UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

P R E S E N T A:

IPA. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. Fernando Iván Flores Pérez
CODIRECTORA DE TESIS:
Dra. Claudia Hallal Calleros

Cuernavaca, Morelos, septiembre de 2021

Cambios conductuales y productivos inducidos por la infección experimental con *Psoroptes cuniculi* en conejos machos

Tesis realizada por María Fernanda González Chávez bajo la dirección del comité revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito para obtener el título de:

MAESTRA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DESARROLLO RURAL

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: _____
Dr. Fernando Iván Flores Pérez

Codirectora de tesis: _____
Dra. Claudia Hallal Calleros

Revisor: _____
Dr. José Agustín Orihuela Trujillo

Revisor: _____
Dr. Virginio Aguirre Flores

Revisor: _____
Dr. Reyes Vázquez Rosales

Revisor: _____
Dr. Kurt Leroy Hoffman

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias por abrirme las puertas nuevamente.

A mis asesores el Dr. Fernando Iván y la Dra. Claudia, por su paciencia, apoyo, por mantenerme en el camino, por su tiempo, conocimientos y experiencia compartida.

Al comité revisor: Dr. José Agustín Orihuela Trujillo, Dr. Virginio Aguirre Flores, Dr. Reyes Vázquez Rosales y Dr. Kurt Hoffman por sus comentarios y aportaciones para la elaboración de este trabajo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca 1004445 otorgada durante la realización de mis estudios de Maestría.

DEDICATORIA

A mi madre y a Oswaldo,
sin ustedes no lo hubiera logrado.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS III
ÍNDICE DE CUADROS VII
ANEXOS VIII
RESUMEN IX
ABSTRACT X
INTRODUCCIÓN 1
HIPÓTESIS 5
OBJETIVO GENERAL 5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
MATERIAL Y MÉTODOS 7
Consideraciones éticas 7
Animales de experimentación 7
Alojamiento y alimentación 7
Periodo de Adaptación 7
Evaluación de la dominancia 7
Infestación con ácaro *P. cuniculi* 8
Parámetros productivos 8
Ganancia de peso 8
Consumo voluntario 8
Índice zoométrico 8
Pruebas conductuales 9
Prueba de campo abierto 9
Conducta sexual 9
Espermatobioscopía 9
Parámetros fisiológicos 10
Glucosa sanguínea 10
Temperatura 10
Perfil hepático y lipídico 10
Evaluación cuantitativa del grado de infestación 11

Análisis estadístico 11
RESULTADOS 13
Efecto de la infestación de *P. cuniculi* sobre parámetros productivos en conejos machos....13
Cambios inducidos por la infestación con *P. cuniculi* sobre la conducta en la prueba de campo abierto 16
Conducta sexual en conejos infestados con el ácaro *P. cuniculi*.....21
Evaluación seminal en conejos durante la infestación con *P. cuniculi* 25
Monitoreo de glucosa sanguínea durante la infestación con *P. cuniculi*.....25
Evaluación de la temperatura.....26
Efecto de la infestación con *P. cuniculi* sobre enzimas hepáticas y perfil lipídico.....27
Determinación de la dominancia y subordinación en conejos machos 28
Efecto de la infestación de *P. cuniculi* sobre parámetros productivos en conejos machos dominantes y sumisos.....31
Cambios en la conducta individual inducidos por la infestación con P. cuniculi en conejos machos sumisos y dominantes 35
Efecto de la infestación con *P. cuniculi* sobre la conducta sexual de conejos machos sumisos y dominantes.....42
Evaluación seminal en conejos durante la infestación con *P. cuniculi* en conejos sumisos y dominantes 47
Monitoreo de glucosa sanguínea y temperatura durante la infestación con *P. cuniculi* en conejos sumisos y dominantes.....47
DISCUSIÓN 53
CONCLUSIONES 59
REFERENCIAS 60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso corporal. (a) Análisis del total del peso corporal de conejos machos sanos o infestados con *P. cuniculi* durante 77 días; media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Peso corporal de conejos machos a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 13

Figura 2. Consumo voluntario. (a) Análisis del total del consumo voluntario de conejos machos sanos e infestados durante 77 días; media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Análisis del consumo voluntario de conejos machos durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 14

Figura 3. Índice de masa corporal. (a) Análisis del total del índice de masa corporal en conejos machos durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba Mann-Whitney. (b) Índice de masa corporal de conejos machos sanos e infestados con *P. cuniculi* a través de 77 días. media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 15

Figura 4. Actividad locomotora. (a) Análisis del total de la actividad locomotora durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001, prueba Mann-Whitney. (b) Actividad locomotora a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 16

Figura 5. Conducta de chinning. (a) Análisis del total de chinning durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de chinning a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de ANOVA de mediciones repetidas. 17

El impacto de la infestación sobre la actividad exploratoria se observó con una disminución del 39.54% en el grupo infestado, siendo de 10.95±0.51 en el grupo control *vs*. 6.62±0.34 en el grupo infestado (P≤0.0001, Fig. 6a), la cual se vio afectada en particular las semanas 6, 10 y 11 (P≤0.01, Fig. 6b). 18

Figura 6. Actividad exploratoria. (a) Análisis del total de número de sentados durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Análisis a través del tiempo del número de sentados durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 18

Figura 7. Conducta de enuresis. (a) Análisis del total de enuresis 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de enuresis a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 19

Figura 8. Acicalamiento. (a) Análisis del total de acicalamiento a los 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de acicalamiento durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 20

Figura 9. Tiempo de reacción en conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días (a); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Mann-Whitney. (b) Tiempo de reacción a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 21

Figura 10. Montas con eyaculado. (a) Análisis del total de montas con eyaculados en conejos machos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Montas con eyaculados a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas. 22

Figura 11. Periodo de latencia en conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días (a); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. Periodo de latencia a través de 77 días post-infestación en conejos machos sanos e infestados con *P. cuniculi* (b); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas..... 23

Figura 12. Intentos de monta. (a)Análisis del total de intentos de montas en conejos infestados con *P. cuniculi* durante 77 días; media±EE, *P≤0.05, prueba de Mann-Whitney. (b) Intentos de monta a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, prueba de ANOVA de medidas repetidas. 24

Figura 13. Glucosa. (a) Glucosa sanguínea de conejos infectados con *P. cuniculi* 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de T. (b) Glucosa sanguínea de conejos infectados con P. cuniculi a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. 26

Figura 14. Temperatura. Análisis del total de la temperatura de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Temperatura de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, prueba de ANOVA de medidas repetida.... 27

Figura 15. Análisis del total de enzimas hepáticas AST (a) y ALT (b), triglicéridos (c) y colesterol (d) de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* a los 77 días post infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de Mann-Whitney. 28

Figura 16. Peso corporal de conejos sumisos y dominantes infestados *con P. cuniculi* durante 77 días post-infestación (a); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Peso corporal de conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 32

Figura 17. Consumo voluntario. (a) Análisis del total del consumo voluntario de conejos machos dominantes y sumisos durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis a través del tiempo de conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 33

Figura 18. Índice de masa corporal. (a) Análisis total del índice de masa corporal de conejos machos sumisos y dominantes durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskall-Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 34

Figura 19. Actividad locomotora. *(a)* Análisis del total de la actividad locomotora durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskal-

Wallis. Actividad locomotora a través de 77 días post-infestación, en conejos sumisos (b) y en conejos dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 36

Figura 20. Conducta de chinning. Análisis del total de marcas en conejos machos y sumisos durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05, ** P≤0.01, ***P≤0.001, prueba de Kruskall Wallis. Análisis de la conducta de chinning en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 post-infestación; media±EE, *P≤0.05, ** P≤0.01, ***P≤0.001. ****P≤0.0001, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 37

Figura 21. Actividad exploratoria. Análisis del total de número de sentados durante 77 días post-infestación en conejos sumisos y dominantes (a), media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskall Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 39

Figura 22. Conducta de micción. Análisis del total de la frecuencia de micción durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Kruskall Wallis. Análisis de la conducta de micción a través de 77 días en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 40

Figura 23. Acicalamiento. Análisis del total de la frecuencia de acicalamiento durante 77 días post-infestación en conejos sumisos y dominantes (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskall-Wallis. Análisis de la conducta de acicalamiento a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominanes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 41

Figura 24. Tiempo de reacción. (a) Análisis del tiempo de reacción en conejos dominantes y sumisos infectados con *P. cuniculi* durante 77 días post infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskal-Wallis. Tiempo de reacción en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; Prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 43

Figura 25. Número de eyaculados. (a) Análisis del total de montas con eyaculados durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; Prueba de Kruskal-Wallis. Análisis del número de montas con eyaculado en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; Prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 44

Figura 26. Periodo de latencia. (a) Análisis del periodo de latencia durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskal-Wallis. Análisis del periodo de latencia a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE,

*P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 45

Figura 27. Intentos de monta. (a) Análisis del total de intentos de monta durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskal-Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación del número de intentos de monta en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 46

Figura 28. Glucosa. Análisis del total de glucosa sanguínea en conejos machos sumisos y dominantes (a) durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis de glucosa sanguínea a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 48

Figura 29. Temperatura. Análisis del total de temperatura corporal en conejos machos dominantes y sumisos, durante 77 días post-infección (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis a través de 77 días pos-infestación de temperatura en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.** 49

Figura 30. Análisis del total de enzimas hepáticas AST (a), ALT (b), y perfil lipídico: triglicéridos (c) y colesterol (d) durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Cs= Control sumiso; Cd= Control dominante; Inf+s= Infectado sumiso; Inf+d= Infectado dominante……...50

Fig. 31 Evaluación cuantitativa del grado de infestación con el ácaro P. cuniculi en conejos sumisos y dominantes durante 77 días. Se muestra imagen representativa de cada grupo**.52**

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Espermatobioscopía. Evaluación seminal de parámetros obtenidos del total de eyaculados de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días. 25

Cuadro 2. Determinación de la dominancia mediante enfrentamientos agonísticos previo a la infestación. 29

Cuadro 3. Evaluación de la dominancia mediante enfrentamientos agonísticos en donde los conejos dominantes fueron infestados con *P. cuniculi* 30

Cuadro 4. Evaluación de jerarquía mediante enfrentamientos agonísticos en donde los conejos sumisos fueron infestados con *P. cuniculi*..... 31

Cuadro 5. Espermatobioscopía. Evaluación seminal de parámetros obtenidos del total de eyaculados de conejos sumisos y dominantes, sanos o infestados con *P. cuniculi* durante 77 días. 47

Cuadro 6. Superficie del pabellón intra-auricular afectado en cada uno de los conejos sumisos y dominantes infestados durante 77 días..... 51

ANEXOS

Anexo 1 IMPACTO DE LA INFESTACIÓN CON EL ÁCARO *Psoroptes cuniculi* SOBRE EL ESTADO DE DOMINANCIA/SUBORDINACIÓN EN CONEJOS NUEVA ZELANDA 60

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de la infestación experimental con el ácaro *P. cuniculi* sobre conductas de naturaleza individual, sexual y jerárquica, así como en algunos parámetros metabólicos (hepáticos y lipídicos) y productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo voluntario) en conejos machos. Se determinó el estado de dominancia y subordinación a través de enfrentamientos agonísticos, lo que nos permitió evaluar el efecto de la infestación aunado al estado de dominancia sobre los parámetros productivos, fisiológicos, de comportamiento individual y sexual, además de cuantificar el grado de infestación para determinar la resistencia/susceptibilidad a la infección en los animales dominantes y sumisos. Encontramos que la infestación con el ácaro tiene un efecto sobre los parámetros productivos (peso corporal, consumo voluntario, índice zoométrico) y fisiológicos ($P>0.05$). La infestación redujo la actividad locomotora (26.75%), frotamiento por marcaje del mentón (36.52%), actividad exploratoria (39.54%), enuresis (22.1%) y acicalamiento (20.18%) en el grupo de conejos infestados ($P\leq0.01$). En cuanto al efecto de la infestación dependiente del estado de dominancia, los conejos dominantes fueron mayormente afectados en todas las variables medidas en la prueba de campo abierto, actividad locomotora (39.72%), chinning (40.52%), actividad exploratoria (39.06%), enuresis (37.73%) y acicalamiento (30.09%) ($P\leq0.05$). En los parámetros de conducta sexual, el tiempo de reacción y el periodo de latencia aumentaron (150.1% y 13.88% respectivamente), mientras que el número de montas con eyaculados disminuyó un 32.26% ($P\leq0.001$). En el grupo sumiso infestado, el tiempo de reacción aumentó un 289.08% y el número de montas con eyaculados disminuyó un 38.55% ($P\leq0.01$). Los conejos subordinados infestados presentaron una mayor susceptibilidad a la infección con *P. cuniculi,* teniendo un 13.51% más superficie de lesiones con respecto a los conejos dominantes ($P\leq0.05$). En conclusión, la infección con *P. cuniculi* tiene un impacto en la conducta sexual y la conducta individual. La conducta individual es más afectada en animales dominantes infestados con *P. cuniculi*, por el contrario, la conducta sexual es afectada en animales sumisos infestados. Además, los animales sumisos presentan una mayor susceptibilidad al desarrollo de la sarna psoróptica.

Palabras claves: Conducta animal, ectoparásitos, dominancia, sarna, *Psoroptes cuniculi*

ABSTRACT

This study was performed in order to evaluate the effect of the experimental infestation with the *P. cuniculi* mite on individual, sexual and dominance behaviors, as well as on some metabolic (hepatic and lipidic) and productive (weight gain, feed conversion and voluntary consumption) parameters in male rabbits. The dominance and subordination behavior were determined through agonistic confrontations, which allowed to evaluate the effect of the infestation coupled with dominance on the productive, physiological, individual and sexual behavior parameters, in addition to quantifying the degree of infestation for determine resistance/susceptibility to infection in dominant and submissive animals. We found that infestation with the mite has an effect on the productive parameters (body weight, voluntary consumption, zoometric index) and on physiological parameters ($P > 0.05$). The infestation reduced locomotor activity (26.75%), chinning (36.52%), exploratory activity (39.54%), enuresis (22.1%) and grooming (20.18%) in the group of infested rabbits ($P \leq 0.01$). Regarding the effect of the infestation dependent on the dominance, the dominant rabbits were mostly affected in all the variables measured in the open field test, locomotor activity (39.72%), chinning (40.52%), exploratory activity (39.06%), enuresis (37.73%) and grooming (30.09%) ($P \leq 0.05$). In the analysis of sexual behavior parameters, reaction time and latency period increased (150.1% and 13.88% respectively), while the number of mounts with ejaculates decreased by 32.26% ($P \leq 0.001$). In the infested submissive group, reaction time increased by 289.08% and the number of mounts with ejaculates decreased by 38.55% ($P \leq 0.01$). The infested subordinate rabbits presented a higher susceptibility to infection with *P. cuniculi*, having 13.51% more lesion surface with respect to the dominant rabbits ($P \leq 0.05$). In conclusion, infection with *P. cuniculi* has an impact on sexual behavior and individual behavior. Individual behavior is more affected in dominant animals infested with *P. cuniculi*, on the contrary, sexual behavior is affected in submissive infested animals. In addition, submissive animals are more susceptible to the development of psoroptic mange.

Key words: Animal behavior, ectoparasites, dominance, mange, Psoroptes cuniculi

INTRODUCCIÓN

La cunicultura se define como el proceso de cría, engorda y reproducción del conejo (*Oryctolagus cuniculus*), con el objetivo de obtener ingresos por la venta de sus productos y subproductos. Se presenta como una actividad favorable debido a su fácil manejo, la cual se caracteriza por una recuperación de la inversión a corto plazo (Gamboa Ramírez, 2001). El 95 % de la producción cunícola nacional es de traspatio, mientras que sólo el 5 % alcanza niveles a mayor escala (SENASICA, 2015). La crianza de conejos se realiza con distintos fines, ya sea para la producción de carne, piel o pelo, aunque el conejo también es utilizado como un animal de experimentación y de compañía (Oteiza Fernández & Carmona Medero, 2001). Así, los ingresos de una explotación cunícola se determinan por la cantidad de kilogramos de carne, pieles o pelo, es decir, con el número de animales puestos a la venta, que dependen de la capacidad productiva en cada explotación.

Los conejos son susceptibles a infecciones por distintos agentes patógenos, incluidos los parásitos; entre éstos, el ácaro *Psoroptes cuniculi* (*P. cuniculi*), el cual provoca la enfermedad dermatológica más frecuente en conejos, una acariosis que además de provocar otitis y estar asociada a emaciación, en algunos casos causa la muerte (White et al., 2002). La sarna psoróptica es por lo general descuidada y diagnosticada tardíamente, cuando el número de animales infectados en le explotación es muy alto (Papeschi, 2009).

En México se desconoce la frecuencia de la infección por *P. cuniculi*, sin embargo, en otros países del mundo como Kenia se ha referido hasta un 57.3% de frecuencia en conejares (Chebet et al., 2018) y Serbia con un 12.01% (Ilic et al., 2018).

A nivel local, el ácaro *P. cuniculi* genera incomodidad en el hospedero al causar irritación, prurito y lesiones ocasionadas por la secreción de enzimas proteolíticas, que erosionan el epitelio, y destruyen la continuidad de la piel. Estas lesiones permiten el ingreso de agentes patógenos, primordialmente bacterianos (Cortinas & Jones, 2006; Saari et al., 2009). La acariosis se transmite por contacto directo con animales infectados, como es la transmisión de las madres a sus crías durante la lactancia, o por medio de materiales contaminados como camas y pisos (Saari et al., 2009; European scientific counsel companion animal parasites, 2012).

Cuando un agente patógeno ingresa a un animal, se ocasiona un fenómeno conocido como el comportamiento del animal enfermo, que es un conjunto de conductas que pueden provocar que los animales estén deprimidos, aletargados y que el apetito disminuya, por lo tanto se aíslan de las actividades normales en grupo y pueden presentar fiebre, dolor y fatiga,

lo que da por resultado una disminución en la capacidad de obtener alimento y agua; al mismo tiempo se puede presentar perdida de interés en el aseo y acicalamiento (Hart, 1988) afectando el bienestar del animal. En este proceso, las citocinas involucradas en la respuesta inmunológica del hospedero toman un papel muy importante, ya que cuando estas se modifican a causa de la infección, de manera directa o indirecta inducen cambios en el cerebro que provocan estas conductas (Larson & Dunn, 2001). Los cambios conductuales se pueden utilizar desde un punto de vista práctico para el diagnóstico presuntivo de una enfermedad, ya que pueden presentarse previos a los signos clínicos (Weary et al., 2009).

Tomando en cuenta las investigaciones que se han llevado a cabo con respecto a los cambios conductuales que provocan los parásitos en sus hospedadores, se han propuesto al menos tres posibles explicaciones. La primera, en la cual se menciona que los cambios conductuales son resultado de una interacción en la que el parásito modifica la conducta del huésped para obtener un beneficio; la segunda es que los cambios conductuales son debidos a una respuesta adaptativa por parte del huésped a la infección cuyo objetivo es disminuir los efectos negativos de la infección y eliminarla, la tercera es en la que se dice que los cambios conductuales son un producto o consecuencia de la patología misma o de otros aspectos de la infección, que por azar y bajo ciertas circunstancias ocurren de manera fortuita en la trasmisión del parásito (Poulin, 2010).

Los conejos son animales territoriales que marcan su territorio con glándulas que producen olor, estas se sitúan en diferentes partes del cuerpo como el mentón, el ano y la ingle. Una conducta común en los conejos es frotarse contra el pasto, los postes, en otros conejos, e incluso en el alimento. Los machos también marcan su territorio con la orina. La conducta de frotamiento del mentón (chinning) es propia de la especie y está asociada con la madurez sexual y con territorialidad, al reflejar la activación y el mantenimiento de este comportamiento por la secreción endógena de testosterona o de estradiol en machos o hembras, respectivamente (González-Mariscal et al., 1992).

En específico, para el ácaro *P. cuniculi* se ha referido que altera algunas conductas características del conejo en hembras, el comportamiento exploratorio se afecta de manera temprana en los primeros días post infección, mientras que la frecuencia de chinning y la actividad locomotora se reducen a los cuatro días post infección (Hallal-Calleros et al., 2013). En los machos, se desconocen las modificaciones que la infección con huevos de *P. cuniculi* pudiera inducir sobre el chinning. Otro ejemplo de modificaciones conductuales es el caso de conejas infectadas experimentalmente con huevos de *T. pisiformis*, las cuales a partir del séptimo día post infección, permanecieron más tiempo echadas y dedicaron menos tiempo a

su acicalamiento, en comparación del grupo de conejas testigo en las cuales no se llevó a cabo la infección (Betancourt-Alonso et al., 2011). En particular, los efectos que la infestación con el ácaro *P. cuniculi* pudieran causar sobre la conducta de los conejos machos han sido poco explorados.

Las modificaciones que las infecciones con parásitos inducen a nivel reproductivo en animales resultan de interés, ya que afectarán su potencial productivo y finalmente se reflejará en pérdidas económicas; como ejemplo, en ratones infectados con malaria el peso de los productos disminuye y es más probable que sean prematuros, debido en parte a que el parásito se establece en los fetos dentro del útero (Akingbade, 1992). En ovinos, al infectarse con *Tripanosoma vivax*, la totalidad de las borregas mostró anestro del día 40 al 96 post infección, y 5 murieron a los 110 días de la infección, además los niveles séricos de progesterona incrementaron en relación con el grupo testigo (Elhassan et al., 1994).

En este orden de ideas, se ha propuesto que los parásitos afectan las gónadas de sus hospederos, causando "castración parasitaria", en donde la capacidad de apareamiento es reducida. En la *Capra pyrenaica* se ha comprobado que una infestación incluso moderada con el ácaro *Sarcoptes scabiei*, tiene un efecto negativo sobre la masa testicular, los autores discuten que el tamaño testicular está íntimamente asociado a la concentraciones de testosterona, así mismo proponen que dicha infestación afecta la conducta, por lo que especulan que la competitividad de los individuos infectados disminuye su comportamiento agonístico, lo cual podría producir una desestabilización en la jerarquía y en su éxito reproductivo; de esta manera al afectar conductas como el cortejo y el apareamiento se vería modificada la estructura y tamaño de la población (Sarasa et al., 2011). También se ha referido que los metacéstodos de *T. crassiceps* y *T. solium* son capaces de sintetizar hormonas esteroideas (Jiménez et al., 2006). Tomando en cuenta lo anterior resulta de interés establecer la relación existente entre niveles de testosterona, la presencia del parásito y la conducta de jerarquía y reproductiva en conejos machos ante una infección con *P. cuniculi*.

Las infecciones parasitarias también pueden afectar la dominancia, hallazgo que ha sido referido en ratones macho de la cepa BALB/C infectados, los cuales, con mayor frecuencia adoptan una conducta de subordinación con respecto a los animales no infectados, y presentan modificaciones en su comportamiento territorial y en agresividad (B. et al., 2002). Así mismo, se ha observado que los ratones infectados experimentalmente con metacéstodos de *Taenia crassiceps* (*T. crassiceps*), modifican su conducta sexual, alterando la eyaculación y presentando feminización (Larralde et al., 1995). En estos ratones infectados con *T. crassiceps*, se observó una pérdida de la histoarquitectura del epitelio testicular, además de

que se encontraron abundantes células en apoptosis a nivel de los túbulos seminíferos (Zepeda et al., 2011).

La dominancia es un atributo que surge de interacciones agonísticas entre dos individuos, que compiten por algún recuso escaso, como resultado un individuo se impone sobre el otro, si se enfrentan de nuevo el individuo dominante se impondrá al sumiso, de esta forma se establecerá que el ganador es dominante y el perdedor es sumiso (Drews, 1993).

Por otro lado, los parásitos también afectan a sus huéspedes provocando alteraciones metabólicas, causando como consecuencia que el peso vivo y la ganancia de peso diaria disminuyan (Hallal-Calleros et al., 2013). En cuanto a ectoparásitos en conejos, específicamente *P. cuiculi*, *S. scabiei* y *Cheyletiella parasitovorax* a partir del día 0 al 56 post infección se afectan diversos parámetros como son ALT, AST, BUN y creatinina, finalmente los autores concluyen que la aplicación tópica de selamectina es útil para normalizar la cantidad de neutrófilos y linfocitos (Moonarmart et al., 2018). En el caso de humanos se ha establecido que la relación existente entre el ectoparásito Demodex es mayor en aquellas mujeres que presentan algunos signos de síndrome metabólico como son incremento en el peso, elevado consumo en alimentos ricos en grasa y presión diastólica elevada (Enginyurt et al., 2015). También, se ha referido que la incidencia es más elevada en mujeres que en hombres, es importante considerar que en el contexto de la producción animal la presencia de padecimientos como la obesidad, la diabetes y otros asociados al síndrome metabólico podrían estar presentes y de esta manera volver más susceptible a esa población a la infección por parásitos. En específico ectoparásitos, como *P. cuniculi* y relación con los padecimientos asociados a síndrome metabólico y dimorfismo presente en la infección no han sido estudiados.

La relación existente entre parásitos y los niveles de glucosa sanguínea ha sido estudiada en aves silvestres, en los cuales se observó que aquellos que provenían de nidos con una mayor cantidad de ectoparásitos eran más pequeños, tenían niveles más elevados de glucosa en sangre, además de niveles más bajos de hematocritos por lo que se propone que los ectoparásitos son un factor de estrés que afecta el crecimiento y la inmunidad (Pryor & Casto, 2015), así mismo proponen que estos cambios no son dependientes de los niveles de corticosteroides en sangre.

El presente estudio se centra en abordar los cambios en la conducta social y sexual masculina en conejos, específicamente en las relaciones de dominancia y subordinación, así como en ciertos parámetros metabólicos y productivos en conejos machos.

HIPÓTESIS

El ácaro *P. cuniculi* modifica la conducta (individual, reproductiva y de subordinación/dominancia), el metabolismo (a nivel hepático y lipídico), y parámetros productivos (ganancia de peso, conversión alimenticia y consumo voluntario) de conejos machos.

OBJETIVO GENERAL

Valorar el efecto de la infestación experimental con el ácaro *P. cuniculi* sobre conductas de naturaleza individual, sexual y jerárquica, así como en algunos parámetros metabólicos y productivos en conejos machos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar los cambios en la conducta sexual, analizando el tiempo de reacción, periodo de latencia, intentos de monta y montas con eyaculación asociados a la infestación experimental con *P. cuniculi.*

2. Caracterizar los efectos de la infestación experimental con *P. cuniculi* sobre conductas individuales analizadas mediante la prueba de campo abierto.

3. Registrar alteraciones en parámetros productivos inducidos por la infestación experimental con *P. cuniculi*, como peso de los conejos, consumo voluntario y conversión alimenticia.

4. Cuantificar los cambios en la conducta social de dominancia en conejos machos infestados con *P. cuniculi* mediante interacciones agonísticas entre individuos.

5. Analizar parámetros metabólicos que puedan estar relacionados con los cambios productivos y conductuales en conejos infestados con *P. cuniculi*, incluyendo espermatobioscopía, perfil lipídico y hepático.

6. Cuantificar la carga parasitaria por medio de la medición de la superficie del pabellón intra-auricular afectado en cada uno de los conejos infestados.

7. Determinar el efecto de la dominancia o subordinación en el grado de infestación con el ácaro *P. cuniculi*

MATERIAL Y MÉTODOS

Consideraciones éticas

Para la realización de este trabajo, los animales utilizados fueron tratados bajo los criterios de la NOM-062-ZOO-1999 “Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio”, legislación vigente en materia de bienestar y experimentación.

Animales de experimentación

Se utilizaron 28 conejos de la raza Nueva Zelanda sexualmente maduros y con un peso inicial de 3.108±0.083 Kg, los cuales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos asignados.
Grupo 1 (n=14): conejos sin infestar y se designó como grupo control
Grupo 2 (n=14): constituido por conejos infestados

Alojamiento y alimentación

Los conejos se alojaron en jaulas individuales comerciales de 60X90X40 cm. Se alimentaron con concentrado en pellet para conejo adulto (Ganador®, Malta Cleyton, México) con un porcentaje de proteína mínima de 16%, grasa de 3% y fibra de 17%, y agua *ad libitum*.

Periodo de Adaptación

Con la finalidad de adaptar a los conejos a las condiciones de manejo, instalaciones y pruebas conductuales, durante tres semanas previo a la infestación con el ácaro se realizaron todos y cada uno de los procedimientos incluidos en el estudio (González-Mariscal et al., 1990).

Evaluación de la dominancia

Con el propósito de evaluar la dominancia, dos machos fueron introducidos en una arena de 1.20 x 1.20 m, se contabilizaron el número de mordidas, patadas, montas intrasexuales y *chinning* que cada macho recibió y otorgó en un lapso de 10 minutos, así como la frecuencia de enuresis (Arteaga et al., 2008). Se establecieron las jerarquías de los 28 conejos evaluándolos por pares cada tercer día durante dos semanas previo a la infestación. La jerarquía se continuó evaluando semanalmente posterior a la infestación.

Infestación con ácaro *P. cuniculi*

Una vez establecidas las jerarquías, de los 14 conejos dominantes 7 fueron infestados y los 7 restantes se incluyeron en el grupo sin infestar (control), y de los 14 conejos sumisos, 7 fueron infestados y 7 permanecieron sin infestar.

Grupo 1 (n=7): Conejos sumisos sin infestar (Cs)

Grupo 2 (n=7): Conejos dominantes sin infestar (Cd)

Grupo 3 (n=7): Conejos sumisos infestados (Inf+s)

Grupo 4 (n=7): Conejos dominantes infestados (Inf+d)

Para la infestación, se colocaron 250 ácaros obtenidos de conejos naturalmente infestados, los cuales fueron identificados y cuantificados a través del microscopio, colocando en un algodón 250 ácaros, este algodón se introdujo de manera intraauricular en la oreja izquierda, posteriormente se envolvió con cinta adhesiva para evitar que se cayera y se retiró en una semana (Hallal-Calleros et al., 2013). Se llevó a cabo una reinfestación 27 días después con 150 ácaros en la oreja derecha, de la misma manera. Se realizó el mismo procedimiento a los conejos del grupo control, excluyendo la infestación con el ácaro.

Parámetros productivos:

Ganancia de peso

Los machos fueron pesados semanalmente durante los 77 días del experimento, en una báscula digital.

Consumo voluntario

El consumo voluntario de alimento se midió colocando 400 g de alimento en cada comedero y pesando el residuo a las 24 horas, el residuo se restó al total inicial (Hallal-Calleros et al., 2013).

Índice zoométrico

Se evaluó semanalmente post infestación, en donde se usó la medición zoométrica de estudios previos en conejos, que ha sido propuesta y validada con la finalidad de obtener el Índice de masa corporal (IMC) (Sweet et al., 2013). Se refiere como un índice de masa corporal ideal, el que presenta un promedio de 0.18 y un rango comprendido entre 0.16–0.21 de IMC, en el presente estudio se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

IMC= (PC / LDMT)

Donde IMC= Índice de masa corporal; PC= Peso corporal expresado en kilogramos; LDMT= Longitud distal de miembro torácico, que será tomada en cuenta a partir de la superficie dorsal del olecranon hasta la base de la uña del dedo número 2, registrado en centímetros.

Pruebas conductuales:

Prueba de campo abierto

Cada tercer día el conejo se colocó durante 10 minutos en una arena de 1.20 x 1.20 m seccionada en 9 cuadrantes. La actividad locomotora se registró cada vez que las dos extremidades torácicas del animal atravesaron una línea del área de evaluación; la frecuencia de la conducta de frotamiento del mentón (*chinning*) se registró cada vez que el conejo frotó el mentón en alguno de los tres ladrillos colocados en el cuadrante superior derecho; el número de sentados se registró cada vez que el conejo apoyó el peso en los miembros pelvianos adquiriendo una posición erguida, así como el acicalamiento, este se consideró cada vez que el conejo lamió laguna parte de su cuerpo. Finalmente, se contabilizó la conducta de enuresis (Hallal-Calleros et al., 2013).

Conducta sexual

La conducta sexual se evaluó cada dos semanas, post infestación. Se emplearon 10 hembras ovariectomizadas, las cuales fueron inducidas a celo con 1 mg de propionato de estradiol (FORESTRO® PARFARM) por vía intramuscular durante 5 días previo a las montas. Cada macho se colocó en una jaula circular durante tres minutos para permitirle la exploración del área, y posteriormente se introdujo una hembra durante seis minutos para evaluar la conducta sexual. Se evaluó cada macho utilizando tres hembras diferentes en un día, permitiéndoles un tiempo de reposo de 10 minutos entre cada hembra (Fuentes et al., 2004). Los eventos se registraron en video para un análisis posterior de las siguientes conductas:

Tiempo de reacción: a partir de que el conejo es introducido en la jaula se registró el tiempo que tardó en intentar la primera monta o dar la primera monta efectiva (con eyaculado).

Número de intentos de monta: se consideraron las montas sin eyaculado.

Número de montas efectivas: se registraron el número de montas con eyaculado.

Tiempo de latencia entre montas: tiempo que pase entre una monta con eyaculado y otra.

Espermatobioscopía

El eyaculado de los conejos se colectó mediante la utilización de una vagina artificial, los días 37, 51 y 65 post infestación (alternando con la evaluación de la conducta sexual). Se introdujo

una coneja en celo en la jaula del macho, el operador sostuvo entre las patas de la coneja una vagina artificial a 39° C provista de un tubo de recolección graduado, permitiendo la monta y reteniendo el eyaculado en la vagina artificial (Lebas et al., 1996).

Para la valoración del eyaculado se evaluaron los siguientes parámetros:

Volumen de semen (V): se obtuvo observando el tubo de recolección graduado.

Motilidad espermática (ME): se determinó utilizando un microscopio 40X, observando 100 espermatozoides y asignando un valor de 0 a 100 de acuerdo con el número de espermatozoides que muestren movimiento.

Concentración espermática (CE): Se realizó un recuento directo diluyendo 1:100, en solución salina y colocando 10 µL de la dilución en la cámara de Neubauer. Se calculó el número total de espermatozoides multiplicando el número obtenido en la cámara x 5 x 100 x volumen de eyaculado (Fausto et al., 2001).

Parámetros fisiológicos

Glucosa sanguínea

La glucosa se determinó mediante el empleo de un glucómetro (Accu- Chek ® Active), el cual emplea tiras reactivas, el muestreo para la obtención de estos niveles séricos se realizó los días 0, 27, 42, 56, 70 del experimento. Se obtuvo una gota de sangre de la vena marginal, la cual se depositó en la tira reactiva introduciéndola posteriormente en el dispositivo, el cual desplegó la lectura con el valor de glucosa sérica

Temperatura

La temperatura fue tomada de manera intra-auricular con la ayuda de un termómetro digital, cada semana.

Perfil hepático y lipídico

El día 77 post infestación, los conejos fueron anestesiados con una dosis de 35/5 mg/kg de ketamina/xilacina vía IM (AVMA, 2001). La sangre obtenida por vía intracardiaca se conservó sin anticoagulante y se mantuvo a temperatura ambiente durante 15 minutos para permitir la formación del coágulo, se centrifugó a 3,000 rpm durante 10 minutos para la obtención del suero que fue congelado a -20° C (Núñez Ochoa & Bouda, 2007). Se realizó la determinación de las enzimas hepáticas Alanino aminotransferasa (ALT) y Aspartato aminotransferasa (AST); además se analizaron los niveles de triglicéridos y colesterol, utilizando el equipo de análisis bioquímico especializado (Wiener lab®).

Evaluación cuantitativa del grado de infestación

Para determinar el grado de infestación, se utilizó una película de plástico transparente de 10x4 cm, marcada con una cuadricula de 1cm^2, la cual se colocó sobre la oreja y se cuantificó el área con lesiones características de la infestación con *P. cuniculi* (Dunstand-Guzmán et al., 2017).

Análisis estadístico

Las variables de peso corporal, consumo voluntario e índice de masa corporal, así como temperatura, se compararon de manera total con una prueba de Mann-Whitney, y para establecer las diferencias a través del tiempo se empleó una prueba de ANOVA de medidas repetidas. La variable glucosa, se analizó de manera total mediante una prueba de T, para el análisis a través del tiempo se utilizó una prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Las variables ALT, AST, colesterol y triglicéridos, al igual que la espermatobioscopia (volumen, concentración y motilidad) se analizaron mediante una prueba de Mann-Whitney.

Los datos de la conducta individual, que fueron actividad locomotora, conducta de *chinning*, actividad exploratoria, enuresis, acicalamiento, se analizaron mediante una prueba no paramétrica de Mann-Whitney, y a través del tiempo se utilizó la prueba de ANOVA de medidas repetidas. Se realizó una prueba de correlación de Pearson, entre las variables de actividad locomotora y el marcaje por frotamiento del mentón (chinning).

Para la conducta sexual, en la que se evaluó de manera total el tiempo de reacción, número de eyaculados, tiempo de latencia e intentos de montas se utilizó una prueba no paramétrica de Mann-Whitney, y a través del tiempo una prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Análisis estadístico tomando en cuenta la jerarquía

Las variables medidas en los enfrentamientos agonísticos (montas intrasexuales, mordidas, patadas, chinning, enuresis) se evaluaron mediante una prueba de correlación de Spearman. Se utilizó una prueba de signos para determinar el efecto de la sarna psoróptica sobre el estado de dominancia, y una prueba exacta de Fisher para el análisis entre la carga parasitaria y el estado de dominancia/subordinación.

Las variables medidas del efecto de la infestación aunado a la jerarquía se analizaron de la siguiente manera, el peso corporal, consumo voluntario se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA), para su análisis a través del tiempo se utilizó una prueba de ANOVA de medidas repetidas. En cuanto al índice masa corporal, se evaluó con una prueba

de Kruskall-Wallis, a través del tiempo se evaluó con una prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Para las pruebas conductuales, las variables de actividad locomotora, conducta de chinning, actividad exploratoria, enuresis, acicalamiento, se utilizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, para establecer las diferencias a través del tiempo se empleó una prueba de ANOVA de mediciones repetidas.

Para la conducta sexual (tiempo de reacción, número de eyaculados, tiempo de latencia, e intentos de monta) de manera total se evaluaron con una prueba no paramétrica de Kruskall-Wallis y a través del tiempo con una prueba de ANOVA de dos vías.

Glucosa, temperatura, espermatobioscopía se analizaron con un análisis de varianza de una vía. A través del tiempo se analizaron mediante un ANOVA de medidas repetidas.

Las variables ALT, AST, Colesterol, Triglicéridos se analizaron mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA).

Se utilizó el programa Graphpad Prism 8.0.1, para el análisis de todas las variables evaluadas.

RESULTADOS

Efecto de la infestación de *P. cuniculi* sobre parámetros productivos en conejos machos

La infestación con el ácaro *P. cuniculi* de manera intraauricular en conejos machos de la raza nueva Zelanda, mostró un efecto similar entre el peso corporal del grupo control (sin infestar) y el grupo infestado (P= 0.820). Al inicio del experimento el peso corporal promedio del grupo control fue 3.089±0.114 kg y el del grupo infestado fue de 3.128±0.127 kg, y al final, después de 77 días el peso del grupo control fue de 3.462±0.097 kg vs. 3.426±0.113 kg del grupo infestado, lo que indica que no existieron diferencias entre el peso corporal del grupo control y el infestado (Fig. 1).

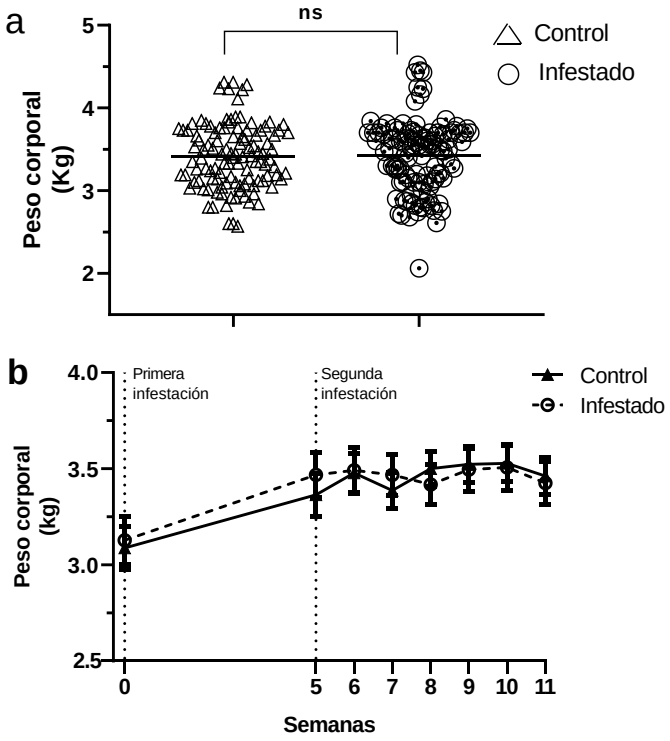


Figura 1. Peso corporal. (a) Análisis del total del peso corporal de conejos machos sanos o infestados con *P. cuniculi* durante 77 días; media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Peso corporal de conejos machos a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Al comparar el consumo voluntario de alimento entre el grupo control e infestado a los 77 días, se observó un consumo similar (P= 0.07, Fig. 2a), por otra parte, al llevar a cabo un análisis a través del tiempo se obtuvo que durante la semana 6 el consumo voluntario del grupo infestado disminuyó un 12% (0.173±0.003 del grupo control *vs*. 0.152±0.004 del grupo infestado, P=0.001), en tanto que en los otros periodos evaluados el consumo voluntario no registró cambios (P>0.05, Fig. 2b).

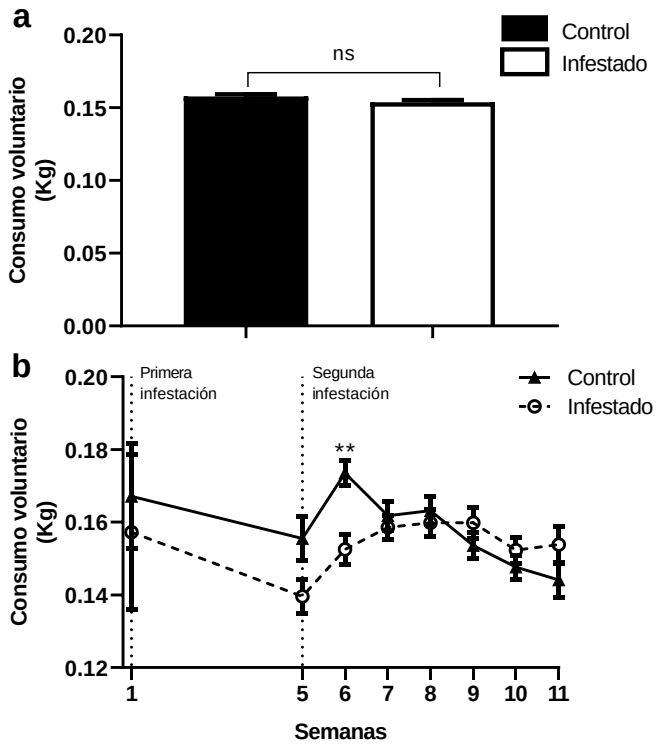


Figura 2. Consumo voluntario. (a) Análisis del total del consumo voluntario de conejos machos sanos e infestados durante 77 días; media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Análisis del consumo voluntario de conejos machos durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Así mismo, se observa que el índice de masa corporal resultó ser similar en el grupo testigo y en el grupo infestado (P=0.663, Fig. 3a), y al analizarlo a través del tiempo tampoco se observaron diferencias entre el grupo control e infestado (P>0.05) (Figura 3b).

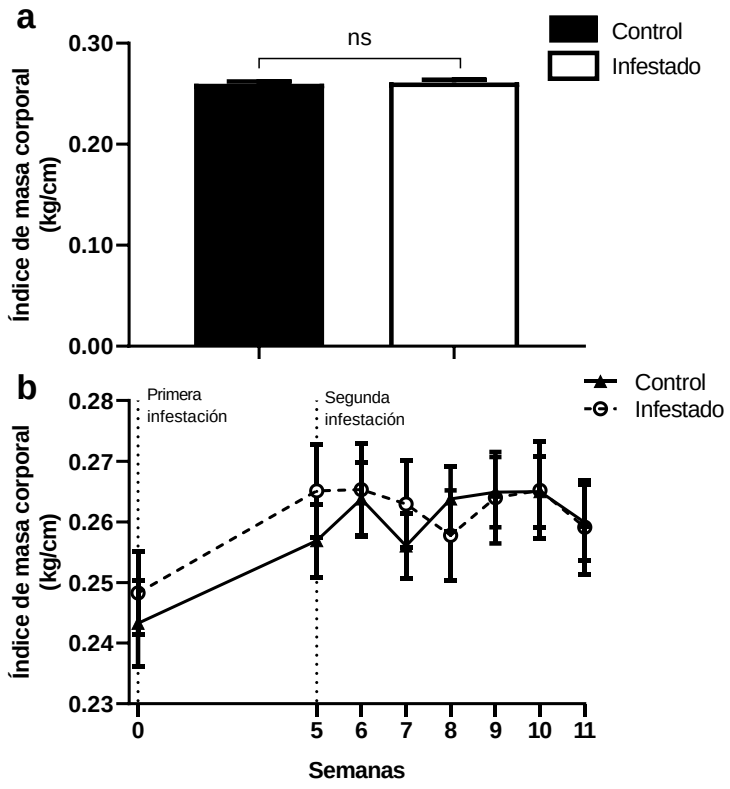


Figura 3. Índice de masa corporal. (a) Análisis del total del índice de masa corporal en conejos machos durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba Mann-Whitney. (b) Índice de masa corporal de conejos machos sanos e infestados con *P. cuniculi* a través de 77 días. media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Cambios inducidos por la infestación con *P. cuniculi* sobre la conducta evaluada mediante la prueba de campo abierto

La infestación con el ácaro *P. cuniculi* durante 77 días en conejos machos, provocó una disminución de un 27 % en la actividad locomotora (P≤0.0001), ya que para el grupo sin infestar la actividad locomotora fue de 50.90±1.42, en comparación con el grupo que se infestó, en donde fue de 37.29±1.58 (Fig. 4a). Al llevar a cabo el análisis a través del tiempo, se observa que esta disminución fue sostenida, ya que en las semanas 6 a la 8 y 10 a la 11, se observó una disminución en el grupo de conejos machos infestados alcanzando una disminución del 35 % en la semana 10 y del 46 % en la semana 11 (Figura 4b).

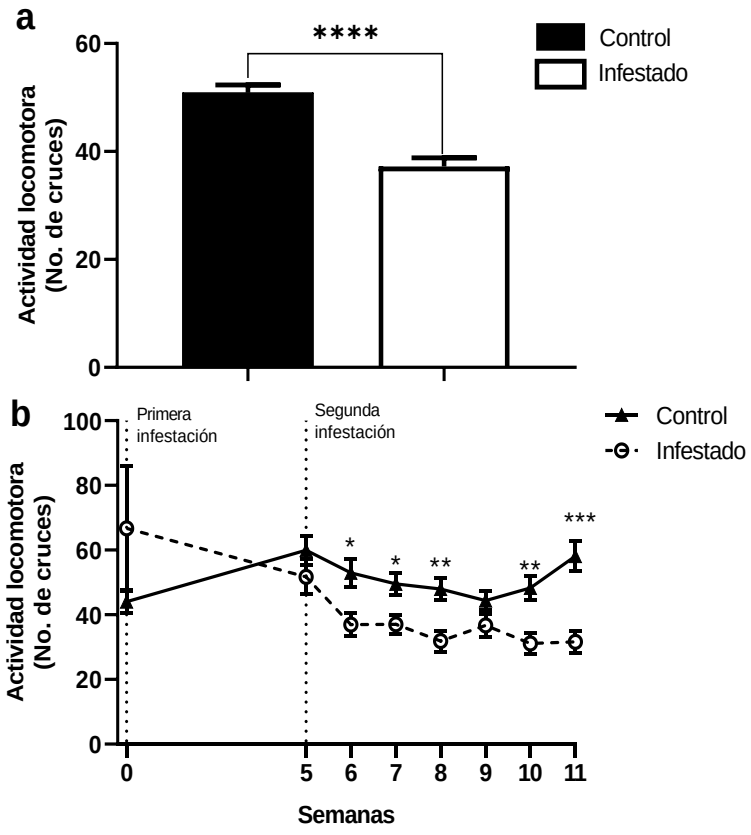


Figura 4. Actividad locomotora. (a) Análisis del total de la actividad locomotora durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001, prueba Mann-Whitney. (b) Actividad locomotora a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

El efecto de la infestación con el ácaro *P. cuniculi* sobre la frecuencia en la conducta de *chinning*, fue de un 36.52% de disminución (19.85±0.61 del grupo control *vs*. 12.60±0.52 del grupo infestado) (P≤0.0001, Fig. 5a). Su impacto a través del tiempo se presentó a partir de la semana 5 (P≤0.05) y durante toda la fase experimental en específico en las semanas 7, 8 y 10 (P≤0.0001, Fig. 5b).

Se observó que existe correlación entre la disminución de la actividad locomotora y la disminución del marcaje por frotamiento del mentón (chinning) en el grupo de conejos infestados (P≤0.0001).

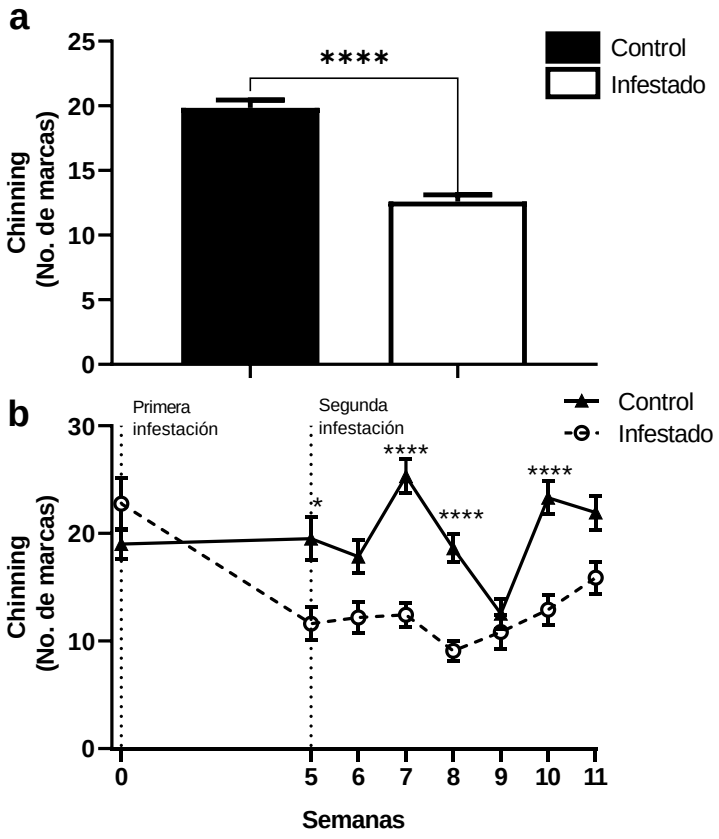


Figura 5. Conducta de chinning. (a) Análisis del total de chinning durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de chinning a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de ANOVA de mediciones repetidas.

El impacto de la infestación sobre la actividad exploratoria se observó con una disminución del 39.54% en el grupo infestado, siendo de 10.95±0.51 en el grupo control *vs*. 6.62±0.34 en el grupo infestado (P≤0.0001, Fig. 6a), la cual se vio afectada en particular las semanas 6, 10 y 11 (P≤0.01, Fig. 6b).

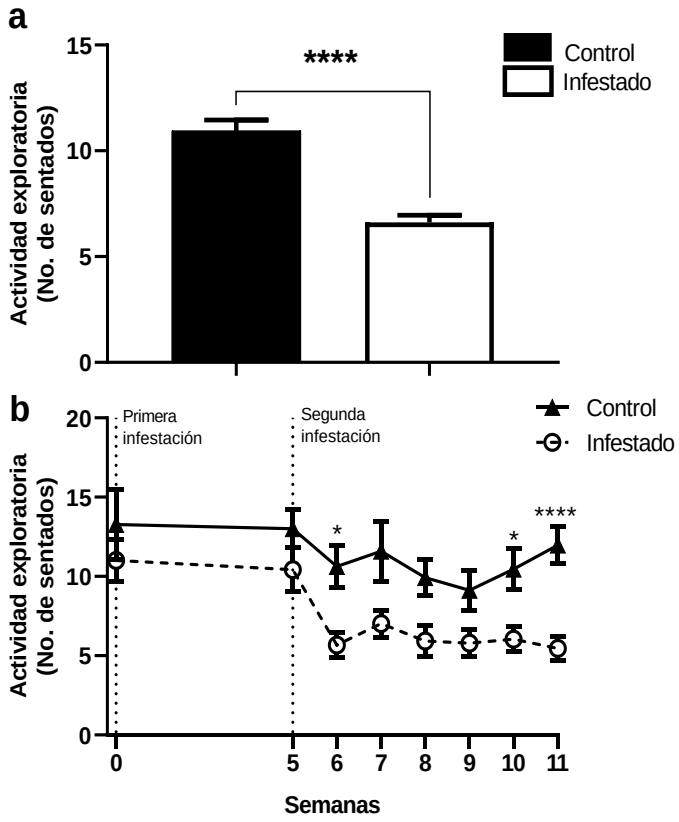


Figura 6. Actividad exploratoria. (a) Análisis del total de número de sentados durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Análisis a través del tiempo del número de sentados durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

En cuanto a la conducta de enuresis, la frecuencia de micción fue muy baja en el campo abierto observamos que la infestación con el ácaro tuvo como resultado una disminución del 22.1% en las mediciones totales para el grupo infestado (0.95±0.05 *vs*. 0.74±0.04) (P=0.007, Fig. 7a), sin embargo, a través del tiempo únicamente se nota una tendencia a disminuir en los animales infestados, pero resultó no significativa (Fig. 7b).

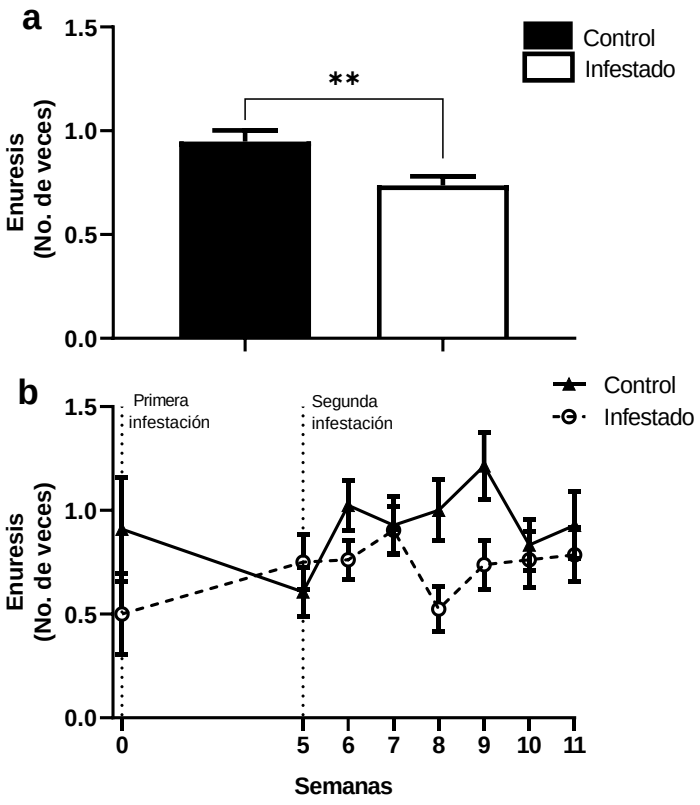


Figura 7. Conducta de enuresis. (a) Análisis del total de enuresis 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de enuresis a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

En la conducta de acicalamiento se observó una frecuencia baja, con un efecto de disminución del 20.18 % en los conejos infestados con *P. cuniculi* (Fig. 8a), observando en el grupo control un promedio 1.09±0.06 en comparación con el grupo infestado que tuvo 0.87±0.05 (P=0.003), sin embargo, al llevar a cabo un análisis a través del tiempo solamente resultó ser significativo en la semana 6 (P=0.004, Fig. 8b).

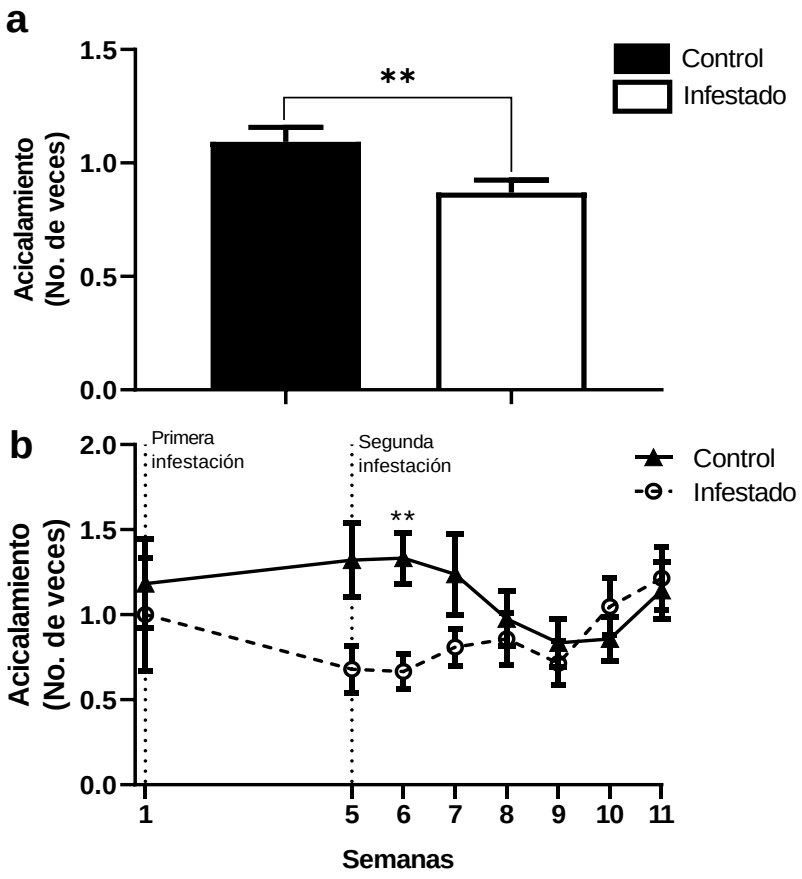


Figura 8. Acicalamiento. (a) Análisis del total de acicalamiento a los 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Conducta de acicalamiento durante 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Conducta sexual en conejos infestados con el ácaro *P. cuniculi*

Dentro de los parámetros observados para el análisis de la conducta sexual durante los 77 días post- infestación con el ácaro *P. cuniculi*, se encontró que el tiempo de reacción, el número de montas con eyaculados y el tiempo de latencia fueron afectados. El tiempo de reacción tuvo un incremento del 150.1 % en los conejos infestados (98.04±10.04), en relación al grupo control (39.20±5.97), el incremento en el tiempo de reacción se registró en la semana 5 observándose 4.2 veces más alto y 3.6 más alto en la semana 11 (P≤0.05, Fig. 9b).

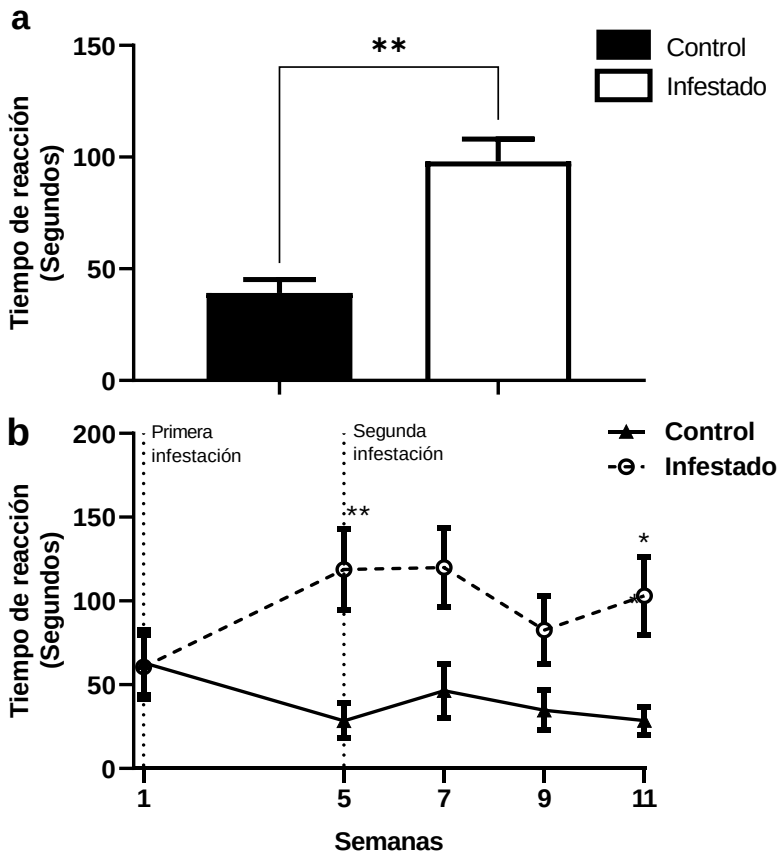


Figura 9. Tiempo de reacción en conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días (a); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Mann-Whitney. (b) Tiempo de reacción a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

El número de montas con eyaculados disminuyó un 32% en el grupo infestado (1.05±0.08) en comparación con el grupo control (1.55±0.08, P≤0.0001, Fig. 10a); el decremento se observó principalmente en las semanas 5 y 6 (Fig. 10b).

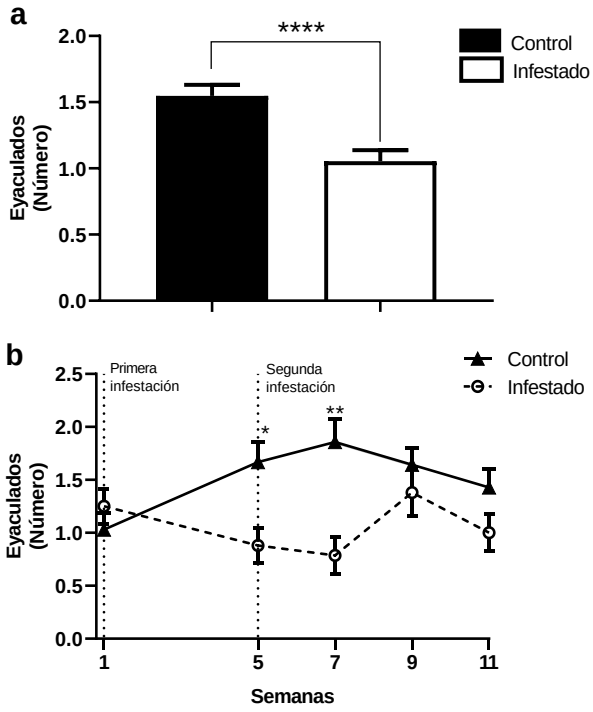


Figura 10. Montas con eyaculado. (a) Análisis del total de montas con eyaculados en conejos machos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. (b) Montas con eyaculados a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

El tiempo de latencia aumentó ligeramente (12%) en los conejos infestados en comparación con el grupo control (4.84±0.13 *vs* 4.25±0.15, Fig. 11a), pero al realizar un análisis a través del tiempo no se encontraron diferencias estadísticas en ninguno de los puntos analizados (P>0.05, Fig. 11b).

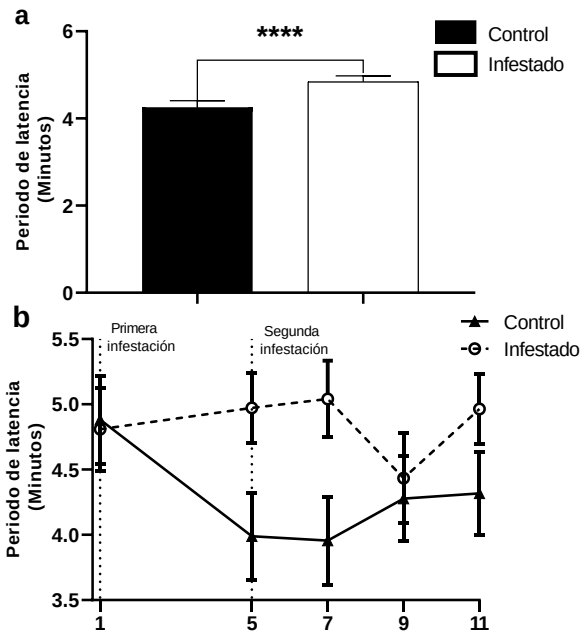


Figura 11. Periodo de latencia en conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días (a); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Mann-Whitney. Periodo de latencia a través de 77 días post-infestación en conejos machos sanos e infestados con *P. cuniculi* (b); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Por otro lado, los intentos de monta no mostraron diferencias, permanecieron similares tanto en el grupo control como el infestado (P>0.05, Fig. 12).

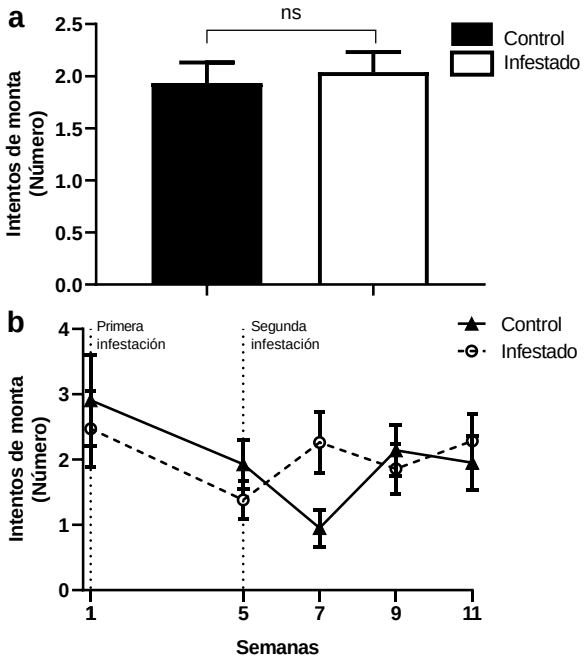


Figura 12. Intentos de monta. (a)Análisis del total de intentos de montas en conejos infestados con *P. cuniculi* durante 77 días; media±EE, *P≤0.05, prueba de Mann-Whitney. (b) Intentos de monta a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Evaluación seminal en conejos durante la infestación con *P. cuniculi*

Al analizar el volumen, concentración espermática y porcentaje de motilidad de los espermatozoides en conejos sanos e infestados con el ácaro, no mostraron cambios significativos(P>0.05) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Espermatobioscopía. Evaluación seminal de parámetros obtenidos del total de eyaculados de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días.

	Control	**Infestado**
Volumen (mL)	0.61±0.07	0.53±0.05
Concentración (x10^6)	353.6±131	247.8±65.05
Motilidad (%)	68.59±5.03	72.85±4.88

Se muestra la media±EE. Prueba de Mann-Whitney, P>0.05.

Monitoreo de glucosa sanguínea durante la infestación con *P. cuniculi*

Durante el desarrollo de la infestación con el ácaro *P. cuniculi* se realizó el monitoreo de los niveles de glucosa sanguínea en ayuno; no hubo cambio significativo constante entre grupos (P>0.05, Fig. 13). Los niveles se encontraron dentro del rango de valores normales: 75-155 mg/dL (Melillo, 2007).

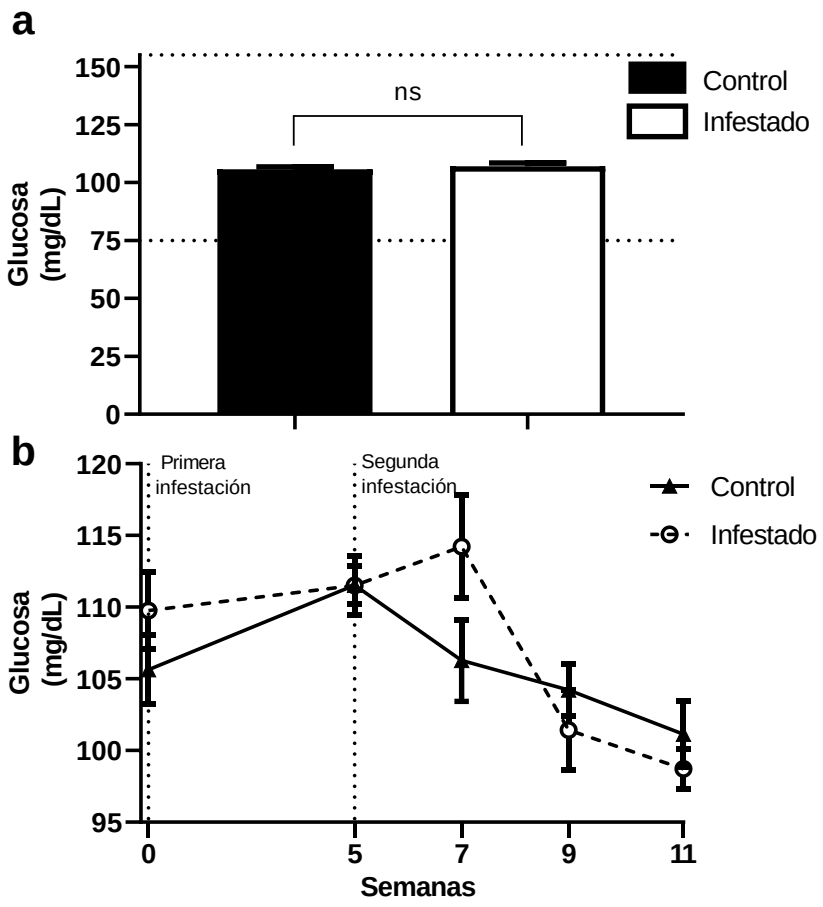


Figura 13. Glucosa. (a) Glucosa sanguínea de conejos infectados con *P. cuniculi* 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de T. (b) Glucosa sanguínea de conejos infectados con P. cuniculi a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas.

Temperatura corporal

Los valores de temperatura obtenidos en los dos grupos no mostraron diferencias al ser comparados de manera general (P>0.05, Fig. 15a). A través del tiempo solo se encontraron diferencias en el día 63, aumentando ligeramente la temperatura en el grupo con infestación, sin embargo, se mantuvo dentro de los valores normales (P≤0.01, Fig. 15b).

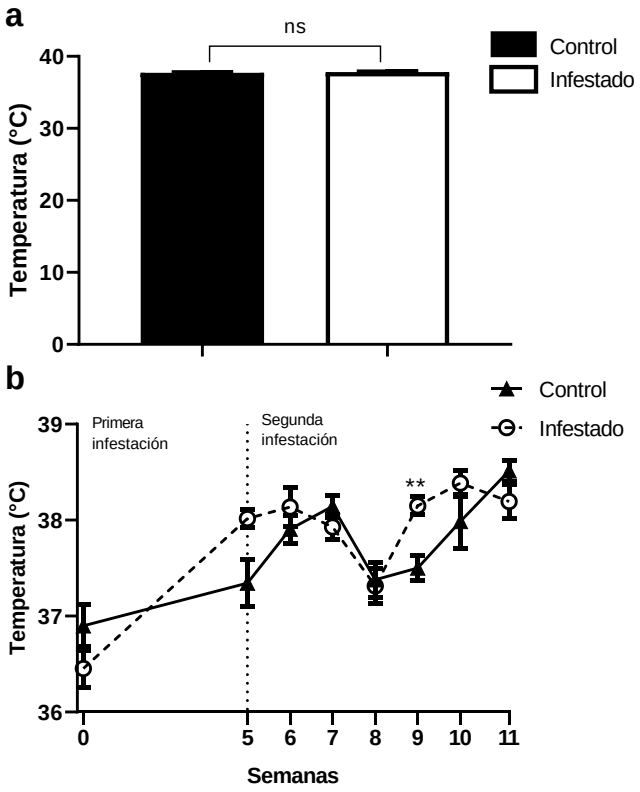


Figura 14. Temperatura. Análisis del total de la temperatura de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de Mann-Whitney. (b) Temperatura de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, prueba de ANOVA de medidas repetida

Efecto de la infestación con *P. cuniculi* sobre enzimas hepáticas y perfil lipídico

En cuanto al perfil hepático y lipídico ambos grupos (control e infestado) mantuvieron sus parámetros sin diferencias significativas (P>0.05, Fig. 16).

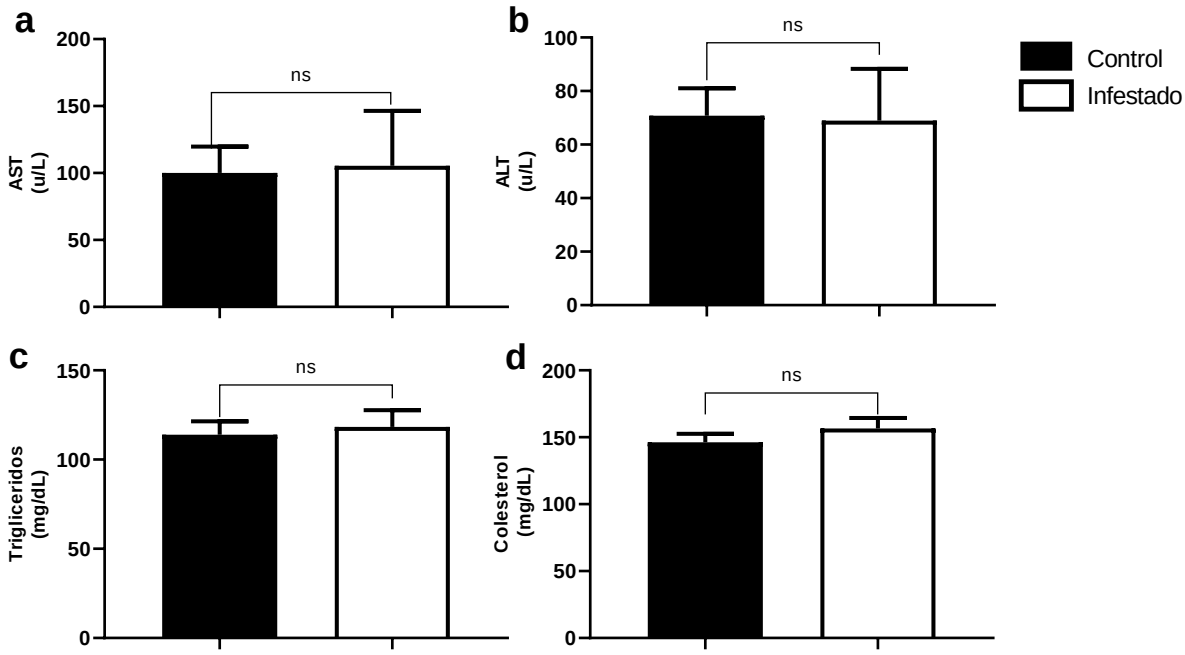


Figura 15. Análisis del total de enzimas hepáticas AST (a) y ALT (b), triglicéridos (c) y colesterol (d) de conejos sanos e infestados con *P. cuniculi* a los 77 días post infestación; media±EE, *P≤0.05, prueba de Mann-Whitney.

Determinación de la dominancia y subordinación en conejos machos

Se estableció la dominancia mediante el enfrentamiento de dos conejos machos adultos, observando a 28 conejos (14 pares). Una vez establecida la dominancia, los conejos se subdividieron en grupo sano y grupo infestado, incluyendo de manera aleatoria 7 conejos sumisos y 7 dominantes en cada grupo (Cuadro 2).

Se comprobó que existe una correlación entre el número de montas (P= 0.031), chinning (P<0.001) y los animales catalogados como dominantes, en cuanto a las otras variables (mordidas, patadas y enuresis) (P≥0.05) no existió una correlación.

Cuadro 2. Determinación de la dominancia mediante enfrentamientos agonísticos previo a la infestación.			
Conformación de parejas (No. de conejo)	Conejo dominante	Conejo subordinado	Conejo que recibió la infestación
5	5	4	5
4			
21	21	6	21
6			
1	1	38	1
38			
26	26	22	26
22			
45	45	46	45
46			
35	35	8	35
8			
23	23	47	23
47			
41	41	25	25
25			
2	2	40	40
40			
30	30	36	36
36			
44	44	48	48
48			
32	32	3	3
3			
34	34	29	29
29			
33	33	31	31
31			

Posterior a la infestación, la evaluación de la dominancia continuó, con el fin de evaluar sí la infestación inducía un cambio sobre el estado de dominancia (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Evaluación de la dominancia mediante enfrentamientos agonísticos en donde los conejos dominantes fueron infestados con *P. cuniculi*

Conformación de pareja	Conejo dominante previo a la infestación	Conejo dominante posterior a la infestación	Cambio en la dominancia
5 4	5	4	SÍ
21 6	21	21	NO
1 38	1	38	SÍ
26 22	26	26	NO
45 46	45	46	SÍ
35 8	35	35	NO
23 47	23	47	NO

Al analizar el efecto de la infestación por *P. cuniculi* sobre el estado de dominancia (Cuadro 3), se registró que de las 7 parejas en donde los conejos dominantes fueron infestados, en 3 parejas (el 43%) el conejo dominante se volvió sumiso (P=0.5).

Cuadro 4. Evaluación de jerarquía mediante enfrentamientos agonísticos en donde los conejos sumisos fueron infestados con *P. cuniculi*			
Conformación de pareja	Conejo dominante previo a la infestación	Conejo dominante posterior a la infestación	Cambió la dominancia
5	41	41	NO
4			
21	2	2	NO
6			
1	30	36	SÍ
38			
26	44	44	NO
22			
45	32	32	NO
46			
35	34	34	NO
8			
23	33	33	NO
47			

Para el caso de las parejas en donde los conejos sumisos fueron infestados (Cuadro 4), 6 parejas permanecieron igual al finalizar el experimento y una que equivalía al 14%, experimentó un cambio de dominancia (P= 0.062).

Efecto de la infestación de *P. cuniculi* sobre parámetros productivos en conejos machos dominantes y sumisos

El peso corporal, el consumo voluntario de alimento y el índice de masa corporal (Figs. 16, 17 y 18) no presentaron cambios dependientes del estado de dominancia de los conejos, ya que los parámetros obtenidos fueron similares en conejos dominantes y en conejos sumisos (P>0.05).

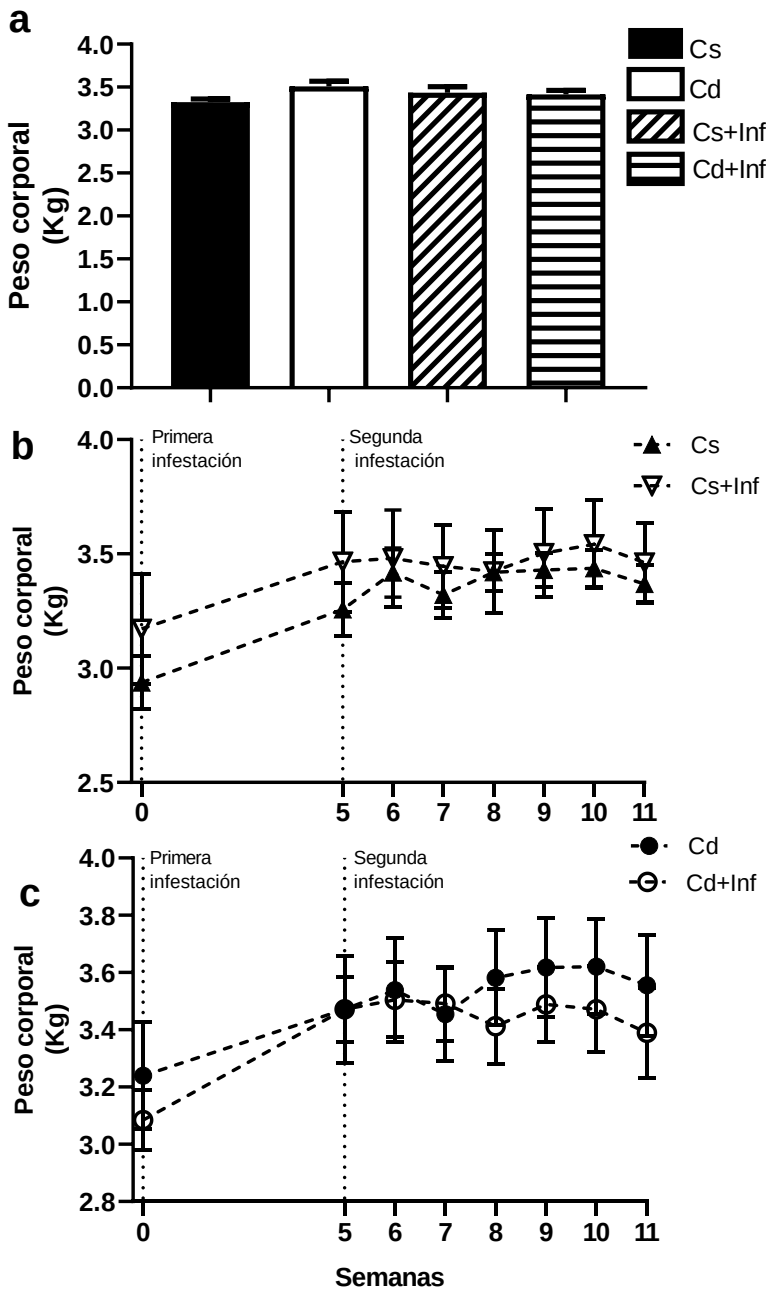


Figura 16. Peso corporal de conejos sumisos y dominantes infestados *con P. cuniculi* durante 77 días post-infestación (a); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Peso corporal de conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

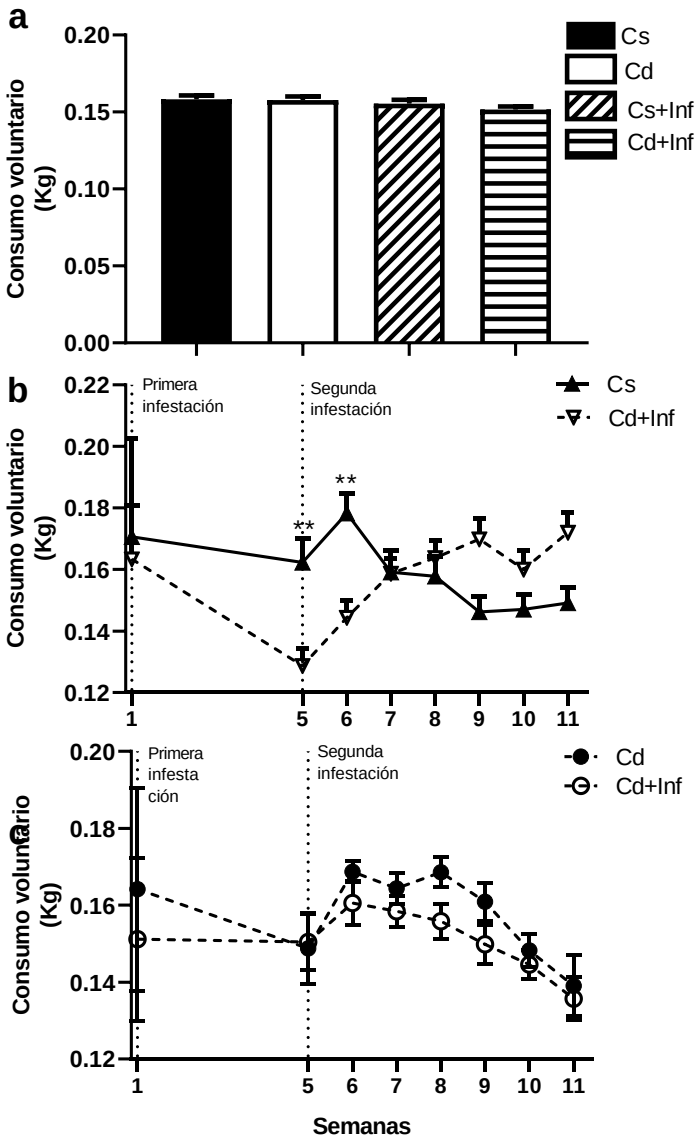


Figura 17. Consumo voluntario. (a) Análisis del total del consumo voluntario de conejos machos dominantes y sumisos durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis a través del tiempo de conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

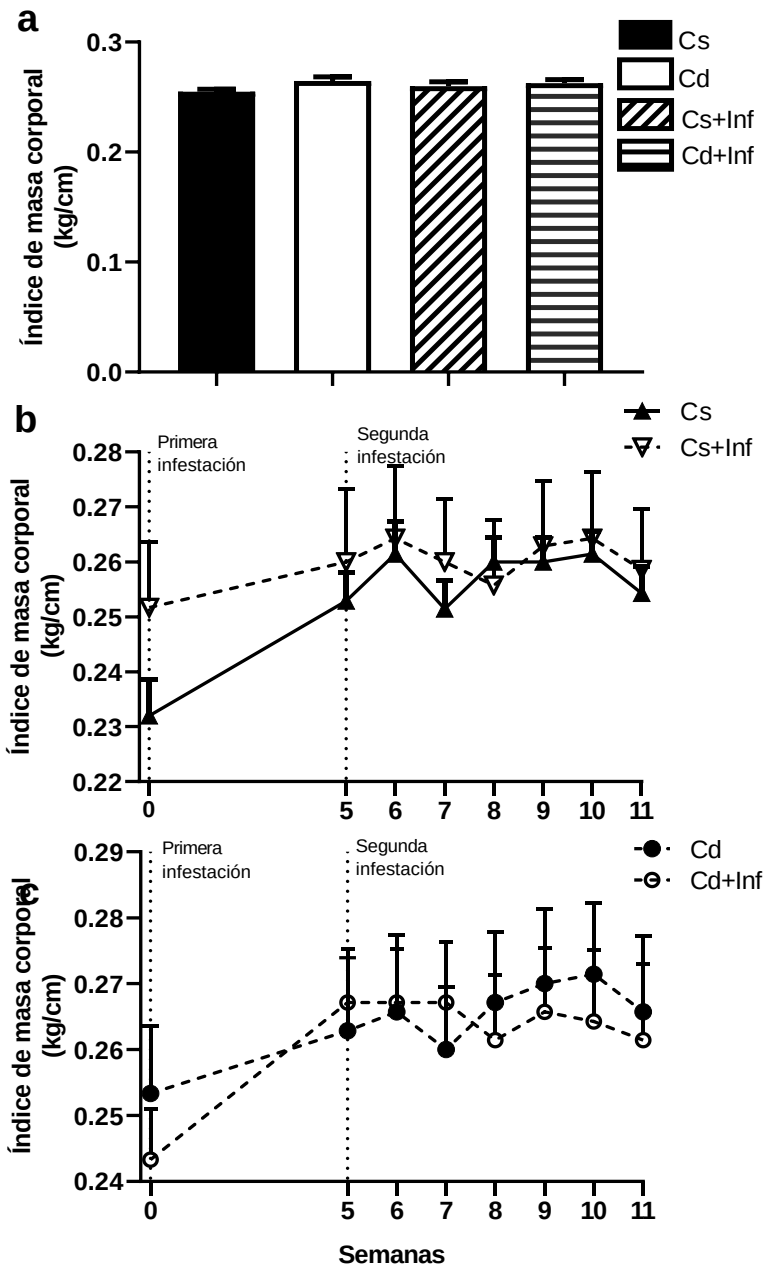


Figura 18. Índice de masa corporal. (a) Análisis total del índice de masa corporal de conejos machos sumisos y dominantes durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskall-Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Cambios en la conducta individual inducidos por la infestación con *P. cuniculi* en conejos machos sumisos y dominantes

En el caso de la actividad locomotora se observó que los conejos sin infestar dominantes poseen una actividad locomotora de un 61.86±2.17 *vs.* el grupo sumiso sin infestar que fue de un 39.86±1.31, para el grupo sumiso con infestación fue de 35.88±1.88 y el grupo dominante con infestación 38.60±2.53. Es importante observar que los animales susceptibles a disminuir la conducta locomotora al ser infestados son los dominantes, ya que su actividad se redujo en un 39.72% (Figura 19a). Por otra parte, al estudiar el efecto a través del tiempo se observa que esta modificación de la disminución de la actividad locomotora es consistente para los conejos dominantes infestados, se sostuvo a partir de la semana 6 post-infestación y durante el resto de la fase experimental (Fig. 19c).

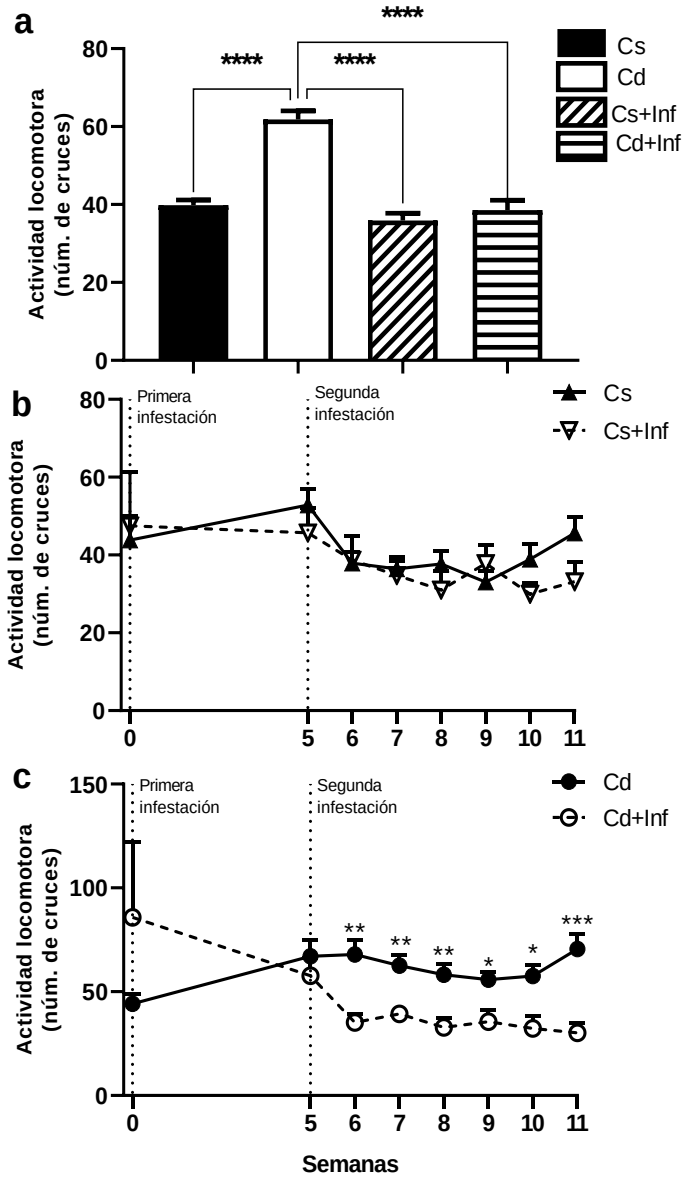


Figura 19. Actividad locomotora. *(a)* Análisis del total de la actividad locomotora durante 77 días post-infestación, media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskal-Wallis. Actividad locomotora a través de 77 días post-infestación, en conejos sumisos (b) y en conejos dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Se observó una disminución en la conducta de marcaje por frotamiento del mentón (*chinning)* tanto en conejos sumisos como dominantes cuando se infestaron con el ácaro *P. cuniculi*, al comparar los conejos sumisos sin infestar (18.63±0.82) *vs.* los conejos sumisos infestados (12.67±0.81), la conducta de marcaje por frotamiento del mentón disminuyó un 31.99%, en el grupo de animales machos sumisos infestados.

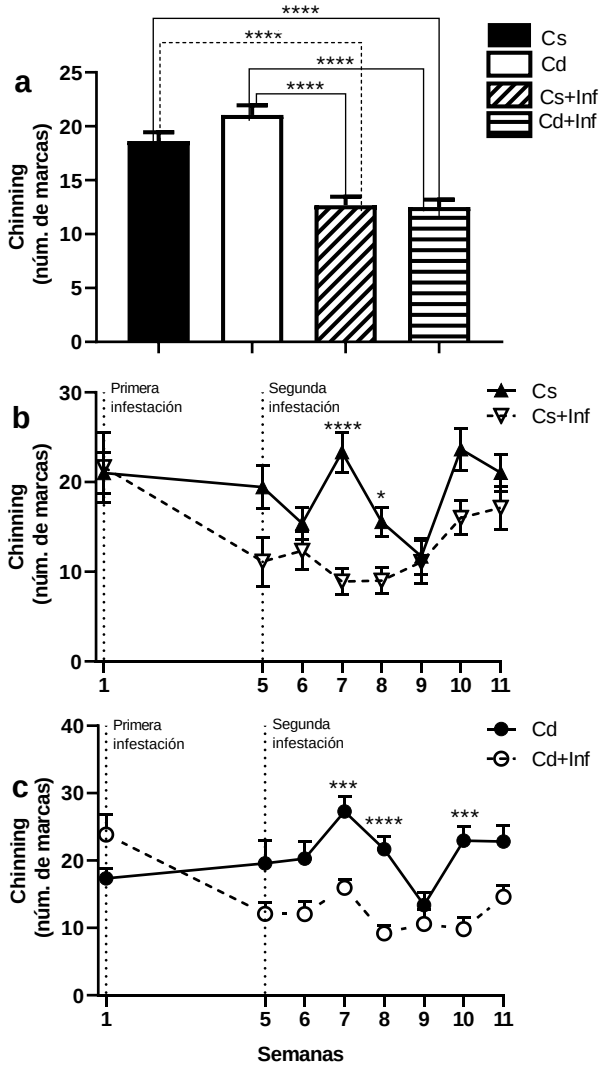


Figura 20. Conducta de chinning. Análisis del total de marcas en conejos machos y sumisos durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05, ** P≤0.01, ***P≤0.001, prueba de Kruskall Wallis. Análisis de la conducta de chinning en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 post-infestación; media±EE, *P≤0.05, ** P≤0.01, ***P≤0.001. ****P≤0.0001, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Por otra parte, al contrastar los conejos dominantes sin infestar (21.05±0.88) con los conejos dominantes infestados (12.52±0.0.67), lo que indica una disminución de un 40.52% en los conejos dominantes infestados, de esta manera los animales más afectados en la conducta de marcaje por frotamiento del mentón fueron los dominantes infestados y en menor grado los sumisos infestados. La conducta del frotamiento del mentón en el grupo de conejos dominantes infestados mostró una tendencia a disminuir desde la semana 5 y durante toda la fase experimental, siendo significativo en la semana 7, 8 y 10 post infestación ($P \leq 0.01$), en comparación con los conejos dominantes sin infestar, en tanto que para los conejos sumisos infestados, de igual manera se mostró una tendencia a disminuir en los conejos sumisos infestados a partir de la semana 5 y durante toda la fase experimental, siendo significativa en la semana 7 y 8 post infestación en comparación con los conejos sumisos sin infestar ($P \leq 0.05$), lo que confirma nuevamente que los animales dominantes se afectan en un mayor grado en la conducta de *chinning* al disminuirla (Figura 20).

Al analizar la actividad exploratoria se observó una disminución tanto en conejos sumisos como dominantes cuando se infestaron con el ácaro *P. cuniculi*, al comparar los conejos sumisos sin infestar (10.41±0.53) *vs* los conejos sumisos infestados (6.25±0.44), una disminución de la actividad exploratoria que equivale a un 39.96% en los conejos sumisos infestados, en tanto que en los conejos dominantes sin infestar (11.47±0.86) *vs.* los conejos dominantes infestados (6.99±0.52), la disminución fue de un 39.06% para los conejos dominantes infestados. A través del tiempo se observó una tendencia a disminuir la frecuencia de la actividad exploratoria en los dos grupos infestados durante toda la fase experimental, siendo significativa esta disminución únicamente en la semana 11 post infestación ($P \leq 0.05$) (Figura 21).

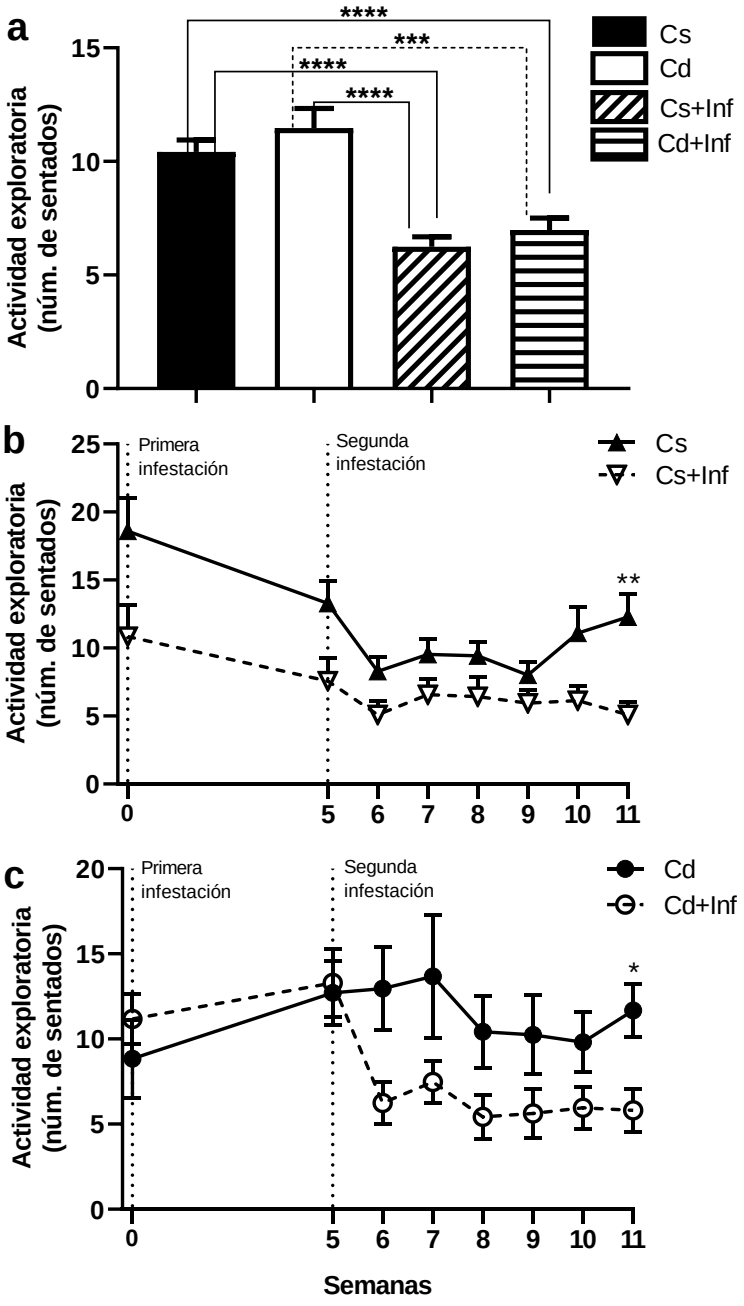


Figura 21. Actividad exploratoria. Análisis del total de número de sentados durante 77 días post-infestación en conejos sumisos y dominantes (a), media±EE, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskall Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05, prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

La conducta de enuresis disminuyó en los conejos dominantes infestados (0.66±0.06) en comparación con los dominantes sin infestar (1.06±0.07), lo que significó una disminución del 37.73% para el grupo de conejos dominantes infestados (Figura 22a). A través del tiempo no se observaron cambios significativos (Figura 22b y 22c).

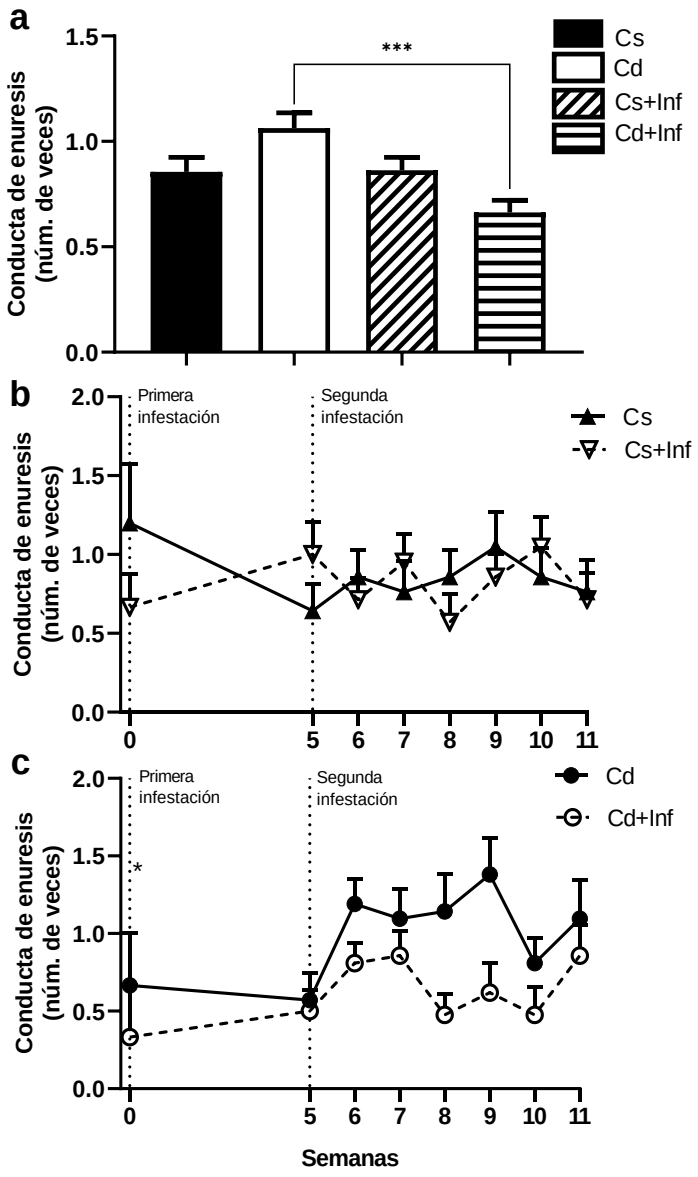


Figura 22. Conducta de micción. Análisis del total de la frecuencia de micción durante 77 días post-infestación (a), media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01; prueba de Kruskall Wallis. Análisis de la conducta de micción a través de 77 días en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

En cuanto a la conducta de acicalamiento, se registró una disminución únicamente en el grupo infestado dominante (0.79±0.07) en comparación con el grupo dominante sin infestar (1.13±0.09), lo que significa un decremento del 30.09% para el grupo dominante infestado (Figura 23a). Al realizar el análisis a través del tiempo, se observó un efecto similar de los grupos infestados y los grupos sin infestar (Figura 23 b y c).

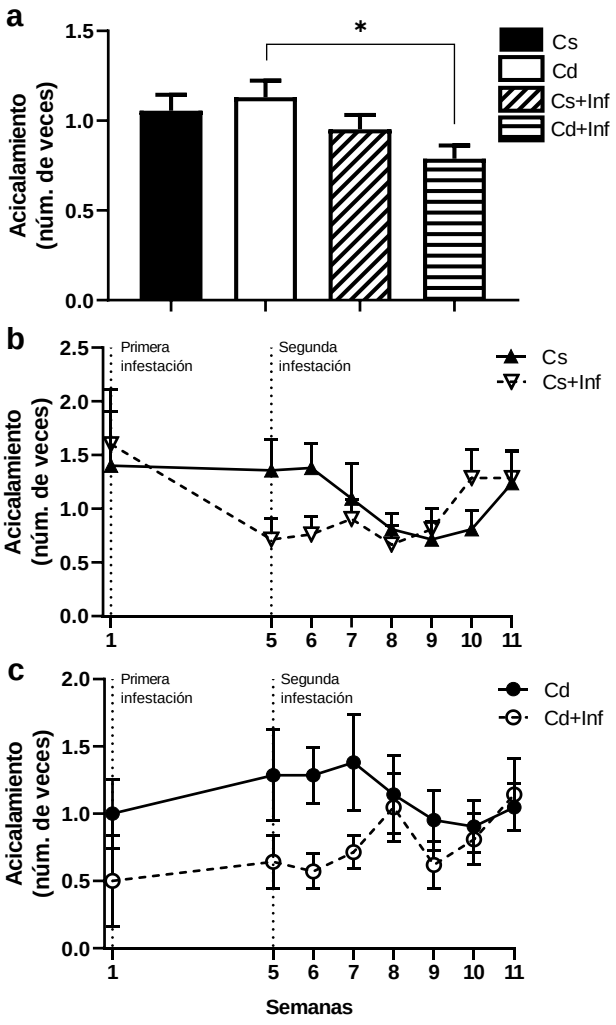


Figura 23. Acicalamiento. Análisis del total de la frecuencia de acicalamiento durante 77 días post-infestación en conejos sumisos y dominantes (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskall-Wallis. Análisis de la conducta de acicalamiento a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominanes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Efecto de la infestación con *P. cuniculi* sobre la conducta sexual de conejos machos sumisos y dominantes

Al analizar el efecto de la infestación con el ácaro *P. cuniculi* se observó un aumento en el tiempo de reacción en conejos sumisos infestados (116.1±15.21) en comparación con el grupo de conejos sumisos sin infestar (29.84±6.54), lo que se tradujo en un incremento de un 289.08% en el tiempo de reacción en los conejos sumisos infestados, por otro lado, el efecto de la infestación sobre conejos dominantes infestados y no infestados fue similar en ambos grupos ($P \geq 0.05$) (Figura 24a).

En cuanto al número de eyaculados, el efecto de la infestación aunado a la jerarquía dio como resultado una disminución del 38.55% en el grupo sumiso infestado (grupo sumiso sin infestar 1.66±0.11 *vs* 1.02±0.12 del grupo sumiso infestado), (Figura 25a). Por otro lado, al realizar un análisis a través del tiempo, el grupo de conejos sumisos infestados mostró un menor número de eyaculados en las semanas 5 y 7 al compararlo contra el grupo sumiso sin infestar ($P \leq 0.05$) (Figura 25b).

Con respecto al intento de montas y el tiempo de latencia, el comportamiento fue similar en todos los grupos experimentales ($P \geq 0.05$). Así mismo al analizar a través del tiempo se repitió un patrón similar en el que todos los grupos experimentales no registraron diferencias entre sí (Figura 26 y 27).

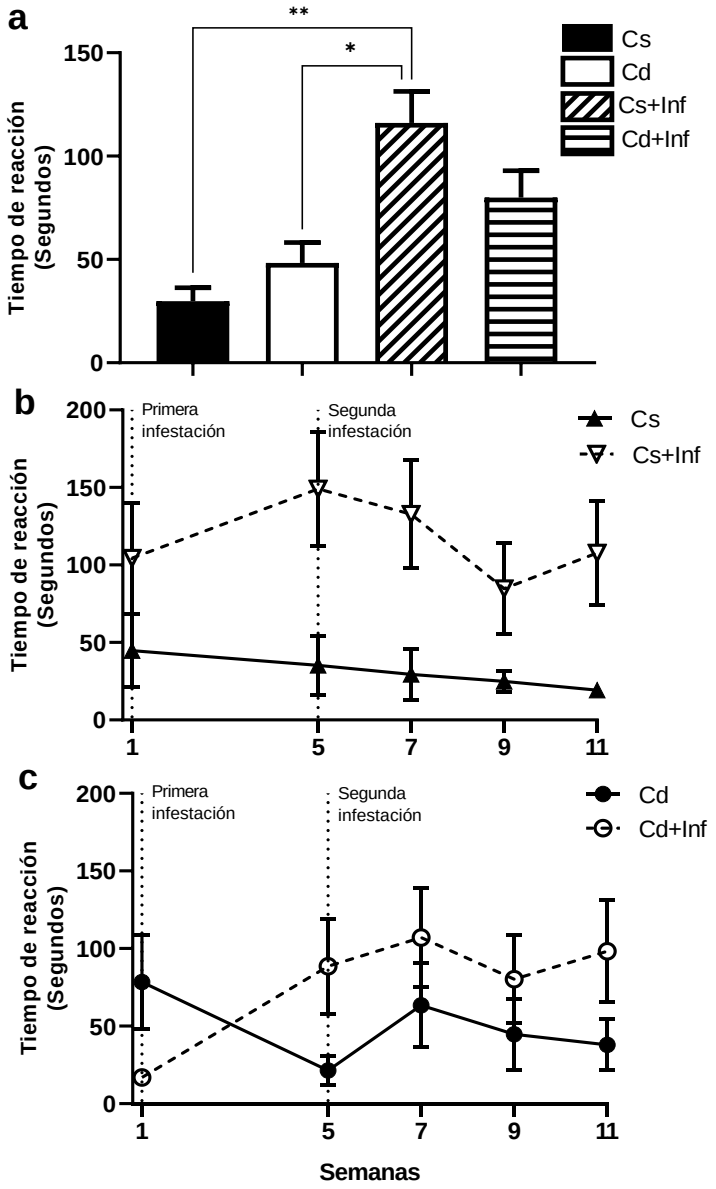


Figura 24. Tiempo de reacción. (a) Análisis del tiempo de reacción en conejos dominantes y sumisos infectados con *P. cuniculi* durante 77 días post infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001, ****P≤0.0001; prueba de Kruskal-Wallis. Tiempo de reacción en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación, media±EE, *P≤0.05; Prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

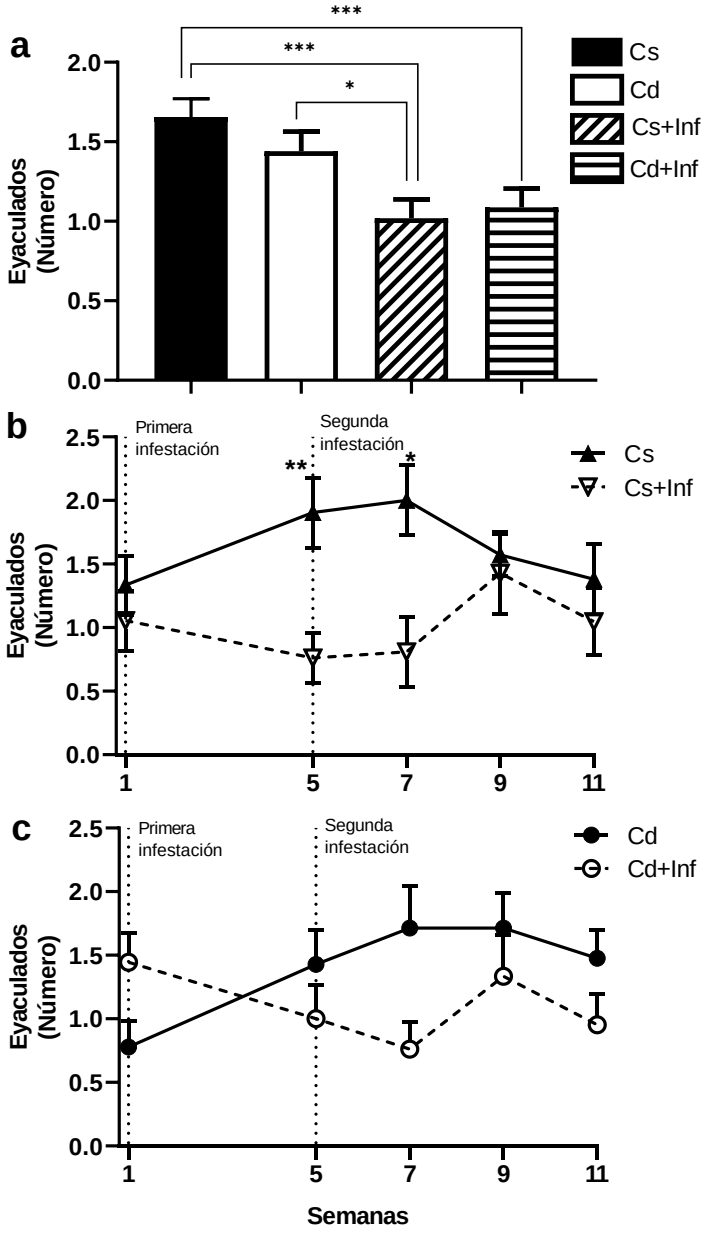


Figura 25. Número de eyaculados. (a) Análisis del total de montas con eyaculados durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05, **P≤0.01, ***P≤0.001; Prueba de Kruskal-Wallis. Análisis del número de montas con eyaculado en conejos sumisos (b) y dominantes (c) a través de 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; Prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

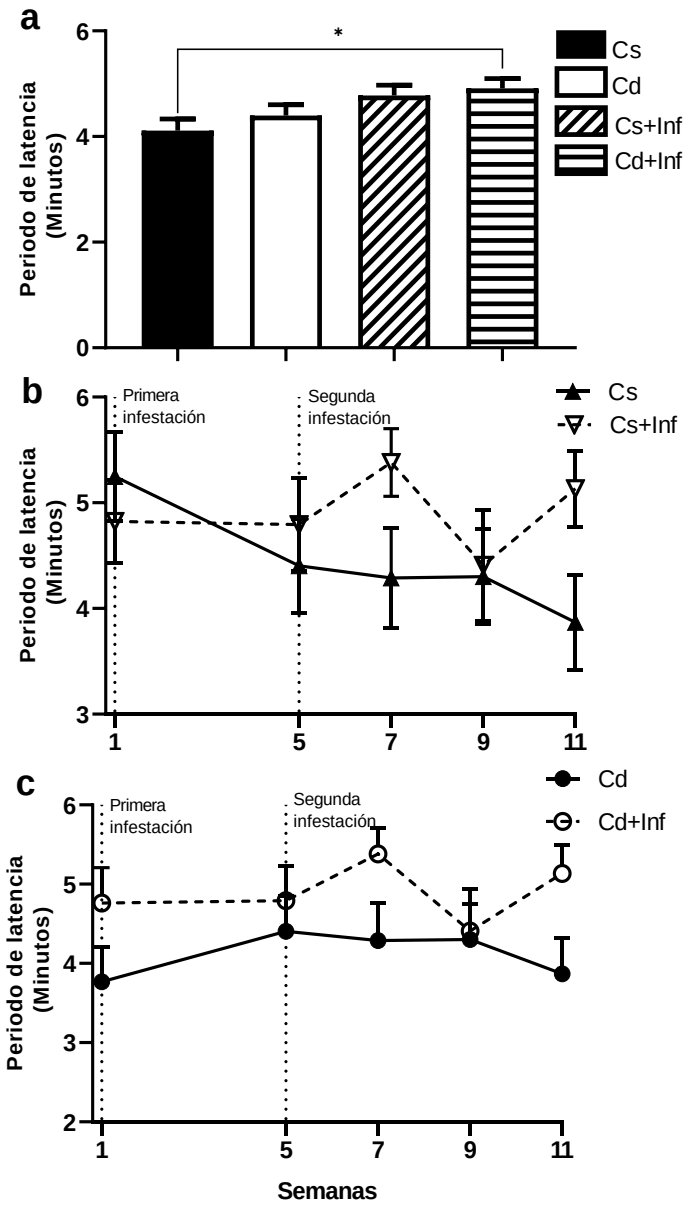


Figura 26. Periodo de latencia. (a) Análisis del periodo de latencia durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskal-Wallis. Análisis del periodo de latencia a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

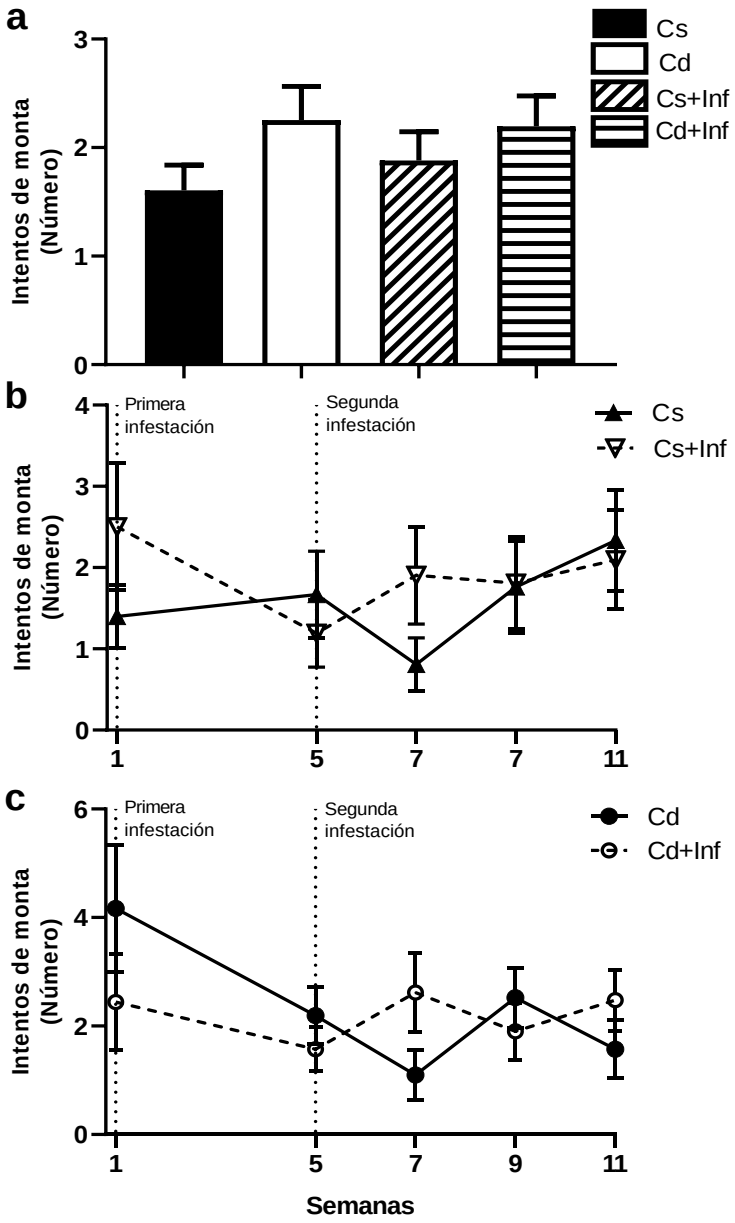


Figura 27. Intentos de monta. (a) Análisis del total de intentos de monta durante 77 días post-infestación; media±EE, *P≤0.05; prueba de Kruskal-Wallis. Análisis a través de 77 días post-infestación del número de intentos de monta en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Evaluación seminal en conejos sumisos y dominantes durante la infestación con *P. cuniculi*

El volumen, concentración espermática y el porcentaje de motilidad de los espermatozoides en conejos dominantes y sumisos, sanos e infestados con el ácaro, no mostraron cambios significativos(P>0.05, Cuadro 5).

Cuadro 5. Espermatobioscopía. Evaluación seminal de parámetros obtenidos del total de eyaculados de conejos sumisos y dominantes, sanos o infestados con *P. cuniculi* durante 77 días.

	Cs	**Cd**	**Cs+Inf**	**Cd+Inf**
Volumen (mL)	0.571±0.123	0.655±0.069	0.522±0.068	0.531±0.068
Concentración ($x10^6$)	431.1±264.7	276±47.8	276.±117.1	219.6±66.05
Motilidad (%)	69.58±6.72	69.52±6.66	65.13±8.95	79.72±4.32

Se muestra la media±EE. Prueba de ANOVA, no se encontró diferencia estadística (P>0.05). Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado.

Monitoreo de glucosa sanguínea y temperatura durante la infestación con *P. cuniculi* en conejos sumisos y dominantes

Con respecto al análisis de la glucosa y la temperatura, los grupos experimentales no presentaron diferencias estadísticas significativas (P≥0.05) los niveles de glucosa se mantuvieron dentro del rango de valores normales: 75-155 mg/dL (Melillo, 2007).

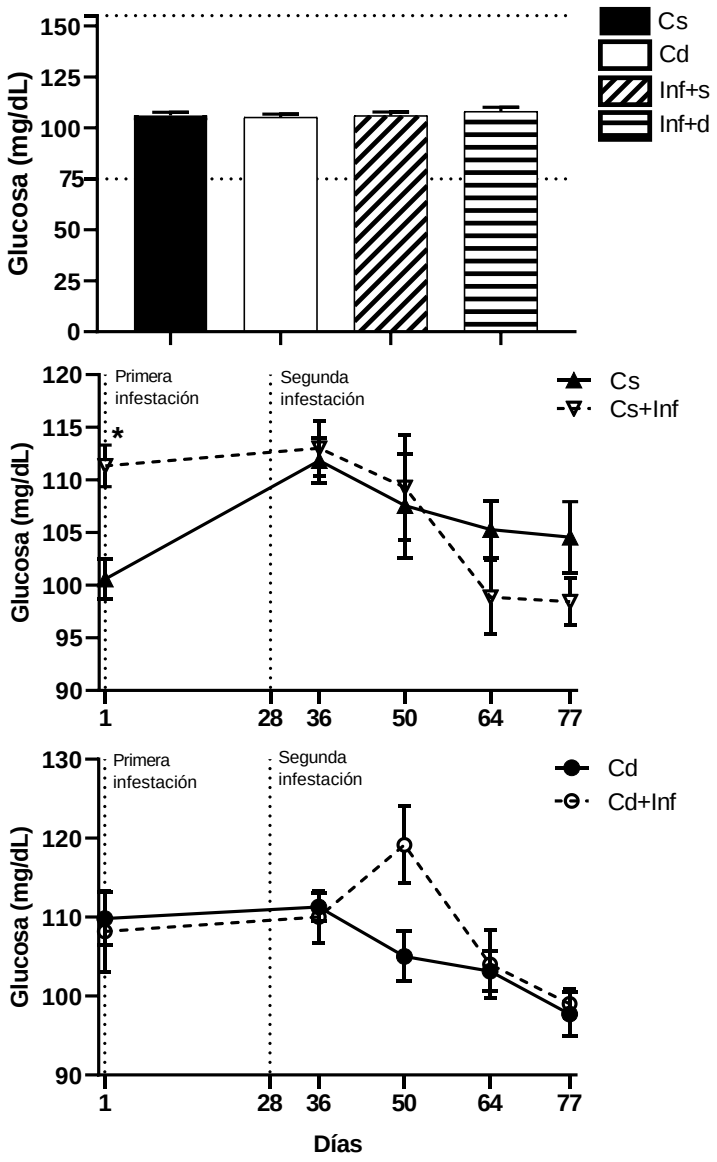


Figura 28. Glucosa. Análisis del total de glucosa sanguínea en conejos machos sumisos y dominantes (a) durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis de glucosa sanguínea a través de 77 días post-infestación en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

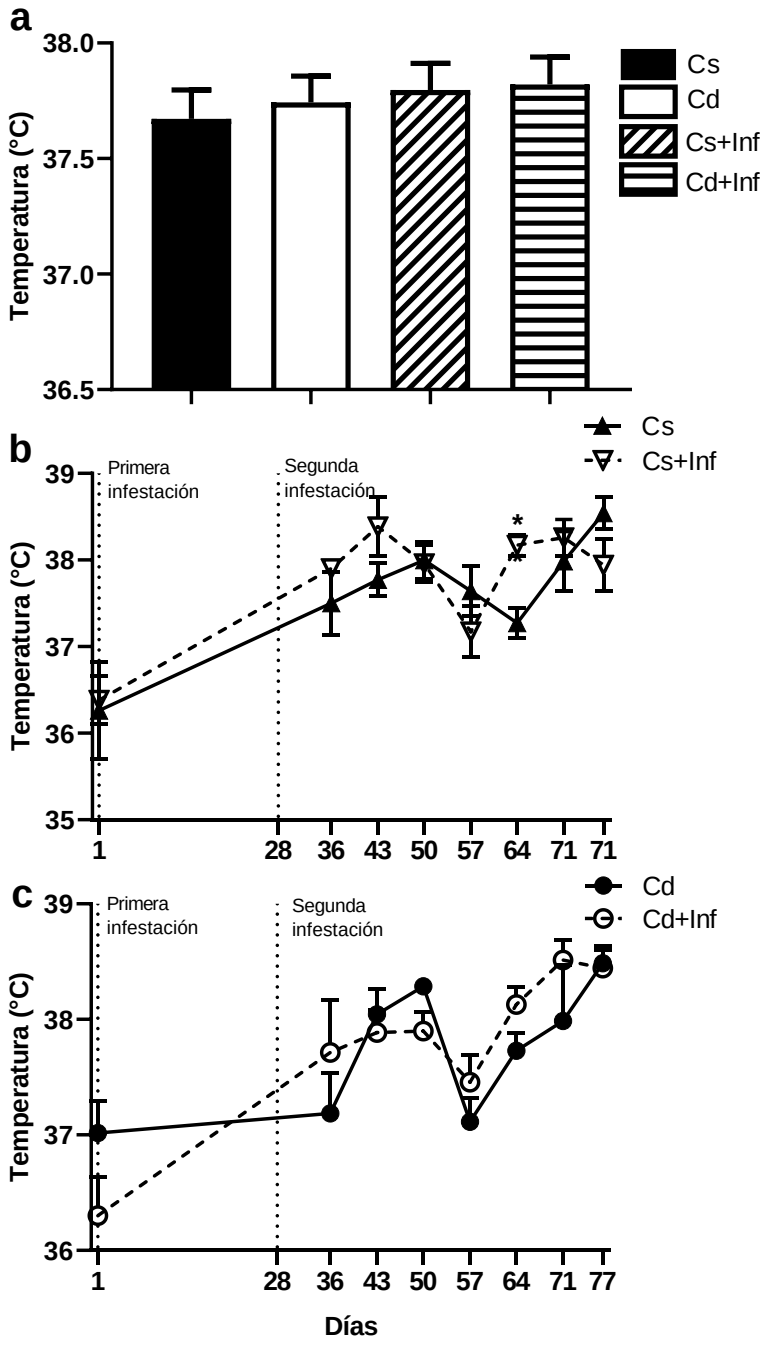


Figura 29. Temperatura. Análisis del total de temperatura corporal en conejos machos dominantes y sumisos, durante 77 días post-infección (a), media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Análisis a través de 77 días pos-infestación de temperatura en conejos sumisos (b) y dominantes (c); media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA de medidas repetidas. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf = Dominante Infectado**.**

Por otra parte, al analizar las concentraciones enzima hepática AST los grupos experimentales se comportaron de manera similar. Así mismo esta observación también se registró para la enzima hepática ALT, sin embargo, en los conejos dominantes se observa una tendencia al alza que resultó no significativa. Así mismo el perfil lipídico tampoco registró cambios de consideración ya que no se encontraron diferencias estadísticas al comparar los distintos grupos (Fig. 29).

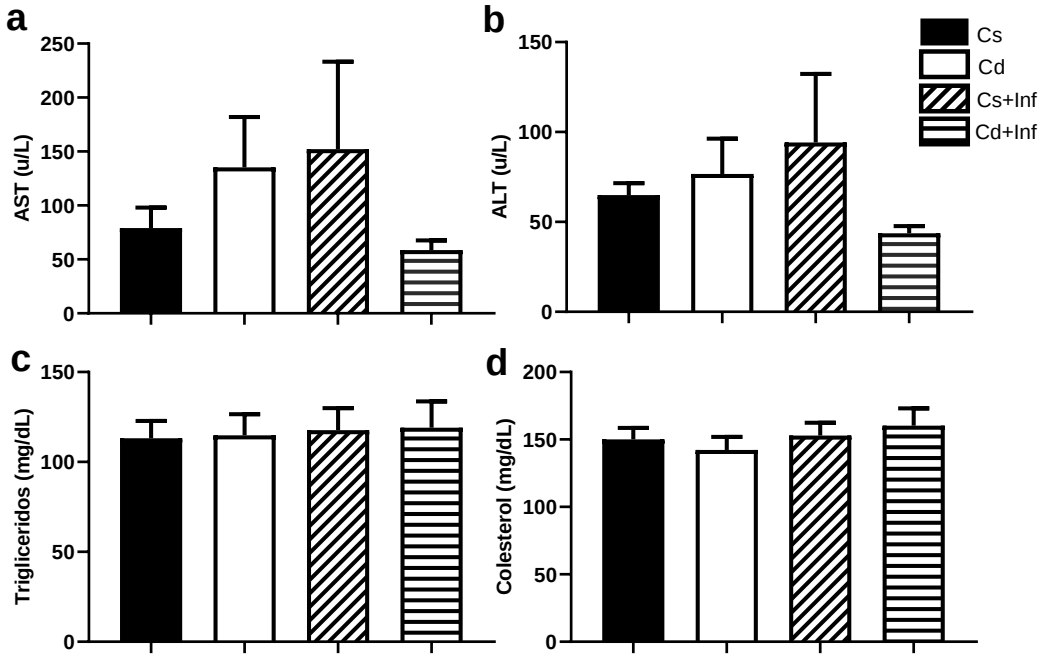


Figura 30. Análisis del total de enzimas hepáticas AST (a), ALT (b), y perfil lipídico: triglicéridos (c) y colesterol (d) durante 77 días post-infección, media±EE, *P≤0.05; prueba de ANOVA. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf= Dominante Infectado**.**

Al analizar el nivel total de la infestación que se obtuvo, tomando como criterio el área del pabellón auricular que tenía lesiones que corresponden a la presencia del ácaro *P. cuniculi*, se observó para los conejos que eran sumisos infestados un área del 56.76%, vs. 43.24% para el grupo dominante infestado, lo que se traduce en un mayor grado de infestación que corresponde a un 13.51% para los conejos sumisos. (P≤0.05, Cuadro 6).

Cuadro 6. Superficie del pabellón intra-auricular afectado en cada uno de los conejos sumisos y dominantes infestados durante 77 días

Grupo	ID	Área de infestación (cm^2)
Cs+Inf	25	28
	40	12
	36	26
	48	9
	3	50
	29	11
	31	74
		30±9.1 a*
Cd+Inf	5	8
	21	36
	1	22
	26	34
	45	15
	35	17
	23	28
		22.86 ±3.9 b*

*Media±EE, letras diferentes: P≤0.05; prueba exacta de Fisher. Cs= Conejo sumiso; Cd= Conejo dominante; Cs+Inf= Sumiso Infectado; Cd+Inf= Dominante Infectado.

Infectado sumiso **Infectado dominante**

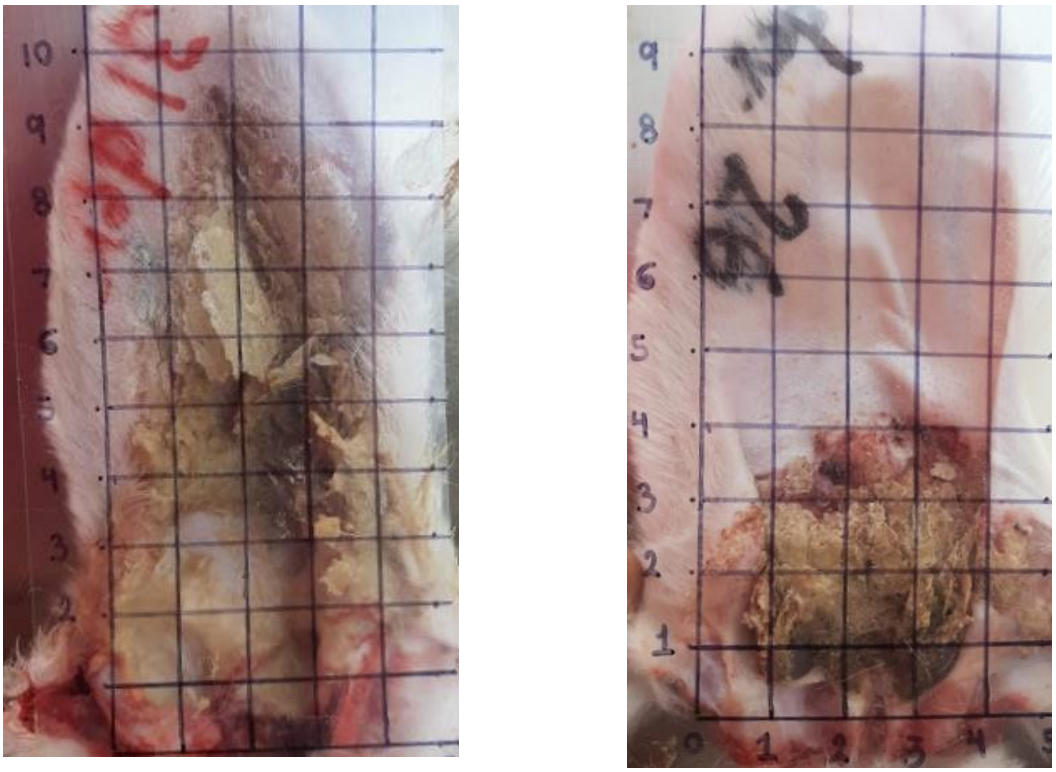


Fig. 31 Evaluación cuantitativa del grado de infestación con el ácaro *P. cuniculi* en conejos sumisos y dominantes durante 77 días. Se muestra imagen representativa de cada grupo**.**

DISCUSIÓN

Los resultados del presente trabajo permiten confirmar la hipótesis, ya que la infestación con el ácaro *P. cuniculi* demostró tener un efecto sobre la conducta individual, disminuyendo la actividad locomotora y el marcaje por frotamiento del mentón (chinning), estos resultados coinciden con lo descrito previamente en conejas infestadas con *P. cuniculi*, en donde se describió una disminución de la actividad locomotora y de marcaje por frotamiento del mentón a partir de los 4 días post infestación y durante toda la fase crónica de la infestación (Hallal-Calleros et al. en 2013). Cabe resaltar que la infestación en el presente estudio, provocó una disminución del chinning de un 36.52%, que es similar al porcentaje de disminución observado en conejas hembras que fue del 40% (Hallal-Calleros et al., 2013).

Por otra parte, en el presente estudio, el comportamiento de acicalamiento y enuresis, disminuyó 20.18% y 22.1% en los conejos que fueron infestados; esta observación coincide parcialmente con lo previamente referido en conejas infectadas con huevos de *Taenia pisiformis* en las cuales el acicalamiento disminuyó después de 21 días de infección (Betancourt-Alonso et al., 2011). Los efectos similares observados a la infestación por parte del ácaro *P. cuniculi* que es un ectoparásito, similares en el caso del acicalamiento a los observados en el caso de *Taenia pisiformis* que es un céstodo que se aloja principalmente en la cavidad abdominal, podrían ser atribuidos a la expresión de ciertos mediadores químicos como las citocinas, en particular las pro inflamatorias, que en el caso de la infestación con el ácaro *P. cuniculi* han sido ya evidenciados (Shang et al., 2014). Además se ha descrito que los animales que han estados enfermos durante varios días presentan un aspecto desalineado debido a la falta de aseo, atribuyéndolo a la reducción de la actividad y al aumento de sueño, estas modificaciones en la conducta se dice que son mecanismos de defensa para superar la enfermedad, en donde el animal invierte energía, con la finalidad de activar la respuesta inmunitaria y proceder a la exclusión de patógenos (Dantzer, 2004; Hart, 1988) sin embargo sus bases moleculares aún se encuentran escasamente estudiadas, por lo cual en futuros estudios será necesario cuantificar a nivel molecular la expresión de citocinas en conejos infestados con *P. cuniculi* y correlacionarlas con distintos comportamientos como pueden ser los evaluados en la prueba de campo abierto en el presente estudio, así mismo establecer si existe alguna relación en la carga parasitaria y la expresión de estos mediadores químicos.

En cuanto a la reducción en la frecuencia de enuresis podría deberse a la disminución del consumo de agua, que es una modificación conductual inespecífica descrita también dentro del comportamiento del animal enfermo, y que además en conejos infectados con 3,000

huevos de *T. pisiformis*, no se cuantificó la conducta de enuresis sin embargo si se observó una disminución de las visitas al bebedero (Betancourt-Alonso et al., 2011) tomando en cuenta estas observaciones se propone en un futuro cuantificar de manera simultánea el número de visitas al comedero aunado a la enuresis y además el consumo voluntario de agua por parte de los animales infestados con parásitos.

La actividad exploratoria en los animales del grupo tratado con el ácaro, disminuyó un 20.18%, sabemos que la sarna psoróptica provoca otitis (White et al., 2002), pudiendo dañar las estructuras del equilibrio, afectando así este comportamiento.

Para la conducta sexual, las variables de número de eyaculados, tiempo de reacción, y periodo de latencia, fueron afectados. Hemos mencionado anteriormente sobre la castración parasitaria provocada por las parasitosis, en donde se ha demostrado que la infestación incluso moderada con el ácaro *Sarcoptes scabiei*, tiene un efecto negativo sobre la masa testicular en la *Capra pirenaica*, la cual afecta la conducta, ya que existe una asociación entre las concentraciones de testosterona, afectando su comportamiento agonístico y por lo tanto su comportamiento reproductivo (Sarasa et al., 2011). En conejos no existen ejemplos con ectoparásitos, sin embargo al estudiar conejos infectados con el metacéstodo de *Taenia pisiformis* se observó que el tiempo de reacción aumentó y el número de montas con eyaculados disminuyó, atribuyendo estas diferencias a una posible alteración en los niveles de testosterona (Arias-Hernández et al., 2019).

Se ha referido que la sarna psoróptica, a pesar de ser una enfermedad tópica, en donde el acaro *P. cuniculi* se establece en la piel del conejos, y que además tiene predilección por el pabellón auricular, sus efectos no son únicamente al alimentarse del huésped, sino también interactuar con los sistemas orgánicos que lo componen, uno de ellos, el que tiene la función de diferenciar lo propio de lo extraño es el sistema inmune, así el acaro por los radicales libres que produce puede provocar un desequilibrio y dar lugar a un estrés oxidativo (Uhlíř, 1991). Además, se ha demostrado que los niveles de IL-6, IL-8, PGE2 y TGF- b1 de conejos infestados con *P. cuniculi* aumentaron en comparación a los de conejos sanos, asociando a la sarna psoróptica a trastornos inmunosupresores y reacción inflamatoria, lo que provoca un daño celular en todo el cuerpo (Shang et al., 2014).

En cuanto a los efectos de la infestación aunado al rango social, en específico para la conducta individual (actividad locomotora, chinning, enuresis y acicalamiento), los animales dominantes fueron mayormente afectados. Se ha referido anteriormente en conejos que existe una correlación entre niveles altos de testosterona y animales de alto rango social (Farabollini, 1987). La testosterona, tiene la capacidad de regular el tamaño de las glándulas de chinning,

promoviendo así el aumento del marcado en los conejos (Mykytowycz & Hesterman, 1975; González-Mariscal et al., 1992), además juega un papel importante en la reproducción, ya que puede modificar los comportamientos como la agresión, el cortejo, así como la búsqueda y protección de pareja (Muehlenbein & Watts, 2010). Pero altos niveles de testosterona no sólo implican beneficios, sino que también se conoce su efecto inmunosupresor (Muehlenbein & Bribiescas, 2005), por lo tanto un alto rango social puede ser indicador de inmunocompetencia (Muehlenbein & Watts, 2010). Existe la posibilidad de que la infestación con el ácaro *P. cuniculi* afecte los niveles de testosterona, por lo tanto, podría modificar el tamaño de las glándulas de chinning, por eso sus efectos son mayores para los animales dominantes. En conejos infectados con *Taenia pisiformis*, la conducta individual se alteró, en donde los comportamientos de actividad locomotora, chinning, actividad exploratoria disminuyeron (Arias-Hernández et al., 2019).

Por el contrario, al analizar el efecto de la infestación y el estado de dominancia, fueron los conejos sumisos los afectados, ya que el tiempo de reacción aumentó y las montas con eyaculados disminuyeron. Briganti en 2003 demostró la relación entre niveles altos de corticosterona y ACTH con conejos subordinados. Los glucocorticoides son capaces de inhibir la producción de GnRh, estradiol y testosterona. así concentraciones altas de glucocorticoides en la circulación, tienen un efecto negativo sobre la función reproductiva (Chandran et al., 1994; Calogero et al., 1999)

En una publicación previa donde se infectó con *P. cuniculi* a hembras de la raza Nueva Zelanda se refiere que la infestación aguda no cambia ni el consumo voluntario ni el peso corporal, en tanto que se dice que la infestación de manera crónica de 25 - 33 días provocó una disminución en el consumo voluntario y el peso corporal, sin embargo el índice zoométrico no se cuantificó (Hallal-Calleros et al., 2013), estos resultados difieren con lo observado en el presente estudio ya que a los 77 días de infestación no se observaron cambios en el peso corporal ni tampoco en el índice zoométrico, las diferencias observadas en ambos trabajos pueden atribuirse a diversos factores, como al sexo, en el presente estudio se utilizaron machos y en el anterior hembras, como sabemos existe un dimorfismo sexual en las parasitosis, en donde su prevalencia e intensidad, varía dependiendo el sexo del huésped, así como su estado fisiológico, relacionando esta resistencia o susceptibilidad a hormonas esteroideas (Klein, 2004); específicamente para artrópodos se han reportado varios estudios confirmando este dimorfismo, como *Notoedres muris* en el hospedero *Rattus norvegicus*, en donde las hembras tuvieron mayor susceptibilidad que lo machos (Webster & Macdonald, 1995). Además de que la dosis infectante no fue similar, así mismo podrían existir diferencias

de virulencia y patogenicidad del ácaro *P. cuniculi*; la jerarquía al parecer no tuvo ningún efecto en este fenómeno, esta observación coincide con lo previamente referido en relación a la interacción huésped parásito en la cual ectoparásitos, presentes en ardillas no modificaron su condición corporal ni tampoco su éxito reproductivo en relación a aquellos animales que recibieron un antihelmíntico en contra de ectoparásitos sugiriendo así que existe una coevolución huésped-parasito (Raveh et al., 2015).

En relación con la carga parasitaria en el caso específico de *P. cuniculi*, no existe un método certero que permita estimar la cantidad de ácaros que hay en la oreja de un conejo, sin embargo en la gran mayoría de publicaciones se consideran mediciones de la cantidad o área que el acaro ocupa en el pabellón auricular (Dunstand-Guzmán et al., 2017) de este modo en el presente estudio los animales que se infectaron tenían una área de 26.43±4.862. Se observó que los conejos sumisos infestados tenían un área del 56.76% *vs.* 43.24% del grupo dominante infestado, lo que se traduce en un mayor grado de susceptibilidad para los conejos que son sumisos. Este resultado puede asociarse a la relación que existe entre niveles altos de corticosterona y ACTH con conejos subordinados (Briganti et al., 2003), se propone en ensayos futuros cuantificar los niveles de cortisol existentes tanto en conejos dominantes como subordinados.

Se ha propuesto desde 1994 que la relación dominancia /subordinación puede ser un factor que afecte la exposición a un parasito o incluso la resistencia al mismo (Folstad et al., 1994). Así por ejemplo en los peces machos, que alcanzan un mayor tamaño, para que esto ocurra, primero se da una modificación en su dieta que promueve su crecimiento, este crecimiento transforma a los ejemplares más grandes en dominantes, posibilitando así que ingieran a peces de menor tamaño, otro ejemplo en peces es el caso de transmisión de *G. mediterranea*, en el que las hembras resultan ser infectadas por este parasito ya que ellas exhiben el comportamiento de construcción del nido y bajo esas condiciones se da la transmisión del parasito (Bartoli et al., 2000).

Por otra parte esta relación que guarda la infección con parásitos y la relación dominancia /subordinación también ha sido estudiada en vertebrados, ya que se ha referido que en los ratones infectados con *Babesia microti*, aquellos que exhiben un mayor número de comportamientos agresivos dirigidos a los demás miembros del grupo, y que ostentan un rango social superior basado en los ataques que efectúan, presentan una pico en la infección antes que los demás miembros del grupo y también invierten un periodo más largo de tiempo en resolver la infección, aunado a esto, dentro del grupo de los ratones con un nivel considerado como sumiso poseían niveles séricos de cortisol más altos en relación a los ratones

dominantes, sin embargo el grado de inmunosupresión fue mayor en los ratones dominantes, tomando en cuenta estos hallazgos los autores proponen que las bases biológicas de la inmunodepresión observada en los sujetos dominantes que son más agresivos debe ser independiente del grado de estrés medido a través del cortisol, finalmente se propone que la testosterona incrementa la susceptibilidad a la parasitosis (Ikadai et al., 2013). Además, se sugiere que la testosterona afecta directamente a los linfocitos T y B, lo que retrasa el desarrollo de la inmunidad adquirida y se observa con el incremento de la parasitemia aunado a un cuadro de anemia severo.

Tomando en cuenta esta aparente contradicción, se ha propuesto, que la hormona testosterona que es en cierta medida responsable de la conducta agresiva podría ser la causante de provocar la inmunodepresión (Grossman, 1985; Schuurs & Verheul, 1990; Folstad & Karter, 1992). Así las hormonas de origen tanto ovárico como testicular han sido reconocidas como agentes que confieren resistencia y/o susceptibilidad a distintas parasitosis, como ejemplo, la cisticercosis por *Taenia crassiceps* se desarrolla mejor en ambientes donde abundan los estrógenos (Larralde et al., 1995), en tanto que *Trypanosoma cruzi*, afecta en mayor grado a machos donde la presencia de testículos que secretan testosterona facilita la infección (do Prado Jr. et al., 1999).

Esta característica de la testosterona en buena medida ha propiciado la creación de una teoría en la que se considera la existencia de una “ espada de doble filo” , en la que por un lado la testosterona confiere cierta ventaja reproductiva al individuo, así como una mayor condición física, reflejada en características como fuerza agresividad, agilidad y dominancia dentro del grupo social al que pertenece, cobrando en contraparte una mayor susceptibilidad a enfermedades por la inmunodepresión asociada (Folstad & Karter, 1992).

Hasta la fecha el posible dimorfismo asociado a la presencia de testículos u ovarios y las hormonas que estos sintetizan y su posible influencia en la infestación por el acaro *P. cuniculi* se desconoce. Sin embargo, en el presente estudio los conejos clasificados como subordinados tuvieron un 13.5% más de área infectada en relación a los conejos del grupo dominante, que resultó ser significativo, esto podría a ser atribuido a que los conejos de menor jerarquía quizá tengan mayores concentraciones de cortisol y esta condición favorezca la existencia de una mayor carga parasitaria.

En cuanto a la determinación de dominancia/subordinación, los resultados de los enfrentamientos agonísticos coinciden con la definición de dominancia descrita al inicio y propuesta por Drews en 1993, ya que el animal considerado como dominante, resultó ser el ganador de la mayoría o del total de los encuentros realizados. En las pruebas realizadas

observamos la presencia de todas las variables propuestas para determinar el estado de dominancia lo que difiere con Arteaga en 2008. Además, se observó que los enfrentamientos fueron variados, desde encuentros agresivos, como enfrentamientos en donde la dominancia se estableció desde el primer encuentro, lo que coincide con lo descrito por Muehlenbein & Watts en 2010, ya que la agresividad puede ser una estrategia para ser dominante, pero no es imprescindible para serlo.

Al analizar el efecto de la infestación por *P. cuniculi* sobre el estado de dominancia, en donde sólo se revirtieron 4 de las 14 parejas, podemos determinar que la sarna psoróptica tiene un efecto limitado sobre la dominancia/subordinación en el tiempo post infestación considerado en el presente estudio, concluyendo que una vez establecida la jerarquía es posible revertirla en algunos casos, siendo más frecuente esta reversión en aquellos individuos dominantes que son infestados, en tanto que cuando el individuo es sumiso y es infestado el cambio ocurre en un menor grado.

CONCLUSIONES

La infestación con el ácaro *Psoroptes cuniculi* en conejos machos tiene la capacidad de disminuir la actividad locomotora, chinning, actividad exploratoria, enuresis y acicalamiento, en especial en los animales dominantes. De igual manera afecta la conducta sexual, en específico el tiempo de reacción, el número de montas con eyaculados y periodo de latencia, en cuanto a su efecto aunado al rango social sólo se demostró su impacto en el tiempo de reacción y montas con eyaculados en los animales subordinados.

En los parámetros productivos y fisiológicos el efecto fue similar tanto en animales del grupo control como los del grupo tratado.

Por otro lado, para la determinación de animales dominantes y subordinados, podemos realizarlo mediante enfrentamientos agonísticos, tomando en cuenta las variables de montas intrasexuales, así como la frecuencia del frotamiento por el marcaje de mentón.

Por último, al cuantificar las lesiones provocadas por el ácaro, los animales subordinados presentaron una mayor susceptibilidad a la infección con *P. cuniculi,* teniendo un 13.51% más superficie de lesiones con respecto a los conejos dominantes, siendo así el estado de dominancia un factor de susceptibilidad/resistencia a la acariosis. Una vez establecida la dominancia, es más frecuente la condición de revertirla en aquellos conejos dominantes que han sido infestados.

REFERENCIAS

Akingbade, O. (1992). *Embryotoxic and growth-retarding effects of malaria on pregnant mice*. *37*(3), 273–276. https://doi.org/1564714

Arias-Hernández, D., Flores-Pérez, F. I., Domínguez-Roldan, R., Báez-Saldaña, A., Carreon, R. A., García-Jiménez, S., & Hallal-Calleros, C. (2019). Influence of the interaction between cysticercosis and obesity on rabbit behavior and productive parameters. *Veterinary Parasitology*, *276*, 108964. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2019.108964

Arteaga, L., Bautista, A., Martínez-Gómez, M., Nicolás, L., & Hudson, R. (2008). Scent marking, dominance and serum testosterone levels in male domestic rabbits. *Physiology & Behavior*, *94*(3), 510–515. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.03.005

AVMA. (2001). 2000 Report of the AVMA Panel on Euthanasia. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, *218*(5), 669–696. https://doi.org/10.2460/javma.2001.218.669

B., G., A., L., & C., G. (2002). Behavioural dominance and Taenia crassiceps parasitism in BALB/c male mice. *Parasitology Research*, *88*(10), 912–917. https://doi.org/10.1007/s00436-002-0691-7

Bartoli, P., Morand, S., Riutort, J.-J., & Combes, C. (2000). Acquisition of parasites correlated with social rank and behavioural changes in a fish species. *Journal of Helminthology*, *74*(4), 289–293. https://doi.org/10.1017/S0022149X00000421

Betancourt-Alonso, M. A., Orihuela, A., Aguirre, V., Vázquez, R., & Flores-Pérez, F. I. (2011). Changes in behavioural and physiological parameters associated with Taenia pisiformis infection in rabbits (Oryctolagus cuniculus) that may improve early detection of sick rabbits. *World Rabbit Science*, *19*(1), 21–30. https://doi.org/10.4995/wrs.2011.801

Briganti, F., Della Seta, D., Fontani, G., Lodi, L., & Lupo, C. (2003). Behavioral effects of testosterone in relation to social rank in the male rabbit. *Aggressive Behavior*, *29*(3), 269–278. https://doi.org/10.1002/ab.10024

Calogero, A. E., Burrello, N., Bosboom, A. M. J., Garofalo, M. R., Weber, R. F. A., & D'Agata, R. (1999). Glucocorticoids inhibit gonadotropin-releasing hormone by acting directly at the hypothalamic level. *Journal of Endocrinological Investigation*, *22*(9), 666–670. https://doi.org/10.1007/BF03343627

Chandran, U. R., Attardi, B., Friedman, R., Dong, K. W., Roberts, J. L., & DeFranco, D. B. (1994). Glucocorticoid receptor-mediated repression of gonadotropin-releasing hormone promoter activity in GT1 hypothalamic cell lines. *Endocrinology*, *134*(3), 1467–1474. https://doi.org/10.1210/endo.134.3.8119188

Chebet, J., Waruiru, R. M., Ogolla, K., Gathumbi, P., Okumu, P., Wanyoike, M., & Aboge, G. (2018). Prevalence, control and risk factors associated with rabbit mange in Kiambu and Nyeri counties, Kenya. *Livestock Research for Rural Development*, *30*.

Cortinas, R., & Jones, C. J. (2006). Ectoparasites of Cattle and Small Ruminants. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, *22*(3), 673–693. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2006.06.003

Dantzer, R. (2004). Cytokine-induced sickness behaviour: A neuroimmune response to activation of innate immunity. *European Journal of Pharmacology*, *500*(1–3), 399–411. https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2004.07.040

do Prado Jr., J. C., de Apparecida Levy, A. M., de Paula Leal, M., Bernard, E., & Kardos Kloetzel, J. (1999). Influence of male gonadal hormones on the parasitemia and humoral response of male Calomys callosus infected with the Y strain of Trypanosoma cruzi. *Parasitology Research*, *85*(10), 826–829. https://doi.org/10.1007/s004360050639

Drews, C. (1993). The Concept and Definition of Dominance in Animal Behaviour. *Behaviour*, *125*(3–4), 283–313. https://doi.org/10.1163/156853993X00290

Dunstand-Guzmán, E., Hallal-Calleros, C., Morales-Montor, J., Hernández-Velázquez, V. M., Zárate-Ramos, J. J., Hoffman, K. L., Peña-Chora, G., & Flores-Pérez, F. I. (2017). Therapeutic use of Bacillus thuringiensis in the treatment of psoroptic mange in naturally infested New Zealand rabbits. *Veterinary Parasitology*, *238*, 24–29. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.011

Elhassan, E., Ikede, B. O., & Adeyemo, O. (1994). Trypanosomosis and reproduction: I. effect ofTrypanosoma vivax infection on the oestrous cycle and fertility in the ewe. *Tropical Animal Health and Production*, *26*(4), 213–218. https://doi.org/10.1007/BF02240384

Enginyurt, O., Karaman, U., Cetin, F., & Ozer, A. (2015). The Prevalence of Demodex Species and Its Relationship With the Metabolic Syndrome in Women of Malatya Province, Turkey. *Jundishapur Journal of Microbiology*, *8*(10), e24322. https://doi.org/10.5812/jjm.24322

European scientific counsel companion animal parasites. (2012). *Control of ectoparasites in dogs and cats* (1°). ESCCAP. https://www.esccap.org/uploads/docs/mjy50wev_0720_ESCCAP_Guideline_GL3_v9_1p.pdf

Farabollini, F. (1987). Behavioral and endocrine aspects of dominance and submission in male rabbits. *Aggressive Behavior*, *13*(5), 247–258. https://doi.org/10.1002/1098-2337(1987)13:5<247::AID-AB2480130502>3.0.CO;2-G

Fausto, A. M., Morera, P., Margarit, R., & Taddei, A. R. (2001). Sperm quality and reproductive traits in male offspring of female rabbits exposed to lindane (gamma-HCH) during

pregnancy and lactation. *Reproduction, Nutrition, Development*, *41*(3), 217–225. https://doi.org/10.1051/rnd:2001125

Folstad, I., Hope, A. M., Karter, A., & Skorping, A. (1994). Sexually Selected Color in Male Sticklebacks: A Signal of Both Parasite Exposure and Parasite Resistance? *Oikos*, *69*(3), 511. https://doi.org/10.2307/3545863

Folstad, I., & Karter, A. J. (1992). Parasites, Bright Males, and the Immunocompetence Handicap. *The American Naturalist*, *139*(3), 603–622. https://doi.org/10.1086/285346

Fuentes, V. O., Villagran, C., & Navarro, J. (2004). Sexual behavior of male New Zealand white rabbits in an intensive production unit. *Animal Reproduction Science*, *80*(1–2), 157–162. https://doi.org/10.1016/S0378-4320(03)00007-1

Gamboa Ramírez, C. (2001). *Estudio de mercado de la carne de conejo en el Municipio de Texcoco* [Tesis de maestría]. Colegio de Postgraduados.

González-Mariscal, G., Melo, A. I., Zavala, A., & Beyer, C. (1990). Variations in chin-marking behavior of New Zealand female rabbits throughout the whole reproductive cycle. *Physiology & Behavior*, *48*(2), 361–365. https://doi.org/10.1016/0031-9384(90)90328-2

González-Mariscal, G., Melo, A. I., Zavala, A., & Beyer, C. (1992). Chin-marking behavior in male and female New Zealand rabbits: Onset, development, and activation by steroids. *Physiology & Behavior*, *52*(5), 889–893. https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90367-B

Grossman, C. (1985). Interactions between the gonadal steroids and the immune system. *Science*, *227*(4684), 257–261. https://doi.org/10.1126/science.3871252

Hallal-Calleros, C., Morales-Montor, J., Vázquez-Montiel, J., Hoffman, K. L., Nieto-Rodríguez, A., & Flores-Pérez, F. (2013). Hormonal and behavioral changes induced by acute and chronic experimental infestation with Psoroptes cuniculi in the domestic rabbit Oryctolagus cuniculus. *Parasites & Vectors*, *6*(1), 361. https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-361

Hart, B. L. (1988). Biological basis of the behavior of sick animals. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *12*(2), 123–137. https://doi.org/10.1016/s0149-7634(88)80004-6

Ikadai, H., Fujii, Y., Iwamoto, M., & Sasaki, M. (2013). Effect of Sex Steroids on Babesia microti Infection in Mice. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, *88*(2), 367–375. https://doi.org/10.4269/ajtmh.2012.12-0338

Ilic, T., Stepanovic, P., Radisavljevic, K., & Dimitrijević, S. (2018). Improving agricultural production of domestic rabbits in Serbia by follow-up study of their parasitic infections. *Iranian Journal of Veterinary Research*, *19*, 290–297. https://doi.org/10.22099/ijvr.2018.5058

Jiménez, P., Valdez, R. A., & Romano, M. C. (2006). Metabolism of steroid hormones by Taenia solium and Taenia crassiceps cysticerci. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, *99*(4–5), 203–208. https://doi.org/10.1016/j.jsbmb.2006.01.002

Klein, S. L. (2004). Hormonal and immunological mechanisms mediating sex differences in parasite infection. *Parasite Immunology*, *26*(6–7), 247–264. https://doi.org/10.1111/j.0141-9838.2004.00710.x

Larralde, C., Morales, J., Terrazas, I., Govezensky, T., & Romano, M. C. (1995). Sex hormone changes induced by the parasite lead to feminization of the male host in murine Taenia crassiceps cysticercosis. *The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology*, *52*(6), 575–580. https://doi.org/10.1016/0960-0760(95)00062-5

Larson, S. J., & Dunn, A. J. (2001). Behavioral Effects of Cytokines. *Brain, Behavior, and Immunity*, *15*(4), 371–387. https://doi.org/10.1006/brbi.2001.0643

Lebas, F., Coudert, P., & Rochambeau, H. de (Eds.). (1996). *El conejo: Cría y patología* (nueva versión rev). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Melillo, A. (2007). Rabbit Clinical Pathology. *Journal of Exotic Pet Medicine*, *16*(3), 135–145. https://doi.org/10.1053/j.jepm.2007.06.002

Moonarmart, W., Tansakul, M., Kiewsiri, C., Watanaboonchai, R., Somrith, W., Yinharnmingmongkol, C., & Tunhikorn, M. (2018). Haematological response in the treatment of naturally acquired ectoparasite infestations in rabbits. *World Rabbit Science*, *26*(4), 313. https://doi.org/10.4995/wrs.2018.9823

Muehlenbein, M. P., & Bribiescas, R. G. (2005). Testosterone-mediated immune functions and male life histories. *American Journal of Human Biology: The Official Journal of the Human Biology Council*, *17*(5), 527–558. https://doi.org/10.1002/ajhb.20419

Muehlenbein, M. P., & Watts, D. P. (2010). The costs of dominance: Testosterone, cortisol and intestinal parasites in wild male chimpanzees. *BioPsychoSocial Medicine*, *4*(1), 21. https://doi.org/10.1186/1751-0759-4-21

Mykytowycz, R., & Hesterman, E. R. (1975). An Experimental Study of Aggression in Captive European Rabbits, Oryctolagus cuniculus (L.). *Behaviour*, *52*(1/2), 104–123.

Núñez Ochoa, L., & Bouda, J. (2007). *PATOLOGIA CLÍNICA* (2°). DR© Universidad Nacional Autónoma de México.

Oteiza Fernández, J., & Carmona Medero, J. R. (2001). *Diccionario de zootecnia* (4°). Trillas.

Papeschi, C. (2009). La sarna psoróptica: Una patología a menudo subvalorada. *Cunicultura*, 4.

Poulin, R. (2010). Parasite Manipulation of Host Behavior. En *Advances in the Study of Behavior* (Vol. 41, pp. 151–186). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0065-3454(10)41005-0

Pryor, L. J. E., & Casto, J. M. (2015). Blood-feeding ectoparasites as developmental stressors: Does corticosterone mediate effects of mite infestation on nestling growth, immunity and energy availability?: ECTOPARASITES, NESTLINGS, AND CORTICOSTERONE. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology*, *323*(7), 466–477. https://doi.org/10.1002/jez.1942

Raveh, S., Neuhaus, P., & Dobson, F. S. (2015). Ectoparasites and fitness of female Columbian ground squirrels. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *370*(1669), 20140113. https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0113

Saari, S. A., Juuti, K. H., Palojärvi, J. H., Väisänen, K. M., Rajaniemi, R.-L., & Saijonmaa-Koulumies, L. E. (2009). Demodex gatoi -associated contagious pruritic dermatosis in cats—A report from six households in Finland. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *51*(1), 40. https://doi.org/10.1186/1751-0147-51-40

Sarasa, M., Serrano, E., Soriguer, R. C., Granados, J.-E., Fandos, P., Gonzalez, G., Joachim, J., & Pérez, J. M. (2011). Negative effect of the arthropod parasite, Sarcoptes scabiei, on testes mass in Iberian ibex, Capra pyrenaica. *Veterinary Parasitology*, *175*(3–4), 306–312. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2010.10.024

Schuurs, A. H. W. M., & Verheul, H. A. M. (1990). Effects of gender and sex steroids on the immune response. *Journal of Steroid Biochemistry*, *35*(2), 157–172. https://doi.org/10.1016/0022-4731(90)90270-3

SENASICA. (2015). *Manual de buenas prácticas de producción de carne de conejo*.

Shang, X., Wang, D., Miao, X., Wang, X., Li, J., Yang, Z., & Pan, H. (2014). The oxidative status and inflammatory level of the peripheral blood of rabbits infested with Psoroptes cuniculi. *Parasites & Vectors*, *7*(1), 124. https://doi.org/10.1186/1756-3305-7-124

Sweet, H., Pearson, A. J., Watson, P. J., & German, A. J. (2013). A novel zoometric index for assessing body composition in adult rabbits. *Veterinary Record*, *173*(15), 369–369. https://doi.org/10.1136/vr.101771

Uhlíř, J. (1991). Humoral and cellular immune response of rabbits to Psoroptes cuniculi, the rabbit scab mite. *Veterinary Parasitology*, *40*(3–4), 325–334. https://doi.org/10.1016/0304-4017(91)90112-9

Weary, D. M., Huzzey, J. M., & von Keyserlingk, M. A. G. (2009). BOARD-INVITED REVIEW: Using behavior to predict and identify ill health in animals1. *Journal of Animal Science*, *87*(2), 770–777. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1297

Webster, J. P., & Macdonald, D. W. (1995). Parasites of wild brown rats (Rattus norvegicus) on UK farms. *Parasitology*, *111*(3), 247–255. https://doi.org/10.1017/S0031182000081804

White, S. D., Bourdeau, P. J., & Meredith, A. (2002). Dermatologic problems of rabbits. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, *11*(3), 141–150. https://doi.org/10.1053/saep.2002.123982

Zepeda, N., Copitin, N., Solano, S., González, M., Fernández, A. M., Tato, P., & Molinari, J. L. (2011). Taenia crassiceps: Infections of male mice lead to severe disruption of seminiferous tubule cells and increased apoptosis. *Experimental Parasitology*, *127*(1), 153–159. https://doi.org/10.1016/j.exppara.2010.07.008

Anexo 1 Presentación en congreso, 10, 11 y 12 de noviembre de 2021, Cd. de México.
Reuniones nacionales de investigación e innovación pecuaria, agrícola, forestal y acuícola pesquera.
Reunión pecuaria.
Sección: Salud animal, diagnóstico, control y epidemiología
Publicación en Memoria Pecuaria

IMPACTO DE LA INFESTACIÓN CON EL ÁCARO *Psoroptes cuniculi* SOBRE EL ESTADO DE DOMINANCIA/SUBORDINACIÓN EN CONEJOS NUEVA ZELANDA

María Fernanda González Chávez*[1], Fernando Iván Flores Pérez[1], Claudia Hallal Calleros[1]

[1] Facultad de Ciencias Agropecuarias, UAEM, Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, 62209, Cuernavaca, Morelos, México.
mafergonzalezch@gmail.com

Palabras clave: Dominancia, conducta animal, ectoparásitos

INTRODUCCIÓN

La dominancia se ha definido como un atributo que se determina mediante interacciones agonísticas repetidas entre dos individuos, en donde el resultado es constante y favorable para uno de ellos (Drews, 1993). La importancia de su estudio radica en permitirnos comprender el constructo social de los animales, y su estudio se ha enfocado en conocer la posible relación entre la prevalencia de parasitosis, el estado del rango social y los niveles de hormonas esteroideas como la testosterona y el cortisol (Muehlenbein & Watts, 2010). La dominancia impacta en la capacidad reproductiva del huésped, lo que puede afectar la rentabilidad de las unidades de producción pecuaria, y además permite conocer la influencia de la jerarquía en la historia natural de las parasitosis en un contexto productivo. En algunas especies se conoce la relación entre la dominancia y los niveles de testosterona, además del efecto inmunosupresor de esta hormona, por lo que se supone que un mayor grado de dominancia implica un mayor grado de parasitosis, por el contrario, el cortisol, hormona relacionada con el estrés, ha sido asociada a niveles bajos de dominancia, y de igual manera a una mayor carga de parásitos. Un ejemplo de ello, es el caso de los primates, donde se comprobó una mayor carga de endoparásitos en animales de alto rango de dominancia (Muehlenbein & Watts,

2010). El conejo europeo *(Oryctolagus cuniculus*) presenta una estructura social compleja, ya que forma grupos sociales poligámicos, los cuales se constituyen por un macho dominante, machos subordinados, juveniles y varias hembras, en donde su éxito reproductor está muy relacionado con su jerarquía. Se han propuesto metodologías para la determinación de la dominancia y subordinación en conejos (Arteaga et al., 2008), pero aún no se ha establecido una metodología certera. La sarna provocada por el ácaro *P. cuniculi* es la enfermedad dermatológica más frecuente en conejos, la cual es diagnosticada tardíamente, provoca otitis, emaciación y en algunos casos la muerte (Hallal-Calleros et al., 2013). Hasta la fecha, la relación existente entre la infestación por *P. cuniculi* y el estado de dominancia ha sido escasamente estudiada. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue conocer los comportamientos observados en los enfrentamientos agonísticos, los cuales podrían ser de utilidad para poder determinar el estado de dominancia y subordinación en conejos, así como determinar el efecto de la infestación con el ácaro *P. cuniculi* sobre el estado de dominancia en conejos machos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajó se realizó en la posta cunícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, en condiciones de granja con una temperatura ambiente de 19±3°C. Se utilizaron 28 conejos machos blancos de la raza Nueva Zelanda obtenidos de las mismas instalaciones, con 4.5 meses de edad y un peso inicial de 3.1 ± 0.1 Kg, los cuales fueron alojados en jaulas elevadas individuales de 60 cm x 90 cm x 40 cm. Fueron alimentados con concentrado en pellet (Ganador®, Malta Cleyton, proteína mínima 16%, grasa 3% y fibra 17%) y agua *ad libitum*. Con el propósito de evaluar la dominancia, de los 28 conejos se formaron 14 parejas de manera aleatoria, las cuales se enfrentaron cada tercer día, durante dos semanas previo a la infestación. Cada pareja de machos fue introducida en una arena de 1.20 x 1.20 m, se contabilizaron el número de mordidas, patadas, montas intrasexuales (montas practicadas entre dos machos), frotamiento por marcaje del mentón (chinning) y enuresis, que cada macho recibió y otorgó en un lapso de 10 minutos. El macho con mayor cantidad en la frecuencia de las variables registradas se determinó como el dominante, el que obtuvo menor cantidad como el sumiso.

Una vez determinada la dominancia y subordinación, de manera aleatoria se infestaron 7 conejos dominantes y 7 conejos sumisos. Por lo tanto, se conformaron 4 grupos: control sumiso (n=7), control dominante (n=7), infestado sumiso (n=7), infestado dominante (n=7). Para la infestación, se colocaron en el pabellón intraauricular 250 ácaros obtenidos de conejos

naturalmente infestados, los cuales fueron identificados y cuantificados a través del microscopio. La infestación se realizó en la oreja izquierda, colocando los ácaros en un algodón y cubriendo la oreja con gasa estéril sostenida con cinta adhesiva, que fue retirado después de una semana (Hallal-Calleros et al., 2013). Se llevó a cabo una reinfestación 28 días después con 150 ácaros en la oreja derecha, de la misma manera. Los enfrentamientos agonísticos se evaluaron durante 77 días post infestación, una vez a la semana. Para determinar el grado de infestación, se utilizó una película de plástico transparente de 10x4 cm, marcada con una cuadricula de $1cm^2$, la cual se posicionó sobre la oreja para cuantificar el área con lesiones características de la infestación con *P. cuniculi* (Dunstand-Guzmán et al., 2017).

Se realizó una prueba de correlación de Spearman para las variables medidas en los enfrentamientos agonísticos, una prueba de signos para determinar el efecto de la sarna psoróptica sobre el estado de dominancia, y una prueba exacta de Fisher para el análisis entre la carga parasitaria y el estado de dominancia y subordinación, con el programa Graphpad Prism 8.0.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la definición de dominancia descrita al inicio, los resultados de los enfrentamientos agonísticos coinciden, ya que el animal considerado como dominante, resultó ser el ganador de la mayoría o del total de los encuentros realizados. Los enfrentamientos agonísticos, nos permitieron conocer las diferentes maneras en las que se establece la dominancia en los conejos. A diferencia de Arteaga en 2008, observamos la presencia de todas las variables propuestas para determinar el estado de dominancia.

Los enfrentamientos fueron variados, desde encuentros agresivos, como enfrentamientos en donde la dominancia se estableció desde el primer encuentro, lo que coincide con lo descrito por Muehlenbein & Watts en 2010, ya que la agresividad puede ser un conducto para ser dominante pero no es imprescindible para serlo. Por otro lado, al analizar el efecto de la infestación por *P. cuniculi* sobre el estado de dominancia, se registró que de las 7 parejas en donde los conejos dominantes fueron infestados, en 3 parejas (el 43%) el conejo dominante se volvió sumiso (P=0.5). Para el caso de las parejas en donde los conejos sumisos fueron los infestados, 6 parejas permanecieron igual al finalizar el experimento y una que equivalía al 14%, experimentó un cambio de jerarquía (P= 0.062), lo que significa que la infestación con el ácaro *P. cuniculi* tiene un efecto limitado sobre la dominancia/subordinación en el tiempo post infestación considerado en el presente estudio, concluyendo que una vez establecida la

jerarquía es posible revertirla en algunos casos, siendo más frecuente esta reversión en aquellos individuos dominantes que son infestados, en tanto que cuando el individuo es sumiso y es infestado el cambio ocurre en un menor grado.

Se comprobó que existe una correlación entre el número de montas (P= 0.031), chinning (P= <0.001) y los animales catalogados como dominantes, en cuanto a las otras variables (mordidas, patadas y enuresis) (P≥0.05) no existió una correlación, por lo cual se propone utilizar a el número de montas y la frecuencia de marcaje por frotamiento del mentón, como un criterio de utilidad para establecer la dominancia /subordinación en conejos machos.

Al analizar el nivel total de la infestación que se obtuvo, tomando como criterio el área del pabellón auricular que tenía lesiones que corresponden a la presencia del ácaro *P. cuniculi*, se observó que los conejos sumisos infestados tenían un área del 56.76% *vs.* 43.24% para el grupo dominante infestado, lo que se traduce en un mayor grado de susceptibilidad para los conejos que son sumisos (P≤0.05).

CONCLUSIONES

Una vez establecida la dominancia, es más frecuente la condición de revertirla en aquellos conejos que son dominantes, para poder determinarla podemos realizarlo mediante enfrentamientos agonísticos, tomando en cuenta las variables de montas intrasexuales, así como la frecuencia del frotamiento por el marcaje de mentón. Por último, se propone que la condición de ser sumiso incrementa la susceptibilidad a la infección con el ácaro *P. cuniculi.*

AGRADECIMIENTOS Y FUENTE FINANCIERA

El presente trabajo es resultado de la tesis de investigación de maestría “Cambios conductuales y productivos inducidos por la infección experimental con *Psoroptes cuniculi* en conejos machos” del primer autor, financiado por la beca CONACyT 1004445.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arteaga, L., Bautista, A., Martínez-Gómez, M., Nicolás, L., & Hudson, R. (2008). Scent marking, dominance and serum testosterone levels in male domestic rabbits. Physiology & Behavior, 94(3), 510–515. https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2008.03.005

2. Drews, C. (1993). The Concept and Definition of Dominance in Animal Behaviour. Behaviour, 125(3–4), 283–313. https://doi.org/10.1163/156853993X00290

3. Dunstand-Guzmán, E., Hallal-Calleros, C., Morales-Montor, J., Hernández-Velázquez, V. M., Zárate-Ramos, J. J., Hoffman, K. L., Peña-Chora, G., & Flores-Pérez, F. I. (2017).

Therapeutic use of Bacillus thuringiensis in the treatment of psoroptic mange in naturally infested New Zealand rabbits. Veterinary Parasitology, 238, 24–29. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2017.03.011

4. Hallal-Calleros, C., Morales-Montor, J., Vázquez-Montiel, J., Hoffman, K. L., Nieto-Rodríguez, A., & Flores-Pérez, F. (2013). Hormonal and behavioral changes induced by acute and chronic experimental infestation with Psoroptes cuniculi in the domestic rabbit Oryctolagus cuniculus. Parasites & Vectors, 6(1), 361. https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-361

5. Muehlenbein, M. P., & Watts, D. P. (2010). The costs of dominance: Testosterone, cortisol and intestinal parasites in wild male chimpanzees. BioPsychoSocial Medicine, 4(1), 21. https://doi.org/10.1186/1751-0759-4-21

Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS** que presenta la: **I. P. A. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ,** mismo que fue desarrollado bajo mi Codirección con la **DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que el alumno continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

FERNANDO IVAN FLORES PEREZ | Fecha:2021-11-04 12:09:53 | Firmante

nsRLkqP+gMFcBUkIJ7LznyfhNGbMw8SIk/cOnHQ1hoyUN+4fFSOiiB1vDEcCNbEf6MfQeMiOjCy2rK6twzUBVBKLpRQPZ9GLPkR5HJjmH5tQeEXJ9APGYksEjPNETybjhNLLV5l
+qHe2yaInBgA6kuofVrQTSzdHs1HkealzKQTSEjcARaG/jmQTplQPApQQ89nQPch4cEDL7OcOjHSTtYCJJojQsgxfGFJchUyF5Nxw1x75xxtviiFwBp4fAz/yw6lX8IbNedA0ogvX7K
Eq4zgmXhiBi7u3zO6cxn4i7KVHtHJYmU8f704eFrKSUm4dUsxG5XUUSfeL+IUx6MoL4Q==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

aCZNYBOvM

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/Zw9bvgjd0KMMWSGMI6RxmTJ5b2c66jEb

Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS** que presenta la: **I. P. A. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Codirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ**, y la **DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. JOSÉ AGUSTÍN ORIHUELA TRUJILLO
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

JOSE AGUSTIN ORIHUELA TRUJILLO | Fecha:2021-11-04 13:49:04 | Firmante

EqVyFCTadzX1Ds2RFMP7+WkZ0P+6ZV6QYha0X8iPPOJafsupaicbuOlX5NO09XA+iJlYg9B5aKqPCew+CfKlwnEOYJ6js21u//JHG8CXEzp8t0oXAK1Foh8AO6lwtOaai8fsLjSzH
KEBVVUwLVnzO6hQi4YB5fFskCe3+tlMp2ySr1J1ZX/NBGvVhmTtYaRqiKAaV6lA4uUpsal2O0xalDnM59loU2tTJSTJxIRlOI4p/eICAsVL+EyZTof3OasemZnm6BRc1L3HXMq0P8
qO0PudHDfer+Yr94Jg0NJN0Tm2020oGebOXo6BumonkNftAEFAtny63hal3t1m0z6D2A==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

hDkrf3BTy

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/eHypZu0ZK40Z2L0scsktTqKhurQrxN4I

Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS** que presenta la: **I. P. A. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Codirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ**, y la **DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. VIRGINIO AGUIRRE FLORES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

VIRGINIO AGUIRRE FLORES | Fecha:2021-11-04 17:06:14 | Firmante

K6MwDYFzaqQLfGwOhFt2Wp3K88iGxj9nJcDlvy1Hymb5TrDTdb1VZN7SQ1oXcXi+ao3eyDFd104MBVu4aDU6P20pN2U4KntFKYjI6MVaurFfBuns03pJjGmHf48oJPJqmrCuDE8AZpUVwqQYIG/8/7QGrGg8OzJQlqOKPPS49uZNfHjlgvb9VbspWOjSLsCUB1I2zNN5uW/XNcco5h744jSE1Sk0VNVZvMO8Fa6ljhEJtzl74fLot9CwqTnDf/alJlQjrvjzE35P7UNuVqzdxXTzmiWtZEjrQW5s6PSwUtNHf6iNU9BZSwZz6LO4wLWGttFmsORX/U8wYSYQfQL7OQ==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

cGKjDXLO0

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/mzW9rSgpnuXNNFYSnLK55VRtzhVPnsQ0

Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS** que presenta la: **I. P. A. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Codirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ**, y la **DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. REYES VÁZQUEZ ROSALES
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

REYES VAZQUEZ ROSALES | Fecha:2021-11-09 08:57:30 | Firmante

Y0O+GUwU4MX1ATfWHDZI/cdbl6TSAGRjtxhnOJqKTQJiM0HTDhg54QbQuqSTSZtXuaHaFmQECbmgL/JI/P8PIPOsqeq0kZcFVOnEw57QIOJWhK1tQeXRCICuhqKIPt+E3ljpY
WIHHm4SKV8VLIAlfHfTjG9c7TdHS2Fu2pMN2LPEeOTjZIZyiOcljXIDEqh3iGvpPkT5PsDrzx1rxrrWUCoDFjc8YYol9ChtF6QSt1bb35T5x0lNEulbkMx8DlyEHTH6kZ/mMEu2rjBFDh
FNoG2inCO4CzTinAyUD3iaK7GE8XY0IVkTMtkw9S/hQ1Fd4uzEn6FKlMhdjVVB0omAhA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

fCQDGXF0T

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/FbjKytQm3WJOctdyHWCeGGDNd1k8f8ab

Cuernavaca, Morelos, 20 de octubre de 2021.

Asunto: Voto Aprobación de Tesis.

MTRO. JESÚS EDUARDO LICEA RESÉNDIZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.
P R E S E N T E.

Por medio del presente informo a usted que después de revisar el trabajo de tesis titulado: **CAMBIOS CONDUCTUALES Y PRODUCTIVOS INDUCIDOS POR LA INFECCIÓN EXPERIMENTAL CON *Psoroptes cuniculi* EN CONEJOS MACHOS** que presenta la: **I. P. A. MARÍA FERNANDA GONZÁLEZ CHÁVEZ,** mismo que fue desarrollado bajo la Codirección del **DR. FERNANDO IVÁN FLORES PÉREZ**, y la **DRA. CLAUDIA HALLAL CALLEROS** y que servirá como requisito parcial para obtener el grado de **Maestro en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural**, lo encuentro satisfactorio, por lo que emito mi **VOTO DE APROBACIÓN** para que la alumna continúe con los trámites necesarios para presentar el examen de grado correspondiente.

Sin más por el momento y agradeciendo de antemano su valiosa colaboración, quedo de usted.

Atentamente
Por una humanidad culta

DR. KURT LEROY HOFFMAN
Comité Evaluador

C.i.p. Archivo

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

Sello electrónico

KURT LEROY HOFFMAN . | Fecha:2021-11-08 21:14:35 | Firmante

JSfZ+fd9n+IIZ86ZAiQ0XbV5MdA7GlqGqY1TX6xa7ulswFICrw2/9jZv5dx7P+IBX13fms/DDUkBtkfI6RiU7Un+RyWu85nLwHWrFutjXQa3nzFI8oY6hFG+KTrggQYzHzNL7Tx37cR4jK+howsa/jDXiuADf80VaV7SNeVFWqaEilmZswLHM7tzdvYHap4jHyG2FVmA4wEgOX+MZGtO62dYDpXtpPulLXlfFgZiTDXAzduLFLDKUo8ICWisTtqL2OfIMUhqCFWcBf/4ynLMok27IbfOFg2TY5oukh6YSIv0e2OADsdmOapQpyfwh8M9ID8t3kFRxlgt223Y5iZO7w==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:

4aCpyJKYv

https://efirma.uaem.mx/noRepudio/ql2SmcHmoZlOF4qxADJIleIaRVoPIJCI