesterasa (blanco de los carbamatos y organofosforados), presentan modificaciones en el sitio de unión o en las propiedades catalíticas, lo cual se traduce en una reducida sensibilidad de la enzima blanco a la inhibición por el insecticida.

### **Control de garrapatas**

Para el control de la garrapata se utilizan diferentes métodos (Cuadro 1), en un estudio realizado por Álvarez et al. (2008) encontraron que el control químico logró la mayor aceptación por las facilidades que presenta y su efecto rápido. Sin embargo, dicho método provoca resistencia a productos químicos (Álvarez y Hernández 2010). Por lo cual, es necesario generar información sobre técnicas que disminuyan la frecuencia de aplicación de los acaricidas químicos (Rosario et al. 2016).

Cuadro 1. Métodos descritos en la literatura para el control de garrapatas.

Métodos	Descripción	Fuente
Biológico	Se emplean depredadores como aves, hormigas, avispas, hongos, lagartijas, bacterias y gusanos entomopatógenos	Benavides et al. (2016), CFSPH (2007), Garza (2007), Montero et al. (2001), Rosario et al. (2016)
Inmunológico	Mediante una vacuna el bovino desarrolla anticuerpos que ayudan a la reducción de garrapatas. Se debe alternar el uso de la vacuna con otro método de control	Benavides et al. (2016), Montero et al. (2001), Rosario et al. (2016), Suárez et al. (2007)
Manejo integral	Adecuada rotación de potreros, siembra de pastos mejorados, fertilizar potreros, evitar la movilización de animales sin previo baño, seleccionar animales con alta resistencia	Benavides et al. (2016), CFSPH (2007), García (2010), Garza (2007), Montero et al. (2001), Rosario et al. (2016), Sarmiento (2015),
Químicos sintéticos	Consiste en el uso de acaricidas, entre los más frecuentes se incluye los organofosforados, piretroides, amidinas y endectocidas	CFSPH (2007), García (2010), Garza (2007), Montero et al. (2001), Rosario et al. (2016)
Químicos naturales de plantas	El uso de hierbas con acción insecticida y acaricida. El clavo de olor, morera, pimienta negra; aumentan la mortalidad en garrapatas	Álvarez et al. (2008), Benavides et al. (2016), Chungsamarnyart y Jansawan (2001)

Tras la implementación de métodos alternativos para el control de garrapatas se demuestra que se generan resultados positivos (Cuadro 2), ya que el uso indiscriminado de acaricidas químicos trae consigo serias consecuencias tales como: costos elevados de tratamientos garrapaticidas, elevado precio de la mano de obra para su aplicación y serios problemas de contaminación de leche y carne (Rosario et al. 2016).

Cuadro 2. Impacto de estrategias de control sobre la población de garrapatas.

Método utilizado	Resultados obtenidos	Fuente
Hongos entomopatógenos	Para <i>Beauveria Bassiana</i> la mortalidad en larva fue de 16 % y para hembra adulta 10%. <i>Metarrizum sp</i> redujo entre 60-80% la población de teleóginas	Garza (2007), Rojas et al. (2007)
Extracción manual	Redujo en 21% la población inicial de garrapatas	WingChing (2015)
Vacuna	Por medio de Gavac® el uso de acaricidas se reduce en 92%	Suárez et al. (2007)
Manejo de pasturas	Pasturas infestadas deben permanecer libres de 6-9 meses para interrumpir el ciclo de vida de la garrapata. La <i>Brachiaria brizantha</i> produce una sustancia que evita que las larvas suban al tallo. El control de malezas reduce la densidad de garrapatas en potreros entre 50-85%	CFSPH (2007), Garza (2007), Rosario et al. (2016)
Selección de razas	El pardo suizo y el uso de sangre cebú hasta F <sub>1</sub> son resistentes a las garrapatas y mantienen su condición lechera	Garza (2007)
Productos químicos	El amitraz y coumafós posee una efectividad de 99,4 y 54,8% respectivamente	Garza (2007)
Plantas naturales	El clavo de olor es 100% eficaz sobre la mortalidad de garrapatas. La morera es 100% eficaz en la fase de ovoposición. La pimienta negra es 99,85% eficaz en la fase de eclosión	Álvarez et al. (2008)

El uso indiscriminado de plaguicidas en el ganado bovino, conlleva consecuencias graves en la salud del consumidor, como son: sensibilidad, resistencia, alergias, cambios en la flora intestinal (Carmona y Vindas 2007).

La cantidad de plaguicidas que llegan a la leche depende del tipo de preparado (ingrediente activo y vehículo), dosis y forma de aplicación, producción de leche del animal tratado, tipo y grado de afección mamaria y tiempo que media entre el tratamiento y el ordeño. De la dosis administrada a la glándula mamaria, una parte es absorbida pasando al torrente sanguíneo, otra es inactivada por la leche y los productos generados por la

infección y el resto, que es la mayor parte, es excretada a la leche durante los ordeños posteriores (Magariños 2000).

Las causas principales de la presencia de residuos de plaguicidas en leche bovina se deben a sus propiedades fisicoquímicas particulares de liposolubilidad (WingChing-Jones 2017). En adición se debe mencionar el uso excesivo y poco regulado de estos compuestos en las prácticas agropecuarias para el control de las enfermedades de los animales, transmitidas por insectos y parásitos.

Se comprueba que los animales productores de leche expuestos a tales condiciones, son capaces de trasladar a su proceso metabólico una carga importante de contaminación por plaguicidas y ser acumulada en lípidos y lipoproteínas (WingChing-Jones 2017). Debido al porcentaje de lípidos presentes en la leche, esta se convierte en un medio en el cual es de esperar la presencia de residuos de plaguicidas o metabolitos de biotransformación de este (Romero et al. 2005).

Dentro de los principios activos permitidos, utilizados en lechería para el control de *R. microplus*, se encuentran los acaricidas de las familias amidinas y ciertos compuestos organofosforados permitidos para ser utilizados en ganado de producción de leche (WingChing-Jones 2017). Los acaricidas utilizados para ganado lechero se describen en el Cuadro 3, así como su mecanismo de acción sobre las garrapatas (Cuadro 4), y datos farmacocinéticos (Cuadro 5) de los cuales se analizará la presencia en muestras de leche.

Cuadro 3. Descripción de plaguicidas de uso común en lecherías.

Plaguicida	Grupo químico	Fórmula	Acción biocida	Toxicidad humana	*Vida media	**Persistencia
Amitraz	Formamidina	C <sub>19</sub> H <sub>23</sub> N <sub>3</sub>	Acaricida, insecticida	Posible carcinogénico, capacidad irritativa y alérgica	4 horas	Ligeramente persistente
Ciflutrina	Piretroide	C <sub>22</sub> H <sub>18</sub> Cl <sub>2</sub> FNO <sub>3</sub>	Insecticida	Capacidad irritativa y alérgica	9 semanas	Poco persistente
Cipermetrina	Piretroide	C <sub>22</sub> H <sub>19</sub> Cl <sub>2</sub> NO <sub>3</sub>	Acaricida, insecticida	Capacidad irritativa y alérgica	20-29 días	Poco persistente
Coumafós	Organofosforado	C <sub>14</sub> H <sub>16</sub> ClO <sub>5</sub> PS	Acaricida, insecticida	Capacidad irritativa y alérgica	185 días	Poco persistente
Clorpirifós	Organofosforado	C <sub>9</sub> H <sub>11</sub> Cl <sub>3</sub> NO <sub>3</sub> PS	Insecticida	Capacidad irritativa y alérgica	28,9 días	Poco persistente

\*Vida media: tiempo que tiene que transcurrir para que se desactive la mitad del plaguicida.

\*\*Persistencia: periodo durante el cual los plaguicidas retienen sus características físicas, químicas y funcionales en el ambiente luego de su emisión. Se clasifican según la vida media.

Fuente: UNA 2018, Errecalde et al. (1989), ITVER (2017), MSPS (2010), Picco et al. (2011), Junquera (2018), MSPS (2012), MSPS (2013), Torri (2015).

Cuadro 4. Mecanismo de acción de plaguicidas de uso común en lecherías para el control de garrapatas.

Grupo químico	Mecanismo de acción sobre garrapatas	Fuente
Formamidina	Provocan hiperexcitabilidad, parálisis y muerte. La excitación hace que las garrapatas no logren fijarse al hospedador para chupar sangre. Poseen un efecto repelente lo que hace que las garrapatas se desprendan del hospedador antes de morir	Ortiz (2010)
Piretroide	Interfiere en los canales de sodio del sistema nervioso central y periférico, lo que provoca repetidas descargas nerviosas, bloqueo del axón nervioso, parálisis y la muerte	Ponce et al. (2006)
Organofosforado	Actúan al absorberse mediante los lípidos del cuerpo del insecto. Inhibe la actividad de la enzima acetilcolinesterasa, esto produce un efecto en el aumento de estímulos nerviosos	Ponce et al. (2006), Badii y Garza (2007)



Cuadro 5. Datos farmacocinéticos de plaguicidas de uso común en lecherías para el control de garrapatas.

Grupo químico	Datos farmacocinéticos	Fuente
Formamidina	La absorción cutánea es lenta. Se absorbe 10% de la dosis administrada. En 24 horas se excreta el 60% del amitraz, mediante metabolismo hepático y excreción renal. El amitraz se degrada y pierde potencia en contacto con el agua	Errecalde et al. (1989), ITVER (2017), MSPS (2010)
Organofosforados	Se acumulan en tejidos ricos en grasas. Se elimina por orina y leche. La absorción del clorpirifós es lenta y variable, en sangre la detección varía entre 0,25 y 10 horas y entre 1-36 horas alcanza la concentración máxima. El coumafós se absorbe poco a sangre a través de la piel, sin embargo 8 días tras la administración los residuos en leche pueden superar los límites de tolerancia	Errecalde et al. (1989), Picco et al. (2011), Junquera (2018)
Piretroides	Por su escasa absorción los residuos en tejidos son escasos y poco persistentes debido a que la metabolización hepática es rápida. La cipermetrina se absorbe lenta, la mayor cantidad de residuos se encuentran en la grasa. Mientras que la ciflutrina no penetra la piel en cantidades significativas	Errecalde et al. (1989), MSPS (2012), MSPS (2013)

Estos acaricidas tienen un período de retiro entre 24 y 72 horas. Sin embargo, por diversos motivos estos períodos, señalados en los prospectos, no se respetan y la recolección de leche para consumo humano se hace de forma sistemática, donde se hace caso omiso al día de la aplicación, lo que atenta contra la salud pública, en particular a los grupos vulnerables de la población como pueden ser los niños, los adultos mayores y personas con trastornos de salud (WingChing-Jones 2017).

Para el caso del control sanitario de la leche, la normatividad costarricense vigente, de acuerdo con el Reglamento Técnico RTCR 401-2006: Leche cruda y Leche Higienizada, referida a leche de vaca, ya sea cruda o pasteurizada, establece que esta debe respetar los límites máximos establecidos, según la clasificación de los inhibidores microbianos Decreto N°33812 (2005). Además, este reglamento insta la prohibición de la comercialización de leche para consumo humano directo, si sobrepasa los límites establecidos; sin embargo, no establece posibles destinos o normas para un correcto descarte de la leche contaminada (Zumbado y Romero 2015).

Los límites máximos para residuos de plaguicidas en todo tipo de leche que se comercialice de forma directa para consumo humano se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Límites máximos para residuos (LMR) de plaguicidas.

Plaguicida	LMR	Fuente
Amitraz	0,01 mg/kg	Decreto N°33812 (2005)
Ciflutrina	0,01 mg/kg	Decreto N°33812 (2005)
$\alpha$ cipermetrina	50,00 ug/kg	Decreto N°33812 (2005)
$\beta$ cipermetrina	100,00 ug/kg	Decreto N°33812 (2005)
Coumafós	0,01 mg/kg	Decreto N°178 (2005)
Clorpirifós	0,01 mg/kg	Codex (1985)

A través de la literatura consultada, se muestran estudios donde se detectan residuos de plaguicidas en productos para consumo humano (Cuadro 7). Para el caso de cipermetrina y amitraz presentan una residualidad en leche mayor a los límites máximos de residuos (LMR) (0,05 mg/kg y 0,01 mg/kg respectivamente). Sin embargo, los demás residuos detectados se encuentran por debajo del LMR ( $500 \mu\text{g L}^{-1}$ ), lo cual indica realizar un uso racional y responsable de plaguicidas en las prácticas pecuarias, ya que el problema de la residualidad de pesticidas en leche, se centra en la dosis letal crónica, que consiste en la ingestión de pequeñas dosis del tóxico de forma diaria, cuya degradación es lenta, y se deposita en los tejidos grasos (Magariños 2000).

Cuadro 7. Presencia de residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós encontrados en alimentos para consumo humano.

Plaguicida	Presencia de residuos	Cantidad detectada (mg/kg)	Fuente
Amitraz	Tejido animal	0,02 mg/kg	McDougall et al.(1979), Ruíz y Blanco (2009)
	Leche	0,01- 1,64 mg/kg	
	Mantequilla	0,17 mg/kg	
Ciflutrina	Tomate	0,003-0,035mg/kg	Estay (2007), Organic Center (2008)
	Leche	1 ppb	
Cipermetrina	Berenjenas	0,02 mg/kg	Carretero (2011), Estay (2007), Ruíz y Blanco (2009)
	Leche	0,52- 1,22 mg/kg	
	Chiles	0,03 mg/kg	
	Plátanos	0,02 mg/kg	
Coumafós	Tomate	0,008-0,07 mg/kg	Fagnani et al. (2011)
	Leche	0,04 $\mu\text{g L}^{-1}$	
Clorpirifós	Plátanos	0,31mg/kg	Carretero (2010), Estay (2007), Shahzadi et al. (2013)
	Lechuga	0,02-2,34mg/kg	
	Espinaca	0,22mg/kg	
	Leche	0,002-0,41 mg/L	

Los efectos tóxicos ante la presencia de altos niveles de residuos de pesticidas en leche, van desde fenómenos neurológicos como vómitos, parálisis y calambres (Costabeber y Emanuelli 2002). Además de efectos a largo plazo, como; cáncer, trastornos endocrinos, retrasos en el aprendizaje, problemas reproductivos (infertilidad y abortos), incremento en la incidencia de diabetes y posibilidad de malformaciones, alteraciones cromosómicas, como el síndrome de Down (Parra et al. 2003). En caso de un alto consumo de residuos de organofosforados en leche, pueden generar problemas tóxicos a largo plazo, como lo son; problemas neurotóxicos y conductuales, influencia positiva en la aparición del mal de Parkinson, exacerbación de enfermedades infecciosas y leucemia linfocítica crónica (Ruiz y Blanco 2009).

## OBJETIVOS

### a. General:

- Determinar los niveles de residuos de acaricidas utilizados en la producción de leche entera para el control de garrapatas en el ganado bovino.

### b. Específicos:

- Desarrollar un diagnóstico del uso de productos acaricidas por parte de los productores para el control de la garrapata.
- Determinar los niveles de residuos amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós en leche entera bovina utilizados en los sistemas de producción láctea en el país.
- Desarrollar un listado con productos comerciales que contienen las moléculas activas de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Procedimiento general

Se visitaron 200 sistemas de producción distribuidos en todo el país, en las comunidades de Agua Zarcas, Ciudad Quesada, Florencia, Fortuna, Tilarán, Cartago, Turrialba, Puerto Viejo de Sarapiquí, Guápiles, Pérez Zeledón, Puriscal, Bagaces, Nandayure, Nicoya, Hojanca y Esparza, de cada sistema se recolectó una muestra de leche. Además se generó un diagnóstico de los sistemas visitados, debido a que se solicitó a los productores información relacionada al número de animales en la finca, tamaño de la finca, manejo sanitario para el control de garrapatas y el volumen de leche producido por día (Anexo 6). Se realizó una categorización de los sistemas productivos según los grupos de acaricidas: amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós. En el caso de los sistemas productivos que no utilizan los grupos, se consideró como efecto de la muestra.

Se tomaron muestras de 100 ml de leche de forma directa del tanque recolector. Para tal fin, el tanque de la leche se agitó por 10 minutos antes de la toma de muestra. Con ayuda de un muestreador de leche, se realizaron tres movimientos de extracción-expulsión de la leche, al iniciar con el cuarto movimiento, la muestra se depositó en un frasco de vidrio esterilizado, hasta obtener un volumen de 100 ml, en ese momento, se selló y se identificó, con el número de finca y se colocó en una hielera con hielo para su traslado, se mantuvieron a 7 grados Celsius, según Reglamento de Recibo y Recolección de leche 2018 (Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L 2018). Cada vez que se ingresó una nueva muestra se midió la temperatura y si esta era mayor a la establecida se agregó un kilogramo de hielo que cubría todas las muestras para garantizar la temperatura adecuada. Dichas muestras fueron analizadas en el Centro de Investigación de Contaminación Ambiental (CICA). La metodología para analizar las muestras (Cuadro 8), se basa en el procedimiento desarrollado y validado por el proyecto VI-739-B7-609 “Análisis de residuos de acaricidas en leche entera bovina utilizados en el control de la garrapata en sistemas de producción lechera de Costa Rica”, para análisis de residuos en matrices altas en grasa ya implementadas y validadas en dicho laboratorio.

Cuadro 8. Descripción de metodología para el análisis de contaminantes en leche bovina.

Etapa de la metodología	Acción realizada en el laboratorio
Preparación de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Pesar la cantidad validada de la muestra de leche entera de vaca</li> <li>b. Agregar el volumen de estándar de recuperación</li> <li>c. Agitar vigorosamente por al menos un minuto y dejar reposar por 10 min</li> </ul>
Extracción	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Adicionar acetónitrilo a la muestra</li> <li>b. Agitar por 10 min</li> <li>c. Agregar las sales de extracción</li> <li>d. Agitar por 1 min y centrifugar</li> </ul>
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. De la fase de acetónitrilo, se toma un volumen de muestra y se coloca en el tubo limpieza</li> <li>b. Agitar por 1 min y centrifugar</li> <li>c. Del extracto limpio se toma un volumen en un tubo con sales</li> <li>d. Agitar por 1 min y centrifugar</li> <li>e. Se toma un volumen y se coloca en un vial</li> <li>f. Se inyectan los viales por la técnica de análisis de espectrometría de masas en tándem</li> </ul>

### Tratamientos

Al ser un diagnóstico de la residualidad de sustancias acaricidas en los sistemas de producción de leche y doble propósito en el país, se consideró como tratamiento, a los sistemas que utilizan amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós como ingrediente activo.

Para el objetivo tres, se realizó una búsqueda de información en la base de datos del Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) durante los meses de octubre a noviembre del 2018, de los productos comerciales que se encuentran registrados y que presentan como ingrediente activo el amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós. Posterior a esa búsqueda, se clasificaron los productos comerciales por medio de grupos para cada ingrediente activo.

## **Variables a evaluar**

Número de animales en la finca, tamaño de la finca, volumen de leche producido por día, manejo sanitario para el control de garrapatas y concentración determinada en la muestra de leche en residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós.

## **Unidad Experimental**

Se consideró la muestra de leche de 100 ml, como la unidad experimental en este diagnóstico, la cual representó a cada sistema de producción.

## **Descripción del análisis estadístico**

La información obtenida, se analizó por medio de medidas de tendencia central como el promedio, desviación estándar, frecuencia absoluta, frecuencia relativa valor máximo y valor mínimo para cada grupo de ingrediente activo. Posterior a los resultados obtenidos, se graficaron para estimar una posible regresión entre los residuos de ingrediente activo y litros de producto/animal, días después del baño y frecuencia que realizan los baños.

## Resultados y discusión

### Uso de los productos acaricidas en los sistemas productivos visitados

A nivel nacional (Figura 1), se visitaron 38 fincas artesanales<sup>1</sup> y 162 industriales<sup>2</sup> dedicadas a la producción de leche. Alajuela presentó la mayor cantidad de muestreos (Cuadro 9), esto se debe a ser la provincia con mayor cantidad de ganado lechero (INEC 2015), mientras que Heredia presentó la menor cantidad, debido a una menor disponibilidad de contactos. Con respecto a fincas con presencia de residuos de acaricidas, Cartago y Guanacaste presentaron la mayor cantidad, seguido de Puntarenas, Limón, Alajuela y San José, mientras que Heredia fue la única provincia donde no se detectó ningún tipo de residuos de las moléculas analizadas (Cuadro 9).

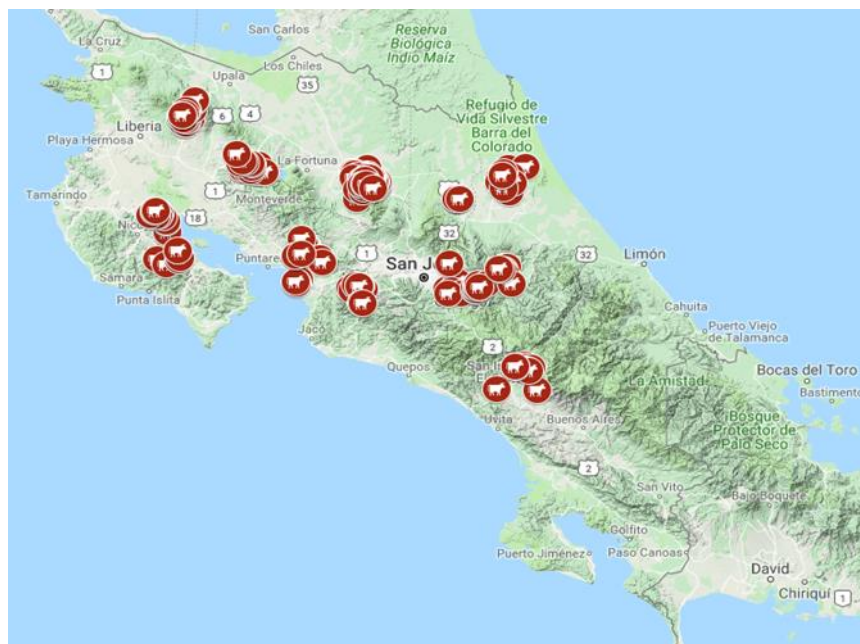


Figura 1. Distribución de los 200 sistemas productivos visitados a nivel nacional y de los cuales se extrajo una muestra de leche de 100 ml.

Fuente: Google Maps (2019)- Qgis (2018)

<sup>1</sup>Artesanal: productor de leche que se dedica a comercializar de forma independiente el producto lácteo (leche fluida, queso y natilla).

<sup>2</sup>Industrial: productor de leche que entrega la leche fluida a una planta procesadora bajo la modalidad de cooperativa o empresa privada.



Cuadro 9. Cantidad de fincas visitadas por provincias donde se extrajo una muestra de leche de 100 ml y cantidad de fincas con residuos de acaricidas.

Provincias	Cantidad de fincas visitas		Cantidad de fincas donde se detectó residuos de acaricidas	
	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial
San José	-	22		2
Alajuela	-	65		3
Cartago	10	15	3	1
Heredia	2	5	-	-
Guanacaste	-	49		4
Puntarenas	20	-	3	-
Limón	6	6	2	1
Total	38	162	8	11

### Sistemas artesanales e industriales

En los sistemas visitados, se caracterizó la cantidad de animales, tamaño de la explotación, producción de kg de leche/día y razas o cruces predominantes (Cuadro 10). Entre las razas se encontraron Jersey, Holstein, Guernsey, Simmental, Gyr lechero y Pardo Suizo. Además de cruces entre Holstein x Jersey, Brahman x Holstein, Brahman x Jersey, Brahman x Pardo Suizo, Brahman x Simmental, Jersey x Simmental y Holstein x Gyr.

Cuadro 10. Datos generales de 200 sistemas visitados dedicados a la producción de leche, distribuidos a nivel nacional y donde se obtuvo una muestra de leche de 100 ml.

	Medidas de tendencia	Cantidad de animales	Tamaño de la explotación (ha)	Kg leche/día
Artisanal	Promedio	16,29	17,23	192,22
	Mediana	13,50	10	120
	Máximo	35	99	900
	Mínimo	3	1	6
Industrial	Promedio	67,11	75,05	974,30
	Mediana	50	34	700
	Máximo	672	1000	4400
	Mínimo	6	3	50

Los sistemas industriales presentan una relación 4:1 en cantidad de animales y hectáreas al compararse con los artesanales, y una relación de 5:1 en la producción de leche, donde los animales de sistemas industriales producen 4 litros de más que los

animales de sistemas artesanales. Comportamiento, que se asocia a un manejo sanitario, nutricional y reproductivo, productos de un proceso de capacitaciones y asesoramientos por personal capacitado en los sistemas industriales.

### **Manejo para el control de garrapatas**

La frecuencia de baños (días) en sistemas artesanales, fue de  $40,76 \pm 41,40$  y  $28,47 \pm 30,74$  en industriales (Cuadro 11), lo cual indica que en los sistemas industriales realizan baños para el control de garrapatas con más frecuencia que en los artesanales. Sin embargo ambos sistemas no cumplen con las recomendaciones establecidas, la frecuencia de baños se debe adecuar al género de garrapatas presentes en la finca, procurando que el control se haga antes que la garrapata alcance la fase adulta, para *Boophilus Microplus* (1 huésped) se debe bañar cada 14 días, y en los casos de *Amblyoma sp* en bajura o de *Ixodes* en altura, ambas garrapatas de 3 huéspedes se debe bañar cada 7 días, no de forma permanente sino hasta alcanzar de 15-20 garrapatas por vaca, nivel adecuado para generar suficiente inmunidad en el hato (Carmona y Vindas 2007).

Los resultados encontrados para la cantidad de producto (litros) que aplican al animal al momento de realizar el baño son de  $1,60 \pm 0,85$  para sistemas artesanales y  $1,99 \pm 1,21$  para industriales (Cuadro 11). Dichos datos se encuentran por debajo de los que recomienda la literatura, la cual establece que una bomba de espalda de 20 litros alcanza para bañar 5 animales (Montero et al.2001), lo que equivale a 4 litros para cada animal. El usar menos cantidad de la solución recomendada, puede implicar que haya partes del cuerpo del animal no sean bañadas y el control sea ineficaz, causando una reinfestación (Carmona y Vindas 2007).

Cuadro 11. Medidas de tendencia central para la frecuencia que realizan los baños para el control de garrapatas, cantidad de producto aplicado a cada animal y tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche.

	Medidas de tendencia central	Frecuencia que realiza los baños (días)	Tiempo entre el último baño y la toma de muestra de leche (días)	Producto aplicado por animal (litros)
Artesanal	Promedio	40,76 ± 41,40	26 ± 29,14	1,60 ± 0,85
	Mediana	30,50	14	1,28
	Máximo	183	153	4
	Mínimo	4	0	0,17
Industrial	Promedio	28,47 ± 30,74	18,58 ± 28,16	1,99 ± 1,21
	Mediana	22	10	1,80
	Máximo	183	182	6,25
	Mínimo	4	0	0,28

### Principios activos empleados para el control de garrapatas

En relación al principio activo empleado en los sistemas visitados se encontró que el amitraz es el de mayor uso (Cuadro 12), la ciflutrina, coumafós y cipermetrina . clorpirifós, presentaron un menor uso, ya que los productores indicaron que el amitraz presenta mayor eficacia para el control de garrapatas, en comparación con los demás principios activos mencionados.

Lo anterior indica la necesidad de ofrecer asesorías a los productores en relación a la problemática específica que presenta cada finca, no generalizar el uso de un ingrediente activo ya sea por costumbre o por desconocimiento de opciones apropiadas, ya que cada sistema productivo tiene distintas necesidades y de tal forma reducir la resistencia a productos químicos.

Cuadro 12. Principios activos utilizados en los sistemas de leche artesanales e industriales para el control de la garrapata.

Principio activo	Sistemas artesanales (fincas)	Sistemas industriales (fincas)
Amitraz	21	113
Ciflutrina	2	26
Cipermetrina . clorpirifós	5	7
Coumafós	2	11
Diclorvós	1	11
Eprinomectina	1	1
Fipronil	2	7
Flumetrina	3	4
Metrifonato (triclorfon)	1	3

**Control sobre los garrapaticidas empleados, en relación a la fecha de vencimiento, registro de productos empelados e ingreso de animales nuevos**

Cuando se estudió si en las fincas se efectuaba una verificación de fecha de vencimiento de los garrapaticidas empleados, se encontró que un 92,10% de sistemas artesanales y 87,58% de los industriales si verificaban este parámetro (Cuadro 13). Antes de aplicar un producto veterinario, es necesario revisar la integridad del envase, la fecha de vencimiento, leer las instrucciones de administración dadas por los fabricantes y prestar atención a la dosificación del producto a utilizar, dado que la eficacia de un producto veterinario está vinculada a la administración de la dosificación correcta (Pulido 2015).

De los sistemas artesanales visitados ninguno tiene la práctica de registrar los productos garrapaticidas que aplica, mientras que en los industriales el 84,47% si lo realizan (Cuadro 13). Como parte de las buenas prácticas en el uso de medicamentos veterinarios se debe registrar en un formato determinado el uso de todos los medicamentos veterinarios utilizados, contemplando los siguientes aspectos: fecha de administración, nombre del medicamento, principio activo, fecha de vencimiento, dosis administrada, identificación del animal tratado, nombre y firma del responsable de la administración, tiempo de retiro (ICA 2007).

Cuadro 13. Cantidad de sistemas lecheros que permiten o no el ingreso de animales nuevos y verifican o no la fecha de vencimiento y el principio activo antes de adquirir un producto para el control de garrapata.

	Sistemas artesanales		Sistemas industriales	
	Si	No	Si	No
Fecha de vencimiento	35	3	141	20
Principio activo	4	34	48	113
Registran productos	0	38	136	25
Ingreso de animales nuevos	6	32	11	151

Con respecto al crecimiento o cambio del hato, se encontró que el 15,79% de los sistemas artesanales y 6,80% de industriales permiten el ingreso de animales provenientes de fincas certificadas de hato libre de brucelosis y tuberculosis (Cuadro 13), lo que concuerda con lo establecido por SENASA (2003); antes de ingresar un animal a la finca se debe verificar que la finca donde proviene el animal tenga al día el Certificado Veterinario de Operación (CVO) y el certificado de hato libre de brucelosis y tuberculosis. Mientras que el 84,21% y 93,20% de sistemas artesanales e industriales respectivamente, mantienen un hato cerrado y certificado como hato libre de brucelosis y tuberculosis (Cuadro 13).

### **Rotación de productos para el control de garrapatas**

El 89,47% de sistemas artesanales y 78,26% de industriales no rotan el producto empleado para control de garrapata, (Cuadro 14). La razón de los productores de no cambiar el principio activo es porque el que han utilizado a través del tiempo, logra controlar los niveles de infestación de la garrapata.

Los intervalos de tiempo que emplean los productores para cambiar el principio activo del producto se describen en el Cuadro 14, en el caso de sistemas donde el intervalo de tiempo es de 8 días a 3 meses se debe a que el productor es consciente que el grado de infestación en finca es alto y por el bajo grado de sensibilidad que presenta la garrapata ante la presencia del producto químico. Para Cantú y García (2013), en un clima cálido-subhúmedo como lo es el estado de Tamaulipas, México a 10 m s.n.m se recomienda cambiar el producto de 6 a 12 meses y es importante que el cambio sea entre principios activos diferentes, no cambiar de nombre comercial. Sin embargo, para Carmona y Vindas

(2007) no se debe hacer rotación del principio activo, hasta que los fenómenos de baja efectividad se hayan presentado.

Cuadro 14. Intervalos de tiempo utilizados en los sistemas lecheros para rotar el principio activo de los productos empleados para el control de garrapata.

Intervalo de tiempo	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
8 días	-	4
15 días	1	8
22 días	1	7
1 mes	1	6
2 meses	1	2
3 meses	-	5
1 año	-	3

### Método de aplicación del garrapaticida

El baño por aspersión es el método empleado en los sistemas visitados, sin embargo, en ambos sistemas se empleaban técnicas diferentes. Aplican el producto con los animales sueltos o encepados o bien solo en la zona infectada, después de terminado el ordeño de la mañana (Cuadro 15). El 52,63% de sistemas artesanales bañan a los animales sueltos después del ordeño de la mañana y 45,96% de sistemas industriales bañan a los animales encepados y al igual que los artesanales después del ordeño de la mañana.

Cuadro 15. Técnicas empleadas en los sistemas lecheros para realizar los baños al ganado para el control de la garrapata.

Técnica empleada para bañar al animal contra la garrapata	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Sueltos, después del ordeño de la mañana	20	69
Encepadas, después del ordeño de la mañana	14	74
Localizado, después del ordeño de la mañana	4	12
Uso de manga	-	6

Cuando se baña un número grande de animales y estos se encuentran sueltos, por medio de baños de aspersión no se garantiza un buen baño ya que a muchas áreas del

cuerpo del animal no llega el producto, por ende muchas garrapatas quedan sin contacto del producto. La eficiencia del baño está limitada por la persona que lo realiza, a muchos animales no se les aplica la cantidad de litros que garantice el buen baño (Cuadro 11) (Cantú y García 2013). Además no se deben bañar a los animales durante las horas más calurosas del día, debido al aumento de capilaridad a nivel de la piel, por ende mayor absorción, lo que podría ocasionar intoxicación en el animal. Así mismo, se prefiere en las primeras horas de la mañana o al anochecer (fin de la tarde) (Noriega et al. 2012).

### Uso de protección al emplear productos químicos

Se encontró que el 57,90% de sistemas artesanales no utilizan ningún tipo de protección al momento de la preparación y la aplicación de garrapaticidas, mientras que en sistemas industriales se encontró un 60,87% (Cuadro 16). Se encontró que el equipo de protección de mayor uso es la mascarilla, mientras que los lentes son de menor uso (Cuadro 16). Cabe resaltar que para productos aplicados por aspersion se debe usar ropa adecuada, guantes, lentes, mascarilla protectora, delantal y botas de hule durante la aplicación (Noriega et al. 2012), el no realizar dicha práctica compromete la salud del trabajador, ya que se pueden generar intoxicaciones, alergias, esterilidad o algún otro padecimiento.

Cuadro 16. Utensilios de protección que se emplean en los sistemas lecheros al realizar los baños con productos químicos para el control de garrapata.

Equipo de protección	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Delantal	1	17
Guantes	7	20
Lentes	1	1
Manga larga	7	5
Mascarilla	12	51

### Forraje presente en las fincas visitadas

Se encontraron 12 especies forrajeras utilizadas en los 200 sistemas lecheros visitados (Cuadro 17). En los sistemas artesanales el pasto brizantha (*Brachiaria brizantha*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*) prevalecen, mientras que en los industriales es el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Para Garza (2007) el pasto brizantha tiene efecto repelente contra las garrapatas, debido a las vellosidades que producen una sustancia de un olor característico que evita que las larvas suban a través de los tallos. Sin embargo, las

macollas que forma el pasto brizantha y la habilidad del pasto estrella de cubrir el suelo, se convierten en nichos favorables para la deposición de los huevos de las garrapatas.

Cuadro 17. Forraje predominante en sistemas artesanales e industriales visitados a nivel nacional.

Forraje predominante en finca	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Angleton ( <i>Dichanthium aristatum</i> )	-	13
Braquiaria ( <i>Brachiaria decumbens</i> )	9	14
Brizantha ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	10	28
Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	10	85
Kikuyo ( <i>Kikuyuochloa clandestina</i> )	5	5
King Grass ( <i>Pennisetum purpureum</i> )	-	2
Mombasa ( <i>Panicum maximum</i> )	3	38
Mulato ( <i>Brachiaria hibrido</i> )	-	2
Ratana ( <i>Ischaemum indicum</i> )	7	14
Swasi ( <i>Digitaria swazilandensis</i> )	2	-
Tanner ( <i>Brachiaria arrecta</i> )	6	48
Toledo ( <i>Brachiaria brizantha CIAT 26110</i> )	-	2

En los sistemas artesanales solo el 2,63% aplican producto en potrero para controlar garrapatas y 6,83% industriales. Los productos utilizados en potrero para el control de garrapatas se describen en el Cuadro 18. El Metafix® es un hongo entomopatógeno, enemigo natural de insectos, ácaros, babosas, prosapia, garrapatas y otros (Obregon 2018). Mientras que el Tigre 25 EC® posee acción de piretroide y de organofosforado para el control de insectos (Agrocosta 2018). El uso de hongos entomopatógenos es una buena alternativa para la sustitución de productos químicos. En un estudio realizado por Rojas et al. (2007), realizaron la simulación de las condiciones de potrero (pasto estrella; *Cynodon nlemfuensis*) por medio de macetas bajo condiciones de laboratorio, lograron una reducción entre 60-80% de la población de teleóginas.

Cuadro 18. Productos empleados en los sistemas artesanales e industriales en potrero para el control de garrapatas.

Nombre comercial	Principio activo	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Metafix®	Metarrhizium anisopliae var. Anisopliae	1	5
Tigre 25 EC®	Diclorvos- Cipermetrina	-	6



## Uso de desparasitantes internos

Con respecto a los sistemas artesanales e industriales el 68,42% y 62,73% utilizan desparasitantes internos en el momento del secado del animal. El principio activo de los desparasitantes internos utilizados se muestra en el Cuadro 19, se observa que el antiparasitario inyectable de mayor uso para ambos tipos de sistema es la ivermectina. Mientras que el antiparasitario oral de mayor uso son los benzimidazoles. Para el caso de las ivermectinas no se pueden utilizar para vacas en producción de leche, ya que los periodos de retiro son prolongados (Carmona y Vindas 2007) y esto genera presencia de dichos medicamentos en la leche.

Cuadro 19. Principio activo de desparasitantes internos empleados en los sistemas artesanales e industriales.

Principio activo	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Albendazol-cobalto	-	1
Benzimidazoles	8	26
Doramectina	-	13
Fenbendazol	2	11
Imidazotiazol	-	3
Ivermectina	17	59
Ivermectina-clorsulón	-	1

## Alternativas de control para garrapatas

Se encontró que el 23,68% y 32,72% de sistemas artesanales e industriales respectivamente, conocen y aplican alternativas a los productos químicos y amigables con el ambiente para controlar garrapatas. Sin embargo, estos porcentajes son bajos, lo que puede estar asociado a falta de información o interés por parte del productor para emplear en finca nuevas alternativas. Cabe resaltar que el implementar métodos alternativos para el control de garrapatas generan resultados favorables (Cuadro 2) de esta forma se reduce el uso de productos químicos, lo que contribuye a la protección del ambiente y evitar la presencia de residuos en leche.

Las alternativas que se aplican en dichos sistemas se describen en el Cuadro 20. El *Metarhizium anisopliae* es el de mayor uso en ambos sistemas, seguido de la extracción manual y del uso de *Beauveria bassiana*. Los efectos positivos que generan el implementar dichas alternativas se describen en el Cuadro 2.

Cuadro 20. Alternativas amigables con el ambiente empleadas en sistemas lecheros artesanales e industriales para el control de garrapatas

Alternativas	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Aves- Tijó	-	3
<i>Beauveria bassiana</i>	2	14
Cal en potrero	1	1
Extracción manual	2	15
Madero negro	1	1
<i>Metarhizium anisopliae</i>	4	31
Vacuna	-	4

## 2. Niveles de residuos de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós detectados en muestras de leche entera bovina

De 200 muestras de leche recolectadas (Anexo 3), se encontró en 19 sistemas residuo de amitraz, clorpirifós y cipermetrina (Anexo 4). De dichos sistemas 8 provienen de artesanales y 11 industriales (Figura 3). Pertenecientes a la zona de Pérez Zeledón, Cartago, San Carlos, Hojancha, Tilarán, Nandayure, Esparza y Cariari (Anexo 1).

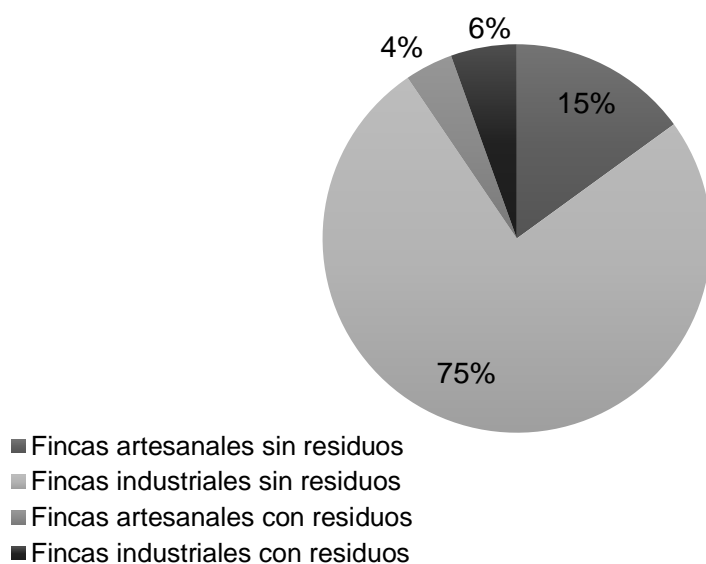


Figura 2. Distribución de los sistemas de producción artesanales e industriales visitados a nivel nacional y de los cuales se extrajo una muestra de leche de 100 ml.

En relación a los resultados generados, se evidenció la presencia de amitraz, clorpirifós y cipermetrina (Cuadros 21, 22 y 23). Del total de las muestras analizadas, el 8% de ellas presenta residuos de amitraz, 34% de clorpirifós y 58% de cipermetrina. No se detectó la presencia del coumafós y la ciflutrina, a pesar de que los productores si los utilizan.

Los resultados obtenidos para el contenido de amitraz se muestran en el Cuadro 21. Para dicha molécula el LMR (Límite Máximos para Residuos) permitido es de 0,01 mg/kg (Cuadro 5). Lo cual indica que las dos muestras se encuentran por debajo del LMR.

Cuadro 21. Presencia de residuos de amitraz en leche cruda proveniente de sistemas artesanales.

N° muestra	Amitraz	
	µg/kg	mg/kg
1	5,33±2,65	0,00533
2	5,87±2,88	0,00587

Se encontró una relación entre el contenido residual del amitraz con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche, con los litros de producto aplicado/animal y de la frecuencia que se realizan los baños (Anexo 5). Lo cual puede estar relacionado con lo mencionado por Errecalde et al. (1989), quienes señala que el amitraz se degrada y pierde potencia en contacto con el agua. Esto podría asociarse con el hecho de que al ser la leche una matriz acuosa se esté dando este proceso degradativo.

Para el clorpirifós se encontraron tres muestras con residuos (Cuadro 22) por encima del LMR el cual es de 0,01 mg/kg (Cuadro 5). Para las muestras 6, 7 y 8 sobrepasaron del LMR en 1, 4 y 5% respectivamente. Para las muestras restantes los residuos detectados se encontraron por debajo del LMR.

Cuadro 22. Presencia de residuos de clorpirifós en leche cruda proveniente de sistemas artesanales e industriales.

N° muestra	Clorpirifós	
	µg/kg	mg/kg
*1	2,31±1,30	0,00231
**2	3,11±1,68	0,00311
**3	3,42±1,82	0,00342
*4	4,43±2,26	0,00443
*5	12,19±5,35	0,01219
*6	21,51±8,67	0,02151
**7	54,10±18,99	0,0541
*8	61,42±21,15	0,06142

\*Sistemas artesanales

\*\*Sistemas industriales

Además, los datos parecen indicar que a mayor cantidad de producto que se aplica al animal se cuantifica mayor presencia de residuos de clorpirifós (Figura 4).

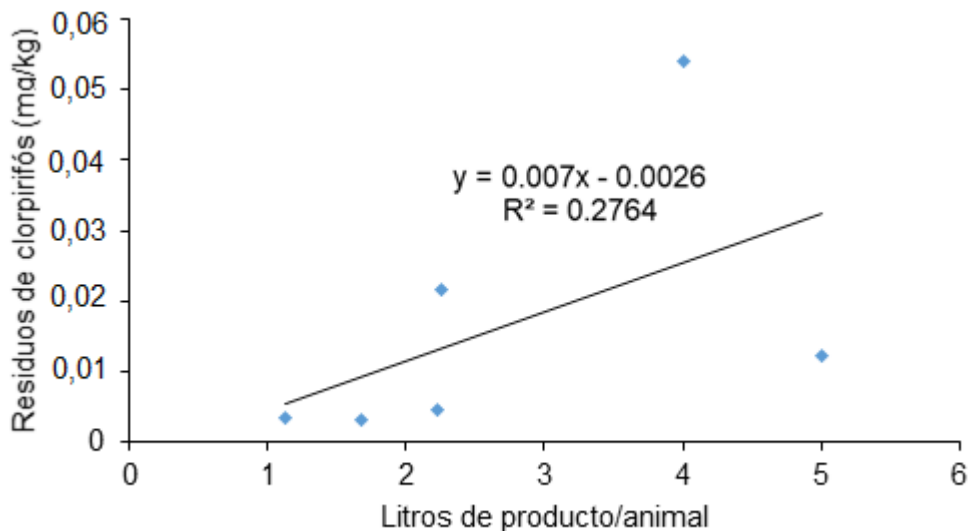


Figura 3. Relación de la presencia de residuos de clorpirifós (mg/kg) con la cantidad de litros de garrapaticida aplicados al animal.

El tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche y la frecuencia que realizan los baños, no influyeron en el contenido residual del clorpirifós (Anexo 5). Para la cantidad de residuos de cipermetrina (Cuadro 23), de la cual el LMR permitido es de 150 µg/kg (Cuadro 5), los residuos detectados se encontraron por debajo del límite permitido. Hubo un leve comportamiento entre los residuos de cipermetrina con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche (Figura 5). El

tiempo que había transcurrido entre el último baño contra garrapata al día de la toma de muestra de leche fue de 1-31 días, lo cual podría estar relacionado a la vida media la cual ronda entre 20-29 días (Cuadro 3). Así mismo MSPS (2012), mencionan que la cipermetrina se absorbe lentamente y la mayor cantidad de residuos se encuentran en la grasa. Sin embargo, para la cantidad de litros de producto aplicado/animal y la frecuencia que se realizan los baños, no se encontró relación (Anexo 5).

Cuadro 23. Presencia de residuos de cipermetrina en leche cruda proveniente de sistemas artesanales e industriales.

N° muestra	Cipermetrina µg/kg
**1	2,70±1,49
**2	2,82±1,54
**3	4,68±2,37
*4	6,66±3,21
*5	6,83±3,28
**6	6,99±3,34
**7	9,80±4,45
**8	10,14±4,58
**9	13,29±5,76
**10	13,66±5,90
**11	18,43±7,61
**12	19,84±8,10
*13	26,61±10,39
*14	82,96±27,31

\*Sistemas artesanales

\*\*Sistemas industriales

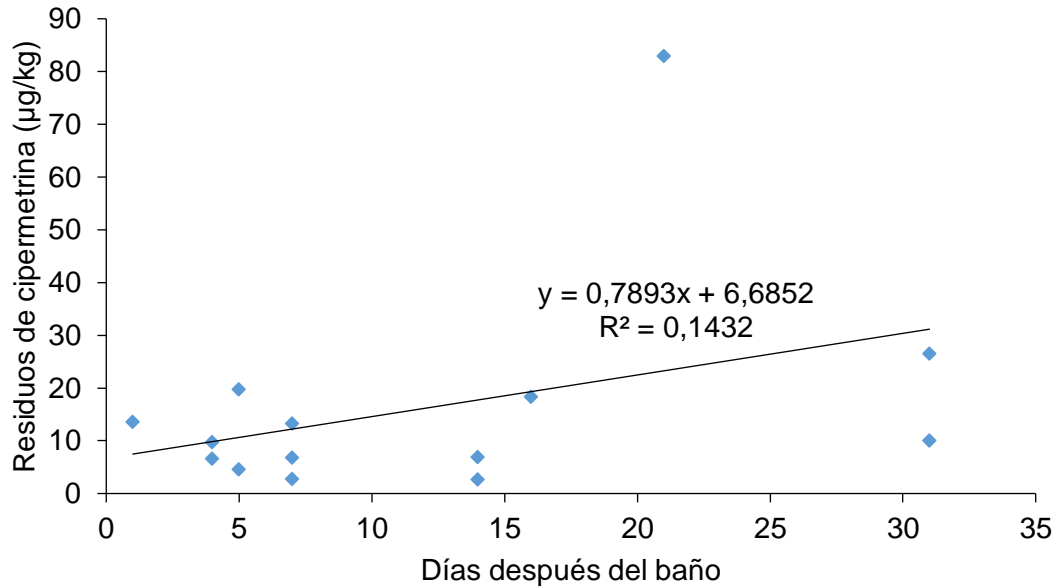


Figura 4. Relación de la presencia de residuos de cipermetrina ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche.

## 2.1 Productos veterinarios utilizados en sistemas artesanales e industriales en muestras donde se cuantificó presencia de residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina.

De las muestras que presentaron residuos de clorpirifós mayores al límite máximo de residuo (LMR), en dos explotaciones utilizan como ingrediente activo; cipermetrina-clorpirifós y en la explotación restante coumafós. Los productos veterinarios utilizados por los sistemas artesanales e industriales se describen en el Cuadro 24. La cipermetrina-clorpirifós, es el de mayor uso para ambos tipos de explotaciones. A pesar de ser utilizado en ganado lechero, es el que posee el mayor tiempo de retiro, el cual no se respeta. Sin embargo, para la cipermetrina y amitraz se indica en la etiqueta que no se debe utilizar en ganado lechero, aun así, se encontró que en un sistema artesanal y 15 sistemas industriales si lo usan.

Tal como lo indica Pulido (2015), antes de aplicar un producto veterinario se debe de leer con atención la etiqueta y seguir las instrucciones del fabricante. El productor debe ser consciente de los riesgos que representa para la salud pública el comercializar leche con residuos de plaguicidas, lo cual compromete la calidad de la leche y el fin de todo productor es garantizar un producto que cumpla con estándares de calidad e inocuidad.

Cuadro 24. Productos veterinarios utilizados en sistemas artesanales e industriales para el control de garrapatas.

Nombre comercial	Ingrediente activo	Periodo de retiro en leche (días)	Sistemas artesanales	Sistemas industriales
Alcatraz®	Amitraz	1		1
Asuntol 20%®	Coumafós	3		2
Bayticol®	Flumetrina	0		1
Dermethon®	Cipermetrina	No usar en leche		1
Ectotraz®	Amitraz	No usar en leche		1
Eprinex®	Eprinomectina	0	1	
Impacto®	Cipermetrina-clorpirifós	52 horas	5	4
Singap®	Amitraz	1	1	2

### 3. Productos comerciales que contienen las moléculas activas de amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós.

Para cumplir el objetivo tres del proyecto se obtuvo la información por medio de la base de datos del SENASA, donde se encuentran registrados los productos comerciales que poseen como ingrediente activo el amitraz, ciflutrina, cipermetrina, coumafós y clorpirifós. Los productos comerciales existentes para cada ingrediente activo anteriormente mencionado se describen en los cuadros 25, 26, 27, 28 y 29.

Se contabilizaron 60 productos comerciales que poseen como ingrediente activo las moléculas analizadas. La cipermetrina es el principio activo que prevalece (40%), seguido del amitraz (37%), coumafós (13%), clorpirifós (7%) y en menor cantidad la ciflutrina (3%) (Figura 6).

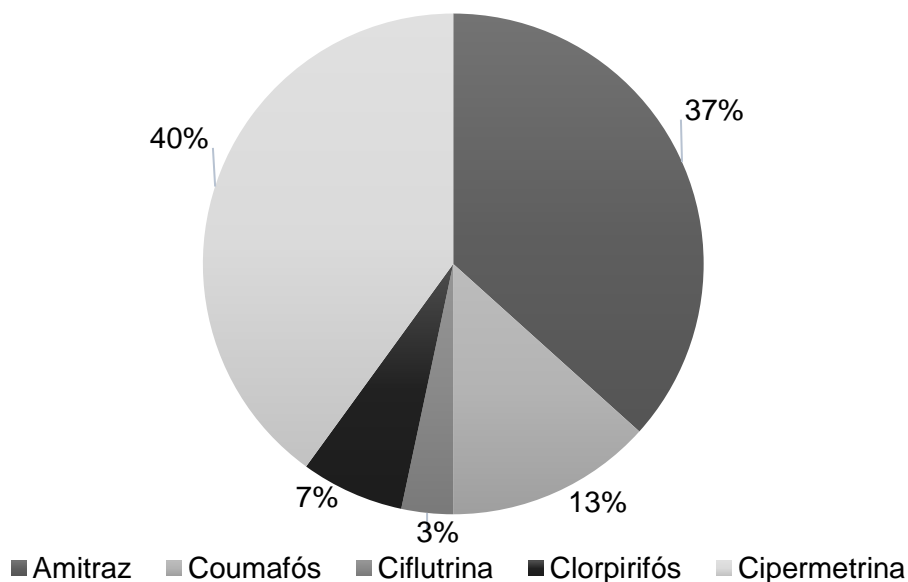


Figura 5. Ingrediente activo presente en productos comerciales que se encuentran registrados en la base de datos del SENASA.



Cuadro 25. Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen amitraz como ingrediente activo.

Nombre comercial	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
			Carne	Leche
Acarmic 12,5%®	10, 20, 40, 80, 200, 400, 800 y 1000 ml	3,2 L/ 10 kg PV/ 1000 L de agua	14	1
Alcatraz®	30,60, 90, 120, 500 y 1000 ml	2 ml/ 1 L de agua	14	4 horas
Alcatraz 20,8%®	60, 120, 500 y 1000 ml	25 ml/ 20 L de agua	14	1
Amibaño®	33, 100, 500 y 1000 ml	Solución 1:600	14	1
Amitraz®	33, 500 y 1000 ml	33 ml /20 L de agua	1	-
Amitraz 12,5%®	20, 33, 100 ml, 250, 500 y 1000 ml	1 L/ 600 L de agua	14	2
Bañol®	20, 33, 100, 500 y 1000 ml	1 ml/ 600 ml de agua	7	No usar
Bovitraz®	30, 100, 1000 ml	10 ml/ 5 L de agua	4	1
Bovitraz E.C. 12,5%®	30, 100 y 1000 ml	20 ml/ 10 L de agua	4	1
Calomitraz 12,5%®	50, 200, 1000 ml	1 parte de producto en 500 partes de agua	14	1
Caloxmitraz®	30, 50, 60, 120, 200 y 1000 ml	1 parte de producto en 500 partes de agua	14	1
Ecotraz 250®	20, 100, 500, 1000, 2500 y 5000 ml	500 ml producto / 1000 L	14	No usar
Ecotraz Plus Pour-On®	1 y 5 L	1 ml/ 10 kg PV	14	2
Ectotraz 12,5%®	30, 60, 120, 500 ml y 1 y 20 L	1,5 ml/ 1 L de agua	7*	No usar en ordeño*

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 25. Continuación.

Nombre comercial	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
			Carne	Leche
Fargo 1000®	Caja de 12 envases de 1 L o 48 envases de 200 ml	1 ml/ 1 L de agua	15	1
Formutraz 12,5%®	30, 60, 100, 120 y 1000 ml	20 ml/ 10 L de agua	14	1
Ganatriz®	20, 500 y 1000 ml	1 ml/ 1 L de agua	14	1
Garrabaño®	33, 100, 500 y 1000 ml	1 L/ 600 L de agua	14	1
Parex®	20, 120, 500 y 1000 ml	1 ml/ 1 L de agua	14	1
Singap®	20,120,500 y 1000 ml	1 ml/ 1 L de agua	14	1
Tactic®	40, 200, 1000 ml, 8 y 16 L	20 ml/ 10 L de agua	1	1
Triatox®	33, 100, 286, 470 ml y 1 L	1 L / 700 L de agua	3	3

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 26. Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen ciflutrina como ingrediente activo.

Nombre comercial	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
			Carne	Leche
Bayticol Pour-On®	100 ml, 1 y 3,5 L	10 ml / 100 kg PV	5	No usar
Besuntol EC 25% + Cyflutrin®	25, 100 ml, 1 y 200 L	25 ml/ 200 L de agua	3	-

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 27. Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen cipermetrina como ingrediente activo.

Nombre comercial	Principio activo	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
				Carne	Leche
Aciendel Pour-On®	Cipermetrina	1-2,5 y 5 L	10mL / 100 kg PV	6	2
Barricade®	Cipermetrina	1, 3, 10, 20 y 1000 ml	1 L/ 1000 L agua	2	2
Bayofly-k Pour On®	Cipermetrina	250, 1000 ml	5 ml de 100-200 kg PV, 10 ml de 200-400kg PV y 20 ml de más de 400 kg PV	35	No usar
Calimix®	Cipermetrina	100, 250, 500 ml, 1, 3, 5, 20 y 25 L	1L/ 1000 L de agua	35	No usar
Ciperclor®	Cipermetrina	400 y 440 ml	Rociar en pequeñas cantidades	0	0
Ciper-Clor®	Cipermetrina	356 ml	Rociar en pequeñas cantidades	No usar	No usar
Ciperclor Plus Pulverizacio®	Cipermetrina y Clorpirifós	25, 250 y 1000 ml	100 ml/ 80 L de agua	10	3
CIPERKILL®	Cipermetrina	250 y 1000 ml	20 ml/ 20 L de agua	-	-
Cipermetrina 15%®	Cipermetrina	10, 30, 120 ml y 1, 10, 200 L	1 L/ 1000 L de agua	2	2
Cipermetrina 2% + Clorpirifos 50%®	Cipermetrina y Clorpirifós	250 ml	1,5 ml /1 L de agua	10	3
Cipermetrina 20% VETAN®	Cipermetrina	30, 60, 90, 120, 500 y 1000 ml	1 ml/ 1 L de agua	2	-
Cipermetrina 5% + Clorpirifos®	Cipermetrina y Clorpirifós	1 y 5 L	10 ml en animales jóvenes y 20 ml en adultos	10	3
Cipermetrina 6%®	Cipermetrina	1 y 5 L	10 ml/100 kg PV	2	2
Cipermetrina Carval®	Cipermetrina	20, 500 y 1000 ml	1 ml/ 1 L de agua	2	2

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 27. Continuación.

Nombre comercial	Principio activo	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
				Carne	Leche
Ciper-veex 10%®	Cipermetrina	286 y 1000 ml	1L / 1000 L agua	7	7
Coopercid Spray®	Cipermetrina	300 y 500 ml	Rociar en pequeñas cantidades	45	No usar
Curabichera plata Galmedic®	Cipermetrina	250 y 440 ml	Rociar en pequeñas cantidades	10	No usar
Curavet Plata Crema®	Cipermetrina	15, 60, 100, 200, 500 y 1000 g	Aplicar en pequeñas cantidades	7	1
Cyperclor Plus Pour-On®	Cipermetrina y Clorpirifós	1 L	10 ml/ 100kg PV	10	3
Dermethon®	Cipermetrina	20, 120 y 1000 ml, 20 y 200 L	1-7 ml/ 1 L de agua	8	-
Impacto Pour-On®	Cipermetrina y Clorpirifós	1000 ml	10 ml/ 100kg PV	35	No usar
Impacto Pulverizacion®	Cipermetrina y Clorpirifós	25, 100, 200, 500 y 1000 ml	Pulverización 1 L/ 800 L de agua, baños 1 L/1000 L de agua	16	52 horas
Moskofin EC Emulsificante®	Cipermetrina	20, 120, 500 y 1000 ml	1 ml/ L de agua	2	2
Tino®	Cipermetrina	120, 1000 ml	1,5 g/ kg de PV	2	1

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 28. Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen coumafós como ingrediente activo.

Nombre comercial	Principio activo	Presentación	Dosis	Periodo retiro (días)	
				Carne	Leche
Asuntol 20%®	Coumafós	20, 50, 100, 200 ml, 1L	Concentración 1 en 1000 (1L/1000 L agua)	30	3
Asuntol 5%®	Coumafós	5g	Aplicar suficiente cantidad o mezclar con 5 cc de aceite vegetal	0	0
Asuntol Polvo®	Coumafós	15, 100g, 1 y 20 kg	1 kg/ 1000 L agua	30	3
Asuntol Polvo 50%®	Coumafós	15g	1 kg/ 1000 L agua	30	3
Co-Ral Plus®	Coumafós	Paquete con 20 aretes	1 arete	0	0
Negasunt Aerosol®	Coumafós	300mL	Aplicar suficiente cantidad	0	0
Neguvon + Asuntol Plus®	Coumafós	1 y 25 kg	1000 g / 200 L de agua	30	3
Neguvon + Asuntol-Plus®	Coumafós y Ciflutrina	100g, 10 y 25 kg	100 g / 20 L agua	30	3

Fuente: SENASA (2018).

Cuadro 29. Productos comerciales de uso en bovinos para el control de garrapatas que contienen clorpirifós como ingrediente activo.

Nombre comercial	Presentación	Dosis	Periodo de retiro (días)	
			Carne	Leche
Fly- Off®	Caja con 10 orejeras	1 orejera	0	0
Garraphin®	20, 100, 500 ml y 1, 2, 4, 20, 200 L	1 parte de producto en 1000 partes de agua	10	-
Gusanero®	60, 250 ml	Rociar en pequeñas cantidades	No indica	No indica
Matabicheiras®	475 ml	Aplicar en pequeñas cantidades	30	No usar

Fuente: SENASA (2018).

## CONCLUSIONES

1. Se encontró una baja incidencia de muestras con residuos de acaricidas con niveles superiores a los LMR permitidos.
2. De 200 muestras recolectadas y analizadas para el coumafós y la ciflutrina no se detectó presencia alguna, a pesar de que los productores si los utilizan.
3. Existe falta de información o interés por parte de los productores artesanales e industriales a implementar alternativas diferentes al producto químico y que sean amigables con el ambiente para controlar garrapatas.
4. En los sistemas visitados no se respeta el periodo de retiro del garrapaticida empleado, lo cual implica la posibilidad de que la leche presente algún tipo de residuo de acaricida.
5. Existe alta incidencia de productores artesanales e industriales que no rotan el ingrediente activo del producto empleado para control de garrapata, ni emplean registros de productos utilizados, lo cual contribuye a la resistencia de las garrapatas ante el producto químico.
6. Durante las visitas realizadas se encontró que no existe conocimiento sobre el género de garrapatas presentes en la finca, lo cual implica que no se pueda realizar con control adecuado sobre la frecuencia de baños contra la garrapata.
7. Se encontró que el amitraz es el principio activo de mayor uso por parte de los productores.
8. El ingrediente activo cipermetrina-clorpirifós, es el de mayor uso en ambos sistemas, a pesar de ser utilizado en ganado lechero, es el que posee el mayor tiempo de retiro, el cual no se respeta en los sistemas lecheros visitados.
9. Se contabilizaron 60 productos comerciales que poseen como ingrediente activo las moléculas analizadas.
10. El baño por aspersión es el método empleado por los sistemas visitados, sin embargo, la forma que realizan el baño no es el adecuado, ya que no se asegura que el producto llegue a todas las áreas del cuerpo del animal.

11. De los sistemas artesanales e industriales visitados se encontró deficiente el concepto de salud ocupacional, ya que la mayoría de productores no utilizan equipo de protección al momento de la preparación y la aplicación de garrapaticidas. Lo cual compromete la salud del productor, ya que se pueden generar intoxicaciones, alergias, esterilidad o algún otro padecimiento.



## RECOMENDACIONES

1. Asesorar, involucrar e incentivar al productor a controlar las garrapatas por medio de alternativas amigables con el ambiente, con el fin de reducir o sustituir el uso de productos químicos.
2. Al emplear garrapaticidas se debe utilizar vestimenta adecuada; guantes, mascarilla, delantal, botas de hule, lo necesario para evitar el contacto directo con el producto químico.
3. Capacitar a los productores sobre el adecuado uso de plaguicidas; leer la etiqueta y cumplir con las indicaciones del fabricante. Aplicar las dosis correctas, respetar el periodo de retiro en caso que se indique, corroborar el principio activo del producto y llevar un registro de los productos que se aplican al animal.
4. Con respecto a la cantidad de producto; una bomba de espalda de 20 litros alcanza para bañar 5 animales lo que equivale a 4 litros para cada animal.
5. En caso de usar productos químicos, estos se deben rotar con base al principio activo, no al nombre comercial. Lo cual conlleva verificar que en cada baño que se realiza utilizar un principio activo diferente.
6. Para asegurar que la leche sea un producto inocuo se necesita regular el uso de estos productos químicos, así como la aparición de productos comerciales con nuevas moléculas las cuales pueden comprometer la salud del productor y consumidor.
7. Es importante diferenciar y que el productor tenga claro que los productos “pour-on” no son sinónimo de productos que no requieren periodo de retiro.

## LITERATURA CITADA

- ÁLVAREZ, V., BONILLA R., CHACÓN I. 2000. Distribución de la garrapata *Amblyomma cajennense* (Acari: Ixodidae) sobre *Bos Taurus* y *Bos Indicus* en Costa Rica. *Biología Tropical* 48 (1): 129-135.
- ÁLVAREZ V., BONILLA R., CHACÓN I. 2003a. Abundancia relativa de *Amblyomma* spp. (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos Taurus* y *Bos Indicus*) de Costa Rica. *Biología Tropical* 51(2): 435-444.
- ÁLVAREZ V., BONILLA R., CHACÓN I. 2003b. Frecuencia relativa de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) en bovinos (*Bos Taurus* y *Bos Indicus*) en ocho zonas ecológicas de Costa Rica. *Biología Tropical* 51(2):427-434.
- ÁLVAREZ V., HERNÁNDEZ V., HERNÁNDEZ J. 2005. Catálogo de garrapatas suaves (Acari: Argasidae) y duras (Acari: Ixodidae) de Costa Rica. *Brenesia* 63: 81-88.
- ÁLVAREZ V., LOAIZA J., BONILLA R., BARRIOS M. 2008. Control *in vitro* de garrapatas (*Boophilus microplus*; Acari: Ixodidae) mediante extractos vegetales. *Biología Tropical* 56 (1): 291-302.
- ÁLVAREZ V., HERNANDEZ V. 2010. Diagnóstico de resistencia a organofosforados, piretroides sintéticos, amidinas e ivermectinas en la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en fincas de productores de leche en Costa Rica. *Ciencias Veterinarias* 9(2):47-56.
- AGROCOSTA. 2018. Ficha técnica. Tigre 25 EC. Consultado el 4 de mayo de 2019 en <http://agrocosta.net/wp-content/uploads/2018/03/Tigre.pdf>
- BADII M., GARZA V. 2007. Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. *Cultura Científica y Tecnológica* 18: 9-25.
- BAFFI A., DE SOUZA R., DE SOUSA S., CERON R., BONETTI M. 2008. Esterase enzymes involved in pyrethroid and organophosphate resistance in a Brazilian population of *Rhipicephallus (Boophilus) microplus* (Acari, Ixodidae). *Molecular and Biochemical Parasitology* 160(1): 70-73.

- BENAVIDES E., ROMERO J., VILLAMIL L. 2016. Las garrapatas del ganado bovino y los agentes de enfermedad que transmiten en escenarios epidemiológicos de cambio climático: Guía para el manejo de garrapatas y adaptación al cambio climático. Universidad de La Salle, IICA. Consultado 20 de enero de 2018, Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4212e/B4212e.pdf>
- BOTELLO R., BOTELLO L., BORROTO N., SUÁREZ M., PÉREZ D., RODRÍGUEZ Y., FAJARDO H., PÉREZ K., GONZÁLEZ A., RODRÍGUEZ A., BELKIS L., COLICCHIA M., GÓMEZ I., PERAZA P., GORT A. 2011. Control de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en bovinos con el inmunógeno Herberbiogar. Revista electrónica de Veterinaria 12 (5): 1-10.
- CANTÚ A., GARCÍA Z. 2013. Estrategias para el control integrado de garrapata (*Boophilus spp.*) en la producción de bovinos de carne en pastoreo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. Consultado 30 de noviembre de 2018, Disponible en [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3952/CIRNE\\_01020829000051407ok.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3952/CIRNE_01020829000051407ok.pdf?sequence=1)
- CARMONA G., VINDAS S. 2007. Uso racional de medicamentos veterinarios en ganado bovino. Dos Pinos. CORFOGA. Costa Rica. Consultado 18 de enero de 2018, Disponible en <http://www.corfoga.org/pdf/UsoRacionalMedicamentos.pdf>
- CARRETERO M. 2011. Control de residuos de plaguicidas en alimentos de la Comunidad de Madrid Año 2009. Documentos Técnicos de Higiene y Seguridad Alimentaria n°9. Dirección General de Ordenación e Inspección. Consejería de Sanidad de la Comunidad de Madrid. España. Consultado 10 de setiembre del 2018, Disponible en <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM017075.pdf>
- CFSPH (Center for Food Security and Public Health). 2007. *Rhipicephalus (Boophilus microplus)*. Iowa State University. Consultado 15 de enero de 2018, Disponible en [http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus\\_microplus-es.pdf](http://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf)
- CHUNGSAMARNYART N., JANSAWAN W. 2001. Effect of *Tamarindus indicus* L. against the *Boophilus microplus*. Kasetsart. Journal of Natural Science 35: 34-39.
- Codex Alimentarius Commission. 1985. Report of the fifteenth session of the codex committee on pesticide residues. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Consultado 31 de enero de 2018, Disponible en [file:///D:/Usuarios/Usuario/Downloads/al85\\_24e%20\(2\).pdf](file:///D:/Usuarios/Usuario/Downloads/al85_24e%20(2).pdf)

- COTO A. 2018. Situación actual y retos de la lechería regional. In. VII Congreso Centroamericano del sector lácteo. Costa Rica. Consultado 8 de diciembre de 2018, Disponible en <http://proleche.com/wp-content/uploads/2018/10/CL2018SP1.pdf>
- Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R.L. 2018. Reglamento de Recibo y Recolección de leche. Aprobado por el Consejo de Administración en la sesión N°3401 del 10 de marzo del 2015. 28p.
- COSTABEBER I., EMANUELLI T. 2002. Influencia de hábitos alimentarios sobre las concentraciones de pesticidas organoclorados en tejido adiposo. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 22(1): 54-59.
- Decreto N° 33812. Reglamento Técnico: RTCR: 401-2006. Leche cruda y Leche Higienizada. La Asamblea Legislativa de la República. Vigente 01/2005. Consultado 31 de enero de 2018, Disponible en <http://www.mag.go.cr/legislacion/2007/de-33812.pdf>
- Decreto N°178. Límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal. Parlamento Europeo. Vigente 02/2005. Consultado 31 de enero de 2018, Disponible en <https://publications.europa.eu/es/publication-detail/-/publication/114d1bec-6ee4-4df8-82f0-332b2aae3f62/language-es>
- DÍAZ A., RODRÍGUEZ R., FRAGOSO H., ROSARIO R. 2006. Resistencia de la garrapata *Boophilus microplus* a los ixodicidas. *Archivos Medicina Veterinaria* 38 (2): 105-113.
- ERRECALDE C., PRIETO G., GARCÍA O. 1989. Actualizaciones en ectoparasitidas. *Monografías de Medicina Veterinaria* 11(2): 1-12.
- ESTAY P. 2007. Caracterización de residuos de insecticidas en tejidos comestibles. Boletín INIA. Biblioteca del Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile. Chile. Consultado 11 de octubre de 2018, Disponible en <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR35475.pdf>
- FAGNANI R., BELOTI V., BATTAGLINI A., DUNGA K., TAMANINI R. 2011. Organophosphorus and carbamates residues in milk and feedstuff supplied to dairy cattle. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 31 (7): 598-602.
- GARCÍA Z. 2010. Garrapatas que afectan al ganado bovino y enfermedades que transmiten en México. In. 1<sup>er</sup> Simposium de Salud y Producción de Bovinos de Carne en la Zona Norte-Centro de México. CENID-PAVET-INIFAP. Consultado 20 de enero de 2018, Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3281/Garrapatasqueafectanalganadobovinoyenfermedades.pdf?sequence=1>

- GARZA E. 2007. La garrapata *Boophilus microplus* y su manejo en la planicie Huasteca. CIRNE- INIFAP. Folleto Técnico 14: 15.
- GUERRERO F., LOVIS L., MARTINS J. 2012. Acaricide resistance mechanisms in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Brasileira de Parasitologia Veterinária 21 (1):1-6.
- HE H., CHEN C., DAVEY B., IVIE W., GEORGE E. 1999. Identification of a point mutation in the para-type sodium channel gene from a pyrethroid-resistant cattle tick. Biochemical and Biophysical Research Communications 26 1(3): 558-561.
- ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2007. Buenas prácticas en el uso de los medicamentos veterinarios y la inocuidad de los alimentos. Produmedios. 9-12p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). 2015. VI Censo Nacional Agropecuario. Consultado 10 de enero de 2018. Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00338.pdf>
- ITVER (Centro de Información Toxicológica de Veracruz). 2017. Intoxicación con Amidinas. Estado de Veracruz, Secretaría de Salud. Consultado 16 de septiembre de 2018, Disponible en <https://www.ssaver.gob.mx/citver/files/2017/04/Intoxicacion-con-Amitraz-1.pdf>
- JUNQUERA P. 2018. Cumafós: Ficha Toxicológica. Parasitipedia.net. Suiza. Consultado 05 de noviembre de 2018, Disponible en [https://parasitipedia.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2252&Itemid=2514](https://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=2252&Itemid=2514)
- MCDUGALL K., HEATH A., BLACK R. 1979. Residues of amitraz in the tissues, milk and butter of cattle dipped in Taktic. Australian Journal of Experimental Agriculture. 19: 663-665.
- MAGARIÑOS H. 2000. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Universidad Francisco Marroquín. Consultado 17 de enero de 2018, Disponible en <http://portal.oas.org/LinkClick.aspx?fileticket=wlyuTWR3IEc%3D&tabid=585>
- MILLER J., LI Y., TIJERINA M., DAVEY B., GEORGE E. 2008. Differential response to diazinon and coumaphos in a strain of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) collected in Mexico. Journal of Medical Entomology 45(5): 905-911.
- MONTERO D., AGÜERO F., ÁLVAREZ V., VALVERDE O. 2001. La garrapata. Su importancia y cómo controlarla. INA. Consultado 15 de enero de 2018, Disponible en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AV-1059.pdf>

- MSPS (Ministerio de Sanidad y Política Social). 2010. Resumen características del producto. Ectodex. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Consultado 31 de octubre de 2018, Disponible en <http://zootecniasl.com/media/ftp/pdf/HS046.pdf>
- MSPS (Ministerio de Sanidad y Política Social). 2012. Resumen características del producto. Bayofly Solución Pour-On. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Consultado 06 de diciembre de 2018, Disponible en <https://dnhb3yazwboecu.cloudfront.net/1032/fichas/1751/bayofly.pdf>
- MSPS (Ministerio de Sanidad y Política Social). 2013. Resumen características del producto. Cipermetriven Pour-on. Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. Consultado 04 de noviembre de 2018, Disponible en [https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/ft/363+ESP/FT\\_363+ESP.pdf](https://cimavet.aemps.es/cimavet/pdfs/es/ft/363+ESP/FT_363+ESP.pdf)
- NARI A. 2003. Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO. Consultado 10 de enero de 2018, Disponible en <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y4813S/y4813S00.pdf>
- NARI A. 2005. Estado actual de la resistencia de *Boophilus microplus* en América Latina y el Caribe. Perspectivas de aplicación del control integrado. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO. Consultado 10 de enero de 2018, Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1797\\_13\\_estado\\_actual\\_de\\_la\\_resistencia\\_a\\_la\\_garrapata\\_y\\_control\\_int\\_0.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/multimedia/1797_13_estado_actual_de_la_resistencia_a_la_garrapata_y_control_int_0.pdf)
- NORIEGA J., PAZ M., MORALES H. 2012. Buenas prácticas de uso de medicamentos veterinarios y productos afines. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. Costa Rica. Consultado 28 de noviembre de 2018, Disponible en [file:///D:/Usuarios/Usuario/Downloads/Manual%20de%20Buenas%20Practicas%20de%20Uso%20de%20los%20Medicamentos%20Veterinarios%20y%20Productos%20Afines%20OIRSA%20\(1\).pdf](file:///D:/Usuarios/Usuario/Downloads/Manual%20de%20Buenas%20Practicas%20de%20Uso%20de%20los%20Medicamentos%20Veterinarios%20y%20Productos%20Afines%20OIRSA%20(1).pdf)
- OBREGON.2018. Metarhizium. Metafix. Consultado 16 de noviembre de 2018, Disponible en <https://www.doctor-obregon.com/met>
- Organic Center. 2008. FAQs on Pesticides in Milk. Pesticide Data Program. Consultado 31 de enero de 2018, Disponible en [https://www.organic-center.org/reportfiles/Milk\\_Pesticides\\_FAQs.pdf](https://www.organic-center.org/reportfiles/Milk_Pesticides_FAQs.pdf)

- ORTÍZ P. 2010. Utilización de amitraz para el control de garrapatas, en rodeos de cría y engorde en zonas bajas (islas) en aplicación pour-on, para aumentar la producción y relación costo beneficio. Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. 20p.
- PARRA M., PELÁEZ L., LONDOÑO J., PÉREZ N., RENGIFO G. 2003. Los residuos de medicamentos en la leche. Problemática y estrategias para su control. Manual técnico Corpoica. PRONATTA. Consultado 12 de febrero de 2019, Disponible en [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3870/2/20061024154510\\_control%20estrategico%20residuos%20medicamentos%20en%20la%20leche.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3870/2/20061024154510_control%20estrategico%20residuos%20medicamentos%20en%20la%20leche.pdf)
- PICCO E., RODRÍGUEZ C., BOGGIO J. 2011. Clorpirifós: Aspectos cinéticos a considerar en su uso clínico como antiparasitario en veterinaria. Consultado 06 de diciembre de 2018, Disponible en <https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2011/1/11/45513.pdf>
- PONCE G., CANTÚ P., FLORES A., BADI M., ZAPATA R., LÓPEZ B., FERNÁNDEZ I. 2006. Modo de acción de los insecticidas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Consultado 1 de marzo de 2018, Disponible en [respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/download/178/160](http://respyn.uanl.mx/index.php/respyn/article/download/178/160)
- POLANCO D., RÍOS L. 2016. Aspectos biológicos y ecológicos de las garrapatas duras. Corpoica Ciencia Tecnología Agropecuaria 17(1):81-95.
- PULIDO E. 2015. Estudio de utilización de medicamentos veterinarios en hatos de las principales zonas de explotación lechera de Cundinamarca. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia, Colombia. 95p.
- ROMERO E., MEZA H., POVEDA V. 2005. Metodología para la determinación de residuos de plaguicidas organofosforados en leche de consumo nacional mediante cromatografía de gases y extracción en fase sólida. Tecnología en marcha 18 (2): 103-106.
- ROJAS A., WINGCHING R., ACUÑA O. 2007. Prueba de eficacia de hongos entomopatógenos en el control de garrapatas *Boophilus microplus*. Informe final. Proyecto N 739-A5-043. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación de Nutrición Animal.
- ROSADO A., RODRÍGUEZ I., GARCÍA Z., FRAGOSO H., ORTIZ A., ROSARIO R. 2008. Development of amitraz resistance in field populations of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) undergoing typical amitraz exposure in the Mexican tropics. Veterinary Parasitology 152: 349-353.

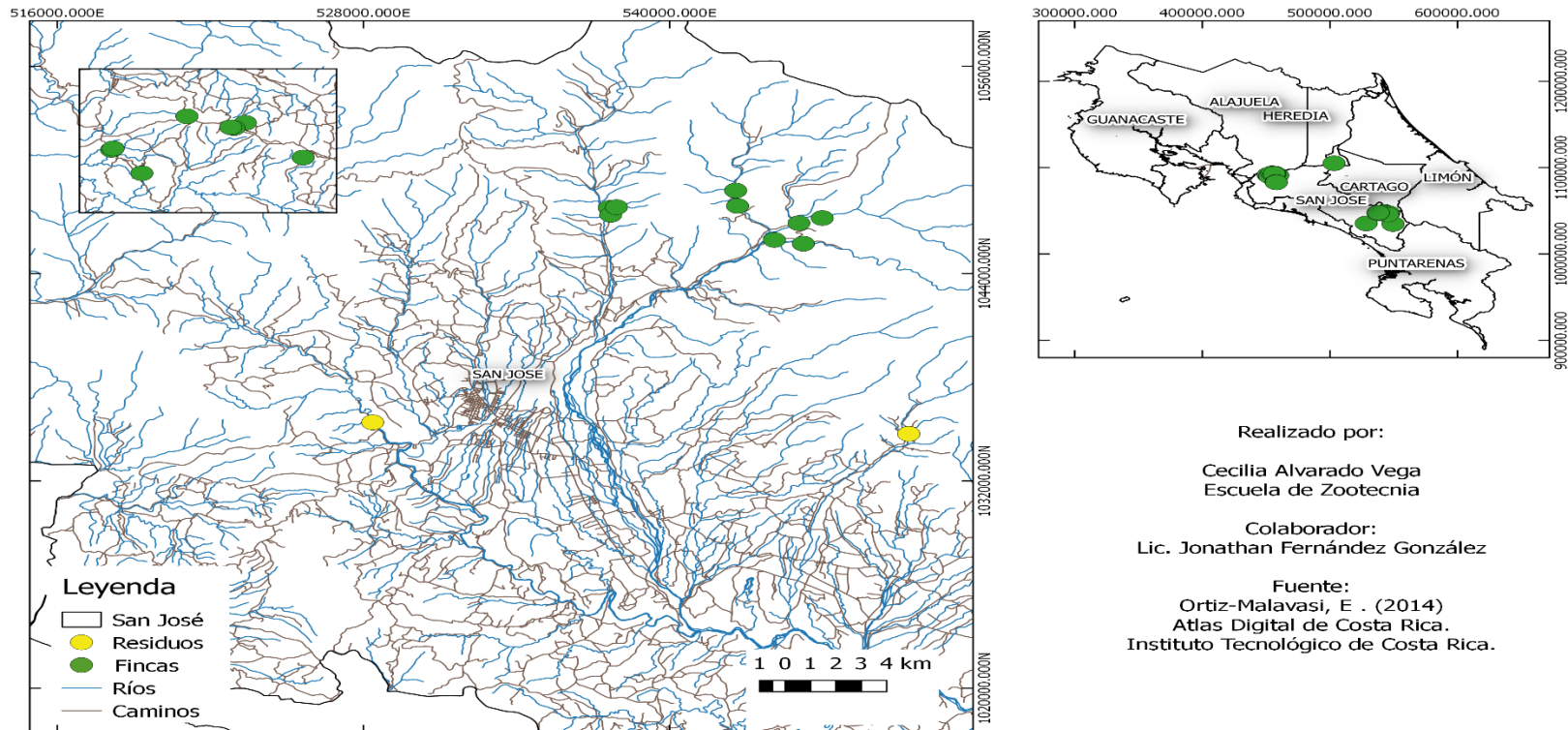
- ROSARIO R., ALMAZAN C., MILLER R., DOMINGUEZ D., HERNANDEZ R., FUENTE J. 2009. Genetic basis and impact of tick acaricide resistance. *Frontiers in Bioscience* 14: 2657-2665.
- ROSARIO R. DOMÍNGUEZ D., ROJAS E., ORTIZ M., MARTINEZ F. 2016. Estrategias para el control de la garrapata *Boophilus microplus* y la mitigación de la resistencia a los pesticidas. In. 1er Simposium de Salud y Producción de Bovinos de Carne en la Zona Norte-Centro de México. CENID-PAVET-INIFAP. Consultado 15 de enero de 2018, Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3279>
- RUÍZ N., BLANCO R. 2009. Grado de resistencia del *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* a productos ixodicidas, y su residualidad en leche en 20 predios del sistema doble propósito del Piedemonte Llanero. Tesis de licenciatura, Universidad de la Salle, Colombia. 93p.
- SARMIENTO N. 2015. Epidemiología y control de la garrapata común del bovino. *Sistemas Ganaderos en Números*. 8: 1-4.
- SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal). 2003. Guía al usuario. Importación de animales, productos y subproductos de origen animal. Consultado 15 de noviembre de 2018, Disponible en <http://www.senasa.go.cr/senasa/sitio/files/200313070802.pdf>
- SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal). 2018. Centro de Consulta de MediVet. Consultado 27 de noviembre de 2018, Disponible en <http://www.senasa.go.cr/medivet/inicio.aspx>
- SHAHZADI N., IMRAN M., SARWAR M., SAEED A., WASIM M. 2013. Identification of pesticides residues in different samples of milk. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies* 19 (2): 167-172.
- SUÁREZ M., MÉNDEZ L., VALDEZ M., DE MOURA R., CAMARGO A., VARGAS N., EVANOFF E. 2007. Control de las infestaciones de la garrapata *Boophilus microplus* en la ganadería Cubana y en regiones de Latinoamérica con la aplicación del inmunógeno Gavac® dentro de un programa de lucha integral. Corpoica. FAO. América Latina. Consultado 17 de enero de 2018, Disponible en <http://www.gbcbiotech.com/bovinos/acervo/Enfermedades/Garrapatas/Control%20de%20las%20infestaciones%20de%20la%20garrapata%20B%20oophilus%20microplus%20en%20Cuba%20con%20Gavac.pdf>



- TEMEYER B., PRUETT H., CHEN C. 2007. R86Q, a Mutation in BmAChE3 Yielding a *Rhipicephalus microplus* Organophosphate-Insensitive Acetylcholinesterase. *Journal of Medical Entomology* 1013-1018.
- TORRI S. 2015. Dinámica de los plaguicidas en los agroecosistemas. Consultado 30 de noviembre de 2018, Disponible en [https://www.researchgate.net/publication/305905415\\_Dinamica\\_de\\_los\\_plaguicidas\\_en\\_los\\_agroecosistemas](https://www.researchgate.net/publication/305905415_Dinamica_de_los_plaguicidas_en_los_agroecosistemas)
- UNA (Universidad Nacional). 2018. Manual de plaguicidas en Centroamérica. Consultado 22 de enero de 2018, Disponible en <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/index.php/base-de-datos-menu>
- WINGCHING-JONES R. 2015. Extracción manual de garrapatas *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en ganado bovino como estrategia de control. *Nutrición Animal Tropical* 9 (1): 88-101.
- WINGCHING-JONES R. 2017. Análisis de residuos de acaricidas en leche entera bovina utilizados en el control de la garrapata en sistemas de producción lechera en Costa Rica. Proyecto 739-B7-062. Informe final. Vicerrectoría de Investigación. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigación de Nutrición Animal.
- ZUMBADO L., ROMERO J. 2015. Conceptos sobre inocuidad en la producción primaria de la leche. *Ciencias Veterinarias* 33 (2): 51-66.

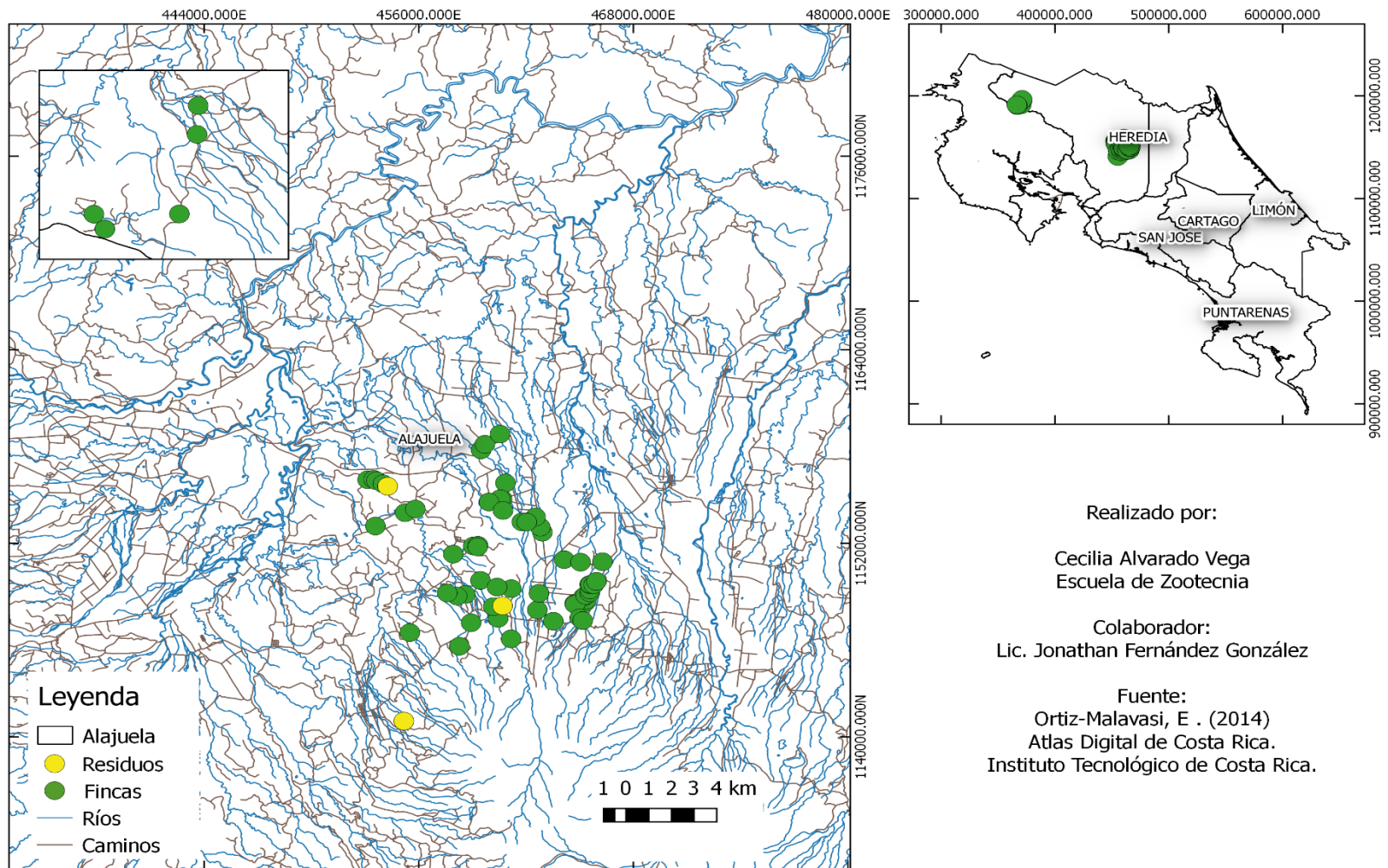
## Anexos

Anexo 1. Distribución de los 200 sistemas lecheros visitados por provincia, de los cuales se extrajo una muestra de leche de 100 ml.



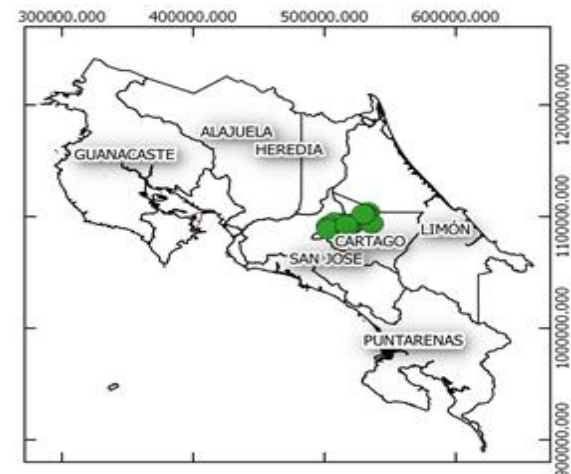
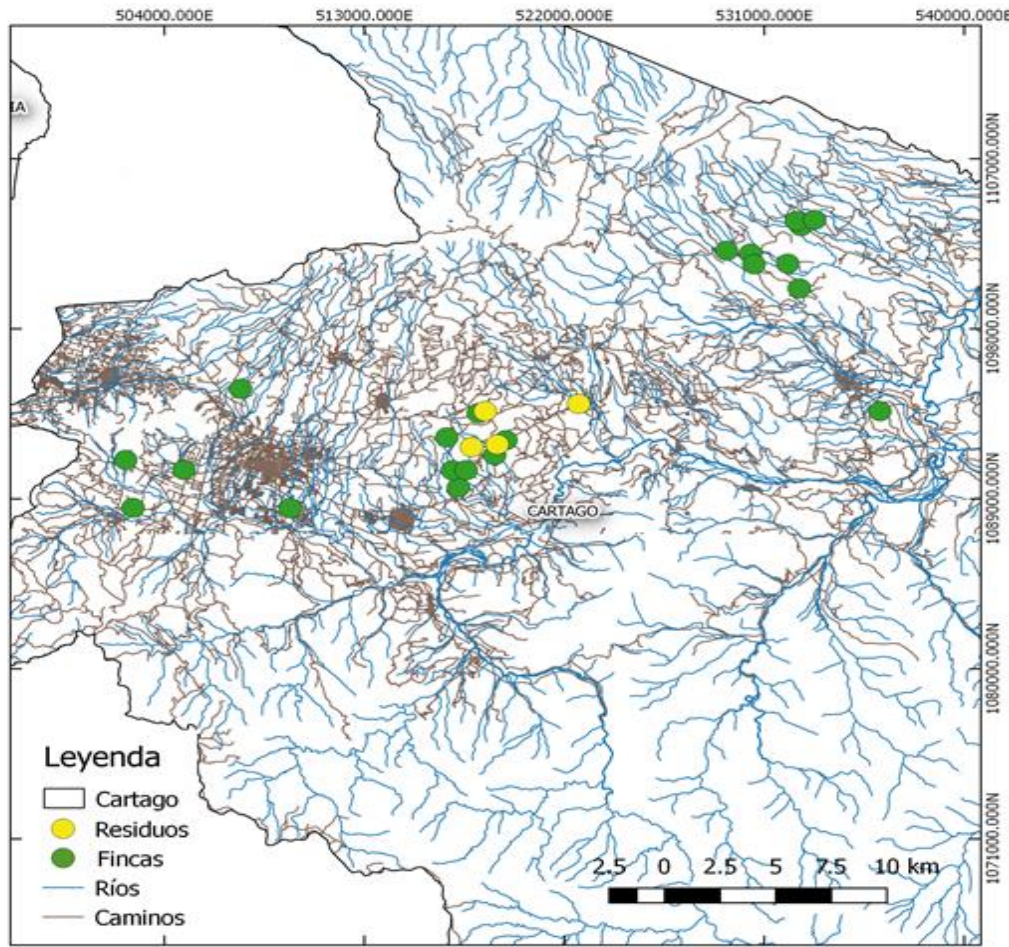
Fuente: Qgis (2018).

Figura 6. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de San José.



Fuente: Qgis (2018).

Figura 7. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Alajuela.



Realizado por:

Cecilia Alvarado Vega  
Escuela de Zootecnia

Colaborador:

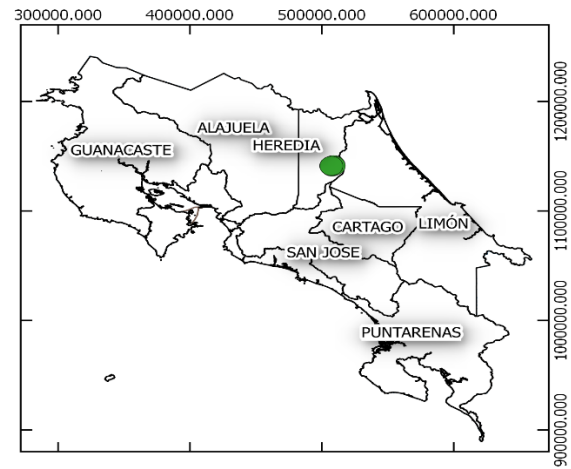
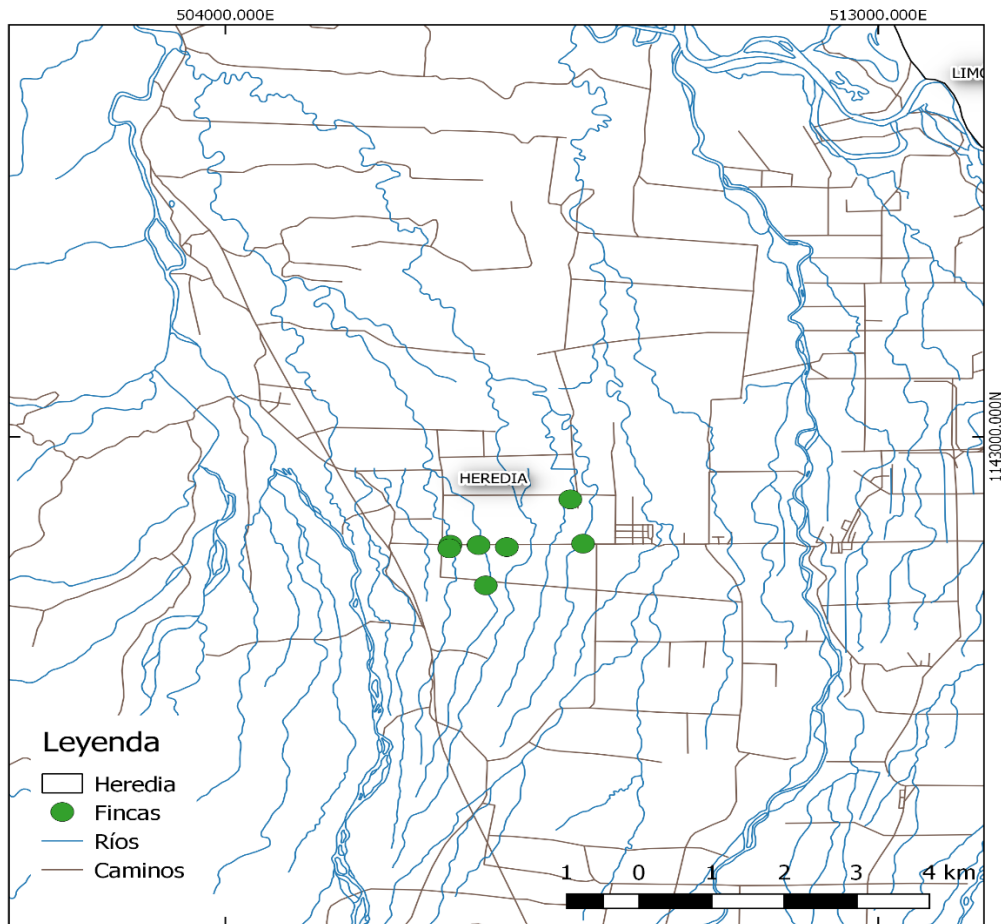
Lic. Jonathan Fernández González

Fuente:

Ortiz-Malavasi, E . (2014)  
Atlas Digital de Costa Rica.  
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Fuente: Qgis (2018).

Figura 8. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Cartago



Realizado por:

Cecilia Alvarado Vega  
Escuela de Zootecnia

Colaborador:

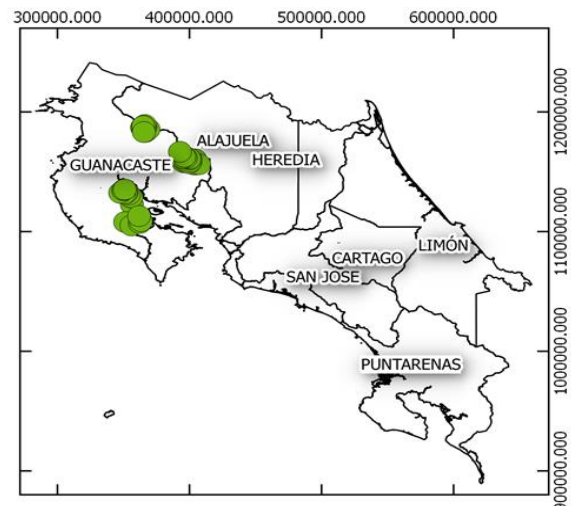
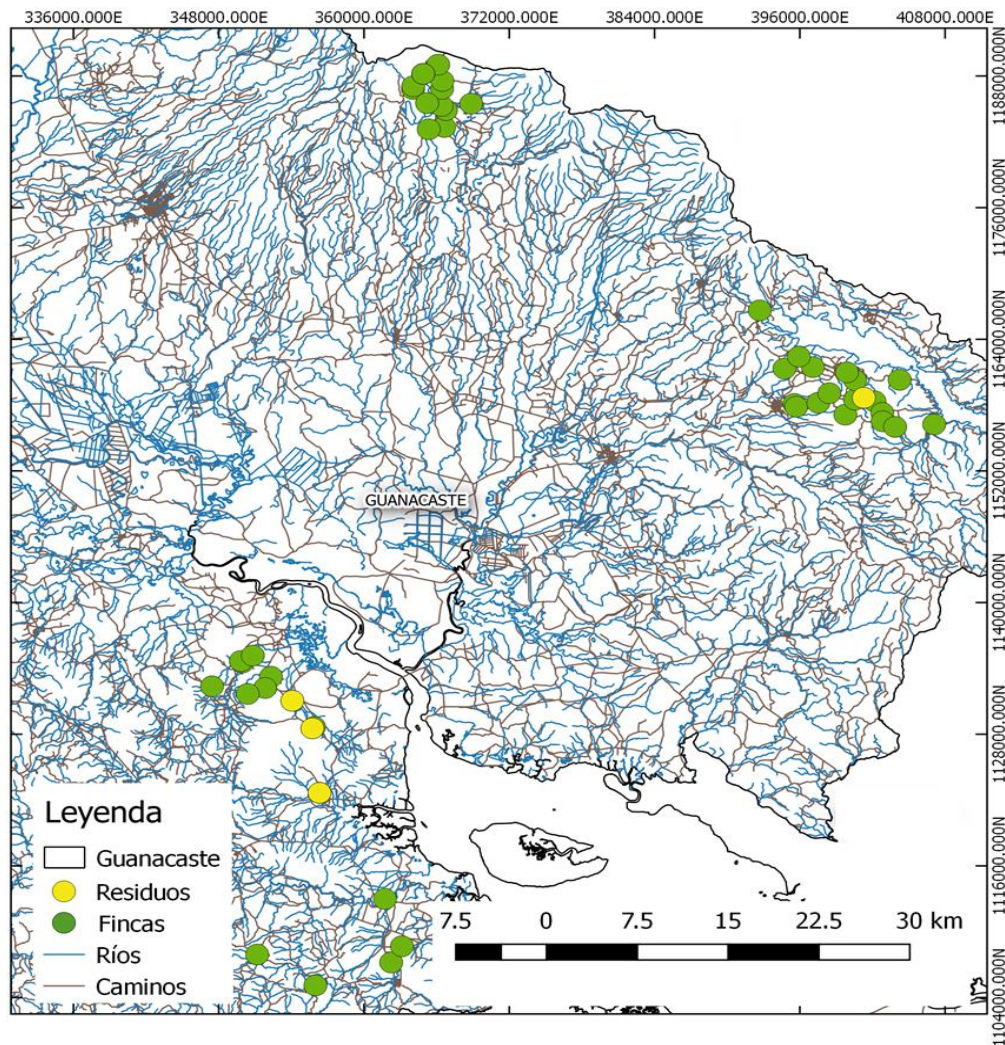
Lic. Jonathan Fernández González

Fuente:

Ortiz-Malavasi, E . (2014)  
Atlas Digital de Costa Rica.  
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Fuente: Qgis (2018).

Figura 9. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Heredia.



Realizado por:

Cecilia Alvarado Vega  
Escuela de Zootecnia

Colaborador:

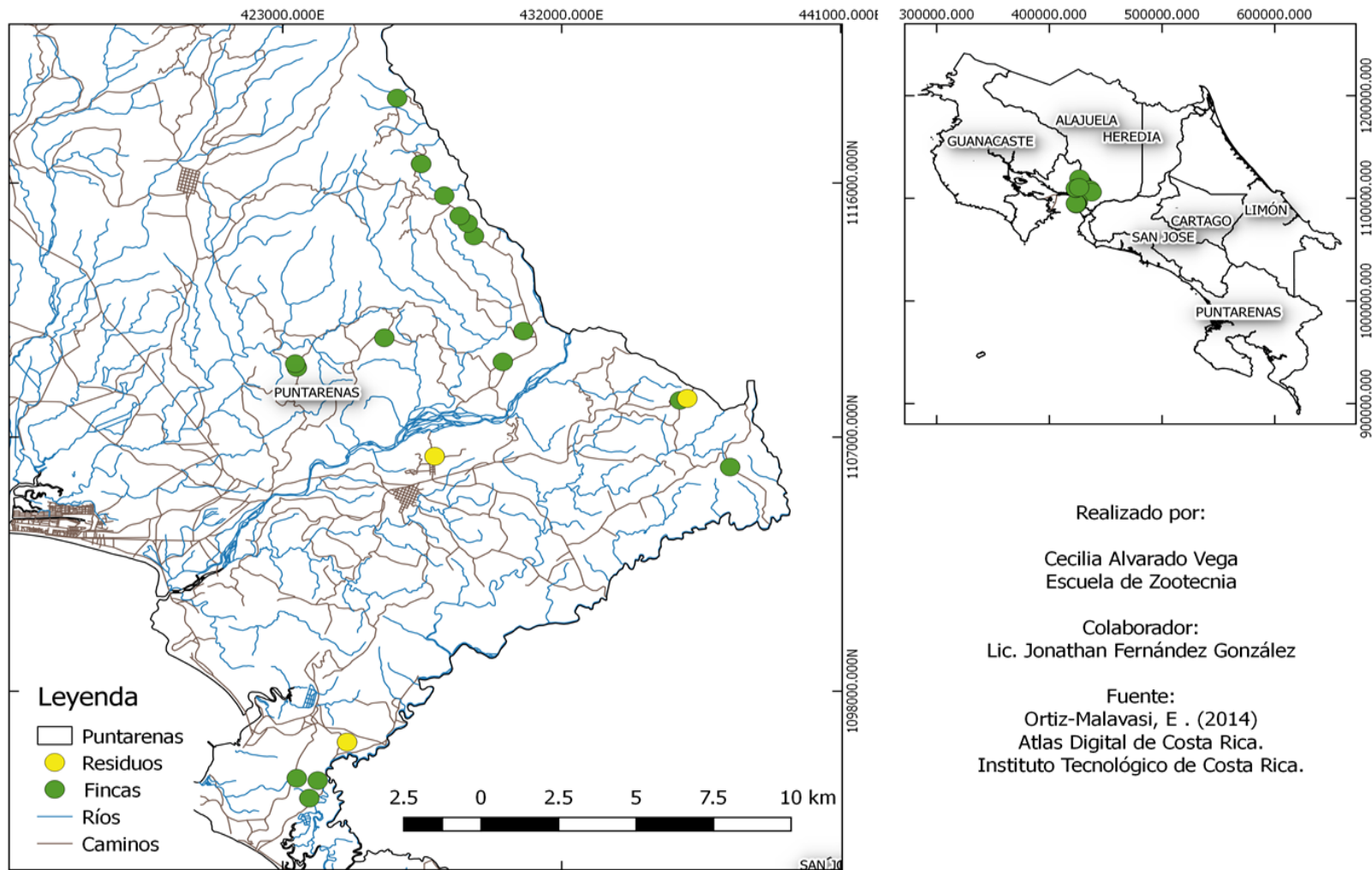
Lic. Jonathan Fernández González

Fuente:

Ortiz-Malavasi, E . (2014)  
Atlas Digital de Costa Rica.  
Instituto Tecnológico de Costa Rica.

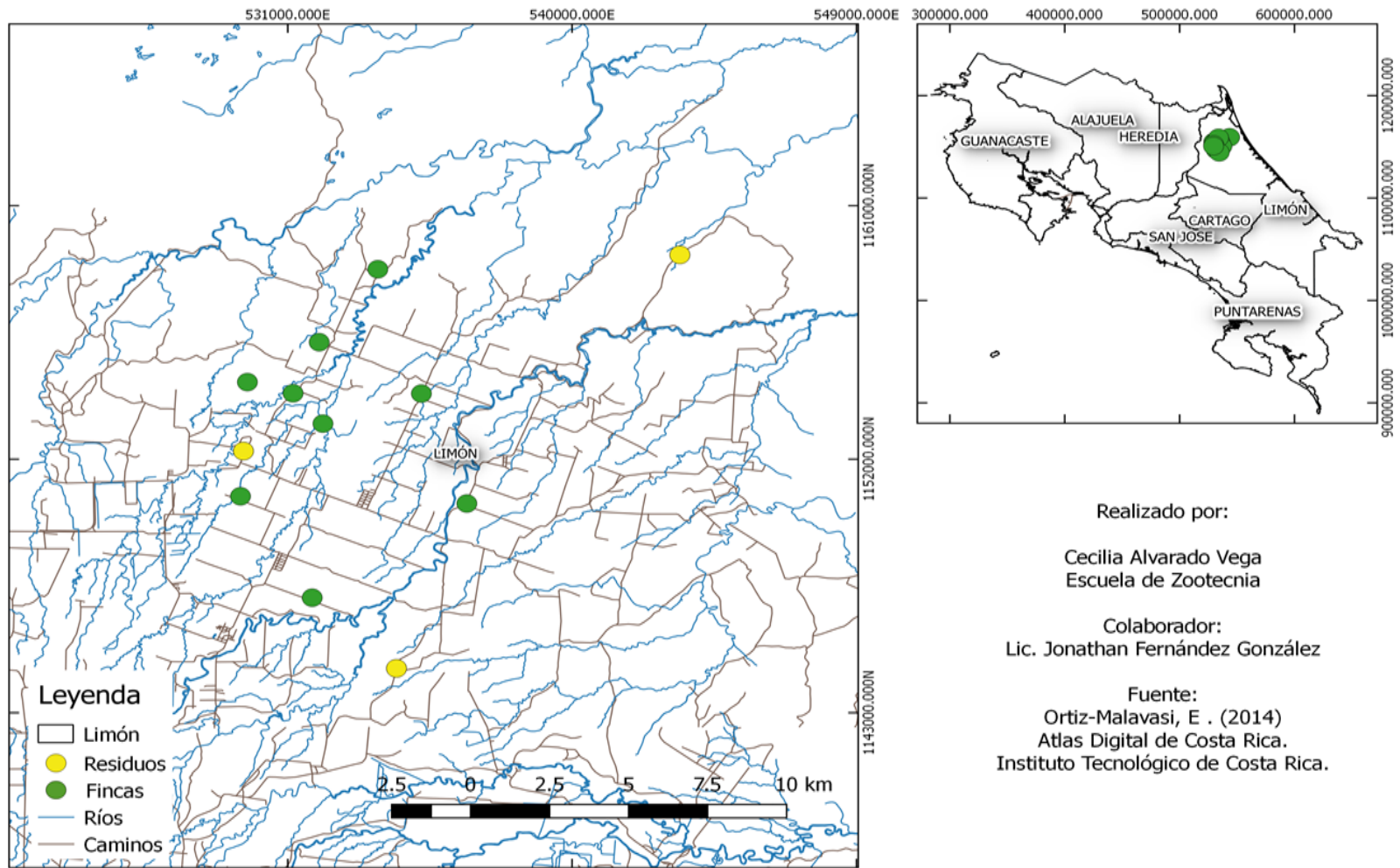
Fuente: Qgis (2018).

Figura 10. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Guanacaste.



Fuente: Qgis (2018).

Figura 11. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Puntarenas.



Fuente: Qgis (2018).

Figura 12. Cantidad de fincas lecheras visitadas en la provincia de Limón.



## Anexo 2. Puntos geográficos marcados por GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de las 200 fincas visitadas

Cuadro 30. Coordenadas geográficas de los 200 sistemas artesanales e industriales visitados a nivel nacional.

Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas
1	N10 49.149 W85 10.783	23	N10 30.143 W84 56.409	44	N10 27.328 W84 50.908
2	N10 48.386 W85 10.808	24	N10 30.067 W84 57.699	45	N10 27.231 W84 25.494
3	N10 46.274 W85 11.227	25	N10 29.889 W84 54.867	46	N10 27.217 W84 25.681
4	N10 46.259 W85 13.296	26	N10 29.525 W84 52.480	47	N10 27.198 W84 52.680
5	N10 45.868 W85 13.030	27	N10 29.500 W84 54.498	48	N10 27.183 W84 25.411
6	N10 45.866 W85 13.030	28	N10 29.014 W83 36.203	49	N10 27.111 W84 21.456
7	N10 45.038 W85 13.437	29	N10 28.856 W84 55.661	50	N10 27.082 W84 25.211
8	N10 44.583 W85 14.111	30	N10 28.756 W84 21.625	51	N10 26.997 W84 25.066
9	N10 44.581 W85 14.112	31	N10 28.743 W83 41.445	52	N10 26.583 W84 21.619
10	N10 44.581 W85 14.113	32	N10 28.635 W84 54.099	53	N10 26.573 W84 21.556
11	N10 44.235 W85 13.247	33	N10 28.539 W84 54.493	54	N10 26.473 W84 21.962
12	N10 43.967 W85 14.561	34	N10 28.462 W84 53.619	55	N10 26.365 W83 42.845
13	N10 43.844 W85 13.258	35	N10 28.414 W84 22.088	56	N10 26.355 W83 42.918
14	N10 43.832 W85 14.571	36	N10 28.379 W84 56.160	57	N10 26.353 W83 42.918
15	N10 43.133 W85 13.932	37	N10 28.321 W84 57.241	58	N10 26.348 W83 40.691
16	N10 43.115 W85 11.932	38	N10 28.227 W84 22.204	59	N10 26.233 W84 24.217
17	N10 42.999 W85 13.278	39	N10 28.182 W84 57.158	60	N10 26.188 W84 21.532
18	N10 42.793 W85 13.075	40	N10 27.889 W84 53.263	61	N10 26.109 W84 24.531
19	N10 41.960 W85 13.152	41	N10 27.797 W84 54.934	62	N10 25.971 W84 20.533
20	N10 41.842 W85 13.853	42	N10 27.476 W84 53.248	63	N10 25.804 W84 20.955
21	N10 32.940 W84 58.825	43	N10 27.338 W83 42.464	64	N10 25.799 W84 20.803
22	N10 30.661 W84 57.049				

Cuadro 30. Continuación.

Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas
65	N10 25.659 W84 25.439	85	N10 23.518 W84 18.862	105	N10 22.410 W84 22.503
66	N10 25.626 W84 20.387	86	N10 23.425 W84 18.870	106	N10 22.076 W84 24.380
67	N10 25.456 W84 20.323	87	N10 23.408 W84 23.238	107	N10 21.869 W84 21.279
68	N10 25.243 W83 43.779	88	N10 23.403 W84 20.425	108	N10 21.619 W84 22.864
69	N10 25.016 W84 22.298	89	N10 23.360 W84 22.684	109	N10 21.056 W83 41.129
70	N10 24.993 W84 22.441	90	N10 23.335 W84 18.997	110	N10 19.648 W83 55.203
71	N10 24.963 W84 22.307	91	N10 23.305 W84 22.934	111	N10 19.249 W83 55.107
72	N10 24.718 W84 23.054	92	N10 23.286 W84 19.058	112	N10 19.239 W83 56.109
73	N10 24.537 W84 19.655	93	N10 23.175 W84 18.975	113	N10 19.236 W83 55.896
74	N10 24.467 W84 18.481	94	N10 23.088 W84 19.017	114	N10 19.218 W83 55.683
75	N10 24.450 W84 19.152	95	N10 23.057 W84 19.331	115	N10 19.207 W83 56.117
76	N10 24.372 W83 43.831	96	N10 23.035 W84 19.322	116	N10 19.099 W84 24.561
77	N10 24.229 W83 39.905	97	N10 22.980 W84 21.540	117	N10 18.873 W83 55.842
78	N10 23.834 W84 22.218	98	N10 22.952 W84 21.825	118	N10 15.789 W85 21.706
79	N10 23.808 W84 18.664	99	N10 22.843 W84 20.477	119	N10 15.518 W85 22.249
80	N10 23.703 W84 18.848	100	N10 22.579 W84 19.174	120	N10 15.447 W85 22.180
81	N10 23.698 W84 18.874	101	N10 22.560 W84 21.675	121	N10 14.747 W85 20.883
82	N10 23.694 W84 18.749	102	N10 22.487 W84 19.086	122	N10 14.262 W85 23.546
83	N10 23.612 W84 21.711	103	N10 22.463 W84 19.984	123	N10 14.189 W85 21.145
84	N10 23.558 W84 21.275	104	N10 22.418 W83 42.589	124	N10 13.893 W85 21.932

Cuadro 30. Continuación.

Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas	Número de punto	Coordenadas
125	N10 13.564 W85 19.911	149	N9 59.619 W83 58.268	173	N9 52.600 W83 49.400
126	N10 12.271 W85 18.923	150	N9 59.497 W85 18.809	174	N9 52.473 W83 49.614
127	N10 12.204 W85 18.999	151	N9 58.921 W83 41.792	175	N9 52.399 W83 50.244
128	N10 09.014 W85 18.661	152	N9 58.885 W83 42.238	176	N9 52.278 W84 26.470
129	N10 07.155 W84 40.135	153	N9 58.740 W83 42.128	177	N9 52.234 W84 26.502
130	N10 05.893 W84 39.710	154	N9 58.036 W83 43.960	178	N9 52.169 W83 49.678
131	N10 05.892 W84 39.708	155	N9 57.953 W83 43.370	179	N9 52.034 W83 58.766
132	N10 05.282 W84 39.301	156	N9 57.662 W83 42.455	180	N9 51.997 W84 22.374
133	N10 04.894 W84 39.025	157	N9 57.646 W83 43.287	181	N9 51.745 W83 57.329
134	N10 04.750 W84 38.885	158	N9 56.953 W83 42.172	182	N9 51.735 W83 50.382
135	N10 04.507 W84 38.773	159	N9 54.778 W84 40.994	183	N9 51.733 W83 50.717
136	N10 03.781 W85 15.682	160	N9 54.082 W84 41.881	184	N9 51.497 W84 25.849
137	N10 02.683 W84 37.894	161	N9 54.073 W83 55.936	185	N9 51.240 W83 50.570
138	N10 02.548 W84 40.352	162	N9 54.038 W84 41.511	186	N9 50.658 W83 58.585
139	N10 02.090 W84 38.259	163	N9 53.699 W84 41.658	187	N9 50.644 W83 54.712
140	N10 02.048 W84 41.925	164	N9 53.642 W83 47.608	188	N9 47.717 W84 23.085
141	N10 01.973 W84 41.896	165	N9 53.428 W83 49.910	189	N9 47.585 W84 22.957
142	N10 01.444 W85 14.904	166	N9 53.424 W83 40.190	190	N9 29.096 W83 36.727
143	N10 01.393 W84 35.001	167	N9 53.373 W83 50.083	191	N9 28.611 W83 36.687
144	N10 01.355 W84 35.129	168	N9 53.294 W84 24.879	192	N9 28.578 W83 39.280
145	N10 01.011 W85 21.447	169	N9 53.090 W84 23.621	193	N9 28.551 W83 39.432
146	N10 00.641 W85 15.390	170	N9 52.952 W84 23.934	194	N9 28.336 W83 39.403
147	N10 00.273 W84 39.459	171	N9 52.927 W84 23.867	195	N9 28.230 W83 34.873
148	N10 00.076 W84 34.241	172	N9 52.679 W83 50.853	196	N9 28.071 W83 35.374
197	N9 27.544 W83 35.900	198	N9 27.425 W83 35.279	199	N9 21.824 W83 44.505
200	N9 21.453 W83 33.031				

**Anexo 3. Resultados de las 200 muestras de leche analizadas en el CICA (Centro de Investigación de Contaminación Ambiental) mediante la metodología establecida para matrices altas en grasa.**

Cuadro 31. Resultados de las muestras de leche de la 1 a la 27 provenientes de la zona de Sarapiquí, Pérez Zeledón, Cartago.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-1	CICA-UCR 15335	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-2	CICA-UCR 15322	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-3	CICA-UCR 15336	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-4	CICA-UCR 15321	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-5	CICA-UCR 15334	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-6	CICA-UCR 15333	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-7	CICA-UCR 15331	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-8	CICA-UCR 15332	20/02/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-9	CICA-UCR 15337	03/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-10	CICA-UCR 15338	03/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-11	CICA-UCR 15323	03/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-12	CICA-UCR 15347	03/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-13	CICA-UCR 15340	03/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-14	CICA-UCR 15324	10/04/2018	ND	ND	ND	4,43 ± 2,26	ND
LAPA 010-2018-15	CICA-UCR 15339	10/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-16	CICA-UCR 15325	10/04/2018	ND	ND	6,66 ± 3,21	2,31 ± 1,30	ND
LAPA 010-2018-17	CICA-UCR 15350	10/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-18	CICA-UCR 15349	10/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-19	CICA-UCR 15348	10/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-20	CICA-UCR 15901	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-21	CICA-UCR 15902	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-22	CICA-UCR 15903	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-23	CICA-UCR 15904	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-24	CICA-UCR 15905	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 32. Resultados de las muestras de leche de la 28 a la 35 provenientes de la zona de Sarapiquí, Pérez Zeledón, Cartago.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-25	CICA-UCR 15906	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-26	CICA-UCR 15907	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-27	CICA-UCR 15908	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-28	CICA-UCR 15910	23/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-29	CICA-UCR 15909	26/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-30	CICA-UCR 15911	26/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-31	CICA-UCR 15912	26/04/2018	ND	ND	26,61 ± 10,39	12,19 ± 5,35	ND
LAPA 010-2018-32	CICA-UCR 15913	26/04/2018	ND	ND	13,29 ± 5,76	ND	ND
LAPA 010-2018-33	CICA-UCR 15914	26/04/2018	ND	ND	6,99 ± 3,34	ND	ND
LAPA 010-2018-34	CICA-UCR 15915	26/04/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-35	CICA-UCR 15916	26/04/2018	ND	ND	19,84 ± 8,10	3,11 ± 1,68	ND
	Límite de detección (LD)		5	2	2	2	2
	Límite de cuantificación (LC)		10	5	5	5	5
	Técnica de análisis		LC-MS/MS		GC-MS/MS		

ND: no se detecta la presencia de la molécula de interés

Cuadro 33. Resultados de las muestras de leche de la 36 a la 62 provenientes de la zona de San Carlos y Puriscal.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-36	CICA-UCR 15326	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-37	CICA-UCR 15327	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-38	CICA-UCR 15328	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-39	CICA-UCR 15329	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-40	CICA-UCR 15330	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-41	CICA-UCR 15917	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-42	CICA-UCR 15918	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-43	CICA-UCR 15919	28/05/2018	ND	ND	82,96 ± 27,31	61,42 ± 21,15	ND
LAPA 010-2018-44	CICA-UCR 15920	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-45	CICA-UCR 16101	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-46	CICA-UCR 16102	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-47	CICA-UCR 16103	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-48	CICA-UCR 16104	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-49	CICA-UCR 16105	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-50	CICA-UCR 16106	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-51	CICA-UCR 16107	28/05/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-52	CICA-UCR 16262	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-53	CICA-UCR 16263	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-54	CICA-UCR 16264	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-55	CICA-UCR 16265	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-56	CICA-UCR 16266	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-57	CICA-UCR 16267	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-58	CICA-UCR 16268	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-59	CICA-UCR 16269	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-60	CICA-UCR 16270	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-61	CICA-UCR 16281	06/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-62	CICA-UCR 16081	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 34. Resultados de las muestras de leche de la 63 a la 87 provenientes de la zona de Tilarán y San Carlos.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-63	CICA-UCR 16082	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-64	CICA-UCR 16083	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-65	CICA-UCR 16084	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-66	CICA-UCR 16085	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-67	CICA-UCR 16086	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-68	CICA-UCR 16087	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-69	CICA-UCR 16088	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-70	CICA-UCR 16089	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-71	CICA-UCR 16090	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-72	CICA-UCR 16108	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-73	CICA-UCR 16109	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-74	CICA-UCR 16110	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-75	CICA-UCR 16282	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-76	CICA-UCR 16283	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-77	CICA-UCR 16284	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-78	CICA-UCR 16285	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-79	CICA-UCR 16286	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-80	CICA-UCR 16287	11/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-81	CICA-UCR 16288	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-82	CICA-UCR 16289	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-83	CICA-UCR 16290	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-84	CICA-UCR 16301	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-85	CICA-UCR 16302	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-86	CICA-UCR 16303	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-87	CICA-UCR 16304	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 34. Continuación.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-88	CICA-UCR 16305	28/06/2018	ND	ND	4,68 ± 2,37	ND	ND
LAPA 010-2018-89	CICA-UCR 16306	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-90	CICA-UCR 16307	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-91	CICA-UCR 16308	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-92	CICA-UCR 16309	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-93	CICA-UCR 16310	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-94	CICA-UCR 16311	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-95	CICA-UCR 16312	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-96	CICA-UCR 16313	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-97	CICA-UCR 16314	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-98	CICA-UCR 16315	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-99	CICA-UCR 16316	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-100	CICA-UCR 16317	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-101	CICA-UCR 16318	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-102	CICA-UCR 16319	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-103	CICA-UCR 16320	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-104	CICA-UCR 16321	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-105	CICA-UCR 16322	28/06/2018	ND	ND	ND	ND	ND
Límite de detección (LD)			5	2	2	2	2
Límite de cuantificación (LC)			10	5	5	5	5
Técnica de análisis			LC-MS/MS	GC-MS/MS			

ND: no se detecta la presencia de la molécula de interés



Cuadro 35. Resultados de las muestras de leche de la 106 a la 125 provenientes de la zona de San Carlos y Turrialba.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-106	CICA-UCR 15981	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-107	CICA-UCR 16323	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-108	CICA-UCR 16324	04/07/2018	ND	ND	9,80 ± 4,45	ND	ND
LAPA 010-2018-109	CICA-UCR 16325	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-110	CICA-UCR 16326	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-111	CICA-UCR 16327	04/07/2018	ND	ND	18,43 ± 7,61	ND	ND
LAPA 010-2018-112	CICA-UCR 16328	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-113	CICA-UCR 16329	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-114	CICA-UCR 16330	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-115	CICA-UCR 16331	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-116	CICA-UCR 16332	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-117	CICA-UCR 16333	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-118	CICA-UCR 16334	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-119	CICA-UCR 16335	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-120	CICA-UCR 16336	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-121	CICA-UCR 16337	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-122	CICA-UCR 16338	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-123	CICA-UCR 16339	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-124	CICA-UCR 16340	04/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-125	CICA-UCR 15982	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 36. Resultados de las muestras de leche de la 126 a la 152 provenientes de la zona de Bagaces.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-126	CICA-UCR 15983	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-127	CICA-UCR 15984	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-128	CICA-UCR 15985	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-129	CICA-UCR 15986	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-130	CICA-UCR 15987	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-131	CICA-UCR 15988	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-132	CICA-UCR 15989	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-133	CICA-UCR 15990	09/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-134	CICA-UCR 13671	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-135	CICA-UCR 13672	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-136	CICA-UCR 13673	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-137	CICA-UCR 13674	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-138	CICA-UCR 13675	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-139	CICA-UCR 15991	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-140	CICA-UCR 15992	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-141	CICA-UCR 15993	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-142	CICA-UCR 15994	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-143	CICA-UCR 15995	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-144	CICA-UCR 15996	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-145	CICA-UCR 15997	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-146	CICA-UCR 15998	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-147	CICA-UCR 15999	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-148	CICA-UCR 16000	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-149	CICA-UCR 16171	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-150	CICA-UCR 16172	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-151	CICA-UCR 16173	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-152	CICA-UCR 16174	24/07/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 37. Resultados de las muestras de leche de la 153 a la 176 provenientes de la zona Nandayure, Esparza, Cariari.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-153	CICA-UCR 16151	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-154	CICA-UCR 16180	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-155	CICA-UCR 16181	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-156	CICA-UCR 16182	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-157	CICA-UCR 16183	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-158	CICA-UCR 16184	14/08/2018	ND	ND	6,83 ± 3,28	ND	ND
LAPA 010-2018-159	CICA-UCR 16185	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-160	CICA-UCR 16186	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-161	CICA-UCR 16187	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-162	CICA-UCR 16188	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-163	CICA-UCR 16189	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-164	CICA-UCR 16190	14/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-165	CICA-UCR 16152	17/08/2018	ND	ND	ND	3,42 ± 1,82	ND
LAPA 010-2018-166	16153 CICA-UCR	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-167	CICA-UCR 16154	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-168	CICA-UCR 16155	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-169	CICA-UCR 16156	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-170	CICA-UCR 16157	17/08/2018	ND	ND	13,66 ± 5,90	54,10 ± 18,99	ND
LAPA 010-2018-171	CICA-UCR 16158	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-172	CICA-UCR 16159	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-173	CICA-UCR 16160	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-174	CICA-UCR 16161	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-175	CICA-UCR 16162	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-176	CICA-UCR 16163	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND

Cuadro 38. Resultados de las muestras de leche de la 177 a la 200 provenientes de la zona de Hojancha y Cariari.

Código LAPA	Descripción	Fecha de ingreso	Concentraciones en µg/kg				
			Amitraz	Ciflutrina	Cipermetrina	Clorpirifós	Coumafós
LAPA 010-2018-177	CICA-UCR 16164	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-178	CICA-UCR 16165	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-179	CICA-UCR 16166	17/08/2018	ND	ND	2,70 ± 1,49	ND	ND
LAPA 010-2018-180	CICA-UCR 16176	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-181	CICA-UCR 16175	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-182	CICA-UCR 16177	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-183	CICA-UCR 16178	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-184	CICA-UCR 16179	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-185	CICA-UCR 13621	17/08/2018	ND	ND	ND	21,51 ± 8,67	ND
LAPA 010-2018-186	CICA-UCR 13622	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-187	CICA-UCR 16167	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-188	CICA-UCR 16170	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-189	CICA-UCR 16168	17/08/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-190	CICA-UCR 13623	24/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-191	CICA-UCR 13624	24/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-192	CICA-UCR 13625	24/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-193	CICA-UCR 13626	24/09/2018	ND	ND	2,82 ± 1,54	ND	ND
LAPA 010-2018-194	CICA-UCR 13627	24/09/2018	ND	ND	10,14 ± 4,58	ND	ND
LAPA 010-2018-195	CICA-UCR 13628	24/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-196	CICA-UCR 13629	25/09/2018	5,87 ± 2,88	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-197	CICA-UCR 13630	25/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-198	CICA-UCR 13631	25/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-199	CICA-UCR 13632	25/09/2018	5,33 ± 2,65	ND	ND	ND	ND
LAPA 010-2018-200	CICA-UCR 13633	25/09/2018	ND	ND	ND	ND	ND
	Límite de detección (LD)		5	2	2	2	2
	Límite de cuantificación (LC)		10	5	5	5	5
	Técnica de análisis		LC-MS/MS		GC-MS/MS		

ND: no se detecta la presencia de la molécula de interés

#### Anexo 4. Muestras que presentaron residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina.

Cuadro 39. Características de muestras que presentaron residuos de amitraz, clorpirifós y cipermetrina, provenientes de explotaciones lecheras de productores artesanales e industriales.

Nºmuestra	kg de leche en tanque	Clorpirifós (µg/kg)	Cipermetrina (µg/kg)	Producto comercial utilizado	Ingrediente activo del producto utilizado	Días después del baño	Litros de producto/a nimal	Frecuencia que realiza los baños
*1	-	4,43±2,26	ND	Alcatraz	Amitraz	31	2,22	1 mes
*2	-	2,31±1,30	6,66±3,21	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	4	NC	4 días
*3	1502	12,19±5,35	26,61±10,39	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	31	5	1 mes
**4	900	ND	13,29±5,76	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	7	0,83	8 días
**5	650	ND	6,99±3,34	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	14	1,67	15 días
**6	400	3,11±1,68	19,84±8,10	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	5	1,67	15 días
*7	600	61,42±21,15	82,96±27,31	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	21	1	22 días
**8	1000	ND	4,68±2,37	Dermethon	Cipermetrina	5	0,8	10 días
**9	4400	ND	9,80±4,45	Impacto	Cipermetrina clorpirifos	4	3	10 días
**10	650	ND	18,43±7,61	Singap	Amitraz	16	2,5	1 mes
*11	564	ND	6,83±3,28	Ectotraz	Amitraz	7	1,8	15 días

ND: no se detecta la presencia de la molécula de interés

NC: no cuantificable, por ser un producto aplicado sobre el lomo (pour-on).

\*Productores artesanales/\*\*Productores industriales

Cuadro 39. Continuación.

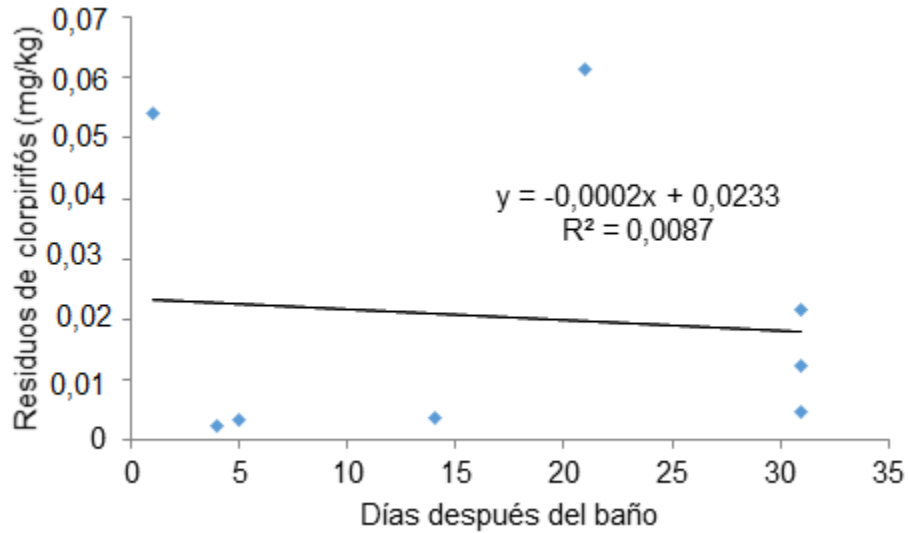
N°muestra	kg de leche en tanque	Clorpirifós (µg/kg)	Cipermetrina (µg/kg)	Amitraz (µg/kg)	Producto comercial utilizado	Ingrediente activo del producto utilizado	Días después del baño	Litros de producto/animal	Frecuencia que realiza los baños
**12	40	3,42±1,82	ND	ND	Asuntol 20%	Coumafós	14	1,12	15 días
**13	280	54,10±18,99	13,66±5,90	ND	Impacto	Cipermetrina-clorpirifos	1	4	8 días
**14	240		2,70±1,49	ND	Singap	Amitraz	14	1,8	30,5 días
*15	1100	21,51±8,67		ND	Asuntol 20%	Coumafós	31	2,25	30,5 días
**16	75	ND	2,82±1,54	ND	Impacto	Cipermetrina-clorpirifos	7	NC	30,5 días
**17	100	ND	10,14±4,58	ND	Eprinex	Eprinomectina	31	NC	91,5 días
*18	300	ND	ND	5,87±2,88	Singap	Amitraz	3	2,25	30,5 días
*19	80	ND	ND	5,33±2,65	Bayticol	Flumetrina	3	0,9	22 días

ND: no se detecta la presencia de la molécula de interés

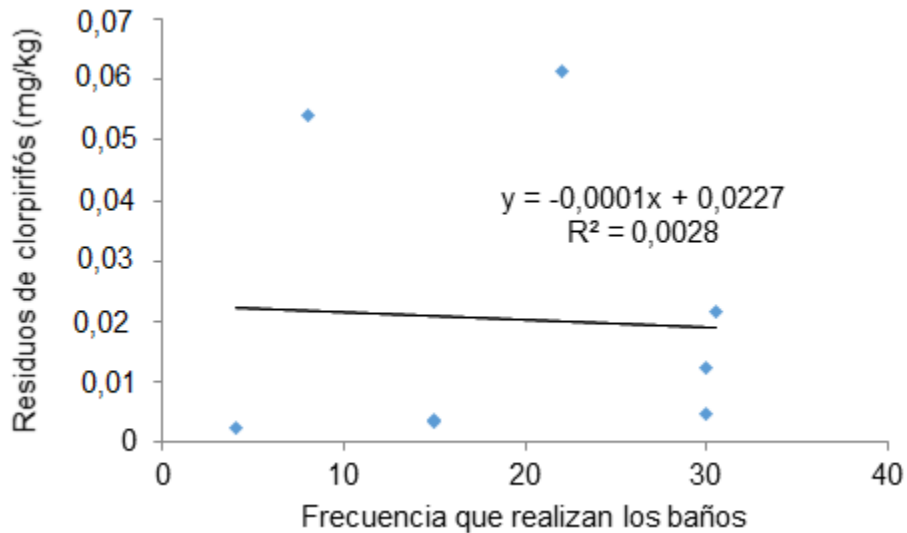
NC: no cuantificable, por ser un producto aplicado sobre el lomo (pour-on).

\*Productores artesanales/\*\*Productores industriales

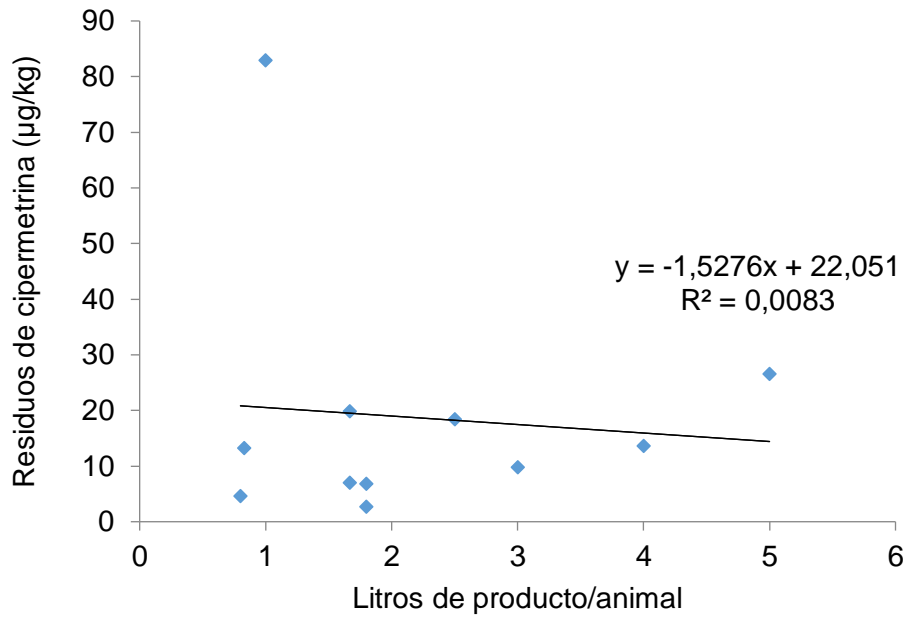
**Anexo 5. Presencia de residuos de clorpirifós y cipermetrina en relación al tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche, la frecuencia que se realizan los baños y la cantidad de litros de producto aplicado/animal.**



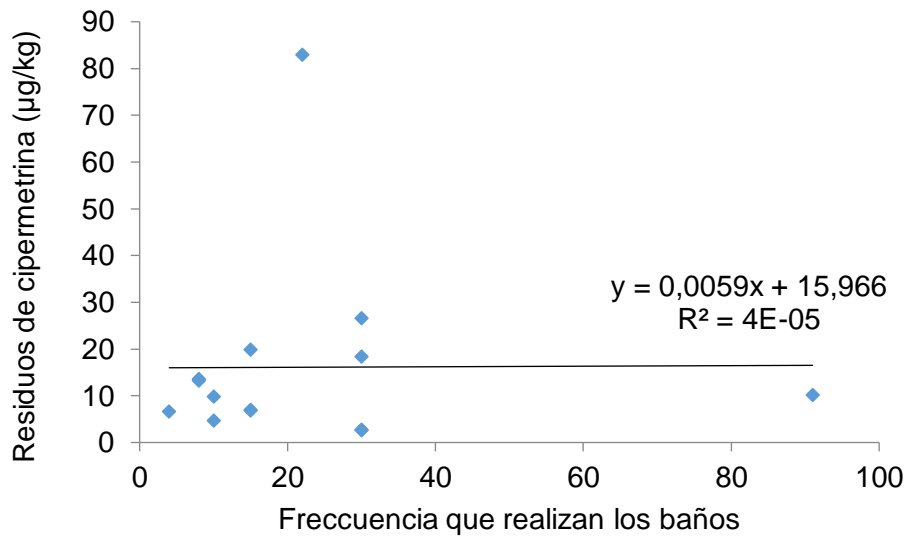
A5.1. Presencia de residuos de clorpirifós (mg/kg) con el tiempo que transcurrió entre el último baño y la toma de muestra de leche.



A5.2. Presencia de residuos de clorpirifós (mg/kg) con la frecuencia que realizan los baños.



A5.3. Presencia de residuos de cipermetrina (µg/kg) con litros de producto aplicado/animal.



A5.4. Presencia de residuos de cipermetrina (µg/kg) con la frecuencia que realizan los baños



**Anexo 6. Encuesta dirigida a productores artesanales e industriales de fincas visitadas.**

N° muestra:

N° animales:

Raza:

Tamaño de la finca:

Kg de leche/día:

Cantidad de ordeños que tiene el tanque:

Con que frecuencia realiza los baños/ Última vez que baño:

Que productos utiliza:

Porque usa ese producto:

Dosis que utiliza/Cantidad de animales por bomba:

Realiza rotación de productos/ como lo realiza:

Registra los productos que aplica:

Aplica algún producto para el control de garrapatas en potrero:

Verifica principio activo del producto:

Verifica fecha de vencimiento:

Forma de realizar los baños:

Utiliza desparasitantes internos/ en que momento/manejo-rotación

Existe ingreso de animales nuevos/ como es el manejo que realiza:

Conoce alguna otra alternativa aparte del control químico:

Tipo de forraje:

Utiliza algún tipo de protección cuando aplica el producto químico:

Forma que comercializa:

