

UCUENCA

**Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Evaluación de la eficacia de fluralaner e Ivermectina en el control de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves del combate

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Médico
Veterinario Zootecnista

Autor:

Alexis Iván Tamayo Cabay

CI: 0604353334

Correo electrónico: ivan1402010@gmail.com

Director:

Dr. Fabián Manuel Astudillo Riera Mg.Sc

CI: 0102342383

Cuenca, Ecuador

05-octubre-2022

Resumen

La utilización de antiparasitarios externos forma parte de las acciones sanitarias preventivas en las actividades avícolas, sin embargo, se presentan algunos factores adversos como un efecto limitado sobre el animal o el desconocimiento de las dosis apropiadas de aplicación. Por lo que, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la eficacia del uso de los antiparasitarios fluralaner e ivermectina en las aves del combate para controlar la presencia de los ectoparásitos, principalmente del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*). En la investigación se emplearon un total de 100 aves clasificadas en 4 grupos de 25 animales. Los tratamientos correspondieron a T1: Fluralaner, T2: Ivermectina T3: Control positivo y T4: Control Negativo. Obteniendo que el número de ácaros vivos en el T1, fue menor en comparación con el T2, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (T1 y T2); pero si con respecto al control positivo y control negativo. Así mismo, se determinó para el T1 una eficacia promedio de 95,7% mientras que para el T2 está fue de 98,5%, además se detectó diferencias significativas con respecto a T1 y el CP obteniendo una media superior. Por otro lado, el análisis de costo anual de tratamiento por ave mostró que para el fluralaner fue de \$ 13,6 USD y para la ivermectina fue de \$ 1,278 USD. Con base a lo expuesto, se concluye que para el control de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves del combate, la ivermectina es más eficaz y presenta menores costos en comparación con el fluralaner.

Palabras claves: Eficacia. Antiparasitarios. Aves del combate. Ectoparásitos. Ácaro rojo. *Dermanyssus gallinae*.

Abstract

The use of external antiparasitic is part of the preventive health actions in poultry activities, however, some adverse factors are presented such as a limited effect on the animal or the lack of knowledge of the appropriate application doses. Therefore, the present study aimed to determine the efficacy of the use of fluralaner and ivermectin antiparasitics in fighting birds to control the presence of ectoparasites, mainly the red mite (*Dermanyssus gallinae*). A total of 100 birds classified into 4 groups of 25 animals were used in the investigation. The treatments corresponded to T1: Fluralaner, T2: Ivermectin T3: Positive Control and T4: Negative Control. Obtaining that the number of live mites in T1 was lower compared to T2, however, no significant differences were found between treatments (T1 and T2), but yes with respect to the positive control and negative control. Likewise, an average efficiency of 95, 7% was determined for T1, while for T2 it was 98, 5%, in addition, significant differences were detected with respect to T1 and PC, obtaining a higher mean. On the other hand, the analysis of the annual treatment cost per bird showed that for fluralaner it was \$13, 6 USD and for ivermectin it was \$1,278 USD. Based on the above, it is concluded that for the control of red mite (*Dermanyssus gallinae*) in fighting birds, ivermectin is more effective and has lower costs compared to fluralaner.

Keywords: Efficacy. Antiparasitic. Fighting birds. Ectoparasites. Red mite. *Dermanyssus gallinae*.

Índice del Trabajo

Resumen	2
Abstract.....	3
Índice del Trabajo	4
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas.....	7
Índice de Anexos	8
Agradecimiento	11
Dedicatoria.....	12
1. Introducción	13
1.1. Objetivos.....	14
1.2. Hipótesis	15
2. Marco teórico	16
2.1 Antecedentes.....	16
2.2 Etiología	17
2.3 Ácaro rojo.....	17
2.4 Reproducción	18
2.5 Consecuencias de la infestación de ácaros rojos	19
2.6 Impacto en humanos	19
2.7 Control de los ácaros.....	20
2.8 Tratamientos convencionales con acaricidas.....	21
2.9 Eficacia del tratamiento	23
3. Materiales y Métodos	24
3.1 Área de estudio	24
3.2 Metodología.....	25
3.3 Diseño experimental y análisis estadístico.....	28
4. Resultados.....	30
4.1 Ubicación de los ácaros.....	30
4.2 Clasificación de los ectoparásitos presentes en las aves de combate	30
4.3 Nivel de la infestación del ácaro rojo (<i>Dermanyssus gallinae</i>)	31
4.4 Resultados obtenidos de las pruebas de normalidad en los datos.....	33
4.5 Resultados estadísticos relativos al nivel de infestación	33

4.6 Evaluar la eficacia del uso de los antiparasitarios sobre el control del ácaro rojo	34
4.6 Efectos secundarios que provoca en las aves de combate la introducción de los antiparasitarios Fluralaner e Ivermectina	36
4.7 Estimar la relación costo/beneficio de cada uno de los tratamientos usados en el estudio.	37
5. Discusión.....	39
6. Conclusiones	41
7. Recomendaciones	42
8. Bibliografía	43
9. Anexos	46

Índice de Figuras

Figura 1. Localización geográfica del área del estudio	24
Figura 2. Localización geográfica de la granja “Los perritos”	25
Figura 3. Sistema de manejo de animales	27
Figura 4. Identificación del ácaro rojo (<i>Dermanyssus gallinae</i>) presente en las aves de combate	30
Figura 5. Variación del nivel de infestación en T1 (Fluralaner)	32
Figura 6. Variación del nivel de infestación en T2 (Ivermectina)	32
Figura 7. Contabilización de los ácaros	47
Figura 8. Colocación de acaricida a las aves de combate	47
Figura 9. Área del experimento	48
Figura 10. Clasificación de los ectoparásitos	48

Índice de Tablas

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el estudio.....	25
Tabla 2. Porcentaje nutricional del balanceado “Pollo Crecedor”	26
Tabla 3. Número de ácaros de acuerdo a región corporal del ave	30
Tabla 4. Nivel de infestación por semana para cada tratamiento	31
Tabla 5. Resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk modificado) para cada variable.....	33
Tabla 6. Resultados de la evaluación estadística del nivel de infestación entre tratamientos	33
Tabla 7. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para el dato de nivel de infestación.....	34
Tabla 8. Resultados de la eficiencia entre tratamientos.	34
Tabla 9. Resultados de la evaluación estadística de la eficacia entre tratamientos (T1 y T2)	35
Tabla 10. Resultados de la evaluación estadística de la presencia de ácaros para el tratamiento 1	35
Tabla 11. Resultados de la evaluación estadística de la presencia de ácaros para el tratamiento 2	36
Tabla 12. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para la presencia de ácaros entre tratamientos.	36
Tabla 13. Resultados de la evaluación estadística relacionado al peso de las aves con respecto al control positivo	37
Tabla 14. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para las diferencias en el peso de las aves	37
Tabla 15. Resultados de los costos anuales de los acaricidas por ave	38

Índice de Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico	47
--	-----------

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Alexis Iván Tamayo Cabay en calidad de autor/ta y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Evaluación de la eficacia de fluralaner® e Ivermectina® en el control de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves del combate", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 05 de Octubre del 2022

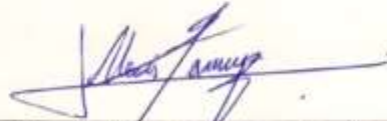


Alexis Iván Tamayo Cabay
C.I.: 0604353334

Cláusula de Propiedad Intelectual

Alexis Iván Tamayo Cabay, autor/a del trabajo de titulación "Evaluación de la eficacia de fluralaner® e Ivermectina® en el control de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves del combate", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 05 de Octubre del 2022



Alexis Iván Tamayo Cabay
C.I.: 060435333

Agradecimiento

Quiero agradecer primeramente a Dios por darme la vida y permitirme tener una grata experiencia dentro de mi universidad la cual, en segundo lugar a todos mis seres queridos en especial a mis padres Alicia Cabay y Ángel Tamayo ya que con su apoyo e insistencia, paciencia y bondad me han permitido llegar a este punto de mi formación profesional, agradezco así mismo a dos maravillosas personas, al Dr. Alex Villafuerte y su Sra. Esposa María Fernanda Vasconez, ya que sin su apoyo este trabajo de titulación no hubiera sido posible, les quedo eternamente agradecido a ambos por su apoyo, quiero agradecer así mismo a mis maestros de la universidad de Cuenca por compartir sus conocimientos para desarrollarme profesionalmente, finalmente, a mis compañeros y amigos por su amistad y apoyo durante estos años.

Dedicatoria

A mis padres que con su paciencia y constancia me forjaron como la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros son gracias a ellos, este incluido.

1. Introducción

La especie *Dermanyssus gallinae* (De Geer, 1778) (*Acari: Dermanyssidae*), mejor conocida como “ácaro rojo” de las aves de corral y aves silvestres (PRM, por sus siglas en inglés) es un ectoparásito hematófago nocturno con una alta tasa de proliferación (Brauneis *et al.*, 2017). Actualmente, representa una amenaza para la industria avícola dado que afecta el bienestar de las gallinas ponedoras, además debido a su potencial como vector de patógenos, puede representar un problema de salud pública (Waap *et al.*, 2019). Por otro lado, el mal estado de salud de las aves de corral infestadas de ácaros provoca importantes pérdidas económicas, debido a la disminución de la producción y la calidad del huevo (González *et al.* 2018 ; Torres & Hernández, 2018).

En este sentido, es necesario enfatizar que estudios previos han registrado que cuando la tasa de proliferación de *D. gallinae* es muy alta, las gallinas se vuelven severamente anémicas produciendo en muchos casos su mortalidad como resultado de la exanguinación. A un nivel subletal, la alimentación de ácaros puede producir estrés significativo en las gallinas, lo que provoca un aumento de la corticosterona y la adrenalina circulante y una disminución de las globulinas β y γ . De igual forma, los patrones de sueño de las aves pueden verse alterados, dado que las gallinas se muestran activas durante la noche debido a la necesidad de acicalarse, rascarse y picotear sus plumas, lo cual evita que estos animales tengan ciclos normales de descanso (Guerrero & Vásquez, 2018). Así mismo, se han reportado comportamientos agresivos de picoteo de plumas y canibalismo después de la infestación. La infestación por ácaros rojos de las aves de corral afecta a todos los tipos de producción, desde granjas orgánicas o de traspatio, hasta sistemas más intensivos y enriquecidos en jaulas o establos (Tomley & Sparagano, 2018).

Varias son las razones para que se desarrolle una infestación efectiva del ácaro rojo en gallineros, por ejemplo: estos parásitos son resistentes a la desecación es decir que pueden sobrevivir sin alimentarse en ausencia de un huésped hasta por 8 meses. En consecuencia, los ácaros restantes pueden multiplicarse continuamente y formar una población a lo largo de muchos ciclos de producción, lo que a menudo produce que un tratamiento único de los gallineros contra *D. gallinae* sea un desafío. Otro factor ambiental que se estima favorecerá la proliferación de la infestación de ácaros rojos en el futuro, es el calentamiento climático, dado que, durante los fenómenos meteorológicos extremos, se ha observado un aumento sustancial de las poblaciones de ácaros rojos, que ha derivado en la muerte de un gran número de gallinas (Temple *et al.*, 2020).

Frente a esta problemática, se han propuesto varias soluciones como la aplicación de productos acaricidas químicos, acaricidas basados en plantas, control biológico y aplicación de polvos inertes; sin embargo, el éxito de los tratamientos químicos se ven limitados por el desarrollo de resistencia en los ácaros debido a una

inadecuada aplicación del tratamiento. Por otro lado, la pulverización desigual, especialmente dentro de las grietas o en la basura puede llevar a la exposición de los ácaros a concentraciones subletales (Sigognault *et al.*, 2017).

Además, los productos acaricidas comercializados en la actualidad tienen una actividad residual breve lo que constituye un problema cuando se aplica para el control de ácaros *D. gallinae* que pueden no encontrarse con las superficies tratadas hasta varios días después de la aplicación. Conjuntamente, estos productos se aplican solo una vez y no son sustancialmente activos en los huevos de ácaros, por lo que estos se desarrollan en etapas posteriores, lo que permite el rebrote de las cargas de infestación de ácaros en los galpones avícolas (Sparagano *et al.*, 2014).

Por lo tanto, resulta urgente determinar un tratamiento adecuado, no invasivo con una eliminación rápida, completa y duradera de toda la población de ácaros para controlar eficazmente esta plaga aviar y que además interrumpa la reproducción de los ácaros para lograr un control sostenible de *D. Gallinae* en granjas avícolas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Determinar la eficacia del uso de los antiparasitarios fluralaner e ivermectina en las aves de combate para controlar la presencia de los ectoparásitos, principalmente del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*).

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar el nivel de la infestación del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves de combate en la granja “Los perritos” del cantón Guano, Chimborazo.
- Evaluar la eficacia del uso de los antiparasitarios fluralaner e ivermectina sobre el control del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en las aves de combate.
- Describir los efectos secundarios que provoca en las aves de combate la introducción de los antiparasitarios fluralaner e ivermectina.
- Evaluar la relación entre la aplicación de los antiparasitarios con respecto al peso del animal.
- Estimar la relación costo/beneficio de cada uno de los tratamientos usados en el estudio.

1.2. Hipótesis

- La dosis recomendada de fluralaner disminuye la presencia de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate.
- La dosis recomendada de ivermectina disminuye la presencia de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate.
- El efecto acaricida del fluralaner es superior al efecto acaricida de la ivermectina en términos de la reducción de la presencia del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate.

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes

Entre los antecedentes del presente estudio, se destaca la investigación efectuada por Thomas *et al.* (2017) La cual tuvo como objetivo, determinar la seguridad y eficacia de una solución de fluralaner (10 mg/ml) administrada en agua de bebida a una dosis de 0,5 mg/kg en dos ocasiones con un intervalo de 7 días, para el tratamiento de ácaros rojos (PRM) en pollos. La metodología utilizada, consistió en realizar incluyendo el control negativo en ocho granjas de gallinas ponedoras, dos reproductoras y dos de reemplazo ubicadas en Europa. En cada granja, se alojaron dos parvadas en unidades similares infestadas de PRM que variaban de 550 a 100 000 aves por unidad. Una unidad en cada granja se asignó al tratamiento con fluralaner, administrado en el agua de bebida los días 0 y 7 y una unidad permaneció sin tratar. Se colocaron trampas para ácaros en cada unidad los días -1, 0 o 1, 3, 6, 9 y 13 o 14. El resultado obtenido de la eficacia fue del 95,3 al 99,8 % en el día 3 y del 97,8 al 100 % en el día 9, permaneciendo luego por encima del 90 % durante 56 a 238 días después del inicio del tratamiento. La mejora posterior al tratamiento en la tasa de puesta de huevos fue mayor entre un 0,9 y un 12,6 % en el grupo tratado en 9 de las 10 granjas de ponedoras o reproductoras. Concluyendo que Fluralaner administrado a 0,5 mg/kg en el agua de bebida dos veces, con 7 días de diferencia, fue bien tolerado y altamente eficaz contra la PRM en pollos infestados de forma natural.

Por otro lado, en el estudio de Prohaczik *et al.* (2017) que tuvo como objetivo determinar la seguridad de la administración oral de una solución al 1% de fluralaner en agua de bebida a gallinas ponedoras en la dosis de tratamiento recomendada y en múltiplos de esta dosis; se utilizaron veinte gallinas ponedoras sanas de 28 semanas de edad, que pesaban entre 1,4 y 2,1 kg en la primera administración y se asignaron a 4 grupos de tratamiento de 30 gallinas, cada uno de los cuales recibió dosis diarias de 0, 0,5, 1,5 y 2,5 mg de fluralaner /kg de peso corporal, equivalente a 0, 1, 3 y 5 veces la dosis recomendada del producto. El producto se administró a través del agua de bebida en un total de seis ocasiones, como períodos de tratamiento de 3 días, seguidos de un intervalo de 4 días sin tratamiento. Obteniendo como resultados que no hubo hallazgos clínicos relacionados con el tratamiento con fluralaner, sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos tratados y el grupo control para algunos parámetros de patología clínica; ninguno de estos hallazgos se consideró de relevancia clínica ni zootécnica. Concluyendo que la administración oral de fluralaner a través del agua de bebida a la dosis de tratamiento recomendada (0,5 mg/kg de peso corporal dos veces con un intervalo de 1 semana), es bien tolerada y tiene un alto margen de seguridad hasta una dosis global de 15 veces la recomendada (5 veces la dosis diaria administrada 3 veces el número de días) en gallinas ponedoras adultas sanas.

Así mismo, en el estudio de Sigognault *et al.* (2017) Que tuvo como objetivo evaluar los efectos del tratamiento con fluralaner sobre la infestación de ácaros rojos y los indicadores de bienestar de la producción en granjas de ponedoras y en condiciones de campo; se seleccionó cinco granjas de ponedoras enjauladas enriquecidas e infestadas de ácaros en Francia y España y se evaluó los efectos del tratamiento con fluralaner en los indicadores de bienestar de la producción entre 89 y 178 días después del tratamiento. En todas las granjas, el control de las poblaciones de ácaros se asoció con mayores tasas de puesta (0,9 a 5,7%) y disminución de la mortalidad (0,01 a 0,15%). No se observaron efectos secundarios relacionados con el tratamiento y la proporción de huevos degradados, medida en una granja, disminuyó un 3,4 %. Este estudio demostró que el tratamiento sistémico con fluralaner dio como resultado un control seguro y no estresante de la PRM, lo que tuvo un impacto positivo en el bienestar de las ponedoras.

2.2 Etiología

La infestación por ácaros rojos se asocia con graves pérdidas económicas en la industria de producción de huevos y también causa problemas de salud y bienestar en las gallinas (Sigognault *et al.*, 2017). Además, ha demostrado ser un vector mecánico para múltiples virus y bacterias patógenos (Abbas *et al.*, 2014).

Así mismo, estos ácaros son muy resistentes a la desecación y al hambre, lo que les permite sobrevivir hasta ocho meses sin alimentarse de un huésped ocasionando que los ácaros remanentes puede multiplicarse continuamente y formen una población a lo largo de muchos ciclos de producción, lo que a menudo hace que un tratamiento único en los galpones avícolas sea un desafío (Xu *et al.*, 2019). Por lo tanto, existe la necesidad urgente de encontrar un método eficaz para controlar *D. gallinae*.

2.3 Ácaro rojo

Dermanyssus gallinae (ácaro rojo) es un pequeño ácaro ectoparásito de aproximadamente 1,5 mm de longitud, cuyo color varía de gris a marrón/rojo según el estado de alimentación. El ácaro rojo de las aves de corral no tiene ojos, pero localiza a sus huéspedes utilizando una combinación de varios estímulos, que incluyen la vibración, el calor y la detección de dióxido de carbono a través de apéndices parecidos a pelos llamados setas, normalmente agrupados en las extremidades palpaes o tarsales (Pritchard *et al.*, 2015).

El ácaro rojo de las aves de corral afecta también a otras aves y mamíferos incluidos los humanos y se ha confirmado su presencia en 30 especies de aves y 20 de mamíferos (Cafiero *et al.*, 2019). Posee una distribución mundial y constituye un

problema grave para la industria europea de producción de huevos, donde la prevalencia media es del 80 % y en algunos países alcanza una prevalencia superior al 90 % de las granjas afectadas (Sparagano *et al.*, 2014).

2.4 Reproducción

Los ácaros *D. gallinae* son visitantes nocturnos temporales, permanecen ocultos muy cerca de su huésped durante el día y se trasladan a ellos al anochecer para alimentarse. El ciclo de vida consiste en los siguientes estadios: huevo, larva, dos estadios ninfales, macho adulto y hembra. Todas las etapas poseen patas (excepto cuando son larvas) y se alimentan de sangre. El ciclo de vida completo suele durar dos semanas, pero en condiciones ideales (35 °C y humedad relativa superior al 70 %), puede requerir solo una semana (Sparagano *et al.*, 2014).

El proceso reproductivo de los ácaros rojos es el siguiente (Knezevic *et al.*, 2017):

- Una vez en un huésped, las ninfas y las hembras se alimentan durante períodos cortos, generalmente durante la oscuridad, mientras que los machos lo hacen muy ocasionalmente sobre las aves solo 0.5 ± 1.5 h para alimentarse, mientras que el resto del tiempo están escondidos debajo de las cintas transportadoras de huevos y soportes de las jaulas, en la parte inferior de las varillas, en cajas nido, debajo de comederos y en pequeñas grietas y hendiduras en las paredes del gallinero. El desarrollo completo de *Dermanyssus gallinae* desde huevo, pasando por una etapa larvaria y dos etapas ninfales hasta llegar a adulto, generalmente toma alrededor de una o dos semanas, dependiendo de los factores ambientales.
- Después de un día, la larva muda, sin alimentarse, a una protoninfa, que tiene 8 patas. Después de alimentarse, la protoninfa se transforma en una deutoninfa, que se alimenta nuevamente y se transforma en hembra o macho adulto. Las temperaturas en las instalaciones de gallinas ponedoras que se mantienen generalmente entre 18 y 21 °C proporcionan las condiciones óptimas para el desarrollo de *Dermanyssus gallinae*.
- En la explotación, que generalmente excede un año completo, *Dermanyssus gallinae* puede estar presente todo el tiempo, pero la mayor densidad ocurre durante las estaciones cálidas y húmedas. El potencial reproductivo permite a este ácaro triplicar su número en sólo 10 días. Esto incluye todas las etapas de desarrollo.

Según varios autores, el ácaro rojo de las aves puede persistir en condiciones extremas hasta 8, 9 o incluso 13 meses sin comer, destacando que aun cuando las gallinas ponedoras se retiran de las instalaciones entre los ciclos de producción, el ácaro rojo de las aves puede sobrevivir lo suficiente como para infestar una nueva parvada debido a su capacidad de pasar hambre por más tiempo que la pausa

normal entre los ciclos de producción. Solo una pausa extraordinaria de 2 años debería ser suficiente para que el ácaro rojo se extinga, siempre y cuando no posea fuentes alternativas de alimentación.

2.5 Consecuencias de la infestación de ácaros rojos

La carga de infestación en gallinas ponedoras enjauladas puede ser de hasta 500 000 ácaros por ave en casos severos, esto provoca un estrés extremo, asociado con picoteo de plumas, aumento del aseo personal y canibalismo además de pérdida de sangre. Como consecuencia, el bienestar, la salud y la productividad de las aves se pueden verse gravemente afectadas (Cafiero *et al.*, 2019). El primer signo clínico que se observa en los animales infestados es la anemia subaguda debida a las repetidas picaduras de ácaros. Una gallina ponedora puede perder más del 3% de su volumen de sangre cada noche; en casos extremos, las cargas de infestación de *D. gallinae* pueden ser tan pesadas que las gallinas pueden morir de anemia severa (Sigognault *et al.*, 2017).

Además de este efecto directo del parasitismo hematófago, *D. gallinae* también es considerado vector de varios patógenos virales y bacterianos aviares, de animales y humanos. Se incluyen el paramixovirus que causa la enfermedad de Newcastle, los virus de la encefalomiелitis equina oriental, occidental y venezolana y bacterias como *Escherichia coli*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Pasteurella multocida*, *Salmonella gallinarum* y *S. enteritidis* y el virus de la influenza aviar A (Sommer *et al.*, 2017). Los ácaros de las aves de corral a menudo actúan como huéspedes a largo plazo de patógenos virales y bacterianos, convirtiéndose así en un reservorio de estos agentes y exacerbando el potencial vector de *D. gallinae* (Luna *et al.*, 2008).

El costo que ocasiona el control de pérdidas económicas por infestaciones de *Dermanyssus gallinae* es difícil de evaluar a nivel mundial, pero los avicultores estimaron que los costos de las medidas preventivas y de control, así como un mayor consumo de alimento, una mayor mortalidad y una menor calidad de los huevos se encuentran por el orden de los millones de euros/dólares, e incluyen las pérdidas de producción y animales, tratamientos, facturas veterinarias y días de trabajo perdidos (Knezevic *et al.*, 2017).

2.6 Impacto en humanos

El punto más importante relacionado con la infestación humana es el desconocimiento de los médicos sobre la dermatitis causada por varios ectoparásitos zoonóticos incluido *D. gallinae*, lo que ocasiona dificultad para

diagnosticar a partir de las reacciones cutáneas que provoca en los humanos dado que estas no son características (Kavallari *et al.*, 2018).

El problema de los diagnósticos erróneos también es preocupante debido al posible papel de *D. gallinae* como vector/reservorio de varios patógenos zoonóticos (Boseret *et al.*, 2013). Según el reciente documento estratégico de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) el impacto de *D. gallinae* en la salud humana puede considerarse plenamente como un tema de salud pública.

2.7 Control de los ácaros

A pesar de la disposición de muchos métodos, el control de *Dermanyssus gallinae* es difícil, principalmente por que los ácaros pasan la mayor parte del tiempo en áreas inaccesibles y dejan su lugar de descanso solo para comer, lo que sucede solo de 30 a 60 minutos. Esto hace que el control sea difícil de manejar, especialmente si se usan acaricidas que requieren el contacto con el objetivo para ser efectivos (Knezevic *et al.*, 2017).

El control de *Dermanyssus gallinae* se puede dividir en dos partes: métodos convencionales y métodos alternativos. Los métodos convencionales se centran principalmente en matar o prevenir infestaciones mediante el mantenimiento de buenas prácticas de higiene y la limpieza periódica de las instalaciones avícolas, lo que puede eliminar grandes proporciones de las poblaciones de ácaros rojos de las aves, así como sus huevos (Knezevic *et al.*, 2017).

Los métodos tradicionales contra *D. gallinae* se han basado en una variedad de acaricidas, que incluyen carbamatos, organofosforados, amidinas, piretroides y, más recientemente, spinosad, aplicados a locales y aves en forma de aerosoles, nieblas y polvos (Abbas *et al.*, 2014). Sin embargo, estos métodos presentan muchas limitaciones, dado que en muchos casos los acaricidas aplicados no acceden a todos los sitios en los que se refugian los *D. gallinae*, resultando ineficiente para su control (Xu *et al.*, 2019). Además, su aplicación puede causar estrés a las aves y riesgos de exposición a residuos y pesticidas para los trabajadores (Marangi *et al.*, 2012).

Durante años se han anunciado y utilizado muchos métodos alternativos para el control del ácaro rojo de las aves, incluidos aceites esenciales, vacunas, luz, olores, ácaros depredadores, hongos, nematodos y endosimbiontes bacterianos, pero ninguno de ellos ha dado aún una contribución relevante en la práctica clínica (Sparagano *et al.*, 2014). Por lo que, el uso de insecticidas sigue siendo dominante (Pritchard *et al.*, 2015).

A partir de 2017 se ha producido una mejora importante en el control de *Dermanyssus gallinae*, apareció en el mercado un novedoso acaricida sistémico

Exzolt™ (10 mg/mL de solución de fluralaner, MSD Animal Health), este producto se basa en el principio activo fluralaner y se puede administrar por vía oral, haciendo fácil y seguro en el uso práctico en granjas (Dolz, 2017).

Por otro lado, con el fin de proporcionar un control de *Dermanyssus gallinae* seguro, racional y altamente eficiente, los métodos mecánicos se han mejorado y combinado con una gama de aplicaciones y formulaciones existentes, incluida una nueva formulación a base de aceite (Pavlovic *et al.*, 2017).

Así mismo, actualmente el método de control más conocido para *D. gallinae* es la implementación del manejo integrado de plagas (MIP) que comprende las siguientes cinco etapas: 1) prevención, 2) seguimiento para el diagnóstico, 3) aplicación de estrategias de control no químicas, 4) aplicación de estrategias de control químico y 5) seguimiento de los efectos de la aplicación de la estrategia de control. Entre estos pasos, el monitoreo es un componente clave para la aplicación adecuada de los programas de MIP para *D. gallinae* (Oh *et al.*, 2020). Dadas las características particulares del ciclo de vida de *D. gallinae*, en particular el hecho de que vive fuera del huésped y se alimenta solo de forma intermitente durante la noche, el seguimiento de este ácaro tiende a ser difícil (Mul *et al.*, 2016).

Por esta razón, se han introducido numerosos métodos y dispositivos para detectar infestaciones de *D. gallinae* en granjas avícolas de ponedoras, incluido el puntaje de monitoreo de ácaros (MMS), trampas de cartón o tubo, examen de excrementos o polvo y dispositivos contadores automáticos (Mul *et al.*, 2016). Aunque cada uno de estos métodos tiene sus propios puntos fuertes, la mayoría solo se puede utilizar para identificar las tendencias presentes o proliferativas de los ácaros (Lammers *et al.*, 2017).

2.8 Tratamientos convencionales con acaricidas

El control de la PRM se basa principalmente en el uso de acaricidas sintéticos. No obstante, estos acaricidas tienen limitaciones importantes como el desarrollo de poblaciones de ácaros resistentes, la contaminación ambiental y una eficacia limitada para controlar infestaciones ya asentadas (Abbas *et al.*, 2014).

Las limitaciones de las medidas de control convencionales han hecho que la investigación sobre medidas alternativas sea uno de los principales temas de desarrollo actual; destacando que, entre esas medidas de control, la vacunación plantea una intervención prometedora, eficaz y ambientalmente racional (Pritchard *et al.*, 2015). Así mismo, el uso de acaricidas sintéticos está limitado en muchos países europeos al imponer una legislación más estricta con respecto a los ingredientes activos (Sparagano *et al.*, 2014).

La administración de tratamiento médico por vía oral se considera el método preferido para controlar las poblaciones de ácaros rojos en la industria avícola. Este enfoque de tratamiento sistémico es altamente efectivo y conveniente, y puede ayudar a superar las limitaciones de los métodos actuales para el control de *D. gallinae* porque cualquier etapa vital de ácaro que se alimenta de sangre en un gallinero inevitablemente se alimentará de las aves tratadas (Pavlovic *et al.*, 2017).

En este sentido, se ha demostrado altas eficacias (97,8-100 %) con el uso de un nuevo acaricida (fluralaner) contra las PRM en granjas avícolas comerciales en Francia, Alemania y España cuando se administró por vía oral dos veces en el agua de bebida (Thomas *et al.*, 2017).

Las lactonas macrocíclicas (ML) que incluyen principalmente dos tipos de compuestos, las avermectinas (abamectina, Ivermectina, doramectina, eprinomectina, selamctina) y las milbemicinas (moxidectina, milbemicina oxima), son fármacos antiparasitarios de amplio espectro, que se han utilizado ampliamente para controlar la endometriosis y ectoparásitos en ganado y mascotas, así como en humanos. Los ML muestran una potencia muy alta contra varios ácaros en el ganado y las mascotas, como Sarcoptes, Psoroptes, Chorioptes y Otodectes, en dosis bajas de 0,2 mg/kg (para administración subcutánea) o 0,5 mg/kg (para administración tópica) (Xu *et al.*, 2019).

Curiosamente, solo se han realizado unos pocos estudios sobre la eficacia de los ML contra los ácaros rojos, encontrando una eficacia bastante baja en comparación con el control de ácaros en los mamíferos. Por ejemplo, se encontró que la inyección intraabdominal de aves con Ivermectina a 0,6 mg/kg fue insuficiente para controlar *D. gallinae* y las concentraciones eficaces fueron de 1,8 a 5,4 mg/kg (Xu *et al.*, 2019).

Además, después del tratamiento inicial, la ivermectina y la selamectina fueron más eficaces contra *D. gallinae* el día 16, y la moxidectina fue más eficaz para controlar los ácaros el día 24 (Todisco *et al.*, 2008). No obstante, el tratamiento químico exitoso también se ve obstaculizado por el desarrollo de resistencia a múltiples acaricidas debido a la creación de ácaros resistentes como resultado de la aplicación inadecuada del tratamiento (Abbas *et al.*, 2014).

El rociado desigual, especialmente dentro de grietas y fisuras o basura puede conducir a la exposición de los ácaros a concentraciones subletales. Además, los productos acaricidas comercializados actualmente solo tienen una actividad residual corta, lo cual es un problema cuando se trata de ácaros *D. gallinae* que pueden no encontrar superficies tratadas hasta varios días después de la aplicación (Mul *et al.*, 2015).

2.8.1 Fluralaner

Es un compuesto de isoxazolina para uso como tratamiento sistémico para las infestaciones de *D. gallinae*, que paraliza y mata a los ácaros al unirse a un sitio receptor distinto, previamente no reconocido en los canales de cloruro activados por ácido γ -aminobutírico (GABA) y L-glutamato, que se expresan ampliamente en los sistemas nervioso central y neuromuscular periférico de insectos y ácaros (Thomas *et al.*, 2017).

Este modo de acción es diferente al de todos los demás acaricidas. Un estudio de rango de dosis en aves infestadas con *D. gallinae* demostró que dos administraciones orales de fluralaner, con 1 semana de diferencia, a una dosis de aproximadamente 0,5 mg/kg proporcionaron una reducción media sostenida del recuento de ácaros de más del 99% durante 15 días después del primer tratamiento, mientras que un estudio de seguridad en el que las aves fueron tratadas repetidamente hasta cinco veces esta dosis demostró un amplio margen de seguridad (Prohaczik *et al.*, 2017).

2.9 Eficacia del tratamiento

La determinación de la eficacia primaria se basó en los recuentos de *D. gallinae* en trampas recolectadas de las unidades con aves tratadas con fluralaner en comparación con las unidades de control. El porcentaje de eficacia se calculó por separado para cada granja para cada punto de tiempo de evaluación posterior al tratamiento utilizando la fórmula de Henderson-Tilton:

$$\% \text{ eficacia} = 1 - \frac{T_{\text{post}}}{C_{\text{post}}} \times \frac{C_{\text{pre}}}{T_{\text{pre}}}$$

Donde:

T_{post} es el número medio de ácaros en aves tratadas para cada punto de tiempo posterior al tratamiento;

C_{post} es el número medio de ácaros en la unidad de control para cada momento de postratamiento;

T_{pre} es el número medio de ácaros en las aves tratadas en el día -1;

C_{pre} es el número medio de ácaros en la unidad de control el día -1.

El número medio de ácaros denota la media aritmética de todos los estadios móviles, es decir, larvas, ninfas (ambos estadios juntos) y adultos.

3. Materiales y Métodos

3.1 Área de estudio

El cantón Guano, se localiza en la sierra central ecuatoriana a 8 Km. de la ciudad de Riobamba, al norte de la provincia de Chimborazo, posee una superficie total de 473,3 Km² que representa el 9,4% de territorio de la provincia de Chimborazo, presenta un clima templado - lluvioso, con una estación seca y verano frío (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Guano, 2020).

La principal actividad comercial es la agricultura con un 47,3%, el comercio 8,8%, el resto de las actividades son: servicios y actividades de construcción, así mismo la producción pecuaria se orienta hacia la cría de especies menores como cuyes, conejos, aves de corral y de especies mayores como ganado bovino, porcino y ovino (INEC, 2010).



Figura 1. Localización geográfica del área del estudio

Fuente: Google Maps, 2022

El presente estudio se desarrolla en la granja “Los perritos” del cantón Guano, Chimborazo, ubicada en la dirección de Marcos Montalvo y calle 2.

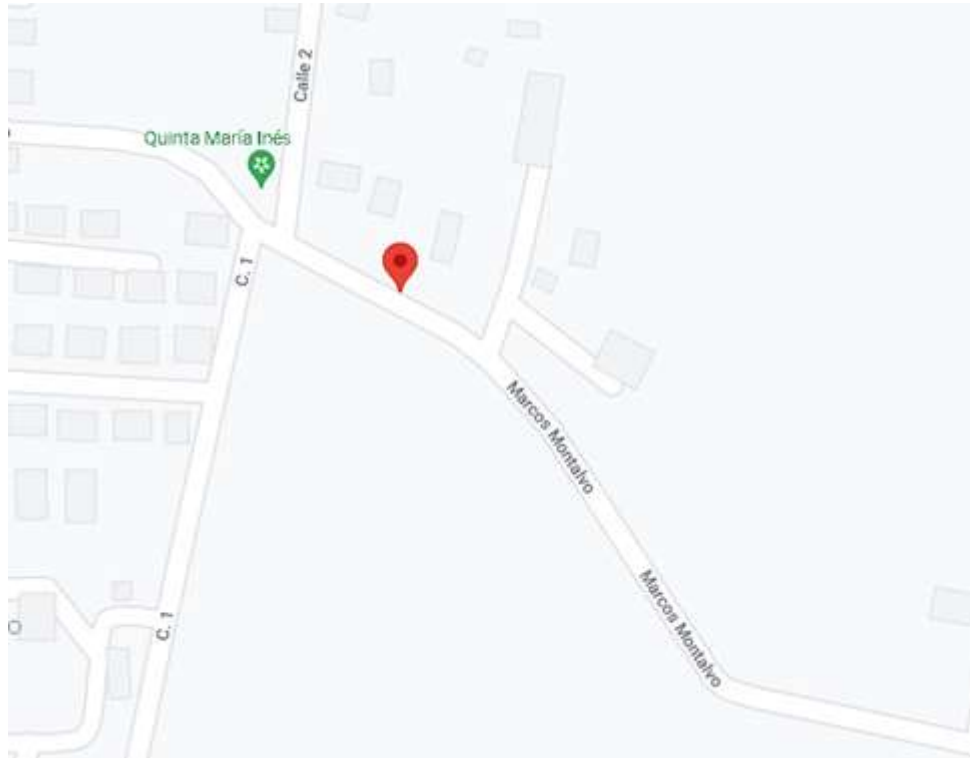


Figura 2. Localización geográfica de la granja “Los perritos”
Fuente: Google Maps, 2022

La granja se fundó en el año 2008, y tiene una producción anual de 800 aves, entre las que se incluye aves ornamentales, de combate y gallinas ornamentales.

3.2 Metodología

Se incluyeron en el estudio veinte cinco aves de combate sanas de 28 semanas de edad, a las cuales se les aplicó una vacuna mixta NC-BRON (Newcastle, Bronquitis Infecciosa), con la cepa La Sota Lavetec, como parte del plan sanitario de la granja.

Se empleó los desparasitantes comerciales (fluralaner e ivermectina) provenientes de la empresa “Tedemec” en el caso de la Ivermectina y “MSD Salud Animal” proveedor de los productos agroveterinarios para la granja. La aplicación de los productos se realizó según la dosis indicada en la tabla 1, la acción estimada es de 90 días en el caso del Fluralaner y 30 días en el caso de la Ivermectina, según el grupo asignado, mientras que el grupo control no recibirá ningún antiparasitario.

En el estudio se emplearon un total de 100 aves de combate con $1 \text{ kg} \pm 10 \text{ g}$ de peso vivo (PV) y $14 \text{ meses} \pm 5 \text{ días}$ de edad, mediante la distribución aleatorizada se conformaron 4 grupos, donde cada grupo en estudio estuvo a su vez conformado por 25 animales de forma homogénea para mantener equitativamente los grupos.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el estudio

Tratamientos	Dosis y antiparasitarios por emplearse
Tratamiento 1	Aves tratadas con 0.20 g de Bravecto (fluralaner) por animal (vía oral)
Tratamiento 2	Aves tratadas con 0.30 mg de ivermectina por animal (vía parenteral)
Tratamiento 3 (Control positivo)	Aves que no recibirán ningún tipo de antiparasitario, pero están parasitadas (control positivo)
Tratamiento 4 (control negativo)	Aves que no recibirán ningún tipo de antiparasitario, pero son aves sanas sin parásitos y sin desparasitantes (control negativo)

Dieta basal

La alimentación se ofreció 2 veces al día, en el horario de 07:00 am y 8:00 pm, y estuvo compuesta por:

Tabla 2. Porcentaje nutricional del balanceado “Pollo Crecedor”

Indicadores	PB%	Ca, %	Fósforo %		EM Kcal/kg	AA Totales %		
			Total	Disponible		Lys	Met + Cis	Thr
Maíz	8,26	0,03	0,24	0,08	3381	0,21	0,33	0,32
Concentrado		PB 19	MS 87	Grasa 4.5	FC 4	Cz 7		

Ca, calcio. EM, energía metabolizable. AA, aminoácidos. Lys, lisina. Met, metionina. Cis, cisteína. Thr, treonina. %, porcentaje. MS, materia seca, FC, fibra cruda, Cz, ceniza. Balanceado, El Campero “Pollo Crecedor”.

Nota: La proporción utilizada es 50 -50, 50 de maíz y 50 de concentrado

La temperatura del galpón se mantuvo entre 10 - 16 °C, con un fotoperiodo natural correspondiente a 12 horas luz y el mismo tiempo de oscuridad. El experimento se realizó en una superficie total de 19 m², divididos en cuatro espacios internos (2 grupos control y 2 grupos de tratados) (4,75 m²), y cada uno contuvo 5 subgrupos (réplicas) divididas en cinco jaulas en los que se alojaron cinco animales en cada uno. Con el fin de evitar la contaminación e infestación cruzada entre los grupos en estudio, se mantuvo una distancia de un metro a ambos lados de pasillo.

Asimismo, se aplicó la cal agrícola en el perímetro de los grupos en experimento para controlar la migración de los ácaros. Todos los animales en estudio recibirán todas las atenciones veterinarias necesarias.

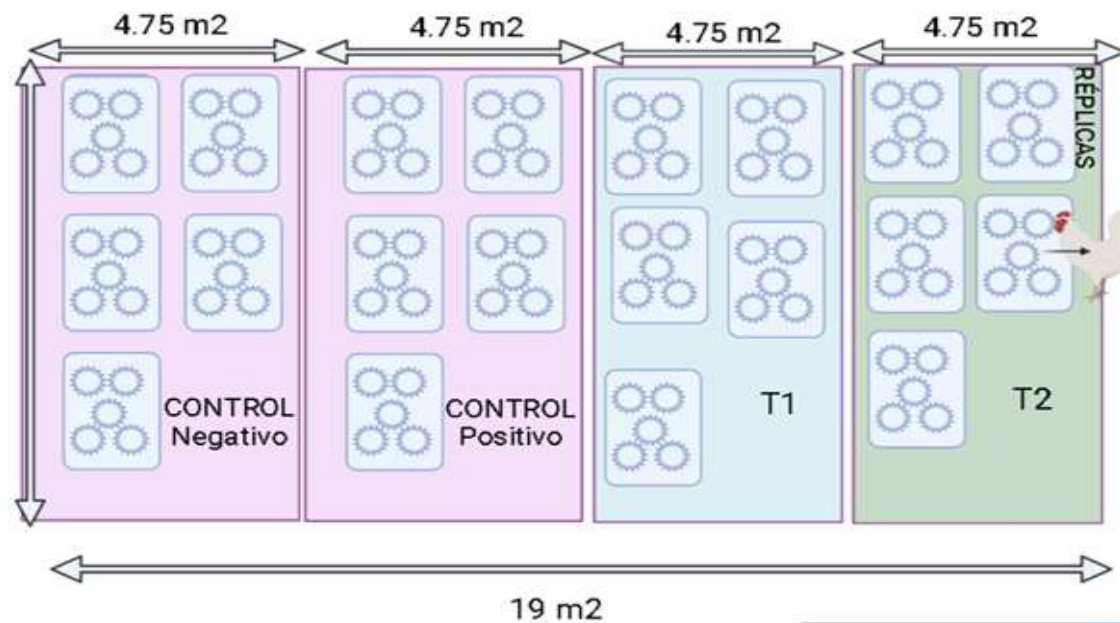


Figura 3. Sistema de manejo de animales

Detección del nivel de infestación

Para detectar los ácaros sobre el cuerpo de las aves, se realizó una revisión profunda en todas las zonas anatómicas del animal. Para determinar la cantidad de los ectoparásitos presentes en el lugar se cubrió las jaulas con telas blancas durante la noche y se examinó en las primeras horas de la mañana, este procedimiento se realizó dos veces por semana, durante 30 días.

A continuación, se clasificó los diferentes parásitos presentes en las aves y en las jaulas a partir de la revisión sistemática del polvo y las plumas de las aves cada 24 horas. Para este procedimiento se recogió 10 gr de polvo del suelo de las instalaciones, así como de los excrementos de los animales. Además, se recogió las plumas de las aves y otras impurezas presentes en los locales que alojaron los animales en estudio. Seguidamente se clasificó y se contabilizó el número de los ácaros que se observaron en el momento de la revisión.

La valoración de la carga parasitaria de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) presente en los animales se determinó según la extensión y la intensidad de invasión encontrado en las aves. Los niveles de infestación se clasificaron mediante el uso de la siguiente escala (Rodríguez *et al.*, 2021):

- Nivel 1: 0 ácaros
- Nivel 2: 1-5 ácaros (ligera infestación).
- Nivel 3: 6-25 ácaros (infestación moderada).
- Nivel 4: 26-50 ácaros (infestación de moderada a fuerte).
- Nivel 5: 51-100 ácaros (infestación grave).

Identificación de los ácaros

A cada ave se le practicó una revisión minuciosa del plumaje, en busca de ectoparásitos, levantando las plumas de las diferentes zonas del cuerpo. Adicionalmente se observó el cálamo, raquis y las plumas de la cabeza, cuerpo, alas y cola. Los artrópodos ectoparásitos encontrados se colectaron con pinzas entomológicas, se depositaron en viales con etanol al 70% debidamente rotulados y separados por grupos experimentales de aves y fueron transportados al laboratorio para su posterior identificación.

En el laboratorio los ejemplares colectados fueron sumergidos en solución de Hoyer, en láminas de portaobjetos y cubreobjetos para su posterior identificación taxonómica mediante el uso de microscopio óptico. Seguidamente se cumplió con el procedimiento descrito por Arrabal *et al.* (2012) y Larramendy *et al.* (2014), introduciendo las láminas en una incubadora a 28 °C durante siete días para su posterior identificación.

Finalmente se realizó la identificación morfológica de las estructuras representativas de la especie con la ayuda de claves taxonómicas (Di Palma, Giangaspero, & Caffiero, 2012; Lindquist *et al.*, 2009; Roy, 2006).

Clasificación de los ectoparásitos presentes en las aves de combate

La clasificación de los parásitos de las aves se realizó extrayendo a partir de 3 a 5 plumas de las siguientes regiones del cuerpo: cabeza, dorso, alas, zona de la cloaca, cara anterior del muslo y zona pectoral.

3.3 Diseño experimental y análisis estadístico

Se efectuó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA) empleado por Pilay (2020), con 4 tratamientos, 5 repeticiones y 5 unidades experimentales (UE) por cada repetición, cuyo modelo matemático es la siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} : es una observación cualquiera bajo los efectos del tratamiento

μ : es el efecto de la media poblacional.

T_i : es el efecto de cada tratamiento.

E_{ij} : es el efecto del Error Experimental.

Los análisis estadísticos se realizaron en el software estadístico Infostat versión 2017. En un inicio los datos de las diferentes variables fueron sometidos a pruebas de normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk ($n < 30$), obteniendo como

resultado que estos no cumplen con los criterios de normalidad ($p < 0,05$); por lo que, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos con respecto a las variables del nivel de infestación, eficacia de los antiparasitarios, presencia de ácaros en las aves posterior al uso de los antiparasitarios y el peso de las aves. Una vez que se determinaron diferencias estadísticas, se procedió a efectuar la prueba de comparaciones múltiples de Kruskal-Wallis con el fin de establecer qué tratamientos presentan estas diferencias.

4. Resultados

4.1 Ubicación de los ácaros

Para el presente análisis se identificó la ubicación de los ácaros solo al inicio del proyecto (semana 0) y al final (semana 12; tabla 3):

Tabla 3. Número de ácaros de acuerdo con región corporal del ave

Tratamiento	Zona de la cloaca	Dorso	Alas	Cabeza	Cara anterior del muslo	Zona pectoral
T1: Fluralaner						
Semana 0	26,45%	21,29%	16,13%	8,39%	7,10%	20,65%
Semana 12	39,29%	32,14%	0,00%	0,00%	17,86%	10,71%
T2: Ivermectina						
Semana 0	48,05%	25,32%	21,43%	0,00%	5,19%	3,90%
Semana 12	100,00%					

En ambos casos (T1 y T2), la mayor presencia de ácaros se encontró en la zona de la cloaca, estos resultados concuerdan con lo establecido por Nair *et al.*, (2021) que destaca que los ácaros ponen huevos principalmente en las plumas de la ventilación frente a la cloaca, pero también en otras áreas, seleccionando particularmente áreas donde la temperatura sea más baja y la humedad más alta, las cuales son consideradas condiciones ideales para el desarrollo de los ácaros.

4.2 Clasificación de los ectoparásitos presentes en las aves de combate



Figura 4. Identificación del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) presente en las aves de combate

Se obtuvo que el 99% de los ectoparásitos encontrados pertenecen a la especie de ácaros rojos (*Dermanyssus gallinae*; figura 4), obteniendo solo dos insectos de *musca doméstica* y un ácaro perteneciente a la especie *Cuclotogaster heterographa*.

4.3 Nivel de la infestación del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*)

Para determinar los niveles de infestación, se calculó el nivel de infestación en las aves de combate por cada semana según el tratamiento, considerando lo establecido en la tabla 1, obteniendo los resultados de la tabla 4.

Tabla 4. Nivel de infestación por semana para cada tratamiento

Semana	Número de ácaros (Unidades)			
	T1	T2	CP	CN
0	3	3	3	1
1	1	1	2	2
2	1	1	2	2
3	1	2	2	2
4	1	2	2	2
5	1	2	2	1
6	1	2	2	1
7	1	2	2	2
8	2	2	2	2
9	2	2	2	2
10	2	2	2	2
11	2	2	2	2
12	2	2	2	2

T1: fluralaner; T2: ivermectina; CP: control positivo; CN: control negativo

Estos resultados se calificaron según los criterios establecidos, obteniendo los resultados de las figuras 5 y 6.

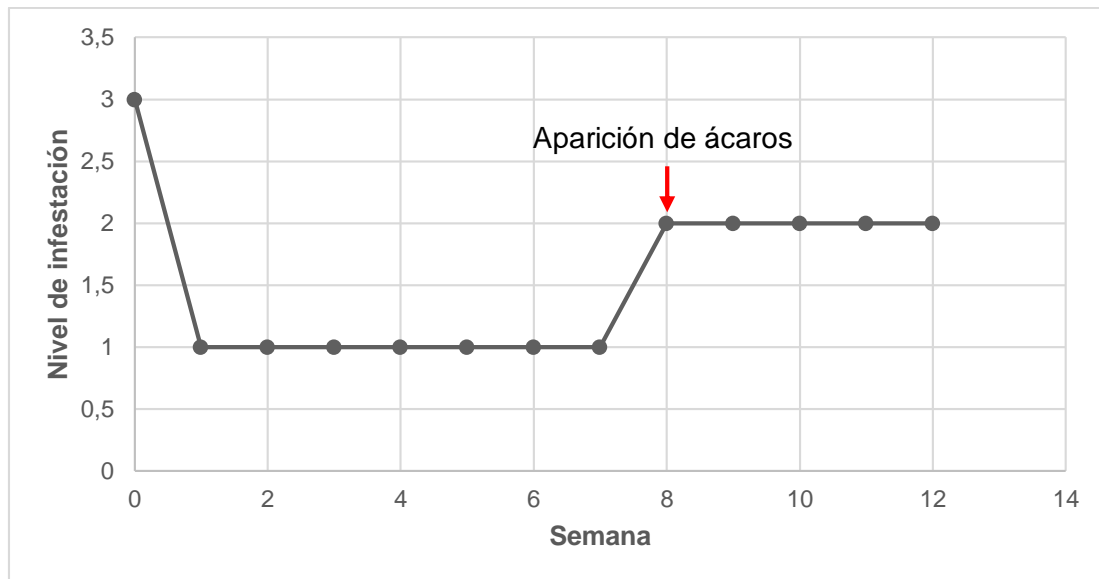


Figura 5. Variación del nivel de infestación en T1 (Fluralaner)



Figura 6. Variación del nivel de infestación en T2 (Ivermectina)

Como se puede observar el nivel de infestación para el T1 (fluralaner), T2 (ivermectina) y el control positivo (CP) se inició en un nivel 3 considerado leve y antes del tratamiento (semana 0) se observaron ácaros en el 100 % de las aves en el T1 y T2 y en el CP, mientras que en la semana 1, no se observaron ácaros en ninguna de las aves expuestas a los T1 y T2, sin embargo, en el control positivo se identificaron ácaros en el 100% de las aves y en el 8% de las aves del control negativo.

Con relación al comportamiento de infestación, este se redujo en la semana 1 para el T1 a nivel 1 (0 ácaros) hasta la semana 8, que se elevó el nivel de infestación a 2 (Figura 5), mientras que, para el T2 ya a la semana 3 el nivel de infestación

calificado era 2 y así se mantuvo durante todo el periodo (Figura 6), al igual que el control positivo y control negativo.

En este sentido, se evidencia que el número de ácaros vivos en el T1, fue menor observando la desaparición total de ácaros a la semana siguiente de la aplicación e identificando su reaparición a la semana 7, mientras que en el T2, se observó la desaparición de los ácaros también a la semana inmediata a su aplicación sin embargo, los primeros ácaros se identificaron de forma más temprana a la semana 3, además, el T2 mostro un comportamiento de infestación similar al control positivo y negativo.

4.4 Resultados obtenidos de las pruebas de normalidad en los datos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las pruebas de normalidad efectuada a los datos obtenidos

Tabla 5. Resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk modificado) para cada variable.

Variables	Shapiro-Wilk	P valor
Nivel infestación	0,65	<0,0001
Eficacia	0,62	<0,0001
Numero de ácaros	0,75	<0,0001
Peso de las aves	0,04	<0,0001

Los resultados de la prueba de normalidad para todas las variables mostraron un comportamiento que no cumple con la normalidad ($p < 0,0001$), por lo que, se efectuó el análisis Kruskal Wallis que corresponde al ANOVA para datos no paramétricos.

4.5 Resultados estadísticos relativos al nivel de infestación

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos de las pruebas Kruskal Wallis para el dato de nivel de infestación.

Tabla 6. Resultados de la evaluación estadística del nivel de infestación entre tratamientos

Tratamientos	N	Medias	DE	Medias	H	P
T1	13	1,54	0,66	1,00	5,33	0,0369
T2	13	1,92	0,49	2,00		
CP	13	2,08	0,28	2,00		
CN	13	1,77	0,44	2,00		

T1: fluralaner; T2: ivermectina; CP: control positivo; CN: control negativo

Los resultados obtenidos, muestran que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$; tabla 7)

Tabla 7. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para el dato de nivel de infestación

Tratamientos	N	Ranks	
T1	13	19,35	A
CN	13	25,35	AB
T2	13	28,77	AB
CP	13	32,54	B

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Según los resultados obtenidos, T1 y T2 no presentan diferencias estadísticamente significativas, entre ellas en relación con los niveles de infestación ($p > 0,05$), así mismo el control positivo (CP) y el control negativo (CN) no presentan diferencias en los niveles de infestación. Sin embargo, el T1 si presenta diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto al CP.

4.6 Evaluar la eficacia del uso de los antiparasitarios sobre el control del ácaro rojo

Tabla 8. Resultados de la eficiencia entre tratamientos.

Semana	% Eficacia	
	T1	T2
0	100,0	100,0
1	100,0	100,0
2	100,0	100,0
3	100,0	99,2
4	100,0	98,4
5	100,0	97,5
6	100,0	96,8
7	100,0	99,2
8	96,9	97,7
9	94,9	98,3
10	90,3	97,4
11	89,6	99,1
12	76,8	98,3

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos con relación a la eficiencia mostrada por los diferentes tratamientos, en la que se observa una eficacia promedio para el T1 (fluralaner) de 95,7% mientras que para el T2 (ivermectina) se obtuvo un 98,5%, observando que, aunque ambos tratamientos controlaron la infestación de ácaros post tratamiento, mostraron un comportamiento diferente en la persistencia de su acción en el tiempo.

Para establecer la eficacia, se determinó si existen diferencias significativas entre los tratamientos a través del análisis de Kruskal Wallis (Tabla 9).

Tabla 9. Resultados de la evaluación estadística de la eficacia entre tratamientos (T1 y T2)

Tratamientos	N	Medias	DE	Medias	H	P
T1	12	95,71	7,10	100,00	0,12	0,7202
T2	12	98,49	1,03	98,36		

T1: fluralaner; T2: ivermectina

El Valor $p > 0,05$, implica que las diferencias entre las medias no son estadísticamente significativas, por lo que, se puede establecer que ambos tratamientos poseen similar eficacia para el control de los ácaros.

Para determinar si la dosis recomendada de fluralaner disminuye la presencia de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate, se realizó una comparación del T1 con el CP con relación al promedio de ácaros presentes por semana, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados de la evaluación estadística de la presencia de ácaros para el tratamiento 1

Tratamientos	N	Medias	DE	Medias	H	P
CP	13	124,46	12,12	123,0	13,82	0,0002
T1	13	16,54	42,37			

CP: Control positivo; T1: fluralaner

El Valor $p \leq 0,05$ implica que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas, por lo que, se puede establecer que efectivamente la aplicación del tratamiento 1 reduce la presencia de ácaros en las aves de combate.

En relación con si la dosis recomendada de ivermectina (T2) disminuye la presencia de ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 11. Resultados de la evaluación estadística de la presencia de ácaros para el tratamiento 2

Tratamientos	N	Medias	DE	Medias	H	P
CP	13	124,46	12,12	123,0	13,44	0,0002
T2	13	13,92	43,91	2,0		

CP: Control positivo; T2: ivermectina

De acuerdo a los resultados de la tabla 11, se observa que el T2 (ivermectina) reduce la presencia de ácaros en las aves de combate ($p < 0,05$), mientras que la determinación del efecto acaricida del fluralaner en comparación al de la ivermectina en términos de la reducción de la presencia del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en aves de combate, se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para la presencia de ácaros entre tratamientos.

Tratamientos	N	Medias		
T1	13	1,54	A	
T2	13	1,69	A	B
CN	13	2,85		C
CP	13	3,92		D

T1: fluralaner; T2: ivermectina; CP: control positivo; CN: control negativo
Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Los resultados muestran que con relación a la presencia de ácaros en las aves de combate el T1 (fluralaner) y el T2 (ivermectina) no muestran diferencias significativas ($p > 0,05$), sin embargo, para ambos casos se obtuvo una diferencia estadística ($p < 0,05$) con respecto al control positivo y control negativo ($p < 0,0001$).

4.6 Efectos secundarios que provoca en las aves de combate la introducción de los antiparasitarios Fluralaner e Ivermectina.

Para determinar los efectos secundarios, se consideró las variables de mortalidad y cambio en el peso de las aves, en la primera variable no se registraron aves muertas en las que fueron tratadas con acaricidas. Por otro lado, los resultados del peso corporal se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Resultados de la evaluación estadística relacionado al peso de las aves con respecto al control positivo

Tratamientos	N	Medias	DE	Medias	H	P
CP	150	1,70	8,33	1,01	7,55	0,0226
T1	150	1,02	0,13	1,03		
T2	149	1,02	0,11	1,02		

T1: fluralaner; T2: ivermectina; CP: control positivo

Las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas ($P < 0,05$), por lo que, se puede establecer que el peso de las aves no es similar para los tratamientos utilizados en el control de los ácaros.

Tabla 14. Resultados de las comparaciones múltiples de Kruskal Wallis para las diferencias en el peso de las aves

Tratamientos	N	Medias	
T1	149	1,86	A
CP	149	1,89	A B
T2	149	2,26	C

T1: fluralaner; T2: ivermectina; CP: control positivo

Medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Los resultados obtenidos, muestran que el peso de las aves no es significativamente diferente para el T1 con relación al CP ($p > 0,05$), sin embargo, el T2 si se observa diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a T1 y el CP obteniendo una media superior.

4.7 Estimar la relación costo/beneficio de cada uno de los tratamientos usados en el estudio.

Para determinar la relación costo beneficio se calculó el volumen de acaricida requerido para el mantenimiento de una baja infestación en las aves de combate, considerando la recomendación de la aplicación de los productos: una dosis de 0,20 g de fluralaner cada 90 días y una dosis de 0,30 mg de ivermectina cada 30 días.

Los resultados obtenidos, muestran un costo anual de tratamiento por ave para el fluralaner de 13,6\$ y para la ivermectina fue de 1,278\$, lo que representa en términos económicos solo el 17,38% del gasto estimado del T1. En relación con los beneficios se obtuvo que el tratamiento 1 presenta una aparición más tardía de ácaros (semana 7) en comparación con el T2 (Semana 3), pero la eficacia promedio del T1 fue 95,7% mientras que para el T2 fue de 98,5%.

Tabla 15. Costos anuales de los acaricidas por ave

Tipo de tratamiento	Volumen de acaricida (mg) /dosis por ave medida	Volumen de Acaricida (mg) /año por ave medida	Costos por dosis (\$/mg)	Costo del acaricida anual por ave (\$/año)
T1 (Fluralaner)	200 mg cada 90 días	800	0,017	13,60
T2 (Ivermectina)	0,30 mg al mes	3,6	0,355	1,278

5. Discusión

Se han descrito infestaciones de ácaros rojos (*Dermanyssus gallinae*) en todos los sistemas de producción, sin embargo, los sistemas agrícolas menos intensivos presentan mayores riesgos de infestación, lo que generalmente es inversamente proporcional al nivel de intensificación. Por lo tanto, la prevalencia de *Dermanyssus gallinae* es generalmente más alta en las unidades de traspatio y al aire libre, seguidas por los establos y en última instancia, en las jaulas enriquecidas (son aquellas jaulas que ofrecen más espacio por ave, perchas, cajas nido y almohadillas para rascar) (Sparagano *et al.*, 2009).

Así mismo, las jaulas enriquecidas suelen mostrar niveles más altos de infestación en comparación con los corrales tradicionales. Por lo que, estos sistemas mejoran la supervivencia de los ácaros al proporcionar áreas más seguras para el ácaro lejos del alcance de las gallinas y los tratamientos al mismo tiempo que promueven el bienestar de las gallinas (Lima *et al.*, 2019).

En el presente estudio, no se observó lo aseverado por Sparagano *et al.* (2009) quienes establecieron que en condiciones apropiadas, las poblaciones de ácaros rojos (*Dermanyssus gallinae*) en los galpones de gallinas ponedoras pueden expandirse muy rápidamente. Por lo que los niveles bajos de infestación pueden evolucionar rápidamente a niveles altos y provocar pérdidas significativas. En este sentido, el control positivo y negativo en los resultados obtenidos mostraron niveles de infestación bajos.

Se ha relacionado esta baja infestación en jaulas tradicionales debido a que los ácaros poseen pocos lugares para esconderse, por otro lado, el clima es un actor determinante en la velocidad de expansión de este animal por lo que, es importante efectuar estudios adicionales sobre la infestación en diferentes épocas del año, con el objetivo de comparar si los reducidos niveles observados en el estudio están relacionados con la temperatura y humedad como factor determinante en la proliferación, finalmente la adecuada gestión de la limpieza diaria de los galpones pudo contribuir a evitar una rápida expansión

También se considera el tiempo de duración del estudio (12 semanas), cubre todo el ciclo de vida del ácaro, dado que desde el huevo hasta el ácaro adulto, toma solo de siete a diez días, dependiendo de la temperatura ambiental, por lo que es importante seguir controlando semanalmente.

Por otro lado, la efectividad del acaricida se evidencia en la disminución inmediata de la presencia de ácaros móviles en las gallinas, sin embargo, en el trabajo efectuado por Temple *et al.* (2020) las cantidades de etapas de ácaros móviles se redujeron tres días después de la primera administración de fluralaner y se mantuvo cerca de cero durante las seis semanas restantes de recopilación de datos, obteniendo una reducción de >99 %, en este sentido, en el presente estudio

se identificó a aparición de ácaros para el T1 (fluralaner) después de la 8va semana de tratamiento, periodo en el cual se mantuvo en cero, la aparición más tardía de los ácaros en el estudio pudo corresponder a mejores condiciones ambientales (humedad, temperatura) que no favoreció el desarrollo de los ácaros.

Es importante destacar que los ácaros rojos, pueden crear resistencia a los acaricidas rápidamente, lo que requiere en muchos casos que para controlar las infestaciones se use productos químicos en concentraciones más altas, con mayor frecuencia y repetidamente, como se observa en el estudio las dosis de los acaricidas es muy diferente en el caso del Fluralaner, se aplicó un volumen alto (200 mg) cada 90 días, mientras que en el caso de la Ivermectina correspondió a 0,30 mg al mes.

En este sentido, considerando los periodos de la aparición de los ácaros se puede asumir que el fluralaner presenta una actividad residual más larga que la ivermectina, sin embargo, se debe revisar la dosis aplicada para asegurar que se está exponiendo los ácaros a concentraciones letales y evitar así el desarrollo de resistencia al producto.

La revisión de la literatura ha establecido un conjunto de impactos en la salud y productividad de las aves como resultado de la infestación de los ácaros, sin embargo, no se determinó estudios que valorarán los impactos relacionados con el uso de antiparasitario Ivermectina , mientras que en la investigación de Prohaczik *et al.* (2017) Se concluyó que el uso de Fluralaner es seguro para las aves y no genera mortalidad.

Entre los impactos que se relaciona con la presencia de ácaros en las aves, se ha determinado que el peso es una variable de interés, en este sentido, en la presente investigación se obtuvo que existe diferencias significativas entre el peso de las aves con tratamiento (T2) en comparación con las aves infectadas de PRM sin tratamiento siendo la media del T2 superior, estos resultados son concordantes con el trabajo de Lima *et al.* (2019) Concluyeron que después de tratar a las aves muy infestadas con PRM en las unidades de jaulas enriquecidas, su ingesta diaria de alimento aumentó significativamente.

Lo más probable es que la producción de más huevos y más pesados después de la eliminación exitosa de los ácaros los haya estimulado a una mayor ingesta de energía. Además, la restauración del peso corporal después de la eliminación de los ácaros podría constituir una explicación para un mayor consumo de alimento. De hecho, después del tratamiento de las gallinas infestadas en los aviarios, su peso corporal aumentó, lo que puede indicar que anteriormente habían perdido peso debido a las infestaciones de ácaros.

6. Conclusiones

- El tratamiento con fluralaner resultó ser más eficaz para el control del ácaro rojo (*Dermanyssus gallinae*) en comparación con la ivermectina.
- La eficiencia en la primera semana fue igual entre los dos productos, observándose en el caso de la ivermectina reinfección en la semana tres de tratamiento, mientras que para el fluralaner, se identificó la presencia de ácaros a partir de la semana siete.
- El uso de tratamientos en base a fluralaner e ivermectina no muestran diferencias significativas en el peso de las aves tratadas.
- La evaluación económica, muestran un costo anual de tratamiento por ave para el fluralaner de 13,60 dólares y para la ivermectina de 1,28 dólares, siendo mucho más económico la utilización de la ivermectina.

7. Recomendaciones

- Se recomienda efectuar estudios adicionales que incluyan diferentes ectoparásitos presentes en aves de combate, para determinar la eficacia de los acaricidas para otras especies.
- Evaluar la reducción de los tiempos de aplicación del fluralaner , dado que en el estudio se aplicó cada 90 días, logrando no identificar ácaros hasta la semana posterior a la aplicación, por lo que, debe realizarse estudios adicionales que permitan determinar la necesidad de aplicar el acaricida cada mes y medio, para evaluar su efectividad y realizar nuevas estimaciones técnicas-económicas.
- En un programa de control de ácaros en aves de combate, la utilización de fluralaner puede ser una alternativa de rotación a la ivermectina con la finalidad de reducir la posibilidad de resistencia a cualquiera de estos principios activos.

8. Bibliografía

- Abbas, R., Colwell, D., Iqbal, Z., & Khan, A. (2014). Acaricidal drug resistance in poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) and approaches to its management. *World's Poultry Science Journal*, 70(1), 113-124. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1017/S0043933914000105>
- Boseret, G., Losson, B., Mainil, J., Thiry, E., & Saegerman, C. (2013). Zoonoses in pet birds: review and perspectives. *Veterinary Research*, 44(36), 1-9. <https://veterinaryresearch.biomedcentral.com/articles/10.1186/1297-9716-44-36>
- Brauneis, M., Zoller, H., Williams, H., Zschiesche, E., & Heckerroth, A. (2017). The acaricidal speed of kill of orally administered fluralaner against poultry red mites on laying hens and its impact on mite reproduction. *Parasit Vectors*. doi:10.1186/s13071-017-2534-5
- Cafiero, M., Barlaam, A., Camarda, A., Radeski, M., Mul, M., Sparagano, O., & Giangaspero, A. (2019). *Dermanyssus gallinae* attacks humans Mind the gap! *Avian Pathology*, 48, S22-S34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31264450/>
- Dolz, R. (2017). *Introduction of Exzolt (Fluralaner 10 mg/mL solution) – A new product for treatment of poultry red mite infestation in chickens*. Oeiras, Portugal: 3rd COST Conference, Improving current understanding and research for sustainable control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (COREMI). https://www.coremi.eu/fileadmin/documents_organicresearch/coremi/COREMI_3rd_Conference_Portugal_Final.pdf
- González, M., Jiménez, Y., Marín, J., Tuñón, Y., & Him, J. (2018). Presencia del *Dermanyssus gallinae* en aves de corral en las Guabas de Ocú, Herrera, Panamá. 3(1), 25-29. <https://www.revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/download/250/217>
- Guerrero, D., & Vásquez, O. (2018). *Prevalencia de ascaridiosis (Ascaridia galli) en aves ponedoras, granja avícola Hannón, municipio de Nindirí, departamento de Masaya, septiembre-noviembre 2018*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Agraria], Repositorio institucional una. <https://repositorio.una.edu.ni/3877/1/tnl72g934p.pdf>
- Kavallari, A., Küster, T., Papadopoulos, E., Hondema, L., Oines, O., Skov, J., . . . Tiligada, E. (2018). Avian mite dermatitis: diagnostic challenges and unmet

needs. *Parasite Immunology*, 40, e12539.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29878381/>

Knezevic, S., Pajic, M., Petrovic, A., Vidakovic, S., Babic, J., Zivkov, M., Stojanov, I. (2017). *Dermanyssus gallinae* - overview: life cycle, morphology, prevalence and control measures in poultry farms. *Arhiv veterinarske medicine*, 53, 62.
https://pdfs.semanticscholar.org/2e17/c54ea8b32f25e79d2cb01c42632eb9363172.pdf?_ga=2.147250996.2014161227.1647783469-1504603415.1632149236

Lammers, G., Bronneberg, R., Vernooij, J., & Stegeman, J. (2017). Experimental validation of the AVIVET trap, a tool to quantitatively monitor the dynamics of *Dermanyssus gallinae* populations in laying hens. *Poult Sci*, 96(6), 1563–1572. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27920194/>

Lima, J., Villar, M., Höfle, U., & Fuente, J. d. (2019). Challenges for the Control of Poultry Red Mite (*Dermanyssus gallinae*). *Intechopen*, 90439, 1-8. <https://www.intechopen.com/chapters/70407>

Luna, C. D., Arkle, S., Harrington, D., George, D., Guy, J., & Sparagano, O. (2008). The poultry red mite *Dermanyssus gallinae* as a potential carrier of vector-borne diseases. *Ann NY Acad Sci.*, 1149, 255–8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19120224/>

Marangi, M., Morelli, V., Pati, S., Camarda, A., Assunta, M., & Giangaspero, A. (2012). Acaricide residues in laying hens naturally infested by red mite *Dermanyssus gallinae*. *PLoS One*, 7(2), e31795. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22363736/>

Mul, M., Ploegaert, J., George, D., Meerburg, B., Dicke, M., & Koerkamp, P. (2016). Structured design of an automated monitoring tool for pest species. *Biosyst Eng*, 151, 126–140. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511016301787?via%3Dihub>

Mul, M., Riel, J. v., Meerburg, B., Dicke, M., George, D., & Groot, P. (2015). Validation of an automated mite counter for *Dermanyssus gallinae* in experimental laying hen cages. *Exp Appl Acarol.*, 66, 589–60. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4481303/>

Mul, M., Riel, J. v., Roy, L., Zoons, J., André, G., George, D., Groot, P. (2017). Development of a model forecasting *Dermanyssus gallinae*'s population dynamics for advancing integrated Pest management in laying hen facilities. *Veterinary Parasitology*, 245, 128-140. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28969831/>

- Nair, S., Gouge, D., & Murillo, A. (2021). *Backyard Chickens and Ectoparasites: Introduction and Management*. Arizona, EE.UU.: The University of Arizona Cooperative Extension.
<https://extension.arizona.edu/sites/extension.arizona.edu/files/pubs/az1878-2021.pdf>
- Oh, S., Park, K., Jung, Y., Do, Y., Choe, C., Cho, A., Gyu, J. (2020). A sampling and estimation method for monitoring poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestation on caged-layer poultry farms. *J Vet Sci.*, 21(3), e41.
<https://vetsci.org/DOIx.php?id=10.4142/jvs.2020.21.e41>
- OMS. (2017). *The Tripartite's Commitment Providing multi-sectoral, collaborative leadership in addressing health challenges*. Ginebra.
https://www.who.int/zoonoses/tripartite_oct2017.pdf?ua=1
- Pavlovic, I., Pavlicevic, A., Yoon, J., & Dotlic, M. (2017). *Contribution to the general knowledge of Dermanyssus gallinae reproduction after feeding*. In: *Abstract book*. Oeiras, Portugal: 3rd COST Conference, Improving current understanding and research for sustainable control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (COREMI).
https://www.coremi.eu/fileadmin/documents_organicresearch/coremi/COREMI_3rd_Conference_Portugal_Final.pdf
- Pritchard, J., Kuster, T., Sparagano, O., & Tomley, F. (2015). Understanding the biology and control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae*: a review. *Avian Pathology*, 44(3), 143–153.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25895578/>
- Prohaczik, A., Menge, M., Huyghe, B., Flochlay, A., & Traon, G. L. (2017). Safety of fluralaner oral solution, a novel systemic antiparasitic treatment for chickens, in laying hens after oral administration via drinking water. *Parasites Vectors*, 10(363), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2291-5>
- Sigognault, F., Thomas, E., & Sparagano, O. (2017). Poultry red mite infestation: a broad impact parasitological disease that still remains a significant challenge for the egg-laying industry in Europe. *Parasites Vector*, 10(357).
<https://doi.org/10.1186/s13071-017-2292-4>
- Sommer, D., Heffels, U., Kohler, K., Lierz, M., & Kaleta, E. (2017). Role of the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in the transmission of avian influenza A virus. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*, 44(1), 26-33.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26830386/>
- Sparagano, O., George, D., Harrington, D., & Giangaspero, A. (2014). Significance and control of the poultry red mite. *Annual Review of entomology*, 59(1).
[doi:10.1146/annurev-ento-011613-162101](https://doi.org/10.1146/annurev-ento-011613-162101)

- Sparagano, O., Pavlicevic, A., Murano, T., Camarda, A., Sahibi, H., Kilpinen, O., Assunt, M. (2009). Prevalence and key figures for the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* infections in poultry farm systems. In: Control of Poultry Mites (*Dermanyssus*). *Exp Appl Acarol*, 48(1-2), 3-10. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19160060/>
- Temple, D., Manteca, X., Escribano, D., Salas, M., Mainau, E., & Zschiesche, E. (2020). Assessment of laying-bird welfare following acaricidal treatment of a commercial flock naturally infested with the poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*). *Plos One*. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0241608>
- Thomas, E., Chiquet, M., Sander, B., Zschiesche, E., & Sigognault, A. (2017). Field efficacy and safety of fluralaner solution for administration in drinking water for the treatment of poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) infestations in commercial flocks in Europe. *Parasit Vectors*, 10(1), 457. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28992814/>
- Todisco, G., Paoletti, B., Giammarino, A., Manera, M., Sparagan, O., Iorio, R., RobbE, D. (2008). Comparing therapeutic efficacy between ivermectin, selamectin, and moxidectin in canaries during natural infection with *Dermanyssus gallinae*. *Ann N Y Acad Sci*, 1149, 365-7. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19120251/>
- Tomley, F., & Sparagano, O. (2018). Spotlight on avian pathology: Red mite, a serious emergent problem in layer hens. *Avian Pathology*, 6(47), 1-9. doi:10.1080/03079457.2018.1490493
- Tucci, E., Prado, A. d., & Araújo, R. d. (2008). Thermal requirements of *Dermanyssus gallinae* (Acari: Dermanyssidae). *Rev Bras Parasitol Vet*, 17, 67-72.
- Waap, H., Nunes, T., Gomes, J., & Bartley, K. (2019). Survey on the prevalence of *Dermanyssus gallinae* in commercial laying farms in Portugal. *Avian Pathology*. doi:10.1080/03079457.2019.1606415.
- Xu, X., Wang, C., Zhang, S., Huang, Y., Pan, T., Wang, B., & Pan, B. (2019). Acaricidal efficacy of orally administered macrocyclic lactones against poultry red mites (*Dermanyssus gallinae*) on chicks and their impacts on mite reproduction and blood-meal digestion. *Parasit Vectors*, 12, 345. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6624947/>

9. Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico



Figura 7. Contabilización de los ácaros



Figura 8. Colocación de acaricida a las aves de combate



Figura 9. Área del experimento



Figura 10. Clasificación de los ectoparásitos