

Universidad Autónoma de Sinaloa
Colegio en Ciencias Agropecuarias
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Maestría en Ciencias Agropecuarias



TESIS:

“Identificación morfológica, georreferenciación y factores de riesgo de piojos presentes en caprinos”

**Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias Agropecuarias**

PRESENTA:

Daniel Eduardo Zatarain

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Idalia Enríquez Verdugo

CO-DIRECTORA DE TESIS:

Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho

Asesores

Dra. Nohemí Castro del Campo
Dr. Miguel Ángel Rodríguez Gaxiola
MC. Claudia Leonor Barraza Tizoc

Culiacán, Sinaloa, México; septiembre de 2020

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR DANIEL EDUARDO ZATARAIN, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA; Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTORA DE TESIS



DRA. IDALIA ENRÍQUEZ VERDUGO

CO-DIRECTORA



DRA. SOILA MARIBEL GAXIOLA CAMACHO

ASESORA



DRA. NOHEMÍ CASTRO DEL CAMPO

ASESOR



DR. MIGUEL ÁNGEL RODRÍGUEZ GAXIOLA

ASESORA



MC. CLAUDIA LEONOR BARRAZA TIZOC

CULIACÁN, SINALOA, SEPTIEMBRE 2020



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe Daniel Eduardo Zatarain, alumna del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 1360114-8, de la Unidad Académica Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de la Dra. Idalia Enríquez Verdugo y la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho y cede los derechos del trabajo titulado "Identificación morfológica, georreferenciación y factores de riesgo de piojos presentes en caprinos", a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor.

La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

Daniel Eduardo Zatarain

DOMICILIO: Calle San Antonio #3885, Col. San Benito. Culiacán, Sinaloa, México.
TELÉFONO: 669-1600602
CORREO ELECTRÓNICO: daniel.zatarain.fmzv18@uas.edu.mx
CURP: ZAXD940418HSLTXN09

DEDICATORIA

Le dedico este trabajo a mi madre Patricia Zatarain Valdez la persona más importante, ella dedico todo su tiempo libre y dinero para darme una vida en donde lo indispensable nunca faltara, apoyándome todo lo posible para que lograra cumplir mis sueños y metas cuando eran difíciles, a pesar de que ya no tiene la obligación moral aun sigues dándome consejos y recomendaciones los cuales me ayudan en la vida diaria, ella ha sido una de las personas por las cuales he continuado aunque sea difícil y siempre me apoya para que nunca me dé por vencido en los peores momentos ya sea tanto de forma cariñosa como agresivamente, sin ella y sus cuidados yo no sería la persona que soy ahora le estoy profundamente agradecido por su esfuerzo esperando que este conmigo por mucho tiempo.

A mi abuelo Daniel Zatarain Zamudio el cual ha estado conmigo en los momentos más importantes apoyándome de múltiples maneras y aunque no he pasado mucho tiempo juntos, estoy profundamente agradecido porque él está en los momentos más importantes.

AGRADECIMIENTO

A Dra. Idalia Enríquez Verdugo por ser la primera persona en darme una oportunidad para mejorar mis capacidades siendo un completo desconocido aun con su limitado tiempo dentro de todas sus actividades como mi directora de tesis y asesora gracias por permitirme trabajar con usted en su línea de investigación y aprender de sus experiencias previa de las cuales permitirán aumentar mis conocimientos para obtener mejores resultados y llegar a la meta.

A la Dra. Soila Maribel Gaxiola Camacho por ayudarme a mejorar mis capacidades de investigación y redacción de documentos, mejorar el trabajo de investigación y darme múltiples oportunidades de mejorar como investigador y profesional.

A la Dra. Nohemí Castro del Campo por ayudarme a mejorar el trabajo de investigador proporcionarme consejos en la mejora de procedimientos de su área de conocimiento, proporcionando los equipos necesarios para facilitar la obtención de resultados en el trabajo de investigación.

Al Dr. Portillo proporcionando algo de su tiempo para ayudarme a comprender y explicar los análisis estadísticos utilizados en el trabajo, lo que ayudo a mejorar el trabajo y mi formación.

Al Dr. Miguel Ángel Rodríguez por brindarme asesorías las cuales me permitieron mejorar mis redacciones y forma de comunicar.

Al MC. Julián Ríos Sicaños por su colaboración en la elaboración de oligonucleótidos degenerados los cuales fueron fundamentales para avanzar en el trabajo de investigación así como agradecer por sus aportaciones en ampliar mis conocimientos.

A MC. Cesar Noé Badilla Medina por compartir sus conocimientos de su línea de investigación y por ayudarme a mejorar métodos que facilitarían la obtención de más conocimientos.

A los MC. Jesús Daniel Solís Carrasco, Higinio Cepeda Quintero y Claudia Leonor Barraza Tizoc, ellos me dieron las herramientas que me facilitaron para alcanzar los objetivos que me planteé, que me permitieron realizar los procedimientos en sus instalaciones facilitándome los procesos aún más.

Al MC. Quevedo Rocha y MVZ. Alfredo por apoyar el trabajo de investigación con la obtención de muestras y traslados, permitiendo la fácil comunicación con Unidades de Producción Pecuaria, que me permitió aumentar mi experiencia laboral.

A CONACYT por su invaluable apoyo y confianza durante los dos últimos años y así permitirme seguir creciendo en el ámbito científico y personal, esperando a ver aportando un grano de arena a la comunidad en general.

Por último pero no menos importante a la UAS Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia la cual me ayudó para formarme como Maestro en Ciencias, a los Laboratorios por permitirme trabajar conocer a total y cada una de las personas antes mencionadas así como obtener su invaluable apoyo para lograr los objetivos que me planteé durante estos últimos años de mi vida.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	I
ÍNDICE DE FIGURAS	II
ÍNDICE DE GRÁFICAS	III
RESUMEN	IV
ABSTRACT	V
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
2.1. Características generales de los piojos	3
2.2. Ciclo biológico de los piojos	4
2.3. Lesiones y enfermedades provocados por piojos	5
2.4. Importancia de los caprinos	6
2.4.1. Piojos presentes en caprinos	7
2.5. Piojos del suborden Anoplura	7
2.5.1. Morfología general	7
2.5.2. Comportamiento y ecología de Anoplura	8
2.5.3. Piojos del género <i>Linognathus</i>	9
2.5.3.1. Características generales.....	9
2.5.3.2. Diferencias morfológicas de especies	9
2.6. Piojos Mallophaga (Masticadores).....	9
2.6.1. Morfología general de los piojos	10
2.6.2. Comportamiento y ecología de los Mallophaga (Masticadores).....	10
2.6.3. Características generales de Ischnocera	10
2.7. Control de piojos	11
2.8. Factores de riesgo.	12

2.9. Antecedentes directos	12
2.9.1. Morfológicos	12
2.9.2. Georreferenciación	13
2.9.3. Factores de riesgo asociados a la presencia de piojos en caprinos	14
III. HIPÓTESIS	16
IV. OBJETIVOS	17
V. MATERIAL Y MÉTODOS	18
7.1. Localización	18
7.2. Tipo de estudio	19
7.3. Animales muestreados	20
7.4. Toma de muestra	20
7.5. Identificación morfológica	20
7.5.1. Clave para familia del suborden Anoplura	20
7.5.1.1. Clave para especies de <i>Linognathus</i>	23
7.5.2. Clave para familia de los piojos masticadores	24
7.5.2.1. Clave para especies de la Familia Trichodectidae	26
7.6. Toma de datos	27
7.7. Análisis estadístico	27
VI. RESULTADOS	28
VII. DISCUSIÓN	37
VIII. CONCLUSIÓN	40
IX. LITERATURA CITADA	41
X. ANEXO	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	UPP muestreadas con su municipio y ubicación.	19
2	Identificación morfológica para la determinación de la Familia de piojos del suborden Anoplura.	22
3	Identificación morfológica del género y especie de los piojos de la familia Linognathidae.	24
4	Identificación morfológica del suborden y familia de los piojos masticadores.	26
5	Identificación morfológica de la especie y género de los piojos de la familia Trichodectidae.	26
6	Cantidad de piojos recolectados por UPP y caprinos muestreados.	28
7	Datos sobre los msnm y clima de las UPP participantes en el estudio.	33
8	Factores de Riesgo Crudos Asociados a la presencia de piojos en caprinos.	34
9	Ocurrencia de piojos y factores de riesgo (regresión logística univariada).	35
10	Análisis de regresión logística multivariada para la presencia de piojos en caprinos.	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Ciclo biológico del piojo (Modificado) (Talley, 2015).	5
2	Piojos chupadores de caprinos, <i>Linognathus stenopsis</i> (izquierda) y <i>Linognathus africanus</i> (derecha) (Talley, 2015).	8
3	Mapa con las ubicaciones de las UPP.	18
4a	Piojo <i>Linognathus africanus</i> , macho (izq.) y hembra (der.).	29
4b	Piojo <i>Damalinia caprae</i> , macho (izq.) y hembra (der.).	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Título	Página
1	Porcentaje de piojos (<i>L. africanus</i>) obtenidos de diferentes partes anatómicas.	29
2	Porcentaje de piojos (<i>D. caprae</i>) obtenidos de diferentes partes anatómicas.	30
3	Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Culiacán.	31
4	Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Navolato.	31
5	Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Mocolito.	31
6	Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Elota.	32

RESUMEN

Identificación morfológica, georreferenciación y factores de riesgo de piojos presentes en caprinos

MVZ. Zatarain Daniel Eduardo

Los piojos pertenecen a la clase Insecta, orden Phthiraptera, en el cual se reconocen cuatro subórdenes; los piojos masticadores pertenecen a los subórdenes: Rhyncophthirina, Amblycera e Ischocera y los chupadores al Anoplura. Son ectoparásitos obligados permanentes y dependen completamente de sus hospedadores para sobrevivir. El objetivo del trabajo fue determinar las especies de piojos presentes en caprinos ubicados en la región central de Sinaloa, su georreferenciación y los factores de riesgo que favorecen su proliferación. En el estudio participaron siete Unidades de Producción Pecuaria (UPP) ubicados en cuatro municipios de Sinaloa, se obtuvieron muestras de 62 caprinos (52 hembras 10 machos). Se recolectaron 547 piojos y se identificaron por claves dicotómicas. Se obtuvieron los datos de georreferenciación de las UPP como la altitud, el clima, la precipitación, temperatura máxima y mínima. Se determinaron factores de riesgo como el sexo, edad, tipo de piso, densidad del rebaño, tipo de explotación, higiene e instalaciones y se analizaron utilizando la prueba ji cuadrada además de análisis de regresión logística univariada y multivariada con una $P < 0.05$. Se identificaron la presencia de dos piojos morfológicamente, los cuales fueron *Damalinia caprae* y *Linognathus africanus*, la altitud de los UPP fue baja (entre 10 y 75 msnm), las temperaturas máximas se presentaron en los meses de marzo a julio, la mínima de septiembre a enero y los mayores niveles de precipitación se observó de los meses de junio a octubre, el análisis estadístico indicó cinco factores de riesgo como la mala higiene, un espacio inadecuado, malas instalaciones, sistema de producción extensivo y piso de tierra indicando que los factores de riesgo están asociados principalmente a aspectos de la instalaciones y el manejo de los animales. Con esto, se concluye que los piojos presentes en caprinos de Sinaloa pertenecen a *D. caprae* y *L. africanus*, se distribuyen en altitudes bajas y los factores de riesgo significativamente influyentes en la densidad poblacional de piojos en caprinos son la mala higiene, alta densidad de rebaño, tipo de piso, malas instalaciones y el sistema de producción. Esto indica que el buen manejo del rebaño y al poner en práctica los factores indicados de riesgo puede ser la clave para el control de los piojos en los caprinos de la región.

Palabras claves: Piojos, Caprinos, Claves dicotómicas, Factores de riesgo, morfología y georreferenciación.

ABSTRACT

Morphological identification, georeferencing and risk factors for lice present in goats

MVZ. Zatarain Daniel Eduardo

Lice belong to the class Insecta, order Phthiraptera, in which four suborders are recognized; chewing lice belong to the suborders: Rhyncophthirina, Amblycera and Ischocera and sucking lice to Anoplura. They are permanent obligate ectoparasites and are completely dependent on their hosts for survival. The objective of the work was to determine the species of lice present in goats located in the central region of Sinaloa, their georeferencing and the risk factors that favor their proliferation. Seven Livestock Production Units (UPP) located in four municipalities of Sinaloa participated in the study, samples of 62 goats (52 females 10 males) were obtained. 547 lice were collected and identified by dichotomous keys. The georeferencing data of the UPPs were obtained, such as altitude, climate, precipitation, maximum and minimum temperature. Risk factors such as sex, age, type of floor, density of the herd, type of farm, hygiene and facilities were determined and were analyzed using the chi-square test in addition to univariate and multivariate logistic regression analysis with a $P < 0.05$. The presence of two lice were identified morphologically, which were *Damalinia caprae* and *Linognathus africanus*, the altitude of the UPPs was low (between 10 and 75 masl), the maximum temperatures occurred in the months of March to July, the minimum of September to January and the highest levels of precipitation were observed from the months of June to October, the statistical analysis indicated five risk factors such as poor hygiene, inadequate space, poor facilities, extensive production system and dirt floor, indicating that the factors Risk are mainly associated with aspects of the facilities and the handling of the animals. With this, it is concluded that the lice present in Sinaloa goats belong to *D. caprae* and *L. africanus*, are distributed at low altitudes and the risk factors significantly influencing the population density of lice in goats are poor hygiene, high density herd, type of floor, poor facilities and the production system. This indicates that good herd management and putting into practice the indicated risk factors may be the key to controlling lice in goats in the region.

Key words: Lice, Goats, Dichotomous keys, Risk factors, morphology and georeferencing.

I. INTRODUCCIÓN

Los piojos pertenecen a la clase Insecta, orden Phthiraptera, en el cual se reconocen cuatro subórdenes; los piojos masticadores pertenecen a los subórdenes: *Rhyncophthirina*, *Amblycera* e *Ischocera* y los chupadores al Anoplura (Ajith *et al.*, 2017a; Light y Hafner, 2007). Son ectoparásitos obligados permanentes de aves y mamíferos, y dependen completamente de sus hospedadores para sobrevivir (Johnson *et al.*, 2004); algunos son específicos de un huésped (Hopla *et al.*, 1994); en ocasiones un hospedador puede presentar un parásito accidental, no propio de éste y rara vez se aleja voluntariamente (Lozoya *et al.*, 1986); éstos se transmiten por contacto de un animal infectado a otro, sin embargo pueden ser transmitidos por ectoparásitos de mayor tamaño (moscas o mosquitos) (Talley, 2015; Hutchens, 2015). Los caprinos son importantes en regiones pobres del mundo debido a su poca demanda de espacio, la adaptación a diversas condiciones climáticas, la facilidad de manejo, el bajo costo de mantenimiento, la alta prolificidad, la enorme demanda de productos de leche y carne y una excelente fuente proteica (Mustafa *et al.*, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Iqbal *et al.*, 2014); estos animales son afectados por múltiples ectoparásitos como moscas, mosquitos y piojos entre otros (Ajith *et al.*, 2017a; Rashmi y Saxena, 2017; Iqbal *et al.*, 2014). La presencia de los piojos en caprinos afectado de manera negativa en la economía y salud de las personas que dependen de los caprinos para sobrevivir (Mustafa *et al.*, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Iqbal *et al.*, 2014), además de las transmisiones de agentes bacterianos y parasitarios tanto a personas como a caprinos (Promrangsee *et al.*, 2019; Benelli, *et al.*, 2018; Drali *et al.*, 2015; Kumsa *et al.*, 2012; Reeves *et al.*, 2006; Houhamdi *et al.*, 2006). Iqbal *et al.* (2014), en el Distrito de Toba Tek Singh, Punjab, Pakistan, confirmaron la presencia de *Linognathus* spp; en la India Ajith *et al.* (2017a) identificaron la especie *L. africanus*, en la zona de Bareilly y en la llanura fértil indogangética; Rashmi y Saxena (2017), en Rampur, confirmaron la presencia de *Linognathus africanus* y *Damalinia caprae*, y Lozoya *et al.* (1986) identificaron *Linognathus* spp en caprinos en México. Ajith *et al.* (2017a) señalaron que a altitudes altas (268 a 1550 msnm) la presencia de piojos *D. caprae* es mayor a *L. africanus* esto lo refuerza con los trabajos publicados por Kumar *et al.* (1994)

recolectaron muestras en Dehradun la cual se encuentra a una alta altitud (600 a 1000 msnm) e identificaron más presencia de *Damalinia* spp que *Lingonathus* spp y Giri *et al.* (2014) obtuvieron muestras en Sikar que cuenta con altitudes de 420 a 460 msnm e identificaron más presencia de *Lingonathus* spp que *Damalinia* spp. Las infestaciones por piojos están asociados a un amplio espectro de factores que afectan de manera positiva la presencia y proliferación en diferentes niveles, estos factores pueden ser ambientales como clima, tipo de explotación, densidad del rebaño, tipo de explotación, higiene (Mustafa, 2019; Abera y Gebrewahd, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Taylor *et al.*, 2007) así como el de las características propias del animal como la edad, sexo y la alimentación de los animales (Abera y Gebrewahd, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Seyoum *et al.*, 2015; Iqbal *et al.*, 2014). El objetivo del estudio, fue determinar las especies de piojos presentes en caprinos ubicados en la región central de Sinaloa, su georreferenciación y los factores de riesgo que favorecen su proliferación.

II. ANTECEDENTES

2.1. Características generales de los piojos

Los parásitos constituyen aproximadamente la mitad de la diversidad de la vida en la tierra (Johnson *et al.*, 2004; Price, 1980), sin embargo son los menos estudiados, principalmente los ectoparásitos obligados como los piojos, ya que ellos pasan su vida en el huésped y se requiere capturar al hospedador para recolectarlos (Soto-Patino *et al.*, 2018); los ectoparásitos comunes del ganado pertenecen al filo artrópodo, el cual incluye dos clases la insecta y la arácnida, la insecta se caracteriza por ser invertebrados de seis patas con tres partes notorias del cuerpo la cabeza, el cuerpo y el tórax (Soulsby, 1982). Los piojos se caracterizan por no tener alas y un cuerpo aplanado dorsalmente (Sanchez-Montes *et al.*, 2018), estos artrópodos pertenecen a la clase Insecta (Ajith *et al.*, 2017a; Snodgrass, 1944), orden Phthiraptera, en el cual se reconocen cuatro subórdenes; los piojos masticadores pertenecen a los subórdenes: Rhyncophthirina, Amblycera e Ischocera y los chupadores al Anoplura (Light y Hafner, 2007). Son ectoparásitos obligados permanentes de aves y mamíferos, y dependen completamente de sus hospedadores para sobrevivir (Nasser *et al.*, 2020; Johnson *et al.*, 2004; Barker, 1994); algunos son específicos de un huésped (Clayton *et al.*, 2003a; Price *et al.*, 2003; Hopla *et al.*, 1994), sin embargo, en ocasiones un hospedador puede presentar un parásito accidental, no propio de éste y rara vez se aleja voluntariamente (Lozoya *et al.*, 1986), si estos abandonan a su huésped mueren de pocas horas a un día en el caso de los piojos chupadores (Kyei-Poku *et al.*, 2005) mientras que los piojos masticadores duran de tres a seis días al abandonar el hospedero (Benelli *et al.*, 2018); existen alrededor de 5,000 especies de piojos descritas, de las cuales 3,000 son de aves (Soto-Patino *et al.*, 2018); los piojos masticadores se encuentran en mamíferos y aves, estos tienen un aparato bucal especializado el cual les permiten alimentarse de la piel (pluma, pelaje y caspa) y a veces de la sangre de su hospedero; por el contrario, los piojos chupadores sólo se alimentan de sangre y se encuentran en mamíferos (Light *et al.*, 2010; Urquhart *et al.*, 1987) éstos se transmiten por contacto directo de un animal infectado a otro, sin embargo pueden ser transmitidos por ectoparásitos de mayor tamaño (moscas o

mosquitos), a esta forma de transmisión se le conoce como Foresis (Talley, 2015; Hutchens, 2015).

2.2. Ciclo biológico de los piojos

Los piojos se desarrollan por una metamorfosis gradual en la cual presentan las fases de huevo, ninfa (cuatro estadios) y adultos (macho y hembra) (Figura 1), dentro del huevo se desarrolla la ninfa, donde sufre una muda y se transforma en una tercera ninfa y de ésta la cuarta, después se transforma en macho o hembra adulta, existen variaciones en cuanto al tiempo que tarda el ciclo, pero generalmente se considera un promedio de un mes; aunque también puede darse el caso donde la fase de huevo tarda de 4 a 15 días, la de ninfa de 3 a 8 días y los adultos pueden vivir hasta 35 días (Rodríguez, 2015; Jurquera, 2014; Clayton y Johnson, 2003b). La mayoría de los piojos comienzan la infestación durante el otoño, alcanzando su máxima población en el animal a finales de invierno o primavera; las poblaciones de verano son usualmente bajas, por lo que el daño al hospedero, durante este periodo es mínimo, en comparación con el de invierno-primavera (Hutchens, 2015; Arundel y Sutherland, 1988), la baja población de piojos en verano se puede deber a la pérdida de pelo por las altas temperaturas, la radiación solar y las fuertes lluvias (Arundel y Sutherland, 1988), las pocas condiciones antihigiénicas, una alta densidad poblacional y viviendas inadecuadas promueven su propagación (Giri *et al.*, 2013), las hembras son capaces de poner 10 huevos (liendres) por día, sin embargo muchos de estos no llegan a la etapa de ninfa por diferentes factores (muda de pelo, al rascarse el animal, depredadores, entre otros) (Benelli *et al.*, 2018).

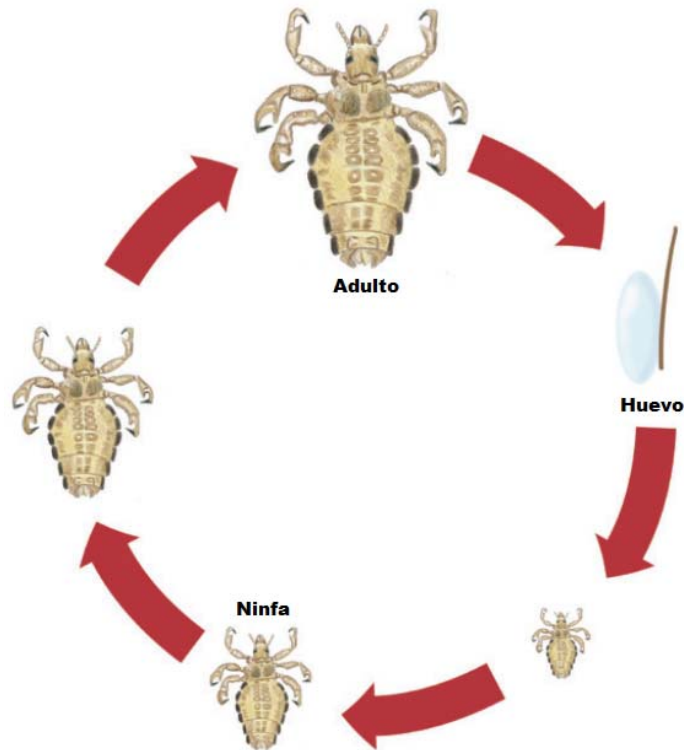


Figura 1. Ciclo biológico del piojo (Modificado) (Talley, 2015).

2.3. Lesiones y enfermedades provocados por piojos

Los piojos han sido considerados más como una molestia que una preocupación; sin embargo, una gran infestación en un solo huésped lleva a problemas como prurito, alopecia, anemia, reacciones alérgicas (Meguini *et al.*, 2018; Durden *et al.*, 2014; Durden y Lloyd 2009; Otter *et al.*, 2003), los animales infestados se rascan frotan y muerden (Radostits *et al.*, 2007) lo que provoca lesiones cutáneas, lesiones en las capas de piel (Chanie *et al.*, 2010; Otter *et al.*, 2003), pérdida de peso, hipoproteinemia, deficiencias nutricionales y reducción de vigor (Giri *et al.*, 2013; Paul *et al.*, 2012); provocando en animales alimentación y digestión inadecuada que conduce en crecimiento retardado de los animales y pérdidas económicas a los productores (Paul *et al.*, 2012).

Diversos estudios han demostrado que los piojos chupadores son vectores de bacterias que afectan a los animales como *Anaplasma* spp (anaplasmosis), *Rickettsia* spp, *Mycoplasma* spp (Acosta *et al.*, 2019 Hornok *et al.*, 2012; Hornok *et al.*, 2010), *Anaplasma marginale* (Da Silva *et al.*, 2013), *Francisella tularensis*

(tularemia o fiebre de los conejos) (Mehlhorn *et al.*, 2010), *Bartonella* spp., *Acinetobacter* spp. (Promrangsee *et al.*, 2019; Kumsa *et al.*, 2012), *Coxiella burnetii* (Promrangsee *et al.*, 2019; Reeves *et al.*, 2006); lo que provoca que los animales no pueden descansar causando una disminución de peso y baja en su producción (Benelli *et al.*, 2018) o la muerte en el peor de los casos (Durden *et al.*, 2014).

En el caso de los piojos masticadores estos son vectores de parásitos algunos de ellos son *Sarconema eurycerca* (gusano del corazón en cisnes), *Pelecitus fulicaeatrae*, entre otras (Benelli, *et al.*, 2018).

En los humanos se han reportado múltiples bacterias que son transmitidos por piojos algunos ejemplos son *Rickettsia prowazekii* (Tifus), *Bartonella quintana* (Fiebre de trinchera), *Borrelia recurrentis* (Fiebre recurrente transmitida por piojos) (Ly *et al.*, 2020; Drali *et al.*, 2015; Raoult y Roux, 1999) y *Yersinia pestis* (Plaga) (Drali *et al.*, 2015; Houhamdi *et al.*, 2006), estos microorganismos han matado a miles de personas durante la historia humana.

2.4. Importancia de los caprinos

Los caprinos son una fuente importante de proteínas, a través de la producción de carne y leche (Ajith *et al.*, 2017a ; Iqbal *et al.*, 2014); su poca demanda de espacio, la adaptación a diversas condiciones climáticas, la facilidad de manejo, el bajo costo de mantenimiento, la alta prolificidad y la enorme demanda de productos (Daniel *et al.*, 2019, Alemu y Yacob, 2019; Iqbal *et al.*, 2014) permitiendo un papel importante en la producción de alimentos en países con un clima relativamente árido e impredecible (Cornall y Wall, 2015).

En México el inventario nacional asciende a cerca de 8,8 millones de cabezas, los culés producen 161,901 de litros de leche (1.1% producción mundial) y aproximadamente 40 mil toneladas de carne (0.89% producción mundial) (SIAP, 2020). Este sector se concentra principalmente en las zonas áridas y semiáridas que corresponden al 60% del país, extendiéndose de sur a norte. Actualmente la producción de cabras sigue asociada mayormente a poblaciones rurales con

menores ingresos, siendo en un 80% sistemas de producción de subsistencia. Cerca de 1,5 millones de mexicanos viven de la cabra, la cual se encuentra en 450.000 unidades de producción (SIAP, 2020; Andrade-Montemayor, 2017) mostrando que la cabra es una de las pocas fuentes de ingresos en las regiones semiáridas del país, sin embargo, eso está quedando poco a poco atrás ya que en los últimos años sector empresarial cada vez dedicada mayor esfuerzo en la producción de leche caprina y su transformación (Andrade-Montemayor, 2017). En Sinaloa hay aproximadamente 180 mil cabezas de ganado caprino siendo el 2.05% del inventario nacional, se tiene reportado que el Estado produce aproximadamente 1169.68 toneladas de carne caprina que es el 2.92% de la producción nacional el cual ha aumentado en los últimos años (SIAP, 2020).

2.4.1. Piojos presentes en caprinos

Los piojos presentes en caprinos son del género *Damalinia* spp (*Damalinia caprae*) el cual pertenece al suborden Ischnocera (masticador) y los del género *Linognathus* spp (*Linognathus stenopsis* y *Linognathus africanus*) y pertenece al suborden Anoplura (piojos chupadores) (Ajith *et al.*, 2017a; Eticha *et al.*, 2017; Iqbal *et al.*, 2014).

2.5. Piojos del suborden Anoplura

Los piojos del orden Anoplura son hematófagos permanentes obligados; están registradas más de 540 especies los cuales afectan a los mamíferos, incluidos los humanos (Yong *et al.*, 2003), tienen 50 géneros distribuidos en 15 familias (Light *et al.*, 2010); son menos móviles y permanecen unidos a la piel del huésped durante mucho tiempo a diferencia de los piojos masticadores (Ajith *et al.*, 2017b).

2.5.1. Morfología general

Los piojos están adaptados morfológicamente a la vida en sus hospedadores, sin alas, están aplanados dorso-ventralmente, poseen garras tibio-tarsales adaptativas que utilizan para aferrarse al cabello, tienen perforaciones bucales modificadas para

alimentarse; son de los pocos grupos de artrópodos hematófagos y usan pinzas bucales especializadas para alimentarse directamente de los vasos sanguíneos del huésped (Snodgrass, 1944), el tórax presenta sus tres segmentos fusionados (pronoto, mesonoto y metonoto), patas similares, con tarsos reducidos con uñas grandes y robustas, tibia con prominencia, lo cual forma una pinza con la uña tarsal; ventralmente aparece una placa esternal con relevancia taxonómica, el abdomen cuenta con nueve segmentos visibles, de los cuales seis presentan estigmas respiratorios, con terguitos y esternitos esclerosados; el extremo del abdomen presenta dimorfismo sexual, en el macho es romo con pene desarrollado y gonópodo dorsal, en la hembra es bilobulado con gonópodos ventrales (Pérez, 2015); su saliva tiene la capacidad de modular la respuesta defensiva del huésped, lo que ayuda a evitar el sistema inmune, facilitando el apego prolongado, la alimentación y su perpetuación (Ajith *et al.*, 2017a; Kazimirova y Stibraniova, 2013); sus antepasados tenían partes bucales simples, se asociaban con nidos y madrigueras de vertebrados; estos nidos servían como habitats protectores, así como una fuente de suministros de alimentos ilimitados como hongos, estiércol y desechos orgánicos como la piel y plumas desechadas (Light *et al.*, 2010).

2.5.2. Comportamiento y ecología de Anoplura

La sangre del huésped es esencial para un desarrollo exitoso y supervivencia de todos los piojos chupadores, estos se alimentan de vasos sanguíneos o solenófagos, tomando sangre a través de un estilete dorsal hueco, el cual sale de la hipofaringe; algunos piojos chupadores infestan áreas específicas del cuerpo, de donde pueden diseminarse durante infestaciones severas; dado su dependencia a la disponibilidad de huésped estos confrontan problemas con respecto a su supervivencia de largo plazo, por ser todos los piojos chupadores parásitos obligados el estar lejos de un huésped durante un día es fatal (Kyei-Poku *et al.*, 2005; Snodgrass, 1944).

2.5.3. Piojos del género *Linognathus*

2.5.3.1. Características generales

Los piojos del género *Linognathus* se caracterizan por no tener ojos ni placas en el abdomen, sus órganos sensoriales son series de sedas en cada segmento del cuerpo; con respecto a las patas terminan en una uña que se adhiere a la tibia en cada tarso (Light *et al.*, 2010).

2.5.3.2. Diferencias morfológicas de especies

En *Linognathus* las especies *africanus* y *stenopsis* (Figura 2) se caracterizan por tener una cabeza más larga que ancha y antenas cortas, sin embargo, la especie *africanus* tiene una cabeza más expandida debajo de las antenas, estigmas respiratorios notorios y los gonópodos de las hembras son redondeados; en cambio la especie *stenopsis* no tienen una cabeza expandida debajo de la antena, sus estigmas respiratorios no son grandes ni notorios y los gonópodos de las hembras tienen forma de dientes pequeños (Furman y Catts, 1970).

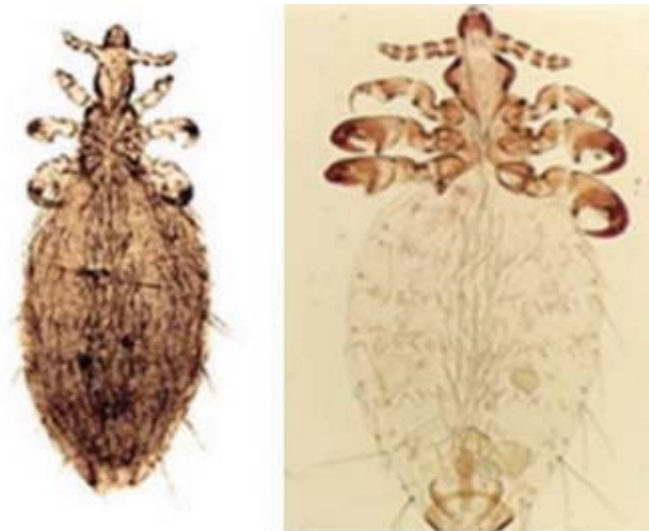


Figura 2. Piojos chupadores de caprinos, *Linognathus stenopsis* (izquierda) y *Linognathus africanus* (derecha) (Talley, 2015).

2.6. Piojos Mallophaga (Masticadores)

Los Mallophaga, comúnmente conocidos como piojos masticadores, constituyen un orden que incluye alrededor de 4000 especies de piojos en aves (Price *et al.*, 2003)

y 2500 especies en mamíferos, el nombre Mallophaga proviene del griego *mallos* = lana, pelo; *phagein* = alimentación por roer (Benelli *et al.*, 2018; Mehlhorn *et al.*, 2012). Son ectoparásitos de aves y, en menor medida, de mamíferos (Benelli *et al.*, 2018); los Mallophaga están constituido por tres subórdenes, Amblycera, Ischnocera y Rhyncophthirina (Pérez, 2015).

2.6.1. Morfología general de los piojos

Presenta una cabeza prognata, subtriangular, ensanchada en la parte posterior y redondeada en la anterior. Antenas cortas de 3 a 5 artejos. Ojos compuestos reducidos; ocelos no presentes. Aparato bucal masticador. Protórax libre y meso y metatórax unidos (formando el pterotórax). Patas compuestas por coxa, trocánter, fémur, tibia y tarso. Abdomen alargado con 8 a 10 segmentos visibles, casi todos ellos con estigmas respiratorios. El abdomen presenta diversas placas tergaes, pleurales y esternales de diferente coloración, que pueden tener importancia taxonómica (Pérez, 2015).

2.6.2. Comportamiento y ecología de los Mallophaga (Masticadores)

Las especies incluidas en los dos subórdenes más representativos, Amblycera e Ischnocera, muestran comportamientos opuestos. Amblycera es ágil, mientras que Ischnocera es lenta, y rara vez abandona a sus anfitriones (Grandi, 1951). Los piojos masticadores no pueden vivir más de 3 a 6 días sin el huésped (Benelli *et al.*, 2018). Estos se alimentan principalmente de fragmentos necróticos, descamación epidérmica, pelo, plumas y secreciones sebáceas de sus huéspedes (Light *et al.*, 2010; Urquhart *et al.*, 1987).

2.6.3. Características generales de Ischnocera

Los piojos del suborden Ischnocera cuentan con antenas de 3-5 segmentos, relativamente largas y prominentes, mandíbulas con articulaciones anterior y posterior, ausencia de palpos maxilares; palpos labiales formados por un solo segmento y protórax y mesotórax fusionados formando el pterotórax; este suborden

engloba dos familias, Philopteridae con 2.738 especies descritas hasta 2003, que parasitan aves (con excepción de una especie del género *Trichophilopterus*, que parasita lémures) y Trichodectidae, que incluye 382 especies parásitas de mamíferos, en esta familia se encuentra *Damalinia* (Pérez, 2015); algunas de las especies de *Ischnocera* causan irritación en la piel y consumen sangre (Dik *et al.*, 2011).

2.7. Control de piojos

Los animales infectados con piojos son tratados con insecticidas que contengan organofosforados o amitraz; cuando se utilizan organofosforados es importante volver a aplicar dos semanas después de la primera aplicación; los piretroides sintéticos, la cipermetrina y la deltametrina, son otra alternativa las cuales son más fáciles de aplicar ya que éstas se difunden por la grasa subcutánea del cuerpo y su efecto residual es de 8-14 semanas (Urquhart *et al.*, 2001); la flumetrina, es otra alternativa, los animales tratados con una dosis de 1 mg/Kg de peso corporal tiene una acción insecticida buena protegiendo a las cabras tratadas durante 42 días y no se han encontrado efectos adversos (Garg *et al.*, 1998).

Un experimento realizado por Uslu *et al.* (2017), en Konya, Turquía mostraron un método de control de piojos con vitamina B, utilizaron 20 caprinos se dividieron en dos grupos, un grupo de 10 animales infectados con *Linognathus africanus*, se dividieron en dos, el grupo A (5 animales) se le administró vitamina B intramuscularmente con una dosis de 40mL/caprimo, el grupo B (5 animales) no se les administró; el grupo dos no se infectaron con piojos se dividió en dos grupos a uno se le administró vitamina B y al otro no. En el grupo infestado se encontraron piojos en todas partes del cuerpo, sin embargo, aumentó el número de piojos al doble (25 a 50 en área de 10 cm²) en el grupo B, el grupo A presentó una disminución en la irritación, sin embargo, en los subgrupos donde se les administró vitamina B obtuvieron una reducción en la ganancia de peso.

2.8. Factores de riesgo.

Existen rasgos, característica o exposición de un individuo que aumenta la probabilidad de sufrir una enfermedad o lesión, a estos se les conoce en general como factores de riesgo (OMS, 1948-2020). Las infestaciones por piojos están asociados a un amplio espectro de factores de riesgo que favorecen su proliferación en diferentes niveles, estos factores pueden ser ambientales como clima, tipo de explotación, densidad del rebaño, tipo de explotación, higiene (Mustafa, 2019; Abera y Gebrewahd, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Taylor *et al.*, 2007) así como el de las características propias del animal como la edad, sexo y la alimentación de los animales (Abera y Gebrewahd, 2019; Daniel *et al.*, 2019; Ajith *et al.*, 2017a; Seyoum *et al.*, 2015; Iqbal *et al.*, 2014).

2.9. Antecedentes directos

2.9.1. Morfológicos

Las región afro-tropical es considerada como el área zoo-geográfica más rica del mundo en especies de anopluros, la cual alberga más de 200 especies, de las cuales 160 son endémicas (Pérez, 2015); sin embargo, se describió en el género *Linognathus stenopsis* y *Linognathus africanus* tienen una distribución cosmopolita y casi cosmopolita, respectivamente (Durden y Musser, 1994).

Berhanu *et al.* (2011) realizaron una investigación morfológica en Etiopía para la determinar la prevalencia de piojos, se muestrearon un total de 401 pequeños rumiantes (205 ovinos y 196 caprinos) pieles fresca de las cuales se observaron que el 64.4% (56 piojos) y 35.7% (31 piojos) tenían presencia de piojos masticadores en la piel de ovinos y caprino, también se observó la presencia de piojos chupadores, teniendo una prevalencia del 45.8% (11 piojos) y 54.2% (139 piojos) respectivamente. Por su parte Iqbal *et al.* (2014) en el distrito de Toba Tek Singh, Punjab, Pakistan, utilizando las claves dicotómicas confirmaron la presencia de *Linognathus* spp con una prevalencia de 2.73% (22/804) y *Damalinia* spp con una prevalencia de 3.23% (26/804) en caprinos; así mismo, en Pakistan, Khatoon *et al.* (2018) en el distrito de Karak muestrearon 45 caprinos de los cuales seis de

estos estaban infectados con *Damalinia caprae* y *Linognathus stenopsis*, la identificación fue morfológica y se realizó utilizando claves dicotómicas. En cuanto Ajith *et al.* (2017a) determinaron con claves dicotómicas la prevalencia de dos zonas diferentes de la India; el primer muestreo se realizó en la región de Shivalik en donde identificaron dos especies de piojos *L. africanus* y *D. caprae*, con una prevalencia del 11.54% y 63.46% respectivamente; la segunda recolección se llevó a cabo en Bareilly en la cual se identificaron el mismo género y especie, antes mencionado, pero con una prevalencia del 29.46% y 1.79%; en Rampur, India Rashmi y Saxena (2017), confirmaron la presencia de *L. africanus* y *D. caprae*, se recolectaron muestras de 250 caprinos obteniendo 3,123 piojos en la identificación se observó que el 74.5% de los caprinos presentaba las dos especies mientras que 25.4% presentaba solo una, se observó una presencia del 18.4% y 11.2% (*D. caprae* y *L. africanus*) del total de ectoparásitos recolectados. En la provincia de Sulaimani, en Iraq, Mustafa (2019) muestrearon 9889 caprinos obtuvieron un total de 4570 ectoparásitos de los cuales 1434 (31.37%) son piojos y utilizando claves dicotómicas identificaron dos especies *D. caprae* y *L. stenopsis* obteniendo una prevalencia de 10.97% y 6.22% respectivamente. En la región de Oromia Oriental, Etiopía, Abera y Gebrewahd (2019) recolectaron muestras de 384 de pequeños rumiantes (190 ovinos y 194 caprinos), estos se seleccionaron al azar; se observó una prevalencia del 98% (55.8% en ovinos y 42.2% en caprinos), de los cuales se obtuvieron 78 piojos siendo el 20.3% de los ectoparásitos obtenidos y utilizando claves dicotómicas identificaron *L. stenopsis* y *D. ovis* (37.18 y 62.82%, respectivamente).

2.9.2. Georreferenciación

Iqbal *et al.* (2014) en el distrito de Toba Tek Singh, Punjab, Pakistan, que cuenta con un clima extremadamente caluroso en verano y frío en invierno en junio y julio alcanzan temperaturas máximas de 39°C y en diciembre-enero 6°C y a una altitud de 1,200 msnm confirmaron la presencia de *Linognathus* spp y *Damalinia* spp; así mismo, en Pakistan, Khatoon *et al.* (2018) en el distrito de Karak de enero a marzo del 2018, se identificaron *D. caprae* y *L. stenopsis*. Por su parte Seyoum *et al.* (2015)

en el estudio realizado en Sekela y sus alrededores, en la región Amgara al noreste de Etiopía de octubre 2013 a Abril 2014, recolectaron piojos, esta ubicación se encuentra a 1500-3200 msnm, cuenta con un clima cálido y húmedo con una temperatura promedio anual de 18°C; los resultados mostraron que los caprinos participantes en el trabajo tuvieron presencia de *L. stenopsis*, sin embargo, estos presentaron una prevalencia nula de *D. caprae*. Ajith *et al.* (2017a) realizaron su trabajo en dos zonas con agro-climas diferentes de la india donde recolectaron piojos desde noviembre del 2015 a enero del 2016; la primera región se ubica en el valle Doom, en las colinas de Shivalik el cual se extiende a una altitud que ronda entre los 600 y 1550 m y cuenta con un clima subtropical templado húmedo con fuertes lluvias durante la temporada del monzón donde observaron la presencia de *D. caprae* y *L. africanus* teniendo una mayor presencia *D. caprae* sobre *L. africanus*; la segunda región se ubica en Bareilly, en la fértil llanura indogangética que se encuentra a una altitud de 268 m con un clima árido subtropical observaron una mayor presencia de *L. africanus* sobre *D. caprae*. En cuanto a Abera y Gebrewahd (2019) en noviembre de 2016 a Abril de 2017 recolectaron piojos alrededor de la Universidad de Haramaya en la zona oriental de Hararghe al este de la región de Oromia, Etiopía, el cual se encuentra a 2000 msnm y cuenta con un clima templado en la meseta y cálido en las zonas bajas con una temperatura promedio anual de 26°C en donde se observó la presencia de *D. ovis* y *L. stenopsis*.

2.9.3. Factores de riesgo asociados a la presencia de piojos en caprinos

Iqbal *et al.* (2014) recolectaron datos para determinar la asociación entre la presencia de piojos, la edad, sexo, raza, sistema de alimentación, sistema de vivienda, piso y cuidado del animal. El análisis estadístico mostró no hay una asociación significativa en la edad, el sexo, raza sistema de alimentación, sistema de vivienda y cuidado del animal pero si en el tipo de piso; los datos se analizaron utilizando la prueba de ji cuadrada ($P < 0.05$). Mientras que Seyoum *et al.* (2015) evaluaron los factores de riesgo como el sexo, la edad y la condición corporal de los caprinos para determinar si favorecen su proliferación de piojos en las UPP; los resultados que obtuvieron determinaron que no hay una asociación significativa con

respecto al sexo, la edad y la condición corporal la cual afecten positivamente la presencia de piojos utilizando la prueba de ji cuadrada ($P < 0.05$). Por su parte Ajith *et al.* (2017a) evaluaron los factores de riesgo como la edad, sexo, longitud del cabello, sistema de crianza, sistema de piso de los cobertizos de animales, la alimentación y el historial de tratamiento determinando estadísticamente si estos tenían un efecto en la proliferación de piojo; con los hallazgos que obtuvieron concluyeron que un sistema de pastoreo, el agro-clima, el pelo corto y una baja higiene aumenta la presencia de piojos en los rebaños de caprinos utilizando la prueba de ji cuadrada ($P < 0.05$); mientras que Abera y Gebrewahd (2019) determinaron que la especie, sexo, raza, condición corporal y el estado fisiológico (embarazo) mostraron una asociación estadística significativa con la prevalencia general de ectoparásitos (entre ellos los piojos) en pequeños rumiantes utilizando la prueba de ji cuadrada ($P < 0.05$), al igual que Daniel *et al.* (2019) los cuales recolectaron datos de cuatro factores de riesgo los cuales fueron el sexo, la especie, la edad y la condición corporal de los caprinos para determinar cuáles eran los que afectaban de manera positiva la proliferación de piojos en los caprinos, los datos obtenidos se analizaron utilizando la prueba de ji cuadrada todas las compararon con $P < 0.05$ las consideraron como estadísticamente significativas. En cuanto a Mustafa (2019) determinó que la época del año es un factor que favorece la proliferación de piojos en épocas de año con temperaturas frías y de forma negativa en épocas del año con altas temperaturas. Los resultados que obtuvo mostraron que en la provincia de Sulaimania, irak (iraq en inglés) hay mayor proliferación en la temporada de primavera que en la temporada de invierno utilizando la prueba de ji cuadrada ($P < 0.05$).

III. HIPÓTESIS

Las especies de piojos presentes en Sinaloa son *Linognathus africanus* y *Damalinia caprae*, las cuales se distribuyen en las regiones a bajas altitudes (msnm) y su proliferación en caprinos está asociada a factores de riesgo.

IV. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general:

Determinar las especies de piojos presentes en caprinos ubicados en la región central de Sinaloa, su georreferenciación y los factores de riesgo que favorecen su proliferación.

6.2. Objetivos específicos:

- Determinar la especie de los piojos por claves dicotómicas.
- Georreferenciar a los piojos de Sinaloa, México.
- Determinar factores de riesgo ambientales, así como de las características propias del animal.

V. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1. Localización

Se muestrearon 62 caprinos ubicados en siete Unidades de Producción Pecuaria (UPP) localizadas en cuatro municipios de Sinaloa (Figura 3); en el cuadro 1 se observa los municipios (latitud-longitud).



Figura 3. Mapa con las ubicaciones de las UPP.

Cuadro 1. UPP muestreadas con su municipio y ubicación.

Número de UPP	Municipio	Ubicación
1	Culiacán	24.6939514999997, - 107.36690739999999
2	Elota	24.0275671, - 106.8630293
3	Culiacán	24.7697768, - 107.3566714
4	Mocorito	24.947171, -107.721940
5	Navolato	24.7190475, - 107.54269099999999
6	Navolato	24.655235, -107.546701
7	Mocorito	24.984882, -107.730339

La identificación morfológica se realizó en el laboratorio de Parasitología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicado en la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México. Las UPP se muestrearon del mes de marzo a noviembre de 2019, las temperaturas mínimas fueron de 15°C a 25°C y la máxima fue 30° a 35°C en promedio (Nasa Power, 1981-2020) y estas se encontraban a altitudes de entre 10 a 75 msnm (Google, 1998-2020).

7.2. Tipo de estudio

Transversal, observacional, descriptivo (Manterola y Otzen, 2014).

7.3. Animales muestreados

Los animales que se muestrearon fueron caprinos, se recolectaron muestras de animales con al menos un año de edad y tanto hembras como machos, la cantidad de animales seleccionados en cada UPP fue por conveniencia. Se muestrearon 62 animales de cuatro municipios de Sinaloa, de los cuales 52 fueron hembras y 10 machos, el rango de la edad fue de 1-5 años con un promedio de 2.7 años, la raza entre las UPP fueron Nubia o Alpina, o una cruce de las dos razas antes mencionadas o criollas.

7.4. Toma de muestra

Los ectoparásitos se recolectaron directamente de los caprinos en los meses de marzo a noviembre de 2019, se aplicó una técnica de cepillado para recoger los piojos de la piel del huésped de cuatro partes anatómicas diferentes (dorso, extremidades, cuello y cola). Posteriormente, las muestras se colocaron en frascos universales con etanol al 75% (Song *et al.*, 2019; Seyoum, 2015).

7.5. Identificación morfológica

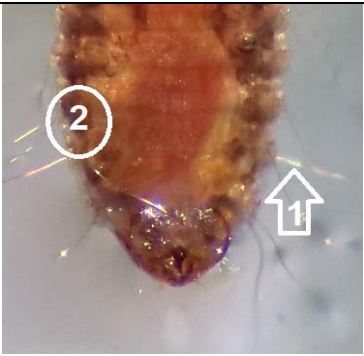


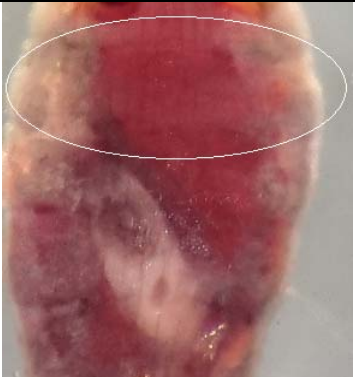
Las muestras se colocaron en un microscopio estereoscópico y utilizando las claves dicotómicas de Furman y Catts (1970) y Rodríguez (2015) para su identificación.

7.5.1. Clave para familia del suborden Anoplura

- 1) Cuerpo con seda; placas abdominales generalmente presentes.....2
- 2) Cabeza con manchas oculares presentes; sobre suidos, bóvidos, cérvidos y équidos..... Haematopinidae
- Cabeza sin manchas oculares prominentes; con o sin ojos.....3
- 3) Placas paratergales presentes, extremadamente reducidas.....4

- Placas paratergales sobre al menos un segmento abdominal del 2-8 membranosos en ambos sexos.....5
- 4) Placas paratergales sobre al menos un segmento abdominal, con o sin ojos sobre roedores y lagomorphos.....Hoplopleuridae
- 5) Con seis pares de estigmas respiratorios y al menos una hilera de seda sobre cada segmento abdominal; sobre bovidae, cervidae, giraffidae, camelidae y canidaeLinognathidae
(Furman y Catts, 1970).



Cuadro 2. Identificación morfológica de la Familia de piojos del suborden Anoplura.

	<p>Cuerpo con seda (1); placas abdominales generalmente presentes (2).</p>
	<p>Cabeza sin manchas oculares prominentes; con o sin ojos.</p>
	<p>Placas paratergales sobre al menos un segmento abdominal del 2-8 membranosos en ambos sexos.</p>
	<p>Con seis pares de estigmas respiratorios y al menos una hilera de seda sobre cada segmento abdominal.</p>

7.5.1.1. Clave para especies de *Linognathus*

- 1) Cabeza igual de ancha que de larga, antenas ligeramente más largas que la cabeza.....2
- Cabeza más larga que ancha, antenas más cortas que el largo de la cabeza.....3
- 2) Región torácica dorsal con cuatro setas largas, cabeza casi tan ancha como larga sobre perro, zorro y hurón.....*Linognathus setosus*
- Región torácico dorsal con cuatro setas largas, cabeza tan ancha como larga, patas de ovino.....*Linognathus pedalis*
- 3) Terminación de la cabeza en forma cónica aguda, gonopodos en la hembra en forma de gancho esclerosado, sobre ganado bovino.....*Linognathus vituli*
- Terminación de la cabeza redondeada con diente pequeño, sobre ovejas y cabras..4
- 4) Cabeza muy expandida debajo de las antenas; gonopodos de la hembra redondeados.....*Linognathus africanus*
- Cabeza no expandida debajo de la antena.....5
- 5) Estigmas torácicos grandes y notorios, con gonopodos redondeados sobre ovejas.....*Linognathus ovillus*
- Estigmas respiratorios no grandes no notorios, gonopodo de la hembra en forma de diente pequeño.....*Linognathus stenopsis*
- (Furman y Catts, 1970).

Cuadro 3. Identificación morfológica del género y especie de los piojos de la familia Linognathidae.

	<p>Cabeza más larga que ancha, antenas más cortas que el largo de la cabeza.</p>
	<p>Terminación de la cabeza redondeada con diente pequeño, sobre ovejas y cabras.</p>
	<p>Cabeza muy expandida debajo de las antenas; gonopodos de la hembra redondeados (<i>Linognathus africanus</i>).</p>

7.5.2. Clave para familia de los piojos masticadores

1) Antenas formadas por segmentos enteramente diferentes y con la extremidad distal dilatada. Con senos antenales y palpos maxilares. Suborden Amblycera.....2

Segmento antenales cilíndricos y del mismo tipo. Antenas con la extremidad libre y no dilatada. Senos antenales y palpos maxilares ausentes. Mandíbula en la cara inferior de la cabeza. Suborden Ischnocera.....5

2) Tarsos de los dos últimos pares de patas sin uñas o con una única uña. Palpos labiales con un segmento. Parásitos de roedores Subamericanos....Fam. Gyropidae

Tarso de todas las patas con dos uñas. Palpos labiales con uno o dos segmentos.....3

3) Con cinco pares de estigmas abdominales. Palpos labiales con dos segmentos. Mesotórax muy reducido y aparentemente reunido al protórax. Ojos ausentes: parásitos de roedores y marsupiales Sudamericanos.....Fam. Trimenoponidae

Con seis pares de estigmas abdominales. Palpos labiales con un segmento. Mesotórax separado del protórax. Ojos presentes.....4

4) Estigmas respiratorios en los segmentos abdominales 2-7. Antenas con cinco artejos Hipopigio del macho con un gran saco accesorio. Parásitos de marsupiales australianos y del perro doméstico.....Fam. Boopidae



Estigmas respiratorios en los segmentos abdominales 3-8. Antenas generalmente con cuatro artejos raramente con cinco.....5

Sin saco accesorio en el hipopigio del macho. Parásitos de aves.....Fam. Menoponidae

5) Tarsos con una uña. Parásitos de mamíferos.....Fam. Trichodectidae

Tarsos con dos uñas. Parásitos de aves.....Fam. Philopteridae
(Rodríguez, 2015).

Cuadro 4. Identificación morfológica para del suborden y familia de los piojos masticadores.


	<p>Segmento antenales cilíndricos y del mismo tipo. Antenas con la extremidad libre y no dilatada. Senos antenales y palpos maxilares ausentes. Mandíbula en la cara inferior de la cabeza. (Suborden Ischnocera).</p>
	<p>Tarsos con una uña. Parásitos de mamíferos (Fam. Trichodectidae).</p>

7.5.2.1. Clave para especies de la Familia Trichodectidae

1) *Damalinia*: Con placas pleurales; antenas semejantes en ambos sexos (*D. bovis* en bovinos, *D. caprae* en cabras, *D. equi* en caballos, *D. ovis* en ovejas) (Rodríguez, 2015).

2) *Trichodecte*: Con placas pleurales; antenas en el macho con el primer artejo engrosado (*T. canis* en perros) (Rodríguez, 2015).

Cuadro 5. Identificación morfológica de la especie y género de los piojos de la familia Trichodectidae.

	<p>Con placas pleurales (1); antenas semejantes en ambos sexos (<i>Damalinia</i>).</p>
---	--

7.6. Toma de datos

Los datos para la georreferenciación se tomaron de:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).
- Google Earth®.
- NASA Power.

De las páginas antes mencionadas se recolectaron la información del clima (INEGI), la latitud, longitud, metros sobre el nivel del mar (Google Earth®), precipitación, temperatura máxima y mínima (NASA Power) de los cuatro municipios de Sinaloa.

Los factores de riesgo se tomaron con la ayuda de un formato (Anexo 1) en que se observaron las instalación, densidad de rebaño, higiene, tipo de piso, tipo de explotación, sexo y edad.

.

7.7. Análisis estadístico

Los caprinos se consideraron positivos con al menos un piojo presente, la prevalencia se estimó como el número de caprinos positivos entre el total muestreados según la categoría.

El sexo, edad, tipo de explotación, tipo de instalaciones, densidad del rebaño, cantidad de piojos obtenida en total y por animal, municipio donde se tomaron e higiene fueron tomados utilizando un formato (Anexo 1). Los resultados de la observación al microscopio (positivo o negativo) se resumieron en cuadros de contingencia por factor y se analizaron para detectar la asociación entre el resultado y el factor, con la prueba de Ji cuadrada. Se consideró diferencia estadística con un valor de $P < 0.05$. En los factores con más de dos categorías, los resultados se dicotomizaron (dividir en dos grupos). Enseguida, para determinar los factores de riesgo de resultados positivos se aplicó análisis de regresión logística univariada y multivariada para determinar el odd ratio (Aedo *et al.*, 2010).

VI. RESULTADOS

Las instalaciones en las UPP 1, 2 y 7, se observó que eran básicas (cerco de madera con alambre de púas, cubetas utilizadas como bebederos, comederos ubicados en el suelo, terreno pequeño, además presentan un bajo o nulo control de ectoparásitos, presencia de otros animales (como perros, gatos, gallinas, equinos y bovinos) y no cuentan con corrales de cuarentena; mientras que en las UPP 3, 4, 5 y 6, cuentan con instalaciones más desarrolladas con cercos de hierro, comederos contruidos con las especificaciones adecuadas, bebederos automáticos, asimismo programa de control de ectoparásitos, separación de otros animales y cuentan con corrales de cuarentena.

De los 62 caprinos se obtuvieron un total de 547 especímenes de piojos para su identificación (Cuadro 2).

Cuadro 6. Cantidad de piojos recolectados por UPP y caprinos muestreados.

Número de UPP	Municipio	# de caprinos muestreados	# de animales positivos	# de piojos recolectados
1	Culiacán	10	8	130
2	Elota	6	6	154
3	Culiacán	16	14	81
4	Mocorito	10	1	3
5	Navolato	5	5	53
6	Navolato	9	0	0
7	Mocorito	6	6	126
Total		62	40	547

Se detectó que el 65% (40/62) de los caprinos presentaban piojos y utilizando las claves dicotómicas antes descritas en los 547 piojos recolectados se determinaron los subórdenes, familias, géneros y especies (Cuadro 2, 3, 4 y 5); los resultados revelaron la presencia de dos especies diferentes los cuales son *Linognathus africanus* que pertenece a al suborden Anoplura (Figura 4a) y el otro *Damalinia caprae* que pertenece al suborden Ischocera (Figura 4b).



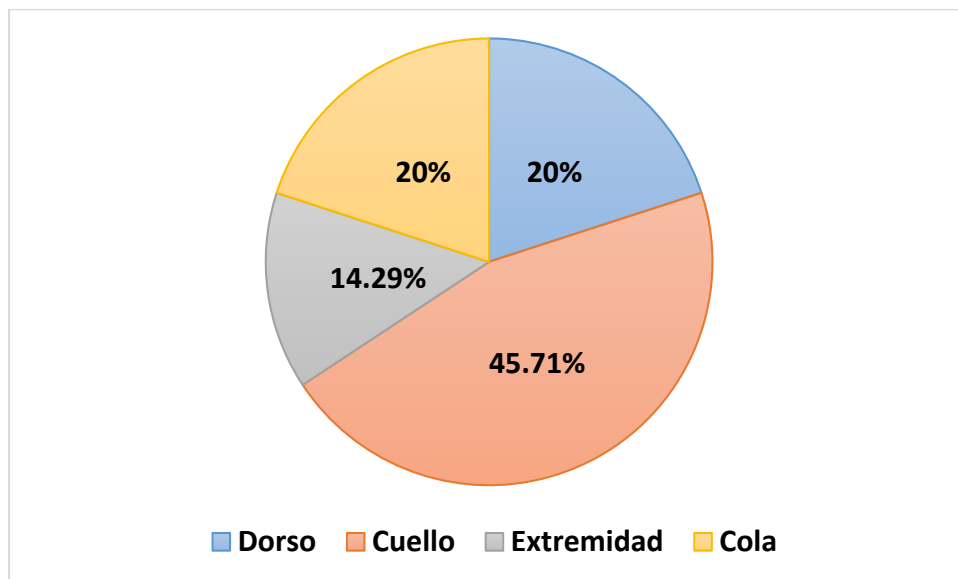
Figura 4a. Piojo *Linognathus africanus*, macho (izq.) y hembra (der.).



Figura 4b. Piojo *Damalinia caprae*, macho (izq.) hembra (der.).

Linognathus africanus

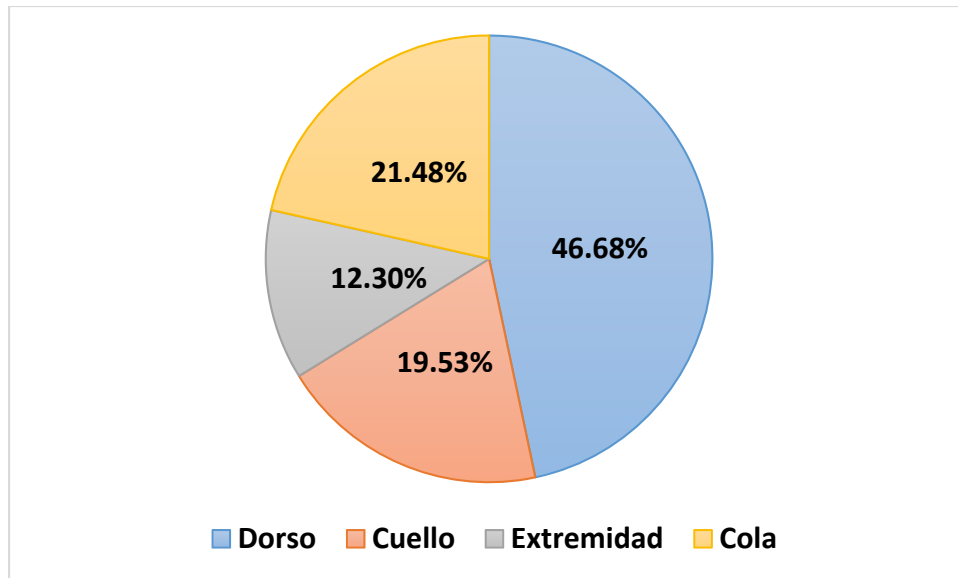
Los piojos de esta especie se obtuvieron de cinco animales, mostrando una presencia en el 12.5% (5/40) de los caprinos con presencia de piojos, la prevalencia fue de 6.40% (35/547), como se puede observar en la gráfica 1 en el cuello se recolectó el 45.71% (16/35) de la población total de piojos chupadores, seguido del dorso y cola que contaron con el 20% (7/35) cada uno, por último la extremidad que contó con el 14.29% (5/35).



Gráfica 1. Porcentaje de piojos (*L. africanus*) obtenidos de diferentes partes anatómicas.

Damalinia caprae

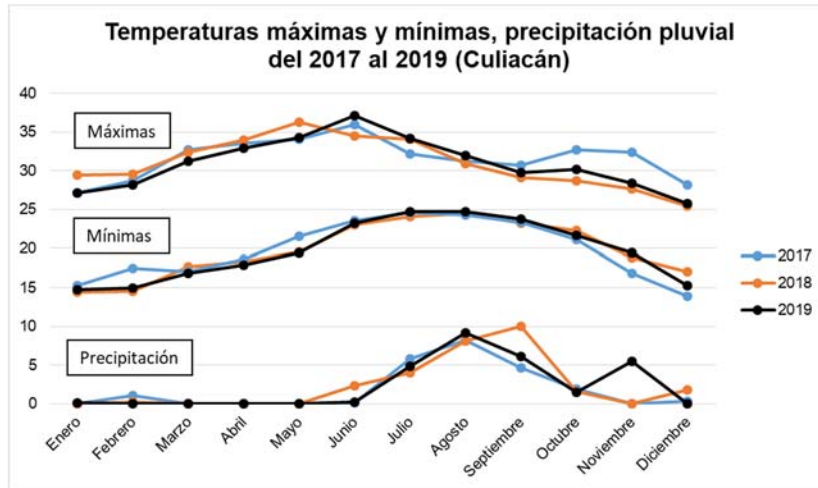
Los piojos de esta especie se observaron en el 100% (40/40) de los caprinos, la prevalencia fue del 93.60% (512/547), como se observa en la gráfica 2 en el dorso se recolectó el 46.68% (239/512) de la población total de piojos masticadores, seguido de la cola con el 21.48% (110/512), después el cuello con el 19.53% (100/512) y por último la extremidad con el 12.30% (63/512).



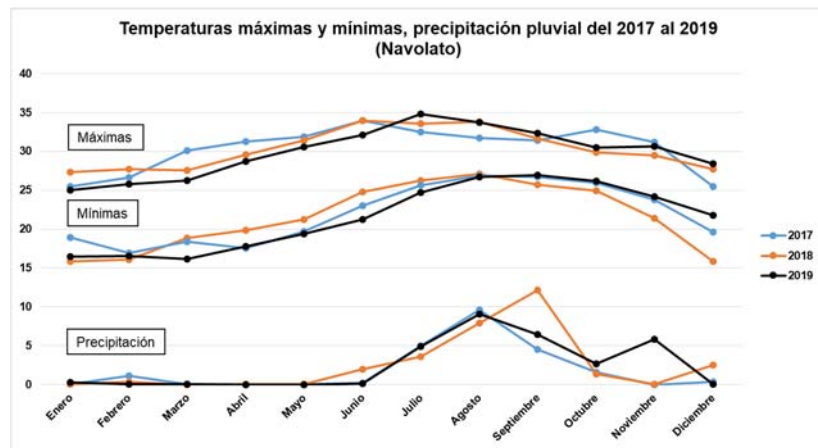
Gráfica 2. Porcentaje de piojos (*D. caprae*) obtenidos de diferentes partes anatómicas.

Recolección de datos

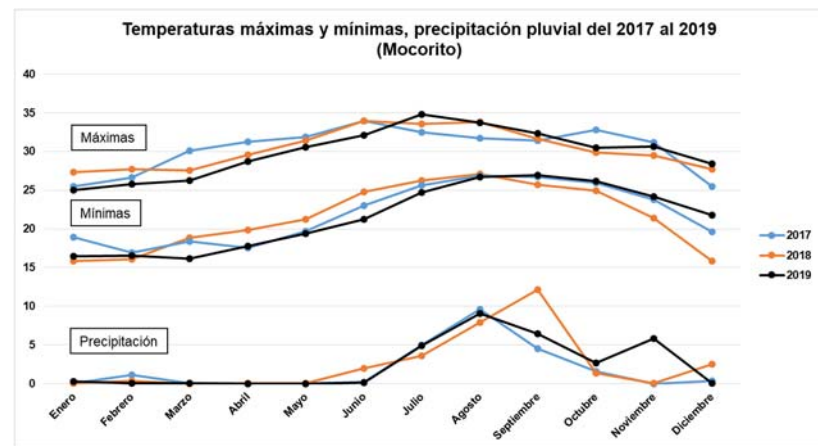
Con la ayuda de la página web NASA Power se recolectó la precipitación, temperatura máxima y mínima desde 1 de enero de 2017 al 31 de diciembre de 2019 de los municipios de Culiacán (Gráfica 3), Navolato (Gráfica 4), Mocorito (Gráfica 5) y Elota (Gráfica 6).



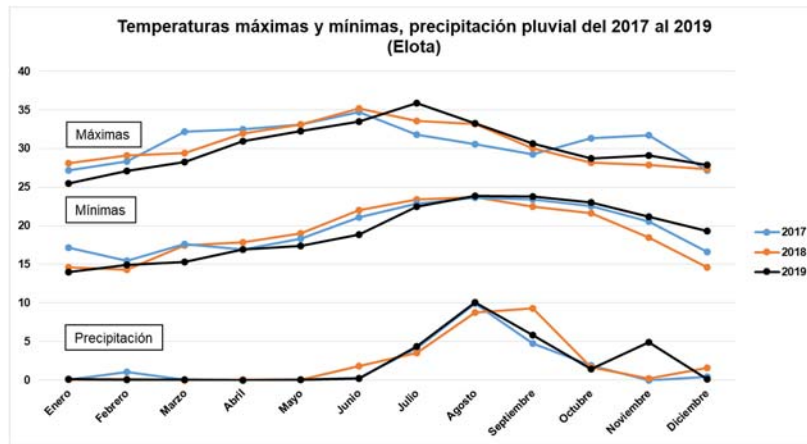
Grafica 3. Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Culiacán.



Grafica 4. Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Navolato.



Grafica 5. Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Mocorito.



Grafica 6. Precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima del 2017 al 2019 en Elota.

El comportamiento de la precipitación, temperatura máxima y mínima de Culiacán, Navolato, Mocorito y Elota mostraron una discrepancia mínima en los cuatro municipios, manteniendo patrones similares en los tres años analizados. Utilizando las páginas web del INEGI y Google Earth® se recolectaron los datos del clima y los msnm de las siete UPP que participaron en el estudio (cuadro 7).

Cuadro 7. Datos sobre los msnm y clima de las UPP participantes en el estudio.

Número de UPP	Municipio	Msnm (Google Earth®, 2018)	Clima (INEGI, 2018)
1	Culiacán	59	Entre cálido semiseco y cálido seco
2	Elota	50	Entre cálido semiseco y cálido seco
3	Culiacán	75	Entre cálido semiseco y cálido seco
4	Mocorito	22	Cálido semiseco
5	Navolato	20	Cálido seco
6	Navolato	10	Cálido seco
7	Mocorito	25	Cálido semiseco

Se observa que los UPP participantes en el estudio rondan de los 10 a 75 msnm y un clima entre semiseco y cálido seco.

Los factores estudiados se presentan en el Cuadro 8. Las pruebas de Ji Cuadrada (χ^2 o Chi-Cuadrada) indicaron que de los siete factores, cinco de estos fueron de riesgo significativo ($P < 0.05$), instalaciones, densidad del rebaño, higiene, tipo de piso y tipo de instalación, de igual forma para el análisis de los factores de riesgo cinco resultaron significativos en el modelo de regresión logística univariada ($P \leq 0.05$) (Cuadro 9).

Para determinar de los cinco factores cual eran los más significativos se realizó un modelo de regresión logística multivariada ($P \leq 0.05$) el tipo de explotación y espacio son los que resultaron significativos de riesgo (Cuadro 10).

Cuadro 8. Factores de Riesgo Crudos Asociados a la presencia de piojos en caprinos.

Factor de riesgo	N	Muestras positivas	Porcentaje	P¹
Instalaciones				0.002
Buenas		15	16.774	
Medias	62	5	9.032	
Malas		20	14.196	
Edad				0.291
<3		11	12.903	
3	62	21	18.065	
>3		8	9.032	
Sexo				0.543
Hembra		5	5.806	
Macho	62	35	34.194	
Higiene				0.001
Buena		20	14.19	
Mala	62	20	25.81	
Densidad				0.001
Adecuada		20	14.19	
Inadecuada	62	20	28.81	
Sistema de producción				0.002
Intensivo		19	13.55	
Extensivo	62	21	26.45	
Piso				0.01
Concreto		35	30.968	
Tierra	62	5	9.032	

¹Valores de probabilidad de la prueba de ji-cuadrada.

Cuadro 9. Ocurrencia de piojos y factores de riesgo (regresión logística univariada).

Factor de riesgo	n	Muestras positivas	Frecuencia % (IC 95%)	OR (IC 95%)	P¹
Instalaciones					0.004
Buena-Medias	62	20	50 (34.51-65.49)	3.16(1.44-6.97)	
Malas		20	90.9 (78.84-98.88)		
Edad					0.28
1-2	62	20	55 (33.20-76.80)	1.35(0.78-2.34)	
3-5		42	69.05 (55.07-83.03)		
Sexo					0.55
Hembra	62	5	55.56 (21.20-86.30)	1.25(0.61-2.55)	
Macho		35	66.04 (53.29-78.79)		
Higiene					0.04
Buena	62	20	56.52 (42.20-70.85)	2.32(1.05-5.14)	
Mala		20	87.50 (61.65-98.45)		
Densidad					0.004
Adecuada	62	20	50 (34.51-65.49)	3.16(1.44-6.97)	
Inadecuada		20	90.91 (78.84-98.88)		
Sistema de producción					0.006
Intensivo	62	19	90.48 (69.62-98.88)	3.01(1.36-6.63)	
Extensivo		21	51.22 (35.91-66.52)		
Piso					0.02
Concreto	62	35	35.71 (10.61-60.81)	2.20(1.17-4.14)	
Tierra		5	72.92 (60.35-85.49)		

¹Valores de probabilidad; IC = Intervalo de confianza; OR = *Odd ratio* (Razón de probabilidad).

Cuadro 10. Análisis de regresión logística multivariada para la presencia de piojos en caprinos.

Factor de riesgo	Estimador de β	Error estándar	OR (IC 95%)	Valor de P
Espacio				0.001
Adecuado	2.6	0.63	13.07 (3.77-45.30)	
Inadecuado				
Sistema de producción				0.001
Extensivo	2.57	0.63	13.41 (3.88-46.63)	
Intensivo				
Constante	2.28	0.53		0.001

β = Coeficiente de regresión; OR = *Odd ratio* (Razón de probabilidad); P = Probabilidad.

Como se observa en el cuadro 9 una mala higiene, un espacio inadecuado, malas instalaciones, un sistema de producción extensivo y un piso de tierra tienen 2.20, 3.16, 3.16, 3.01 y 2.20 veces más riesgo de que presenten piojos respectivamente,

el cuadro 10 indica que de los cinco factores de riesgo antes mencionados el espacio inadecuado y el sistema de producción extensivo son los factores de riesgo que predisponen a la proliferación de piojos en los caprinos.

VII. DISCUSIÓN

En la identificación morfológica de los especímenes obtenidos de los 62 caprinos participante se confirmaron la presencia de dos especies, *Damalinia caprae* el cual pertenece al suborden Ischnocera familia Trichodectidae y *Linognathus africanus* que pertenece al suborden Anoplura familia Linognathidae este resultado difiere con el obtenido por Lozoya *et al.* (1986) realizado en México en el cual identificaron cinco especies, dos de estos (*D. caprae* y *L. africanus*) son los mismos que se obtuvieron pero los tres restantes (*B. ovis*, *L. vitulis* y *M. stramineus*) no son específicos de caprinos, esto se debe probablemente a la presencia cercana de los hospedadores definitivos (ovinos, bovinos y perros respectivamente) a los caprinos, ya que los trabajos publicados por Berhanu *et al.* (2011) y Abera y Gebrewahd (2019) en Etiopía y Khatoon *et al.* (2018) en Pakistan, Ajith *et al.* (2017a) realizado en la India, Rashmi y Saxena (2017) realizado en Rampur y Mustafa (2019) realizado en Iraq, recolectaron e identificaron piojos utilizando las claves dicotómicas, todos ellos determinaron la presencia de las misma especies que afectan a los caprinos reportadas en este trabajo.

Se observó que el 65% (40/62) de los caprinos presentaban piojos se obtuvieron un total de 547 piojos de los cuales el 93.60% (512/547) eran *D. caprae* estos se presentaron en el 100% (40/40) de los caprinos con presencia de piojos, mientras que el 6.40% (35/547) fueron identificados como *L. africanus* y se presentaron en el 13.33% (3/40); como se puede observar *D. caprae* tiene una mayor presencia que *L. africanus* estos resultados se aproximan con los resultados obtenidos por Iqbal *et al.* (2014) donde ellos obtuvieron 77 piojos de los cuales *Damalinia* spp fueron el 33.76% y *Linognathus* spp el 28.57%, así mismo Rashmi y Saxena (2017) muestrearon 250 caprinos y reportaron una prevalencia del 18.4% y 11.2% (*D. caprae* y *L. africanus*), Mustafa (2019) en el estudio participaron 9889 y se recolectaron 1059 piojos de los cuales el 63.83% fueron *Damalinia* spp y el 36.16% *L. africanus*, Daniel *et al.* (2019) recolectaron 12 piojos de los cuales el 66.66% fueron *D. caprae* y el 33.33% *L. africanus*, Abera y Gebrewahd (2019) se recolectaron 78 piojos de los cuales el 62.82% fueron *D. caprae* y el 37.18% *L. africanus*; esto es un problema debido a que se ha demostrado que los piojos

presentes en caprinos como *Damalinia* spp provocan daño severo en la piel (Berhanu *et al.* 2011) mientras que los *Linognathus* spp son vectores de *anaplasma ovis* (Hornok *et al.*, 2010).

Las UPP que participaron en el estudio se ubican de entre 10 a 75 msnm (cuadro 1) y cuentan con climas tanto semiseco como seco (INEGI, 2018) los resultados que se obtuvieron con esta altitud y clima fue de una presencia mayor de los piojos *D. caprae* que de *L. africanus*, estos resultaron difieren con los obtenidos en la India que indican que a un clima subtropical húmedo y alta altitud la prevalencia de los piojos *D. caprae* será mayor a los *L. africanus* (Ajith *et al.*, 2017a; Giri *et al.* 2013) y describen a un clima subtropical árido con baja altitud se presenta mayormente *L. africanus* que *D. caprae* (Ajith *et al.*, 2017a; Kumar *et al.*, 1993); los animales que participaron en los trabajos de Ajith *et al.* (2017a), Giri *et al.* (2013) y Kumar *et al.* (1994) se encontraban en UPP ubicados a alrededor de 268-1550 msnm, indicando que la altitud y el clima no son factores que afecten la presencia de una especie sobre la otra, este resultado tiene más validez si se observa los trabajos realizados en Etiopía (clima cálido húmedo) como Mulugeta *et al.* (2010) y Seyoum *et al.* (2015) donde obtuvieron poca y nula presencia de *D. capre* respectivamente a altitudes de 1,500 msnm, mientras que Berhanu *et al.* (2011) obtuvieron una prevalencias del 54.2% (*Linognathus* spp), 35.7% (*Damalinia* spp) a una altitud de aproximadamente 1,777 msnm y Abera y Gebrewahd (2019) los cuales obtuvieron mayor presencia de *D. caprae* (62.82%) sobre *L. africanus* (37.18%) a 2000 msnm.

Se demostró estadísticamente utilizando el análisis de regresión logística univariada que los caprinos ubicados en UPP con una mala higiene, un espacio inadecuado, malas instalaciones y un sistema de producción extensivo tienen 2.20, 3.16, 3.16 y 3.01 veces más riesgo de que presenten piojos respectivamente, estos factores de riesgo son reportado en los trabajos Ajith *et al.* (2017a) e Iqbal *et al.* (2014) en donde se muestran que tienen un valor $P > 0.05$ indicando que hay un asociación significativa con la presencia de piojos en caprinos. Por otro lado el tipo de piso es otro factor de riesgo, en el análisis de presencia de piojos en UPP con pisos de concreto y tierra, mostraron que las UPP que cuentan con pisos de tierra tiene 2.20

veces más riesgo de presentar piojos que los que cuentan con piso de concreto, esto mismo se observó en el trabajo de Iqbal *et al.* (2014) en donde se demostró que los caprinos ubicados en UPP con pisos de tierra son 2.1 veces más propensos a presentar piojos, estos datos mostraron que el mal manejo, malas instalaciones, mala higiene y el bajo nivel de conciencia de los pequeños propietarios de rumiantes sobre el efecto de los ectoparásitos es el que contribuyen a la aparición generalizada de los piojos. Otros factores de riesgo que se analizaron fueron el sexo y la edad de los caprinos, sin embargo estos tuvieron una $P > 0.05$ indicando que estos no tienen una asociación con la presencia de piojos en caprinos, estos resultados son aproximados a los reportados por Daniel *et al.* (2019), Seyoum *et al.* (2015) e Iqbal *et al.* (2014) en el que reportaron que el sexo y edad tiene una $P > 0.05$ indicando que los dos factores no tienen una asociación significativa con la presencia de piojos. Utilizando el análisis de regresión logística multivariada en la cual se analizaron los cinco factores (sistema de producción, instalaciones, piso, higiene y espacio) para determinar que factor tenía mayor efecto en la presencia de piojos en los caprinos que participaron en el trabajo, dando como resultado que el espacio y el sistema de producción son los factores que una mayor importancia sobre los otros tres factores en la presencia de piojos en caprinos, estos resultados son esperados ya que como se ha mencionado el método más utilizados por los piojos para pasar de un animal a otro es por contacto y la alta densidad poblacional facilita su propagación de un animal a otro (Ly *et al.*, 2020; Benelli *et al.*, 2018; Ajith *et al.*, 2017a; Hutchens, 2015; Talley, 2015; Iqbal *et al.*, 2014; Light *et al.*, 2010).

VIII. CONCLUSIÓN

Los piojos presentes en caprinos de Sinaloa pertenecen a *Damalinia caprae* y *Linognathus africanus*, se distribuyen en altitudes de entre 10 a 75 msnm y los factores de riesgo significativamente influyentes en la densidad poblacional de piojos en caprinos son la mala higiene, alta densidad de rebaño, tipo de piso, malas instalaciones y el sistema de producción. Esto indica que el buen manejo del rebaño y al poner en práctica los factores indicados de riesgo son la clave para el control de los piojos en los caprinos de la región.

IX. LITERATURA CITADA

- Abera, A., y Gebrewahd, T. T. 2019. Prevalence and risk factors of ectoparasites in small ruminants in and around Haramaya University, eastern Oromia Region, Ethiopia. *Ethiopian Veterinary Journal*. 23(1): 78-89. DOI: [https://dx.DOI.org/10.4314/evj.v23i1.6](https://dx.doi.org/10.4314/evj.v23i1.6).
- Acosta, D. B., Ruiz, M., y Sanchez, J. P. 2019. First molecular detection of *Mycoplasma suis* in the pig louse *Haematopinus suis* (Phthiraptera: Anoplura) from Argentina. *Acta Trop*. 194: 165-168. DOI: 10.1016/j.actatropica.2019.04.007.
- Aedo, S., Pavlov, S., Clavero, F. 2010. Riesgo relativo y odds ratio ¿Qué son y cómo interpretar?. *Rev Obstet Ginecel*. 5(1):51-54. Obtenido de: <https://prevencion.umh.es/files/2015/03/riesgo-relativo-y-odds-ratio.pdf>.
- Ajith, Y., Dimri, U., Gopalakrishnan, A., Gopinath Devi. 2017a. A study on prevalence and factors associated with ectoparasitism in goats of two agro-climatic regions in India. *J Parasit Dis*. 41(3): 739-746. DOI: 10.1007/s12639-017-0881-y.
- Ajith, Y., Dimri, U., Singh, S.K., Gopalakrishnan, A., Gopinath Devi, Verma, M.R., Vivek Joshi, Shahjahan Alam. 2017b. Lice induced immuno-oxidative wreckage of goats. *Veterinary Parasitology* 242: 24–30. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.vetpar.2017.05.019>.
- Andrade-Montemayor, H.M. 2017. Producción de caprino en México. VIII Foro Nacional del caprino. 18: 24-27. Obtenido de: <https://www.ces.ncsu.edu/wp-content/uploads/2017/07/Produccio%CC%81n-de-Caprino-en-Me%CC%81xico.pdf? fwd=no>.
- Arundel, J.H., Sutherland, A.K., 1988. Animal health in Australia. Ectoparasitic Diseases of Sheep, Cattle, Goats and Horses 10 Australian Government Publishing Service, Canberra.
- Barker, S. C. 1994. Phylogeny and classification, origins, and evolution of host associations of lice. *International journal for parasitology*. 24(8): 1285-1291. Obtenido de: https://www.researchgate.net/profile/Jean-Pierre_HUGOT/publication/286029544_International_Journal_for_Parasitolo

gy 1994 VOL 24 NO 8 Special Issue The Rise and Decline of Animal Parasites On the occasion of the retirement of Professor J F A Sprent as Editor-in

chief_of_the_Int/links/56657c3f08ae15e746347d24/International-Journal-for-Parasitology-1994-VOL-24-NO-8-Special-Issue-The-Rise-and-Dcline-of-Animal-Parasites-On-the-occasion-of-the-retirement-of-Professor-J-F-A-Sprent-as-Editor-in-Chief-of-the-Int.pdf#page=226.

- Benelli, G., Caselli, A., Giuseppe, G.D., Canale, A. 2018. Control of biting lice, Mallophaga – A review. *Acta Tropica*. 177: 211-219. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.actatropica.2017.05.031>.
- Berhanu, W., Negussie, H., Alemu, S., Mazengia, H. 2011. Assessment on major factors that cause skin rejection at Modjo export tannery, Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*. 43(5): 989-993. DOI: 10.1007/s11250-011-9796-2.
- Chanie, M., Negash, T., y Sirak, A. 2010. Ectoparasites are the major causes of various types of skin lesions in small ruminants in Ethiopia. *Trop Anim Health Prod*. 42(6): 1103-1109. DOI: 10.1007/s11250-010-9531-4.
- Clayton, D. H., Bush, S. E., Goates, B. M., Johnson, K. P. 2003a. Host defense reinforces host–parasite cospeciation. *Proc. Natl Acad. Sci. USA*. 100(26): 15694-15699. DOI: 10.1073/pnas.2533751100.
- Clayton, D.H., Johnson, K.P. 2003b. Linking coevolutionary history ecological process doves and lice. *Evolution*. 57: 2235-2241. DOI: [10.1111/j.0014-3820.2003.tb00245.x](https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2003.tb00245.x).
- Cornall, K., Wall, R. 2015. Ectoparasites of goats in the UK. *Veterinary Parasitology*. 207: 176–179. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.vetpar.2014.11.005>.
- Da Silva, A. S., Lopes, L. S., Diaz, J. D., Tonin, A. A., Stefani, L. M., Araujo, D. N. 2013. Lice outbreak in buffaloes: evidence of *Anaplasma marginale* transmission by sucking lice *Haematopinus tuberculatus*. *J Parasitol*. 99(3): 546-547. DOI: 10.1645/ge-3260.1

- Daniel, G., Alemu, B., y Yacob, R. 2019. Prevalence of Small Ruminant Ectoparasites in and Around Hawassa, Ethiopia. *Int. J. Adv. Multidiscip. Res.* 6(4): 1-7. DOI: 10.22192/ijamr.
- Dik, B., Yamaç, E. E., Uslu, U. 2011. Chewing lice (Phthiraptera) found on wild birds in Turkey. *Kafkas Univ Vet Fak Derg.* 17(5): 787-794. DOI: 10.9775/kvfd.2011.4469.
- Drali, R., Shako, J.C., Davoust, B., Diatta G., Raoult D. 2015. A New Clade of African Body and Head Lice Infected by Bartonella quintana and Yersinia pestis-Democratic Republic of the Congo. *Am J Trop Med Hyg.* 93(5): 990-993. DOI: 10.4269/ajtmh.14-0686.
- Durden, L.A. Musser, G.G. 1994. The Sucking Lice (Insecta, Anoplura) Of The World - A Taxonomic Checklist With Records Of Mammalian Hosts And Geographical Distributions. *Bulletin of the American Museum of Natural History.* 218: 38-43. DOI: <Go to ISI>://WOS:A1994MT46100001.
- Durden, L.A. y Lloyd, J.E. 2009. Lice (Phthiraptera). Chapter 6. In: Mullen, G.R. & Durden, L.A. (Eds), *Medical and veterinary entomology.* Second edition. Academic Press/Elsevier Science. San Diego. pp. 59–82.
- Durden, L.A., Mihalca, D.A., Sándor, A.D., Kanyari, P.W.N. 2014. A new species of sucking louse (Phthiraptera: Anoplura: Linognathidae) from Gunther's dikdik (*Madoqua guentheri*) in Kenya. *J Parasitol.* 101: 140-104. DOI: 10.1645/14-616.1.
- Eticha, E., Lemma, D., Abera, B., Selemon, H. 2017. Prevalence and Associated Risk Factors to Lice Infestation in Sheep of Arsi High Land, Oromiya Regional State, Ethiopia. *J Vet Sci Technol.* 8: 1-4. DOI: 10.4172/2157-7579.1000425.
- Furman, D.P., Catts, E.P. 1970. *Manuel of Medical Entomology.* Third Edition Mayfield Publishing Company Palo Alto California United States of America. 163.
- Garg, S.K., Katoch, R., Bhushan, C. 1998. Efficacy of flumethrin pour-on against *Damalina caprae* of goats (*Capra hircus*). *Tropical Anim. Health Prod.* 30.

- 273–278. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1005014100819>.
- Giri, D.K., Kashyap, D.K., Dewangan, G. 2013. Caprine pediculosis-a prevalence study. *Intas Polivet.* 14(2): 269-271. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/275885964_Caprine_Pediculosis_-_A_Prevalence_study.
- Google. 1998-2020. Google Earth. URL: <https://earth.google.com/web/@0,0,0a,22251752.77375655d,35y,0h,0t,0r>.
- Grandi, G. 1951. Introduzione allo studio dell'entomologia. edizioni agricole, bologna
- guerrini VH (2000) e \square ect of azadiracthtin on *Damalinia ovis* in sheep. Online J. Vet. Res. 4: 133–138.
- Hopla, C.E., Durden, L.A., Keirans, J.E. 1994. Ectoparasites and classification. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 13: 985-1017. Obtenido de <https://www.oie.int/doc/ged/D8933.PDF>.
- Hornok, S., Hajtós I., Meli, M.L., Farkas, I., Gönczi, E., Meili, T., Hofmann-Lehmann, R. 2012. First molecular identification of *mycoplasma ovis* and '*candidatus m. haemoovis*' from goat, with lack of haemoplasma pcr-positivity in lice. *Acta Veterinaria Hungarica.* 60: 355–360. DOI: 10.1556/AVet.2012.030.
- Hornok, S., Hofmann-Lehmann, R., Fernández de Mera, I. G., Meli, M. L., Elek, V., Hajtós, I., Répási, A., Gönczi, E., Tánzos, B., Farkas, R., Lutz, H. and de la Fuente, J. 2010. Survey on blood-sucking lice (Phthiraptera: *Anoplura*) of ruminants and pigs with molecular detection of *Anaplasma* and *Rickettsia* spp. *Vet. Parasitol.* 174: 335–338. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.09.003.
- Houhamdi L, Lepidi H, Drancourt M, Raoult D. 2006. Experimental model to evaluate the human body louse as a vector of plague. *J Infect Dis.* 194: 1589-1596. DOI: [10.1086/508995](https://doi.org/10.1086/508995).
- Hutchens, T. 2015. External Parasites of Sheep and Goats. AAEP II. Obtenido de: <https://afghanag.ucdavis.edu/livestock/files/goat-external-parasite.pdf>.
- INEGI. 1983-2020. Espacios y datos de México. Aguascalientes, México. URL: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>.

- INEGI. 2018. Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática, Censo Agrícola Ganadero y Forestal, Espacios y datos de México. Obtenido de: <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/>.
- Iqbal, A., Siddique, F., Mahmood, M.S., Shamim, A., Zafar, T., Rasheed, I., Saleem, J., Ahmad, W. 2014. Prevalence and Impacts of Ectoparasitic Fauna Infesting Goats (*Capra hircus*) of District Toba Tek Singh, Punjab, Pakistan. *Global Veterinaria*. 12: 158-164. DOI: 10.5829/idosi.gv.2014.12.02.8286.
- Johnson, K.P., Williams, B.L., Drown, D.M., Adams, R.J., Clayton, D.H. 2002. The population genetics of host specificity: genetic differentiation in dove lice (Insecta: Phthiraptera). *Molecular Ecology*. 11: 25–38. DOI: <https://onlinelibrary.wiley.com/DOI/abs/10.1046/j.0962-1083.2001.01412.x?sid=nlm%3Apubmed&>.
- Johnson, K.P., Yoshizawa K., Smith V.S. 2004. Multiple origins of parasitism in lice. *Proc R Soc Lond Ser B-Biol Sci*. 271:1771-1776. DOI: 10.1098/rspb.2004.2798.
- Jurquera, P. 2014. Piojos en el ganado bovino: biología, prevención y control parásitos del ganado. Obtenido de http://parasitipedia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=43&itemid=90.
- Kazimirova, M., y Stibraniova, I. 2013. Tick salivary compounds: their role in modulation of host defences and pathogen transmission. *Frontiers in cellular and infection microbiology*. 3: 43. DOI: <https://DOI.org/10.3389/fcimb.2013.00043>.
- Khatoon, N., Noureen, S., Khan, Z., Ullah Gul, S., Ur Rehman, H., Ullah, N., Hussain, R., Rehman, F.U., Navid, S., Khan, A., Ullah, A., Ahmad, A., Ahmad9, W., Azizullah. 2018. Domestic animals ectoparasite Fauna of district Karak, KP, Pakistan. *Internacional Journal of Biosciences*. 13 (5): 384-388. DOI: <http://dx.DOI.org/10.12692/ijb/13.5.384-388>.
- Kumar, A., Rawat, B.S., Saxena, A.K., Agarwal, G.P. 1994. Prevalence of ectoparasites on goats in Dehradun (India). *Appl Parasitol*. 35:227–236. Obtenido de:

- https://www.researchgate.net/publication/15248638_Prevalence_of_ectoparasites_on_goats_in_Dehradun_India.
- Kumsa, B., Socolovschi, C., Parola, P., Rolain, J. M., Raoult, D. 2012. Molecular detection of *Acinetobacter* species in lice and keds of domestic animals in Oromia Regional State, Ethiopia. *PLoS One*. 7(12): 1-10. DOI: 10.1371/journal.pone.0052377.
- Kyei-Poku, G., Colwell, D., Coghlin, P., Benkel, B., Floate, K. 2005. On the ubiquity and phylogeny of *Wolbachia* in lice. *Molecular Ecology*. 14(1): 285-294. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2004.02409.x.
- Light, J.E., Hafner, M.S. 2007. Phylogenetics and host associations of *Fahrenholzia* sucking lice (Phthiraptera: *Anoplura*). *Systematic Entomology*. 32: 359–370. DOI: 10.1111/j.1365-3113.2006.00367.x.
- Light, J.E., Smith, V.S., Allen, J.M., Durden, L.A., Reed D.L. 2010. Evolutionary history of mammalian sucking lice (Phthiraptera: *Anoplura*). *BMC Evolutionary Biology*. 10:292. DOI: 10.1186/1471-2148-10-292.
- Lozoya, S.A., Quiñones, L.S., Agirre, U.L.A., Guerror, R.E. 1986. Distribución y abundancia de los piojos malófagos y anopluros del ganado ovino y caprino en la región de sal tillo, Coahuila, México. *Folia Entomológica Mexicana* 69: 117-125. Obtenido de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302030652>. Revisado el 28/01/19.
- Ly, T.D.A., Amanzougaghene, N., Hoang, V.T., Dao, T.L., Louni, M., Mediannikov, O., Gautret, P. 2020. Molecular Evidence of Bacteria in Clothes Lice Collected from Homeless People Living in Shelters in Marseille. *Vector Borne Zoonotic Dis*. DOI: 10.1089/vbz.2019.2603.
- Manterola, C., Otzen, T. 2014. Estudios Observacionales. Los Diseños Utilizados con Mayor Frecuencia en Investigación Clínica. *Int. J. Morphol*. 32(2):634-645. DOI: <http://dx.Doi.org/10.4067/S0717-95022014000200042>.
- Meguini, M. N., Righi, S., Zeroual, F., Saidani, K., Benakhla, A. 2018. Inventory of lice of mammals and farmyard chicken in North-eastern Algeria. *Vet World*. 11(3): 386-396. DOI: 10.14202/vetworld.2018.386-396.

- Mehlhorn, H., Al-Rasheid, K. A. S., Abdel-Ghaffar, F., Klimpel, S., Pohle, H. 2010. Life cycle and attacks of ectoparasites on ruminants during the year in Central Europe: recommendations for treatment with insecticides (e.g., Butox). *Parasitol Res.* 107(2): 425-431. DOI: 10.1007/s00436-010-1957-0.
- Mehlhorn, H., Walldorf, V., Abdel-Ghaffar, F., Al-Quraishy, S. 2012. Al-Rasheid K, Mehlhorn J Biting and bloodsucking lice of dogs-treatment by means of a neem seed extract. *Parasitol.* 110: 769–773. DOI: 10.1007/s00436-011-2613-z.
- Mulugeta, Y., Yacob, H.T. y Ashenafi, H. 2010. Ectoparasites of small ruminants in three selected agro-ecological sites of Tigray Region, Ethiopia. *Trop Anim Health Prod.* 42: 1219-1224. DOI: DOI 10.1007/s11250-010-9551-0.
- Mustafa, B.H.S. 2019. Detection on ectoparasites on small ruminants and their impact on the tanning industry in Sulaimani province. *Iraqi Journal of Veterinary Sciences.* 33 (2): 303-309. DOI: 10.33899/ijvs.2019.162995.
- Nasa Power. 1981-2020. Power Data Access Viewer. Nueva York, EU. URL: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>.
- Nasser, M., Adly, E., Shobrak, M., Al-Ahmed, A. 2020. Host Habitat or Position on Host Affecting the Evolution of Chewing Lice (Phthiraptera): Phylogenetic Analysis of *Ischnocera* in Saudi Arabia. 6: 101-112. Obtenido de: <https://jibs.modares.ac.ir/article-36-31708-en.html>.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 1948-2020. Factores de riesgo. Suiza, Europa. Recuperado de: https://www.who.int/topics/risk_factors/es/.
- Otter, A., Twomey, D.F., Crawshaw, T.R. Bates, P. 2003. Anaemia and mortality in calves infested with the long-nosed sucking louse (*Linognathus vituli*). *Vet. Rec.*153:176-79. DOI: [10.1136/vr.153.6.176](https://doi.org/10.1136/vr.153.6.176).
- Paul, A.K., Tanjim, M., Akter, S., Rahman, M.A., Talukder, M. 2012. Prevalence of ectoparasites in black bengal goat at the Gaibandha District of Bangladesh. *Bangladesh J. Prog. Sci. Tech.*10: 005-008. ISSN: 2305-1809
- Pérez, J.M. 2015. Orden Phthiraptera. *Revista IDE@ - SEA.* 51: 1-11. ISSN 2386-7183. ISSN: 2386-7183.

- Price, M.A. y Graham, O.H. 1997. Chewing and Sucking Lice as Parasites of Mammals and Birds. Technical Bulletin 1849, Washington D.C., United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Obtenido de: <https://naldc-legacy.nal.usda.gov/naldc/download.xhtml?id=CAT10838407&content=PDF>
- Price, M.A., Hellenenthal, R.A., Palma, R.L., Johnson, K.P., Clayton, D.H. 2003. The Chewing Lice: World Checklist and Biological Overview. *Society of Systematic Zoology*. 53: 666-668. DOI: 10.1080/10635150490468521.
- Price, P. W. 1980. Evolutionary biology of parasites. Princeton University Press. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0031182000061850>.
- Promrangsee, C., Khositharattanakool, P., Somwang, P., Sunantaraporn, S., Phumee, A., Preativatanyou, K., Tawatsin, A., Brownell, N., Siriyasatien, P. 2019. The Prevalence of Bartonella Bacteria in Cattle Lice Collected from Three Provinces of Thailand. *Insects*. 10(6): 1-11. DOI: 10.3390/insects10060152.
- Radostits, O.M., Gay, C., Hinchcliff, K.W., PConstable, P.D. 2007. A textbook of the diseases of cattle, sheep, goats, pigs and horses. 10 edition. Saunders, Edinburgh, London. pp: 1585-1612.
- Raoult, D. y Roux, V. 1999. The body louse as a vector of reemerging human diseases. *Clin Infect Dis*. 29: 888-911. DOI: 10.1086/520454.
- Rashmi, A., Saxena, A.K. 2017. Population levels of phthirapteran ectoparasites on the goats in Rampur (U.P.). *J Parasit Dis*. DOI: 10.1007/s12639-017-0888-4.
- Reeves, W. K., Szumlas, D. E., Moriarity, J. R., Loftis, A. D., Abbassy, M. M., Helmy, I. M., Dasch, G. A. 2006. Louse-borne bacterial pathogens in lice (Phthiraptera) of rodents and cattle from Egypt. *J Parasitol*. 92(2): 313-318. DOI: 10.1645/ge-717r.1.
- Rodríguez V.R.I. 2015. Técnicas para el diagnóstico de parasitología con importancia en salud pública y veterinaria. ED. AMPAVE-CTCNSA. 1ª ed. Mexico. p213-236.

- Sánchez-Montes, S., Colunga-Salas, P., Alvarez-Castillo, L., Guzman-Cornejo, C., Montiel-Parra, G. 2018. Chewing lice (Insecta: Phthiraptera) associated with vertebrates in Mexico. *Zootaxa*. 4372(1): 1-109. DOI: <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4372.1.1>.
- Seyoum, Z., Tadesse, T., Addisu, A. 2015. Ectoparasites Prevalence in Small Ruminants in and around Sekela, Amhara Regional State, Northwest Ethiopia. *Journal of Veterinary Medicine*. DOI: 10.1155/2015/216085.
- SIAP. 2020. SIACON-NG. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>.
- Snodgrass, R.E. 1944. The feeding apparatus of biting and sucking insects affecting man and animals. *Smithsonian. Miscellaneous Collections*. 104:1-113. Obtenido de: https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/22788/SMC_104_Snodgrass_1944_7_1-113.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Song, F., Li, H., Liu, G.H., Wang, W., Janes, P., Colwell, D.D., Tran, A., Gong, S., Cai, W., Shao, R. 2019. Mitochondrial Genome Fragmentation Unites the Parasitic Lice of Eutherian Mammals. *Syst. Biol.* 68(3): 430-440. DOI: 10.1093/sysbio/syy062.
- Soto-Patino, J., Londono, G. A., Johnson, K. P., Weckstein, J. D., Avendano, J. E., Catanach, T. A., Allen, J. 2018. Composition and distribution of lice (Insecta: Phthiraptera) on Colombian and Peruvian birds: New data on louse-host association in the Neotropics. *Biodivers Data J*(6): e21635. DOI: 10.3897/BDJ.6.e21635.
- Soulsby, E.J.L. 1982. *Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals*, 7th edn. Bailliere Tindall; Elsevier. London. pp: 366–376.
- Talley, J. 2015. *External Parasites of Goats*. Oklahoma Cooperative Extension Service. Obtenido de <http://factsheets.okstate.edu/>. Revisado 01/02/19.
- Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L. 2007. *Vet Parasitol*. 3rd. Blackwell, Oxford. pp 586–593.
- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., Jennings, F.W. 2001. *Parasitología veterinaria*. ED. ACRIBIA, S.A. 2^a ed. España. pp198-199.

- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., Jennings, F.W. 1987. Veterinary Parasitology. Longman Scientific and Technical, UK. pp: 165-166.
- Uslu, U., Balevi, T., Uçan, U.S., Ceylan, O., Uslu, A. 2017. Effect of Parenteral Administration of Vitamin B to Goats on Performance, Lice (Phthiraptera) Infestations and Cellular Immunity. Kafkas Univ Vet Fak Derg 23: 715-720. DOI: 10.9775/kvfd.2017.17592.
- Yong, Z., Pierre-Édouard Fournier, Rydkina, E., Raoult D. 2003. The geographical segregation of human lice preceded that of *Pediculus humanus capitis* and *Pediculus humanus humanus*. *Biologies*. 326: 565–574. DOI: 10.1016/S1631-0691(03)00153-7.

X. ANEXO

1. Formato.

Nº de muestreo: _____ Fecha: _____

Estado: _____ Municipio: _____ Localidad: _____

Nombre del Propietario: _____

Teléfono: _____ N° de Personas: _____ N° de cabeza de ganado: _____

Presencia de otros animales: _____

Instalaciones: _____

Tratamientos: _____

Información.

Identificación	Edad	Raza	Sexo	# de bolsa	Características