

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE VETERINARIA**

**RESISTENCIA GENÉTICA A NEMATODES GASTROINTESTINALES EN OVEJAS
DE CRÍA MERINO AUSTRALIANO: ESTUDIO DE PARÁMETROS CLÍNICOS,
SANGUÍNEOS Y DE CARGA PARASITARIA A LO LARGO DEL CICLO
PRODUCTIVO**

por

**Francisco Yacir ALVARENGA MAYA
Franco Mauricio BOUYSSOUNADE IDIART**

TESIS DE GRADO presentada como uno de
los requisitos para obtener el título de Doctor
en Ciencias Veterinarias
Orientación: Producción Animal

MODALIDAD: Ensayo Experimental

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2021**

PÁGINA DE APROBACIÓN

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa:



Dra. Eleonor CASTRO

Segundo miembro (tutor):



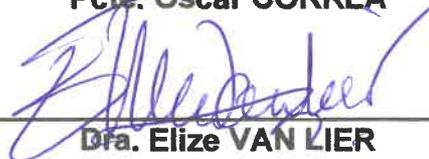
Dra. Zully HERNÁNDEZ RUSSO

Tercer miembro:



Pcte. Oscar CORREA

Cuarto miembro (cotutor):



Dra. Elize VAN LIER

Fecha:

12/08/2021

Autores:



Francisco Yacir ALVARENGA MAYA



Franco Mauricio BOUYSSOUNADE IDIART

AGRADECIMIENTOS

- A la Dra. Zully Hernández, tutora de tesis, por su compromiso, dedicación, correcciones y ayuda en el procesamiento de las muestras.
- A la Dra. Elize van Lier, co- tutora de tesis, por sus correcciones, sugerencias y organización de las jornadas de extracción de muestras en la EEFAS.
- A la Q.F. Silvia Sterla por su colaboración en la realización de los análisis de sangre.
- Al Dr. Juan Pablo Damián por su colaboración en la realización de los análisis de proteínas séricas.
- Al Ing. Agr. Oscar Bentancur por la colaboración en la parte estadística del trabajo.
- Al MSc. Oscar Irabuena, por proporcionarnos bibliografía sobre parámetros sanguíneos de los ovinos.
- A los funcionarios de la biblioteca de Facultad de Veterinaria por su compromiso con nosotros en la búsqueda bibliográfica.
- A la EEFAS, por abrirnos sus puertas y a los funcionarios de la unidad de Ovinos, por ayudarnos a realizar este trabajo.
- Al Laboratorio de Parasitología Veterinaria del Cenur, Universidad de la República, por permitirnos usar sus instalaciones para la realización de los análisis.
- A todas las personas que colaboraron con este trabajo.
- A nuestras familias, por su apoyo y contención incondicional en todo momento.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN	2
AGRADECIMIENTOS	3
LISTA DE FIGURAS	7
LISTA DE TABLAS	9
1. RESUMEN	10
2. SUMMARY	11
3. INTRODUCCIÓN	13
4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	15
4.1. Nematodos gastrointestinales de los ovinos	15
4.1.1. Influencia de los nematodos gastrointestinales en la producción ovina	15
4.1.2. Taxonomía y morfología	15
4.1.3. Ciclo biológico	16
4.1.4. Respuesta del ovino frente a nematodos gastrointestinales	17
4.2. Nematodos gastrointestinales en ovinos del Uruguay	19
4.2.1. Géneros presentes y frecuencias relativas	19
4.2.2. <i>Haemonchus contortus</i> : epidemiología, patogenia y signos clínicos	20
4.2.3. <i>Trichostrongylus colubriformis</i> : epidemiología, patogenia, signos clínicos	21
4.2.4. Nematodos gastrointestinales y ciclo productivo del ovino	21
4.3. Estrategias para el control de nematodos gastrointestinales	23
4.3.1. Antihelmínticos	23
4.3.1.1. Resistencia antihelmíntica	24
4.3.2. Manejo	25
4.3.3. Efectos nutracéuticos de las pasturas	25
4.3.4. Control biológico	26
4.3.5. Uso de vacunas	26
4.3.6. Selección genética	26
4.3.6.1. Origen de la selección por resistencia genética a nematodos gastrointestinales	26
4.3.6.2. Evaluaciones genéticas en ovinos en Uruguay	28
5. HIPÓTESIS	30

6. OBJETIVOS	30
6.1. Objetivo general	30
6.2. Objetivos específicos	31
7. MATERIALES Y MÉTODOS	31
7.1. Lugar de estudio	31
7.2. Condiciones meteorológicas	32
7.2.1. Precipitaciones en EEFAS	32
7.2.2. Temperatura en EEFAS	32
7.2.3. Humedad Relativa en EEFAS	33
7.3. Animales y su manejo	34
7.3.1. Manejo de la majada experimental	36
7.3.1.1. Manejo sanitario	36
7.3.1.2. Manejo reproductivo	37
7.3.1.3. Manejo nutricional	37
7.3.1.4. Carga animal	38
7.4. Muestreos y registros	39
7.4.1. Muestreo de heces	39
7.4.2. FAMACHA®	39
7.4.3. Peso vivo	40
7.4.4. Condición corporal	41
7.4.5. Muestras de sangre	41
7.5. Análisis coproparasitarios	42
7.6. Análisis de sangre y proteínas	43
7.7. Análisis estadístico	43
8. RESULTADOS	45
8.1. Recuento de huevos por gramo de materia fecal	45
8.2. Géneros parasitarios presentes	45
8.3. Peso vivo	46
8.4. Condición corporal	47
8.5. FAMACHA®	48
8.6. Hematocrito	49
8.7. Hemoglobina	50
8.8. Recuento de glóbulos rojos	51
8.9. Recuento de glóbulos blancos	52

8.10. Proteínas Totales	53
8.11. Albúmina	55
8.12. Globulinas séricas	57
8.13. Corderos	59
9. DISCUSIÓN	61
9.1. Recuento de huevos por gramo de materia fecal	61
9.2. Géneros parasitarios presentes	62
9.3. Peso vivo	63
9.4. Condición corporal	63
9.5. FAMACHA®	64
9.6. Hematocrito	65
9.7. Hemoglobina	66
9.8. Recuento de Glóbulos Rojos	67
9.9. Recuento de Glóbulos Blancos	68
9.10. Proteínas Totales	68
9.11. Albúmina	70
9.12. Globulinas séricas	71
9.13. Corderos	71
10. CONCLUSIONES	73
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
12. ANEXOS	83
12.1. Cartilla de FAMACHA®	83
12.2. Cartilla de estado corporal ovino	84
12.3. Índice CONEAT y composición de suelos de la EEFAS.	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales del ovino	
17	
Figura 2. Ubicación de la EEFAS	31
Figura 3. Precipitaciones promedio mensuales durante el experimento	32
Figura 4. Registro y evolución de las temperaturas medias mensuales en EEFAS durante el período en estudio	33
Figura 5. Registro y evolución de la humedad relativa media	34
Figura 6. Identificación individual mediante caravana visual	35
Figura 7. Majada experimental	36
Figura 8. Empotreraamiento de la EEFAS, Fracción Sur	38
Figura 9. Determinación del grado de coloración de la mucosa ocular de acuerdo a la escala FAMACHA®	40
Figura 10. Balanza electrónica Gallagher	41
Figura 11. Análisis coproparasitarios: procesamiento de muestras, identificación y conteo de huevos de <i>Strongyloides</i> no diferenciables	42
Figura 12. Cultivo y recuperación de larvas por la técnica de Roberts y O'Sullivan.	42
Figura 13. Centrifugado de muestras y extracción de plasma sanguíneo	43
Figura 14. Recuento de huevos por gramo de heces (media \pm EEM) de las ovejas de los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento	45
Figura 15. Prevalencia de géneros parasitarios en los cultivos de larvas realizados durante el experimento para los grupos resistente y susceptible	46
Figura 16. Peso vivo promedio (\pm EEM) de las ovejas de los grupos resistente y susceptible durante el experimento	47
Figura 17. Variación de la condición corporal (media \pm EEM) para las ovejas de los grupos resistente y susceptible durante el experimento	48
Figura 18. Porcentajes de grados de FAMACHA® de las ovejas para los grupos resistente y susceptible en las evaluaciones realizadas durante el experimento	49
Figura 19. Valores de Hematocrito (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento	50
Figura 20. Concentraciones de Hemoglobina (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento	51
Figura 21. Recuento de glóbulos rojos (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento	52
Figura 22. Recuento de glóbulos blancos (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento	53
Figura 23. Concentraciones de Proteínas Totales (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento	54
Figura 24. Fluctuación de huevos por gramo de heces y Proteínas Totales para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)	55
Figura 25. Concentraciones de Albúmina (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento	56
Figura 26. Fluctuación de huevos por gramo de heces y Albúmina para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)	57

- Figura 27.** Concentraciones de Globulinas séricas (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento 58
- Figura 28.** Variación del recuento de huevos por gramo de heces y de Globulinas séricas para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)..59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía de los principales parásitos del phylum Nematelminthes de los ovinos	16
Tabla 2. Nematodos gastrointestinales del ovino en Uruguay según hábitat y frecuencia relativa (FR), registrados en 1977	19
Tabla 3. Frecuencias relativas de nematodos gastrointestinales del ovino entre los años 2007 y 2009	20
Tabla 4. Antihelmínticos disponibles en el mercado según el espectro de acción	23
Tabla 5. Manejo sanitario de los animales pertenecientes al experimento	36
Tabla 6. Manejo reproductivo de los animales pertenecientes al experimento	37
Tabla 7. Estimación de la carga ganadera por período de ocupación para la majada de cría de EEFAS durante el año 2019	38
Tabla 8. Actividades de muestreo y registros en las ovejas según fecha	39
Tabla 9. Pesos promedios (\pm EEM) de los corderos al nacimiento, señalada, destete y ganancia diaria de peso al destete según el grupo al que pertenecen sus madres.	59

1. RESUMEN

Las parasitosis por nematodos gastrointestinales pueden disminuir la producción de las majadas, haciéndolas menos rentables. El método más utilizado en el control de los nematodos gastrointestinales son los antihelmínticos y su administración indiscriminada constituye uno de los factores que presiona a la resistencia antihelmíntica. Además, los fármacos dejan residuos en los tejidos y causan impacto biológico en el ambiente, y los envases descartados se transforman en desechos. Por tales motivos, es imprescindible realizar un manejo integrado en el control de los nematodos gastrointestinales. La utilización de animales genéticamente resistentes a nematodos gastrointestinales, medidos a través de su Diferencia Esperada de Progenie para Huevos por Gramo de materia fecal constituye una herramienta en el control integrado de nematodos gastrointestinales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la resistencia genética en ovejas de cría Merino Australiano previamente categorizadas como resistentes (DEP para HPG de -0,45 a -0,24) o susceptibles (DEP para HPG de 0 a 0,41) a nematodos gastrointestinales, a lo largo de un ciclo productivo, con énfasis en momentos clave (preservicio, parto, alza de lactación y destete), sobre la evolución de la carga parasitaria, parámetros clínicos, sanguíneos y productivos. El trabajo se realizó de marzo a diciembre de 2019 en la Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto de la Universidad de la República. Se usaron 42 ovejas de cría de 2 a 6 años de edad, seleccionadas del Núcleo de Resistencia a Parasitosis Gastrointestinales según su DEP para HPG (resistentes $n=24$, susceptibles $n=18$), pastorearon juntas durante todo el período sobre campo natural y recibieron el mismo tratamiento sanitario. Se obtuvieron muestras y registros de las ovejas en 8 fechas. Se registró FAMACHA®, peso vivo y condición corporal. Se tomaron muestras fecales para estimar la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales (técnica de Mc Master) y la identificación de los géneros a partir de larvas obtenidas en los cultivos (técnica de O'Sullivan), las cuales fueron procesadas en el Laboratorio de Parasitología del CENUR Litoral Norte Salto, Universidad de la República. En las muestras de sangre se analizó hematocrito, recuento de glóbulos rojos, recuento de glóbulos blancos y concentración de Hemoglobina en el Laboratorio Texeira, Salto. La determinación de las concentraciones de proteínas séricas (proteínas totales, albúmina y globulinas) fue realizada en el Laboratorio de Bioquímica (Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay). Se obtuvo información sobre las condiciones meteorológicas: temperatura, humedad relativa y precipitaciones. Las precipitaciones acumuladas, la temperatura media y humedad relativa media mensuales en la Estación Experimental de Agronomía de Salto, entre marzo y diciembre de 2019, en general fueron mayores en comparación a las registradas en el mismo período entre los años 1961-1990. El servicio de las ovejas fue a través de inseminación artificial a tiempo fijo, el 4 de abril, y posterior repaso con carneros. La preñez fue confirmada por ecografía en dos ocasiones, el 15 de mayo y el 13 de junio. La parición ocurrió entre el 30 de agosto y el 22 de setiembre, registrando el tipo de nacimiento (único o mellizo), sexo y peso vivo al nacer, y lote de parto. Se evaluaron 48 corderos, 28 hijos de ovejas del grupo resistente, de los cuales 8 fueron mellizos y 20 hijos de ovejas del grupo susceptible, de los cuales 6 fueron mellizos. Se determinó el peso vivo a la señalada (31 de octubre), el peso vivo al destete y la condición corporal al destete (27 de diciembre) y se estimó la ganancia diaria de peso. En la mayor parte del período de estudio se registró un recuento de

HPG superior significativo en el grupo susceptible. La mayor eliminación de huevos de nematodos gastrointestinales por parte de las ovejas de ambos grupos ocurrió durante el alza de lactación, siendo más elevado en las del grupo susceptible. Los grupos resistente y susceptible tuvieron un perfil de nematodos gastrointestinales similar a lo largo del experimento, lo que podría indicar que la resistencia genética a nematodos gastrointestinales no modificaría los géneros prevalentes. El género *Haemonchus* spp. tuvo mayor predominio en primavera, verano y otoño, y *Trichostrongylus* spp. en los meses invernales. El peso vivo y la condición corporal tuvieron una evolución similar durante el período de estudio y el grupo resistente no mostró diferencias superiores con el grupo susceptible. La variable FAMACHA® mostró diferencias entre los grupos solamente luego del máximo conteo de HPG, registrado durante el alza de lactación, con valores desfavorables en los animales susceptibles. Los registros de hematocrito, hemoglobina y recuento de glóbulos rojos tuvieron un comportamiento similar y al aumentar las exigencias fisiológicas (amamantamiento de las crías) y el desafío parasitario (alza de lactación), las ovejas susceptibles empeoraron su desempeño hematológico. En cambio, las ovejas del grupo resistente tuvieron valores más altos en el hemograma y dentro del rango normal en más ocasiones que las ovejas del grupo susceptible para estas variables sanguíneas, sobre todo para hematocrito y hemoglobina. En la etapa temprana de la gestación las ovejas susceptibles y resistentes no difirieron en las concentraciones séricas de Proteínas Totales, Albumina y Globulinas. La concentración de Proteínas Totales tuvo una evolución similar en ambos grupos, disminuyó hasta octubre y aumentó en diciembre. El grupo al que perteneció la madre, resistente o susceptible, no incidió en los pesos vivos al nacimiento, señalada, destete, ganancia diaria de peso y condición corporal al destete de los corderos. En cambio, los pesos de los corderos fueron afectados por sexo, lote de parto en que nacieron y el tipo de nacimiento, único o mellizo. Teniendo en cuenta todas las variables analizadas en este estudio, se considera que la práctica de incorporar ovinos resistentes a nematodos gastrointestinales en forma sostenida en el tiempo permitiría obtener un mejor desempeño global de la majada, menor contaminación de las pasturas con huevos de nematodos gastrointestinales y reducir costos en antihelmínticos y en mano de obra.

2. SUMMARY

Gastrointestinal Nematodes infestation can reduce productive performance of sheep flocks and therefore the profit. The most used method of gastrointestinal nematodes control are anthelmintic drugs, and their indiscriminate use leads to anthelmintic resistance. Furthermore, these drugs leave residues in tissues and have a biological impact on the environment, and the packaging becomes waste. This leads to the need of an integrated approach to control gastrointestinal nematodes. One aspect of this integrated control is the use of sheep genetically selected for to control gastrointestinal nematodes resistance, based on their expected progeny difference for faecal egg count. The aim of this study was to evaluate the impact of genetic resistance to control gastrointestinal nematodes of resistant (FEC EPD of -0.45 to -0.24) or susceptible (FEC EPD of 0 to 0.41) Merino ewes along a productive cycle, with emphasis on key moments (pre-mating, pre-parturition, spring rise and weaning) on the evolution of parasite load, blood parameters and productive indicators. The study was done from March to December 2019 at the “Estación Experimental

Facultad de Agronomía Salto” of the Universidad de la República, Uruguay. Forty-two Merino ewes (age 2 to 6 years) were selected from the gastrointestinal nematodes Resistance Selection Flock, according to their FEC EPD (24 resistant and 18 susceptible ewes). The ewes grazed throughout the experiment on native pastures and were managed as one flock, receiving the same health treatments. Samples were taken on eight occasions and data on body weight (kg), body condition score and FAMACHA® were recorded. Faecal samples were collected to estimate the gastrointestinal nematodes parasite infestation (McMaster) and genus were identified in larvae cultures (O’Sullivan) at the Parasitology Lab at CENUR Litoral Norte Salto, Universidad de la República. Blood samples were analyzed for hematocrit, red blood cell count, white blood cell count, hemoglobin concentration at Laboratorio Texeira, Salto. Serum protein concentrations were measured at the Biochemistry Lab (Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay). Information on weather conditions was available: temperature, relative humidity and rainfall. Monthly accumulated rainfall, mean temperature and mean relative humidity at “Estación Experimental Facultad de Agronomía Salto” from March to December 2019 were higher compared to the mean historical values (1961-1990). The ewes were timed artificially inseminated on the 4th of April and were joined with rams thereafter. Pregnancy was confirmed by ultrasound on May 15th and June 13th. Parturition occurred between 30th of August and the 22nd of September. At birth, sex, birth weight, type of birth (single or twin) and birth lot (first or second) were recorded. Forty-eight lambs were evaluated: 28 born to resistant ewes, eight of which were twins, and 20 born to susceptible ewes, six of which were twins. Marking weight (kg, 31st of October), weaning weight (kg, 27th of December) and body condition score at weaning were recorded and daily weight gain (g) was calculated. Faecal egg count was significant higher in susceptible ewes for the most part of the study period. The highest FEC was recorded in both groups during the spring rise, with the highest FEC levels recorded for the susceptible ewes. The gastrointestinal nematodes profile during the experiment was similar in both groups, which could indicate that genetic resistance to gastrointestinal nematodes does not modify the prevalence of the different parasites. *Haemonchus* spp. was predominant during spring, summer and autumn, and *Trichostrongylus* spp. during winter. Body weight and body condition score showed similar changes during the study in both groups. FAMACHA® was only different between the groups when FEC was maximum during the spring rise, with the highest values for the susceptible ewes. Haematocrit, hemoglobin and red blood cell count were similar for both groups until physiological requirements increased (lactation) as well as the infestation challenge (spring rise) when the susceptible ewes worsened their haematological performance. On the other hand, resistant ewes maintained higher hemogram values and within the normal range on more occasions than the susceptible ewes, mainly regarding haematocrit and hemoglobin. In the early stage of pregnancy, the susceptible and resistant ewes did not differ in concentrations of total proteins, albumin and globulins. Total protein concentrations varied over time similarly in both groups, decreasing toward October and increasing in December. Lamb birth weight, marking weight, weaning weight, daily weight gain and body condition score at weaning was not affected by dam’s group, resistant or susceptible. On the other hand, the weight of the lambs was affected by sex and birth type. Taking into account all of the variables analysed in this study, consistently adding sheep genetically resistant to gastrointestinal nematodes into a flock over time would allow improvement in flock performance, reduction in contamination of

pastures with gastrointestinal nematodes eggs and of costs of anthelmintic drugs and labour.

3. INTRODUCCIÓN

La ganadería es el principal rubro de especialización productiva del Uruguay. La comparación de los Censos agropecuarios de los años 1990, 2000 y 2011 indica que el país experimentó una reducción y un desplazamiento de la superficie destinada a la ganadería, debido principalmente a que aumentaron las regiones forestales y agrícolas y se redujo la región ovejera. En este escenario, los vacunos pasaron de 8,7 a 10,3 y 11,1 millones de cabezas, mientras la majada nacional se redujo drásticamente de 25,2 a 13,2 y 7,5 millones de cabezas, respectivamente, para los años mencionados (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias, 2015). La mayor concentración de la actividad ovejera ocurre en los suelos de menor aptitud pastoril, preservando las zonas de mayor aptitud para la agricultura, lechería e invernada de bovinos. La superficie ganadera ovejera se redujo un 36 % en el período comprendido entre los años 2000 y 2011, utilizando el 3 % de la superficie total ocupada por la actividad agropecuaria (ganaderas, agrícolas, arroceras, lecheras, agricultura intensiva y forestales), que equivale a 507.000 hectáreas de un total de 16.357.000 hectáreas. En el año 1990 correspondía al 40 % y en 2000 al 9 % (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias, 2019). En el año agrícola 2017/2018 las existencias ganaderas vacunas fueron 11,5 millones y 6,4 millones de ovinos, indicando mayor reducción en el stock ovino. En este período se produjeron 1.099 mil toneladas de carne vacuna, 42 mil toneladas de carne ovina y 25,5 mil toneladas de lana en base sucia. Por su parte la relación lanar vacuno fue 0,56. Los ovinos y bovinos generalmente pastorean juntos en un régimen mixto. Los bovinos cosechan pastos largos, mientras que los lanares, que tienen mayor capacidad de selección por tener un menor arco dentario y labios más móviles, consumen pastos cortos como hierbas enanas y leguminosas nativas, compitiendo por el campo natural únicamente en situaciones de escasez forrajera, por ejemplo, durante el invierno (Pereira, 2011).

La producción ganadera de un establecimiento depende de varios factores, siendo los más importantes la nutrición, el manejo, la sanidad y el mejoramiento genético. En este sentido, las parasitosis en general, y los NGI (nematodos gastrointestinales) en particular, disminuyen la producción de las majadas, tanto de carne como de lana, causando mortandad, pérdidas de energía que se reflejan en un retraso en el crecimiento, una disminución de la ganancia diaria de peso, en el peso de vellón y en la calidad de la lana, haciendo menos eficiente su industrialización, obteniendo el productor un menor ingreso (Barreda, Dorado y Tonna, 2016; Nari y Cardozo, 1987). A nivel reproductivo, inciden negativamente en la tasa ovulatoria y de procreo al disminuir la fertilidad, fecundidad y prolificidad y en la concentración espermática en ovinos en las condiciones del Uruguay (Fernández-Abella, Castells, Piaggio, Deleón, 2006; Fernández-Abella, Hernández-Russo, Villegas, 2006; Hernández-Russo, Villegas, Fernández-Abella, 2020). El método más utilizado y difundido en el control de los NGI es el químico. En relación a esto, el uso indiscriminado de los antihelmínticos es uno de los factores que presiona para que se manifieste la resistencia de los NGI y se expresa por una pérdida o disminución de la eficacia de

estos antiparasitarios en el control. Por otro lado, la utilización de fármacos tiene otras limitantes como los residuos que dejan en los tejidos y el impacto que causan en el ambiente (Bonino, 2002). En este sentido, ciertos fármacos al ser eliminados por el animal pueden afectar negativamente a seres vivos beneficiosos presentes en el suelo. Es conocido el impacto producido por las lactonas macrocíclicas cuando se eliminan en la materia fecal, provocando efectos adversos sobre la fauna asociada al estiércol, por ejemplo, los escarabajos estercoleros (Pérez et al., 2018). Así como también el producido por los envases de los fármacos que una vez utilizados se descartan, transformándose en residuos generados por la actividad.

Teniendo en cuenta las limitantes del uso exclusivo de los fármacos, se vuelve imprescindible realizar un manejo integrado en el control de los efectos adversos de los NGI mediante alternativas eficaces para disminuir el uso de productos químicos. Una herramienta para el control integrado consiste en la utilización de animales genéticamente resistentes a NGI, medidos a través de su Diferencia Esperada de Progenie (DEP) para Huevos por Gramo (HPG) de materia fecal. En el año 1988 se formó en el Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) un núcleo resistente de ovejas Corriedale, y en el 2003 uno divergente (susceptible), donde el único criterio de selección fue el DEP para HPG. En el 2009 se realizó inseminación artificial sincronizada a ovejas de ambos núcleos, y se las evaluó en el alza de lactación. Los resultados indicaron un recuento de HPG de aproximadamente 10 veces más alto en las ovejas de la línea susceptible (Castells y Gimeno, 2010). En 2011 se estimaron la heredabilidad, repetibilidad y correlación genética oveja-cordero de la resistencia a NGI, a través del HPG, durante el período del parto y pos-destete en ovinos Merino Australiano uruguayo de los departamentos de Salto y Artigas, Uruguay. La heredabilidad y la repetibilidad del HPG de los corderos fue 0,25 y 0,34, respectivamente. En las ovejas la heredabilidad y la repetibilidad del HPG fue 0,08 y 0,18, respectivamente. La correlación genética entre ambos caracteres fue 0,81. La conclusión de este trabajo es que la heredabilidad del HPG corderos fue moderada y en ovejas fue baja, permitiendo la selección genética para ambos caracteres. La correlación genética entre ambos caracteres fue moderada o alta, por lo que al seleccionar ovinos jóvenes para resistencia genética a NGI, indirectamente se seleccionan futuras madres que eliminarían menor cantidad de huevos y contaminarían menos las pasturas (Goldberg, 2011). En una población de animales la distribución de la carga parasitaria no es uniforme. Una pequeña proporción de animales porta una gran cantidad de parásitos. Estos animales son los responsables de mantener y/o aumentar las poblaciones de parásitos en el ambiente (Gasbarre y Miller, 2000; Stear et al., 2007, citados por Goldberg, 2011). En este contexto diversas líneas de investigación se basaron en la identificación de animales con mayor respuesta inmunitaria, que deriva en una disminución en el uso de los antiparasitarios (Casaretto, 2002). Los animales con menor DEP para HPG tienen recuentos de NGI más bajos, contaminan menos las pasturas y así disminuye la incidencia de las parasitosis, favoreciendo su control. La selección genética ha permitido obtener ovinos resistentes a NGI en distintas partes del mundo (Castells y Gimeno, 2010; Goldberg, 2011).

Este trabajo tiene el objetivo de aportar información a la producción ovina en cuanto al comportamiento sanitario de la oveja de cría, basados en el DEP para HPG, contribuyendo a fortalecer el control de los NGI. En este escenario se propuso estudiar el comportamiento sanitario y productivo de ovejas de cría Merino Australiano a lo largo de su ciclo productivo, con énfasis en momentos clave como lo son el preservicio, parto, alza de lactación y destete, en aspectos tales como evolución de HPG de NGI, identificación de géneros parasitarios, condición corporal, FAMACHA®, así como parámetros sanguíneos, hematocrito, hemoglobina, recuento de glóbulos rojos y blancos, proteínas totales, albúminas y globulinas.

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1. Nematodos gastrointestinales de los ovinos

4.1.1. Influencia de los nematodos gastrointestinales en la producción ovina

Entre los ovinos y los NGI ocurre una relación que puede dañar en diferente grado a los hospedadores, influyendo en su ciclo productivo (Lapage, 1976). Las parasitosis gastrointestinales repercuten en el comportamiento productivo de los ovinos, atribuyéndole una disminución de la ingesta, ineficiente digestión y absorción de nutrientes, pérdida de nitrógeno endógeno a través de las lesiones que derivan en una menor deposición de tejidos (músculo y grasa) y minerales (huesos). La presencia de parásitos aumenta las pérdidas de energía utilizable por el ovino haciendo más ineficiente su producción (Nari y Cardozo, 1987). Esto conlleva a un retraso del crecimiento, disminución del peso vivo hasta un 24 %, de la producción de lana hasta en un 29 % y de la calidad de la misma que repercute en su valor y aptitud para la industrialización. Asimismo, pueden ocasionar mortandad de hasta un 50 % en categorías jóvenes y generar efectos permanentes en el peso vivo de hasta un 8 % de disminución (Castells, Nari, Gayo, Mederos y Pereira, 2013). A nivel reproductivo inciden negativamente en la tasa ovulatoria y de procreo al disminuir la fertilidad, fecundidad y prolificidad y en la concentración espermática en ovinos en las condiciones del Uruguay (Fernández Abella et al., 2006; Hernández Russo et al., 2020). La infección por nematodos produce un efecto similar al que ocasiona una desnutrición (Castells et al., 2013; Nari y Cardozo, 1987; Sykes, 1987). Además, la pérdida de nitrógeno endógeno provoca un aumento en los requerimientos proteicos del animal (Mederos, 2002). El grado de afectación del desempeño productivo depende de la magnitud de la parasitosis, de la resistencia inmunitaria montada por el ovino, del clima, del manejo de la majada y del estado de las pasturas. La distribución de los NGI no es similar en todos los ovinos, la mayoría de los animales portará una pequeña cantidad de helmintos, mientras que una minoría contendrá un elevado número (Tizard, 2009).

Las pérdidas productivas sumadas a los gastos en antihelmínticos y mano de obra requerida para el control de los NGI afectan la rentabilidad de la empresa ganadera (Nari y Cardozo, 1987).

4.1.2. Taxonomía y morfología

Taxonómicamente los NGI que parasitan a los ovinos pertenecen al phylum Nematelminthes, clase Nematoda y los principales géneros se muestran en la Tabla 1. Morfológicamente los nematodos poseen cuerpo cilíndrico, fusiforme y alargado y las estructuras del extremo anterior y/o posterior permiten la identificación. En el extremo anterior está la boca, y la cavidad bucal está recubierta por una cutícula gruesa que puede formar una cápsula bucal provista de estructuras vulnerantes como dientes o estiletos y a los lados del esófago papilas cervicales en caso de estar presentes (Lapage, 1976). En el extremo posterior los machos del orden Strongyloidea presentan una bursa copuladora que consta de 2 lóbulos laterales y uno dorsal pequeño. Los lóbulos se sostienen por radios que contienen fibras musculares. Otras estructuras presentes son espículas, gubernáculo o telamón que participan en la cópula (Bowman, 2011; Lapage, 1976).

Tabla 1. Taxonomía de los principales parásitos del phylum Nematelminthes de los ovinos

Clase	Orden	Familia	Género
Nematoda	Strongyloidea	Strongylidae	<i>Oesophagostomum</i>
		Trichostrongylidae	<i>Haemonchus</i> <i>Ostertagia</i> <i>Trichostrongylus</i> <i>Nematodirus</i> <i>Cooperia</i>
	Trichuroidea	Trichuridae	<i>Trichuris</i>

(Fuente: Lapage, 1976)

4.1.3. Ciclo biológico

En aspectos generales el ciclo evolutivo de los Strongyloidea es similar para todos los géneros y se ilustra en la Figura 1. Es directo o monoxeno, caracterizándose por presentar 5 estados larvarios y mudas o ecdisis entre ellos, pasando luego a estado adulto (Fiel y Steffan, 1994; Lapage, 1976). El ciclo presenta dos fases, una interna o parasitaria que es la que ocurre en el hospedador y una externa que se desarrolla en la pastura. La población en los animales es muy baja en relación a las poblaciones en refugio (Nari y Cardozo, 1987; Soulsby, 1987). Los huevos son eliminados al exterior junto con las heces del ovino. La materia fecal es la principal protección de las formas de vida libre, proporcionando condiciones de temperatura y humedad adecuadas para su desarrollo (Suárez, Olaechea, Romero y Rossanigo, 2007). En aproximadamente 15 h, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad, eclosionan las larvas 1 (L1) que se alimentan de detritos, bacterias y otros microorganismos presentes en las heces, el pasto y el suelo (Mederos, 2002). La primera muda ocurre y se transforman en larva 2 (L2), de igual hábito alimentario que la L1. Luego la L2 muda y se transforma en larva 3 (L3), conservando la vaina de la L2. La L3 constituye la forma infectante para el ovino. Estas migran hacia las

pasturas favorecidas por las lluvias, e ingresan al organismo del hospedador al ser ingeridas junto con los pastos. La vía oral es la vía de infección. En rumen o abomaso, por acidificación del medio, las larvas pierden la vaina de la L2 instalándose en su hábitat definitivo en el sistema digestivo. Luego realizan 2 mudas más, de L3 a larva 4 (L4) y de L4 a larva 5 (L5). Finalmente alcanzan el estado adulto, diferenciándose en machos o hembras. Posteriormente ocurrirá la cópula y las hembras comenzarán la postura de huevos que serán eliminados al ambiente. El período prepatente varía de 2 a 4 semanas según la especie de nematodo (Bowman, 2011; Castells et al., 2013).

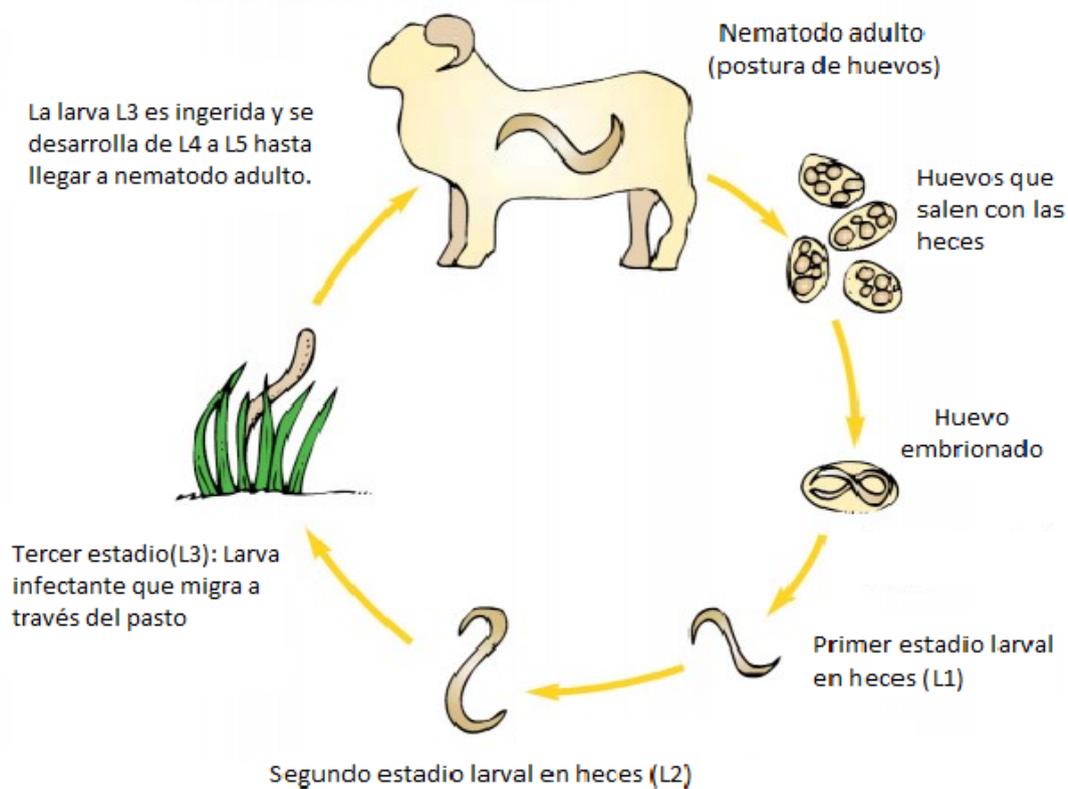


Figura 1. Esquema del ciclo biológico de los nematodos gastrointestinales del ovino (Fuente: adaptado de EggsAct, 2020)

Los *Trichostrongylideos* presentan huevos que no son muy resistentes a las condiciones ambientales (Simón y Simón, 1999). Las condiciones climáticas de temperatura y humedad relativa regulan la distribución y frecuencia de muchas infecciones parasitarias al influir en la tasa de eclosión de los huevos, en el desarrollo y supervivencia de las larvas en la pastura (Gómez y Rojo, 1999). La temperatura óptima para el desarrollo larvario se encuentra en el rango de 22 °C a 26 °C. La humedad óptima es del 100 %, y la mínima es de 85 %. Las condiciones extremas de frío y calor o baja humedad disminuyen la supervivencia de las larvas. Por debajo de 5 °C o por encima de 30 °C, las larvas de algunas especies se desarrollan con tasas de eclosión bajas y elevadas mortalidades larvarias (Mederos, 2002).

4.1.4. Respuesta del ovino frente a nematodos gastrointestinales

La respuesta inmunitaria desplegada por el animal frente a infecciones por helmintos incluye la inmunidad innata y el desarrollo de la inmunidad adquirida. Los componentes innatos comprenden características del hospedador, de tipo hormonal (edad y sexo), características genéticas, y también la influencia de otros parásitos presentes. Los ovinos comienzan a desarrollar competencia inmunológica entre los 6 y 9 meses de vida (Nari y Cardozo, 1987).

Los helmintos tienen una gruesa cutícula extracelular que les brinda protección (Lapage, 1976). Algunos de ellos presentan una envoltura adicional secretada por sus glándulas, denominada glucocálix. Esta capa es rica en carbohidratos y puede tener un rol importante en los mecanismos de evasión del parásito frente a la respuesta inmunitaria de los hospedadores (Simón y Simón, 1999). La misma no puede ser perforada por el complejo de ataque a la membrana del complemento ni por las perforinas de los linfocitos T. Para enfrentarlos, el sistema inmune utiliza células que puedan destruir su cutícula o atacarlos a través de su sistema digestivo (Tizard, 2009).

Los principales antígenos de los helmintos son de dos tipos: productos solubles de excreción o secreción y antígenos somáticos, aquellos que están ligados a la superficie del parásito. Las proteasas de los helmintos también son potentes inductores de reacciones alérgicas, y actúan directamente sobre los mastocitos y los basófilos, induciendo su desgranulación. Los helmintos inducen una respuesta de tipo Th2, con la activación de macrófagos por la vía alternativa, caracterizada por la producción de IL-4, IgE, eosinófilos y mastocitos. Debido a esto, generalmente, las infecciones por helmintos se asocian a los signos de la hipersensibilidad de tipo I, presentando eosinofilia, edema y dermatitis urticante. La producción de IgE mediada por linfocitos Th2, es esencial para el control de la carga parasitaria, lo que se evidencia en la reacción autocurativa en ovejas infectadas por *Haemonchus contortus*. En la mucosa del intestino o el abomaso, los parásitos secretan antígenos los cuales son reconocidos por las IgE que están ligadas a los mastocitos. Esta unión antígeno anticuerpo induce la desgranulación mastocitaria y liberación de moléculas vasoactivas, citoquinas y proteasas, que estimulan la contracción del músculo liso y el aumento de la permeabilidad vascular. La citoquina IL-13, producida por los linfocitos Th2, provoca un estímulo para la proliferación acelerada de las células intestinales que, sumado a las fuertes contracciones de la musculatura intestinal y el incremento de la permeabilidad de los capilares intestinales, producen la extravasación de fluido hacia la luz intestinal, ocasionando el desprendimiento y la expulsión de muchos parásitos (Tizard, 2009).

La desgranulación de los mastocitos atrae eosinófilos por medio de moléculas quimiotácticas. La IL-5 producida por los linfocitos Th2, también promueve la liberación de eosinófilos desde la médula ósea a la circulación. Otras quimioquinas, CCL11, CCL24 y CCL26, también tienen actividad quimiotáctica selectiva para los eosinófilos. Los eosinófilos, por medio de sus receptores Fc, se unen directamente a

los parásitos, produciéndose su desgranulación y liberando el contenido de sus gránulos, oxidantes, óxido nítrico, enzimas líticas, como lisofosfolipasa y fosfolipasa D, y ribonucleasas, directamente sobre la cutícula del parásito (Tizard, 2009).

La respuesta dependiente de IgE mediada por eosinófilos es el mecanismo más importante de resistencia a las larvas de helmintos, aunque también hay otras inmunoglobulinas con función protectora. Los mecanismos implicados incluyen la neutralización de las proteasas larvarias mediada por anticuerpos, el bloqueo de los poros anal y oral de las larvas por los inmunocomplejos y la inhibición de la ecdisis y el desarrollo larvario por los anticuerpos dirigidos contra los antígenos de la exuvia. Algunos helmintos logran adaptarse y sobrevivir, evadiendo la respuesta inmune del hospedador. Para esto emplean varias estrategias, como lo son la pérdida de antigenicidad por mimetismo molecular, absorción de antígenos del hospedador, variación antigénica, despojamiento del glucocálix, bloqueo de los anticuerpos y tolerancia (Tizard, 2009).

La resistencia genética de un animal puede estimarse de forma directa, mediante la genética molecular, o indirectamente a través de la genética cuantitativa. La genética molecular estudia, principalmente, el complejo mayor de histocompatibilidad (MHC), que está vinculado a la respuesta inmunitaria (Castells, 2004). El MHC está constituido por un grupo de genes que codifican glicoproteínas, llamadas moléculas de histocompatibilidad, que se ubican en la superficie de las células del animal, las cuales cumplen la función de receptoras de fragmentos antigénicos. Cuando estas moléculas son reconocidas por los receptores de antígeno de los linfocitos T, proceso denominado «restricción por el MHC», se inicia una respuesta inmune adquirida (Abbas, Lichtman y Pillai, 2015; Tizard, 2009). La genética cuantitativa, por su parte, estudia la respuesta fenotípica del animal y determina el componente genético de dicha respuesta. Esta se puede determinar de varias formas: estimando la carga parasitaria, a través del recuento de parásitos o indirectamente a través del recuento de HPG, estudio del hematocrito, titulación de anticuerpos, estudio de los antígenos linfocitarios ovinos y recuento de eosinófilos (Castells, 2004). Se ha demostrado la influencia genética, por ejemplo, en la mayor resistencia a los helmintos en ovejas portadoras de hemoglobina de tipo A (HbA), frente a *H. contortus* y *Teladorsagia circumcincta*, en comparación con aquellas que portan hemoglobina de tipo B. Las ovejas con HbA desarrollan una respuesta autocurativa más eficaz contra estos helmintos y otros antígenos (Tizard, 2009).

4.2. Nematodos gastrointestinales en ovinos del Uruguay

4.2.1. Géneros presentes y frecuencias relativas

Los principales NGI de los ovinos en Uruguay registrados en estudios realizados en el año 1977 (Nari, Cardozo, Berdie, Canabez y Bawden 1977) se presentan en la Tabla 2. Las frecuencias relativas de los NGI obtenidas entre los años 2007 y 2009 en investigaciones realizadas por las instituciones Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL), Dirección de Laboratorios Veterinarios (DILAVE), Instituto Nacional de

Investigación Agropecuaria (INIA), Facultad de Veterinaria y de Agronomía se muestran en la Tabla 3.

Tabla 2. Nematodos gastrointestinales del ovino en Uruguay según hábitat y frecuencia relativa (FR), registrados en 1977

Hábitat	Nematodos gastrointestinales	FR (%)
Abomaso	<i>Haemonchus contortus</i>	43
	<i>Ostertagia (Teladorsagia) circumcincta</i>	-
	<i>Trichostrongylus axei</i>	12
Intestino delgado	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	26
	<i>Nematodirus filicollis</i>	11
	<i>Nematodirus spathiger</i>	-
	<i>Strongyloides papillosus</i>	-
Intestino grueso	<i>Cooperia punctata</i>	-
	<i>Oesophagostomum venulosum</i>	-
	<i>Trichuris ovis</i>	-

(Fuente: adaptado de Castells et al., 2013)

Tabla 3. Frecuencias relativas de nematodos gastrointestinales del ovino entre los años 2007 y 2009

Nematodos gastrointestinales	Frecuencias relativas (%)
<i>H. contortus</i>	35,1
<i>T. colubriformis</i>	31,9
<i>T. axei</i>	10,3
<i>N. spathiger</i>	7,7
<i>Cooperia</i> spp.	7,5
<i>T. circumcincta</i>	4,8

(Fuente: adaptado de Castells et al., 2013)

Estos datos indican la importancia de *H. contortus* y *T. colubriformis* ya que continúan siendo las especies más frecuentes, acumulando entre ambas el 67 % de los NGI encontrados. Por lo que es significativo revisar la época del año y las condiciones meteorológicas que les son favorables para proliferar (Castells et al., 2013). La mayoría de los NGI de los ovinos tienen un comportamiento estacional (Lapage, 1976).

4.2.2. *Haemonchus contortus*: epidemiología, patogenia y signos clínicos

En Uruguay *H. contortus* es denominado comúnmente “lombríz del cuajo” y solamente se encuentra en el abomaso. Los machos miden de 10 a 20 mm y las hembras de 18 a 30 mm de longitud, siendo uno de los NGI más importante debido a su mayor patogenicidad asociada al hábito hematófago y prevalencia. Presenta un potencial biótico muy alto, de 5 000 a 10 000 huevos por día, los cuales cuando

salen del hospedero contienen una mórula y no son resistentes a la desecación ni al frío. El período de prepatencia es de 16 a 18 días (Castells et al., 2013; Lapage, 1976). Es de clima cálido, cosmopolita y se ha adaptado a estas latitudes. En el invierno el desarrollo de las formas de vida libre está limitado, aunque aumentos puntuales de temperatura permiten su evolución instalándose la parasitosis o enfermedad clínica, que se manifiesta primero en los animales más débiles de la majada. El verano intenso también es una limitante para su desarrollo por las altas temperaturas y baja humedad, siendo en el otoño generalmente cuando existe gran contaminación del ambiente y oferta de larvas infectantes ya que las temperaturas medias y la humedad son óptimas (Castells et al., 2013; Nari y Cardozo, 1987).

Este nematodo ha desarrollado una estrategia parasitaria, la hipobiosis, que consiste en la inhibición de la evolución en el estadio de L4, con detención de su ciclo biológico dentro del hospedador, manteniendo un bajo metabolismo hasta que las condiciones ambientales externas sean favorables para retomarlo. En Uruguay ha sido descrita la hipobiosis para *Ostertagia* spp. en bovinos y para *Haemonchus* spp. en ovinos. En el caso de *H. contortus* es una adaptación biológica a la baja humedad, al fotoperíodo corto y a las temperaturas bajas que se dan durante el invierno. El desarrollo masivo de larvas hipobióticas durante la lactación de la oveja contribuye a la generación del alza de lactación (Nari y Cardozo, 1987). La capacidad innata del parásito para provocar la hipobiosis tiene una base genética (Simón y Simón, 1999).

Las L4, L5 y las formas adultas son hematófagas y lesionan la mucosa del abomaso con sus lancetas bucales produciendo una gastritis. La enfermedad se puede presentar como un cuadro hiperagudo, agudo, subagudo o crónico. En la forma hiperaguda no hay síntomas, pudiendo morir el animal en menos de 7 días. En la forma aguda hay anemia, disminución del hematocrito e hipoalbuminemia con posterior formación de edemas, pudiendo ser mortal y se da sobre todo en corderos. En el cuadro subagudo las pérdidas son subclínicas, hay una eritropoyesis obligatoria para reponer la sangre perdida y en la presentación crónica se sobrepasan los mecanismos de compensación (Castells et al., 2013; Lapage, 1976). A la necropsia del ovino se observan las lesiones causadas por *H. contortus* como erosión, ulceración y pequeños coágulos en la mucosa del abomaso, ascitis, pericarditis y pleuritis. El hígado se presenta con degeneración adiposa de aspecto claro y friable a la palpación (Lapage, 1976).

4.2.3. *Trichostrongylus colubriformis*: epidemiología, patogenia, signos clínicos

Trichostrongylus colubriformis es un nematodo pequeño y delgado, el macho mide entre 4,5 y 5 mm de longitud, en tanto que la hembra mide de 5 a 7 mm. Su cápsula bucal es muy poco desarrollada. Los huevos, similares a todos los trichostrongilideos son ovoides, poseen cáscara fina y lisa y salen al exterior segmentados. Es una especie que parasita intestino delgado, precisamente en el duodeno de ovinos, caprinos, bovinos y otros rumiantes. El período prepatente es de 21 días y el

potencial biótico de 100 a 200 huevos por día (Lapage, 1976). Se presenta en regiones de clima templado y frío. Los niveles de infección más altos ocurren a finales del otoño y comienzo del invierno, mientras que los niveles más bajos se dan en verano. Las L3 infectantes sobreviven en el pasto durante el invierno, aumentando la traslación hacia el ovino, empeorando la situación de la majada de cría asociada a la baja calidad de las pasturas (Bowman, 2011; Castells et al., 2013). En infecciones masivas, entre 10000 y 100000 o más parásitos, se produce una diarrea acuosa que se prolonga en el tiempo y causa debilitamiento, principalmente cuando hay desnutrición o estrés. Al comienzo las heces son semisólidas y poco después se vuelven acuosas y verde oscuro, fenómeno denominado “disentería negra”, manchando la lana de los cuartos traseros. Esto puede atraer moscas y favorecer las miasis. A la necropsia se observa un cadáver delgado, lesiones en el duodeno y por el reducido tamaño de los parásitos pueden no ser fácilmente evidenciados. Si la majada no experimenta una infección masiva y no hay problemas de nutrición y estrés no se produce una enfermedad grave (Bowman, 2011).

4.2.4. Nematodos gastrointestinales y ciclo productivo del ovino

Debido a que Uruguay se encuentra en su totalidad en zona templada y carece de accidentes geográficos marcados, la distribución de los NGI es similar en todo el país, por lo que se pueden realizar consideraciones generales a aplicar en todo el territorio (Mederos, 2002). En el verano, al destetar los corderos disminuyen de manera significativa los requerimientos energéticos de las ovejas de cría y comienzan a recuperar estado corporal y ganar peso de cara a la próxima encarnada, que generalmente se realiza en marzo-abril. En esta época la oferta de pasturas no es limitante y las ovejas no preñadas pueden considerarse más resistentes a infecciones por nematodos, aunque las poblaciones de *H. contortus* pueden aumentar considerablemente si se dan las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, afectando el estado general de la majada. Es factible encontrar además otras especies como *T. colubriformis* y *O. circumcincta*. Los corderos de destete, por el contrario, son la categoría más susceptible a la infección, sufriendo sus efectos y contaminando las pasturas con huevos de NGI (Eady, Dobson y Barnes, 1997; Nari y Cardozo, 1987). A medida que los corderos se exponen a desafíos parasitarios, los recuentos de huevos disminuyen, debido al desarrollo de inmunidad contra los parásitos (Adams, 1988). Una vez realizada la encarnada, a principios del otoño, las necesidades energéticas de la oveja de cría son de mantenimiento por los tres meses siguientes aproximadamente, predominando generalmente *H. contortus*, *T. axei* y *T. colubriformis*. Los borregos diente de leche presentan un perfil parasitario similar a las ovejas, pero con una mayor proporción del género *Nematodirus*. A medida que descienden las temperaturas medias y aumenta el porcentaje de humedad las poblaciones de *H. contortus* disminuyen a valores mínimos y simultáneamente aumentan las de *T. colubriformis*. La cantidad y calidad de las pasturas disminuye, quedando más expuestas las L3, incrementándose la tasa de traslación de estas hacia el ovino y aumenta el número de larvas hipobióticas de *H. contortus*. Durante el invierno la ineficiencia productiva de la majada se atribuye principalmente al déficit nutricional y

a las parasitosis, siendo el momento del año en que el género *Trichostrongylus* es más prevalente. Sin embargo, aumentos puntuales de temperatura y humedad pueden provocar una haemonchosis, por el rápido desarrollo de L3. Antes de comenzar la primavera los requerimientos de la majada de cría se triplican a los de mantenimiento, por el gran desarrollo y crecimiento que experimenta el feto, sin que las pasturas satisfagan generalmente estas necesidades nutricionales. Luego del parto, entre la sexta y octava semana postparto ocurre el alza de lactación en la oveja de cría. El alza de lactación es el incremento de la intensidad de la parasitosis que se evidencia mediante el aumento en la eliminación de huevos de NGI durante el periparto y la lactancia temprana de las ovejas de cría parasitadas (Castells et al., 2013). Se atribuye a que, durante este período, ocurre una pérdida temporaria de la inmunidad adquirida (Romero y Boero, 2001). El alza de lactación constituye una importante fuente de contaminación de las pasturas para los corderos recién nacidos y para las ovejas, mediante los huevos eliminados (Nary y Cardozo, 1987).

Este fenómeno es multicausal, contribuyendo al mismo el aumento de la fecundidad de las hembras de nematodos, el establecimiento de nuevas infecciones, la ineficiencia en el control de la infección establecida y el desarrollo de larvas hipobióticas. A su vez, el cordero al pie de la madre, si bien es lactante también consume pasturas por lo que es muy susceptible a la infección por NGI que proviene principalmente de larvas residuales en refugio y de los huevos eliminados por la oveja (Nari y Cardozo, 1987).

4.3. Estrategias para el control de nematodos gastrointestinales

Las estrategias de control están direccionadas a la disminución de la carga parasitaria y/o de los estadios de vida libre, debido a que los parásitos se encuentran en amplia mayoría distribuidos sobre las pasturas y un bajo porcentaje sobre el hospedador. Los objetivos están dirigidos a que los NGI no afecten la salud y la producción de los hospedadores y por ende la economía del establecimiento. Para estos fines, además de la epidemiología también se deben tener en cuenta el manejo de las pasturas y la edad, estado fisiológico y etapa productiva del ovino. Las diferentes estrategias se deben combinar y no utilizarlas en forma individual, promoviendo un control integrado de parásitos (Castells, Romero, Mederos y Nari, 2013; Nari, 2008).

4.3.1. Antihelmínticos

La utilización de antihelmínticos es el método de control más difundido y es una herramienta relativamente económica y con resultados apreciables en el corto plazo sobre el desempeño del ovino (Nari y Cardozo, 1987). Se sustenta en el hecho de que si se emplean a la dosis indicada por el fabricante resultan tóxicos para los parásitos, mientras para los hospedadores los efectos son mínimos sobre su salud y productividad, aunque pueden presentar limitantes que deben ser tenidas en cuenta (Lanusse, 1994; Bowman, 2011). Los antihelmínticos pueden ser de amplio o de reducido espectro de acción. Los disponibles en el mercado se detallan en la Tabla 4.

Tabla 4. Antihelmínticos disponibles en el mercado según el espectro de acción

Antihelmínticos de amplio espectro	Antihelmínticos de espectro reducido
Bencimidazoles	Organofosforados
Imidazotiazoles	Salicilanilidas
Lactonas macrocíclicas	
Amino-acetonitrilo derivados	
Espiroindoles	

(Fuente: Castells et al., 2013)

Las dosificaciones según el criterio con el que se aplican pueden ser estratégicas cuando se realizan en momentos clave del ciclo fisiológico productivo del ovino, considerando la dinámica de las poblaciones de NGI y la época del año. Las dosificaciones estratégicas fundamentales se realizan en la encarnerada, el parto, el posparto y el destete, independientemente del tipo de manejo que se realice. Con el objetivo de maximizar su efecto en el tiempo se deben aplicar en conjunto con el manejo de pasturas seguras procurando que los ovinos una vez que reciben el tratamiento antihelmíntico sean alojados en pasturas con baja oferta parasitaria. Por su parte, las dosificaciones tácticas son las que se realizan entre las dosificaciones estratégicas y generalmente responden a consecuencias climáticas propicias para el desarrollo de los NGI, principalmente de temperatura y humedad,

adquiriendo valor orientativo el recuento de HPG. En cambio, las dosificaciones curativas generalmente se realizan cuando se evidencian signos de parasitosis o bien cuando hay muertes de ovinos y si bien el recuento de los HPG es de utilidad, más recomendado es la necropsia parasitaria para decidir la pertinencia del tratamiento. Otro criterio puede ser las dosificaciones múltiples, se efectúan cada 4 y 6 semanas durante todo el año, siendo una práctica compleja desde el punto de vista del manejo al trasladar los animales frecuentemente, requiere mayor gasto de antihelmínticos y de mano de obra y aumenta el riesgo de la presión de selección para la quimiorresistencia. No obstante, se pueden implementar en situaciones de manejo puntuales. Las dosificaciones supresivas son una variante de las múltiples y consisten en realizar un tratamiento antihelmíntico cada 2 semanas con el objetivo de cortar el ciclo de los nematodos antes que comience su postura y que contaminen la pastura (Nari y Cardozo, 1987).

Las desventajas principales del uso de fármacos en el control de los NGI son, además de presionar para la manifestación de la resistencia a los antihelmínticos, los residuos en carne y leche y la contaminación del ambiente, siendo un riesgo para la salud humana y la diversidad biológica (Castells et al., 2013; Nari, 2008). El empleo de antihelmínticos como recurso principal en el control favoreció la aparición de resistencia por parte de los NGI en países que explotan fuertemente el rubro ovino, como, Australia, Nueva Zelanda, Sud África y Uruguay (Castells, 2008).

4.3.1.1. Resistencia antihelmíntica

La resistencia antihelmíntica (RA) es la capacidad que tienen algunos helmintos de tolerar dosis de antihelmínticos que son letales para el resto de la población de la misma especie (Craig, 1993; FAO, 2004). Es el resultado de la selección activa de genes realizada por los mismos antihelmínticos administrados, responsables de sortear el efecto letal de estos fármacos, además tiene carácter hereditario (Coles y Simkins, 1977; FAO, 2004). El principal mecanismo utilizado por los helmintos para adquirir resistencia a los químicos sería a través de la disminución en la afinidad de los receptores para el fármaco (Nari, 2003).

Los principales factores que favorecen el desarrollo de la RA son: frecuencia de dosificación, subdosificación, inadecuada calidad de las drogas administradas, falta de rotación de grupos químicos e introducción de animales portadores de parásitos resistentes (Bonino, 2004). Los mayores porcentajes de resistencia antihelmíntica se registran en *Trichostrongylus* spp. y *Haemonchus* spp., que a su vez son los géneros de NGI más prevalentes y patógenos en los ovinos (Bonino y Mederos, 2003). Además, el uso de antihelmínticos de eficacia parcial genera pérdidas productivas en el sector ovino (Aroztegui, Rodríguez y Tort, 2013).

En los años 1994 y 1995, DILAVE y SUL estudiaron la prevalencia de la resistencia antihelmíntica en ovinos en el Uruguay y, concluyeron que el 92,5 % de los predios presentaba algún tipo de resistencia antihelmíntica (86 % a bencimidazoles, 71 % a levamisoles y 1,2 % a las ivermectinas) (Nari, Salles, Gil, Waller y Hansen, 1996). Posteriormente, en 1999 y 2001, otros estudios nacionales mostraron que el 91 % de los establecimientos presentó resistencia a los bencimidazoles, 65 % al levamisol

e ivermectina y 62,5 % a closantel. En 2002 y 2003, INIA Tacuarembó indicó que la resistencia a ivermectina, moxidectin y naftalophos continúa en aumento (Mederos, Montossi, Banchemo y Rodríguez, 2007). En el año 2014 se publica un trabajo realizado en las Estaciones experimentales Glencoe de INIA Tacuarembó y Unidad de Ovejas de INIA La Estanzuela, en el que se comprueba la existencia de resistencia al monepantel por parte de *H. contortus* en ovinos (Mederos, Ramos, Banchemo, 2014). En el Uruguay, en bovinos, la RA fue confirmada principalmente para ivermectina y moxidectin (Salles, Rodríguez, Cardozo, Rizzo y Cardozo, 2004).

En Australia también hay trabajos que indican la existencia de resistencia antihelmíntica en pequeños rumiantes (Shalaby, 2013). En Austria se encontró que las poblaciones de *H. contortus* y *T. colubriformis* en los ovinos presentaban una alta frecuencia de alelos resistentes a los bencimidazoles, detectados mediante la prueba de polimorfismos de nucleótido simple (Hinney, Schoiswohl y Melville, 2020). En Argentina hay numerosos estudios que indican el desarrollo de nematodos resistentes a múltiples drogas, principalmente en pequeños rumiantes y también en bovinos (Anziani y Fiel, 2015).

4.3.2. Manejo

Las diferentes estrategias de manejo del pastoreo tienen como fundamento disminuir la coincidencia entre formas infectantes de los parásitos y el hospedador. En el pastoreo mixto del campo natural entre ovinos y bovinos, posible por las condiciones topográficas y climáticas del Uruguay, se aprovecha el hecho que ambos rumiantes comen distintos estratos del tapiz contribuyendo a estabilizar las especies del campo natural, complementándose y no compitiendo por el forraje y, por otro lado, existe una baja tasa de infección cruzada entre los nematodos que los parasitan. El pastoreo alterno es otra alternativa que consiste en colocar ovinos de destete en pasturas consideradas seguras por el hecho de que fueron pastoreadas previamente con bovinos adultos (Mederos et al., 1997; Selles, 2002). Si esta práctica es acompañada de una dosificación estratégica en el momento del destete se reducen significativamente los riesgos parasitarios. Por otra parte, el pastoreo rotativo consiste en dividir un potrero en parcelas y alternar períodos de utilización de una parcela con períodos libres de pastoreo, o sea descanso, con la limitante de que no sería beneficiosa la utilización de la pastura en ciertos momentos del año y el control parasitario está más vinculado a las condiciones climáticas que al sistema de pastoreo. La dilución del pastoreo es otra estrategia, se relaciona a que los niveles de riesgo de infección parasitaria de los ovinos disminuyen a medida que a la superficie pastoreada se incorporan bovinos resistentes lo que resulta en un pastoreo mixto. Esta medida, además, mejora la productividad en los sistemas que son manejados solo con bovinos, pudiendo incorporar ovinos a baja carga sin que implique un riesgo parasitario para ambas especies (Castells et al., 2013). El uso de pasturas seguras, del punto de vista parasitario, en campo natural, praderas o avenas, permite disminuir el número de dosificaciones y obtener mayor peso vivo final de los ovinos en pastoreo (Mederos et al., 2000).

4.3.3. Efectos nutracéuticos de las pasturas

El consumo de plantas que contienen una cantidad considerable de taninos condensados puede contribuir a la disminución de los NGI de los ovinos (Castells et al., 2013; Mederos, Montossi, De Barbieri y Cuadro, 2004), de manera directa, o indirectamente mediante la absorción de proteínas de sobrepaso en el intestino delgado que fortalecen la capacidad inmunitaria del ovino. Los ejemplos de plantas forrajeras que contienen taninos condensados son la sulla (*Hedysarum coronarium*) y algunas especies del género *Lottus*, como *L. uliginosus* y *L. corniculatus*. Por su parte, la achicoria (*Cichorium intybus*) también contribuye a la disminución de los NGI, pero los metabolitos secundarios responsables son lactonas sesquiterpénicas (Castells et al., 2013). El quebracho, *Schinopsis* spp., también tiene un efecto antihelmíntico cuando se administra como parte de la dieta, debido a que contiene taninos condensados. La suplementación proteica por medio de leguminosas como *Lottus pedunculatus* cv Maku y *Trifolium repens* (trébol blanco), o mezclas con *Holcus lanatus*, cuando aporta niveles de proteínas más elevados que los requeridos para el mantenimiento del ovino, también es beneficiosa en el control de los NGI (Mederos et al., 2004).

4.3.4. Control biológico

En investigaciones realizadas en diversos países, con organismos vivos utilizados para el control biológico de los NGI, se ha sugerido el uso de escarabajos estercoleros u hongos nematófagos de los géneros *Arthrobotrys* y *Duddingtonia*, concluyendo que podrían ser una alternativa de aplicación práctica en sistemas pastoriles (Bonino, 2004). Los hongos se administrarían vía oral al ovino y ya en el ambiente, en la materia fecal, impedirían la contaminación de las pasturas por larvas L3. Esta estrategia tiene ciertos inconvenientes al trasladarla desde el plano de la investigación al comercial (Castells et al., 2013).

4.3.5. Uso de vacunas

El desarrollo de vacunas para controlar las poblaciones de nematodos constituye otra alternativa. En este sentido, se han obtenido resultados exitosos en el caso de los nematodos pulmonares (Bonino, 2004). En relación a los NGI, se evaluó la posibilidad de desarrollar vacunas conteniendo antígenos de larvas o de productos de secreción o excreción de la forma adulta. También se ha investigado con antígenos ocultos del intestino de *H. contortus* de gran capacidad antigénica. La vacunación experimental de corderos y cabritos contra la aminopeptidasa intestinal de *H. contortus* provocó un descenso significativo en el número de parásitos y en su fecundidad (Tizard, 2009). Se están mejorando las tecnologías para hacer posible su aplicación a escala comercial (Castells et al., 2013).

4.3.6. Selección genética

4.3.6.1. Origen de la selección por resistencia genética a nematodos gastrointestinales

Existen numerosos estudios sobre la resistencia genética de bovinos y ovinos a determinadas parasitosis. En zonas tropicales y subtropicales es posible obtener bovinos más resistentes a la infestación por garrapatas y otros parásitos, mediante cruzamientos con razas cebuinas (Cordero del Campillo, 1999). Pereira de Oliveira y Mello (1990) evaluaron el comportamiento de bovinos cruza *Bos taurus* por *Bos indicus* (Holando por Guzerá), y encontraron mayor grado de infestaciones con *Boophilus microplus* y *Dermatobia hominis* a medida que se incrementó el porcentaje de sangre europea.

En relación a la resistencia del ovino a las nematodosis gastrointestinales, Castells (2008) realizó una revisión del tema en donde cita las contribuciones de diferentes autores. Entre ellas se menciona que los primeros aportes fueron realizados por Roos en 1932 y por Withlock en 1958. Posteriormente, en Australia, en 1970, Le Jambre y Piper estudiaron aspectos genéticos de este rasgo, y en 1976, en Armidale, se crearon líneas divergentes. En 1979 Baker, Bisset, Garrick y Blair investigaron sobre el tema en Nueva Zelanda. En 1987, en Inglaterra, Albers, estudió la descendencia de un carnero Merino Australiano resistente. También se cita en la revisión trabajos en Kenya, Sudáfrica, EUA, Reino Unido, Francia y Uruguay.

La resistencia es entendida como la habilidad del hospedador de evitar la infección parasitaria o de poder eliminarla una vez que fue parasitado (Castells et al., 2013). La resistencia del ovino incluye dos conceptos: regulación y protección. La regulación es la barrera que monta el ovino frente a los estados parasitarios de NGI afectando su desarrollo, persistencia y fecundidad. Frente al desafío larvario que ofrecen las pasturas ocurre una ingestión de larvas infectantes, pero éstas no se adicionan a las ya existentes, sino que sustituyen a las formas adultas que se pierden. No es atribuible específicamente al sistema inmune del hospedero. La protección es el impedimento al establecimiento de los parásitos y es consecuencia de reiteradas infecciones del hospedador. La protección solo se presenta en algunos individuos de una población, contribuyendo a su manifestación y permanencia factores inmunológicos, hereditarios, edad, estado fisiológico y nutricional del ovino. Por tener un componente hereditario es lenta en manifestarse (Nari y Cardozo, 1987). La resistencia genética desarrollada por los ovinos frente al establecimiento de infecciones por NGI tiene un fuerte componente inmunológico y su respuesta dependerá de los estímulos antigénicos previos a los que el ovino se enfrenta (Emery, McClure y Wagland B, 1993). A su vez, los animales jóvenes controlan de manera menos eficiente el establecimiento de NGI que los adultos (McClure, 2000). En el año 1997 Baker y Bishop y luego Morris en el 2007 citados por Castells et al. (2013) distinguen los conceptos de resiliencia y tolerancia. La resiliencia es la capacidad de mantener niveles productivos aún bajo desafíos parasitarios, en tanto la tolerancia es la condición del ovino parasitado para tolerar sus efectos.

A partir de la segunda mitad del siglo XX se desarrollaron líneas de investigación en Australia, Nueva Zelanda, Inglaterra, Uruguay y Argentina, que analizaron el componente genético de la resistencia a los NGI por parte de los ovinos. En un estudio realizado en Uruguay con 5116 corderos de una Central de Prueba de Progenie de Corriedale y 9 establecimientos conectados se determinaron dos medidas de HPG, la primera a los 7,6 meses y la segunda a los 11,2 meses. La heredabilidad obtenida de la característica HPG se situó en $0,21 \pm 0,020$, mientras que las correlaciones genéticas del nivel de HPG con características productivas como peso de vellón sucio, peso de vellón limpio y diámetro de fibra fueron negativas y cercanas a cero, siendo más negativas para peso vivo (Castells et al., 2013). Las correlaciones negativas en esta situación significan efectos favorables en los parámetros productivos, salvo en el diámetro de la fibra, si constituye un carácter de selección, que aumentaría al disminuir el HPG (Castells, 2008). Benavides, Souza, Moraes, Berne y Ledur (2010), en un trabajo realizado en Río Grande del Sur, concluyeron que, al utilizar ovinos Merino Australiano resistentes a NGI, no se modificaron la producción de lana ni los pesos al nacer y al destete, mientras que el peso pos-esquila aumentó.

Según Simm (1998), el profesor Henderson de la Universidad de Cornell, Estados Unidos en el año 1949 propuso, con el objetivo de realizar evaluaciones genéticas, un procedimiento estadístico conocido como BLUP o “mejor predictor lineal insesgado”, por su sigla en inglés. El modelo funciona elaborando una matriz de relaciones entre todos los animales que se evalúan y muestra las proporciones observadas de genes en común. Es una metodología que separa la genética del ambiente (manejo y alimentación), aunque los evalúa simultáneamente y así elabora predicciones con buena precisión de los valores de cría. Para esto debe existir un vínculo genético entre los grupos contemporáneos (GC) de manera que el modelo BLUP pueda estimar los efectos ambientales, es decir que los grupos evaluados deben estar conectados. Con esta metodología los efectos ambientales y genéticos se separan de forma más efectiva con respecto a otros métodos tradicionales. La inclusión de información del desempeño de todos los parientes de los individuos evaluados al predecir los valores de cría aumenta la precisión de la selección y, por lo tanto, la respuesta a la selección. Los métodos para predecir los valores de cría requieren estimaciones de las heredabilidades, varianzas y covarianzas genéticas y fenotípicas entre los rasgos que se evalúan. La diferencia esperada en la progenie (DEP) estimada de un individuo para un rasgo evaluado es la mitad del valor de cría de sus padres para el rasgo considerado, como lo indica la siguiente ecuación: $DEP_{hijo} = 1/2 DEP_{padres} = 1/2 DEP_{padre} + 1/2 DEP_{madre}$. La predicción de valores genéticos a través de las ecuaciones de modelos mixtos (EMM) de Henderson con el modelo animal es la herramienta más confiable para la selección de padres y madres, y el grado de conectividad de los datos es uno de los factores que incide en su calidad. La predicción de valores genéticos puede ser sesgada si los GC están desconectados, disminuyendo la confiabilidad de sus comparaciones. Las EMM se usan para predecir los valores genéticos (VG) de los animales, ya que utilizan todas las relaciones genéticas aditivas de la población a evaluar, maximizando la exactitud de las predicciones. Esta metodología supone que al incorporar los efectos

ambientales en el modelo las comparaciones entre los méritos genéticos de animales nacidos en diferentes GC son apropiadas. Si estos GC no están conectados genéticamente de manera apropiada, existe el riesgo de cuantificar las diferencias genéticas entre GC como diferencias ambientales. La calidad de las evaluaciones genéticas depende de numerosos factores, en particular de la estructura de los datos. Para características de baja heredabilidad, estos sesgos se pueden disminuir mediante la evaluación conjunta con características de mayor heredabilidad y altamente correlacionadas, por una mejoría en la conectividad genética (Magaña, Núñez, Ramírez y Rodríguez, 2012). Las DEP permiten comparar animales contemporáneos, de distinta edad, categoría, manejados en forma diferente y de distintos países, siempre y cuando se encuentren conectados (Ciappesoni, Montossi y Ganzábal, 2007).

4.3.6.2. Evaluaciones genéticas en ovinos en Uruguay

En el sector ovino del Uruguay el flujo de genes cumple con el patrón jerárquico empleado por la mayoría de los países productores de ovinos, donde existen estratos “superiores” y “multiplicadores”, para luego recién diseminar esos genes en las majadas comerciales, por lo que el progreso genético de la majada nacional dependerá de los logros y avances alcanzados en la parte superior de la pirámide. Se debe hacer un uso correcto de los “carneros de referencia” para que la población evaluada esté vinculada. La base de datos con que cuenta el SUL almacena información de identificación de los animales, sobre registros de producción y pedigrí. A cada animal se asigna un número de 12 dígitos llamado SULAR_ID, que incluye raza, establecimiento, año de nacimiento y la identificación del animal. La cantidad de datos registrados ha permitido la investigación de diferentes modelos de evaluación y las estimaciones de heredabilidad y correlaciones genéticas para las razas Merino Australiano y Corriedale (Gimeno y Cardellino, 2006). La evaluación objetiva de los reproductores y la posterior selección de los genéticamente superiores es uno de los pilares básicos para lograr los objetivos de cualquier programa genético (Guitou, 2004). El aumento en la producción es posible a través de la mejora genética por ser un proceso permanente y acumulativo en el tiempo. Pero se debe tener en cuenta que es un camino lento por lo que los resultados obtenidos son poco notorios en lo inmediato. La posibilidad de incorporar la característica HPG, como un DEP más y utilizar los reproductores con valores favorables para esta característica permite obtener generaciones de ovinos más resistentes, es decir con menor HPG que la media poblacional, e ir descartando los animales más susceptibles, lo que contribuiría a disminuir la contaminación de las pasturas y, a la vez, reducir el uso de antihelmínticos (Cardellino y Rovira, 1987; Sotomaior, 1997).

En Uruguay las evaluaciones genéticas comenzaron en el año 1994 con la creación de las Centrales de Prueba de Progenie (CPP) para las razas Corriedale, Ideal y Merino. Desde el 2001 se han incorporado cabañas a estas evaluaciones. Las mismas se conectaron mediante el uso de carneros en común y dieron origen a las Evaluaciones Genéticas Poblacionales (EGP). Actualmente se dispone de EGP

realizadas por el INIA y el SUL para varias razas: Corriedale, Ideal, Merilin, Merino Australiano, Romney Marsh y Texel. También se efectúan evaluaciones intramajada en cabañas de las razas Highlander, Poll Dorset, Hampshire Down y Merino Dohne, y en las majadas experimentales de INIA de las razas Merino Dohne, Frisona Milchschaaf y Finnish. Se evalúan rasgos de importancia económica relacionadas con la producción de lana y carne de calidad. Adicionalmente, se realiza la evaluación genética de porcentaje de partos múltiples en la raza Corriedale y de resistencia genética a NGI en las razas Merino Australiano y Corriedale. En los últimos años hubo un sostenido aumento del número de cabañas evaluadas, pasando de 11 cabañas en el 2001 a 86 para la progenie nacida en el 2011. Las mismas se ubican en distintas regiones del país y crían sus animales en diferentes sistemas de producción, por lo tanto, las diferencias entre las medias son causadas tanto por efectos ambientales como genéticos. Asimismo, en dicho período se incrementó considerablemente el número de animales, pasando de 3740 a 25259 nuevos corderos y corderas incorporados anualmente al sistema. La raza mayoritaria es la Corriedale representando un 57 % de los datos y un 47 % de las cabañas evaluadas. En segundo lugar, se encuentra la raza Merino Australiano con un 21 % tanto de datos como de cabañas evaluadas. El incremento se ha dado también en las características registradas y evaluadas, pasando de 8 DEP y 2 índices de selección en 2001 a 20 DEP, incluyendo el DEP de HPG, y 5 índices para la progenie 2011 (Ciappesoni, Gimeno y Coronel, 2014). Entre los años 1994 y 2017 se logró incorporar en las EGP 263432 datos productivos y 358105 datos genealógicos de las razas Corriedale, Merino Australiano, Ideal, Merilin, Romney Marsh, Texel, Highlander, Poll Dorset, Merino Dohne, Frisona Milchschaaf, Ile De France, Hampshire Down, Corriedale Pro y Cruza Merilin (Ciappesoni y Gimeno, 2018). En el año 1998 en el Campo Experimental del SUL ubicado en Cerro Colorado, departamento de Florida, se formó un núcleo de ovinos de la raza Corriedale resistente a NGI. En el 2003 se generó una línea divergente (susceptible). La comparación del recuento de HPG entre ambas líneas en los años sucesivos mostró que los recuentos de la línea susceptible fueron al menos 2,3 veces superiores (Castells y Gimeno, 2010).

A partir del año 2014 en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS) comenzó el proyecto INNOVAGRO “Aumento del retorno económico, reducción del impacto ambiental y mejora del bienestar animal mediante la selección de ovinos Merino Australiano resistentes a las parasitosis gastrointestinales”. Se constituyó un núcleo seleccionado por mérito genético en HPG con el objetivo de generar registros de la resistencia a las parasitosis internas de los ovinos y se comenzó a realizar la investigación de criterios de selección que en el futuro podrían utilizarse como alternativa, o en conjunto con el recuento de HPG (Universidad de la República, Facultad de Agronomía, 2016). Los resultados logrados en el progreso genético demuestran la consolidación de las EGP en Uruguay. El desafío a futuro será transformar los sistemas de evaluación actuales en Programas Nacionales de Mejora Genética donde se incorpore de forma estratégica la información fenotípica, genética (DEP) y de marcadores moleculares (polimorfismos de nucleótido simple, SNP), aumentando el progreso genético en las cabañas y su llegada a las

poblaciones comerciales con el fin de maximizar el beneficio económico de las mismas (Ciappesoni et al., 2014).

5. HIPÓTESIS

Ovejas de menor DEP para HPG (de -0,45 a -0,24; resistentes) tendrán un mejor desempeño productivo que las de mayor DEP para HPG (de 0 a 0,41; susceptibles), evidenciado por un menor recuento de HPG, menor índice de FAMACHA®, hemograma y proteinemia en el rango normal, menores fluctuaciones en el peso vivo (PV) y condición corporal (CC) durante su ciclo productivo, así como corderos de mayor peso vivo al nacer (PVN), a la señalada (PVS) y al destete (PVD).

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

Evaluar variables productivas, clínicas, hematológicas y parasitológicas en ovejas de cría Merino Australiano previamente categorizadas como resistentes (DEP para HPG de -0,45 a -0,24) o susceptibles (DEP para HPG de 0 a 0,41) a nematodos gastrointestinales (NGI) a lo largo del ciclo productivo.

6.2. Objetivos específicos

- Evaluar la dinámica de eliminación de huevos y de los géneros de NGI en ovejas de cría Merino Australiano resistentes y susceptibles desde el pre-servicio hasta el destete.
- Evaluar el efecto de los NGI en las ovejas de cría resistentes y susceptibles, mediante la determinación del peso vivo, condición corporal, grados de FAMACHA®, hemograma y proteínas séricas.
- Determinar el peso vivo al nacer (PVN), peso vivo a la señalada (PVS) y peso vivo al destete (PVD) de los corderos y analizar si los corderos de ovejas resistentes tienen un mejor desempeño que los de ovejas susceptibles.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Lugar de estudio

El trabajo se realizó en la Estación Experimental de Facultad de Agronomía Salto (EEFAS), de la Universidad de la República, situada a 21,5 km de la ciudad de Salto sobre la ruta 31, paraje San Antonio, en la 6ª seccional policial de Salto. En la Figura 2 se sitúa geográficamente la EEFAS.

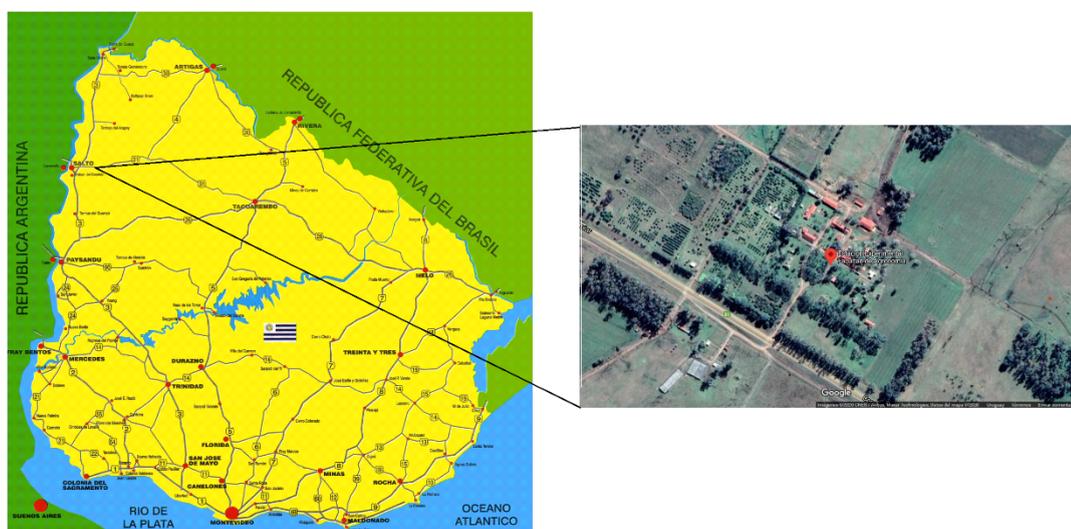


Figura 2. Ubicación de la EEFAS
(Fuente: Mapas del Uruguay, 2020)

La Estación cuenta con 1019 hectáreas dedicadas a la ganadería, agricultura, lechería, horticultura y citricultura (Bisio, 2020). Presenta un índice CONEAT promedio 92, donde predominan los tipos de suelos Vertisoles Háplicos (Grumosoles), Brunosoles Éutricos Típicos, Litosoles Éutricos Melánicos y Litosoles Subéutricos Melánicos (Barreda et al., 2016; MGAP-CONEAT (s/f); Vieragro, 2020).

7.2. Condiciones meteorológicas

Si bien Uruguay tiene un clima templado, se caracteriza por la existencia de una gran variabilidad interanual en cuanto a precipitaciones (Baethgen y Giménez, 2010, citado por Castells et al., 2013), mostrando un coeficiente de variación mayor al 50 % en cualquier punto del territorio nacional (Perez, 2016). Las precipitaciones están distribuidas homogéneamente en el año. La humedad relativa tiene valores promedios mensuales máximos de 80 %, en julio, y mínimos de 65 %, en enero (Castells et al., 2013). La región del noroeste del país es más cálida, con una temperatura media de 18 a 19 °C y un promedio de precipitaciones de 1400 mm anuales. En cambio, en el sur y este del país la temperatura media es de 16 °C y las precipitaciones anuales promedio son de 1000 mm (Ministerio de Turismo y Deporte; s/f).

7.2.1 Precipitaciones en EEFAS

Los registros de precipitaciones acumuladas mensualmente en EEFAS, entre marzo y diciembre de 2019, fueron mayores en comparación a las registradas en el mismo período entre los años 1961-1990, excepto en los meses de marzo, abril, mayo y julio. En el transcurso de este experimento, entre marzo y diciembre de 2019, el registro máximo de precipitaciones ocurrió en diciembre y el mínimo en julio. Los registros pluviométricos de EEFAS del período de estudio y los promedios mensuales de los años 1961 al 1990 se indican en la Figura 3.

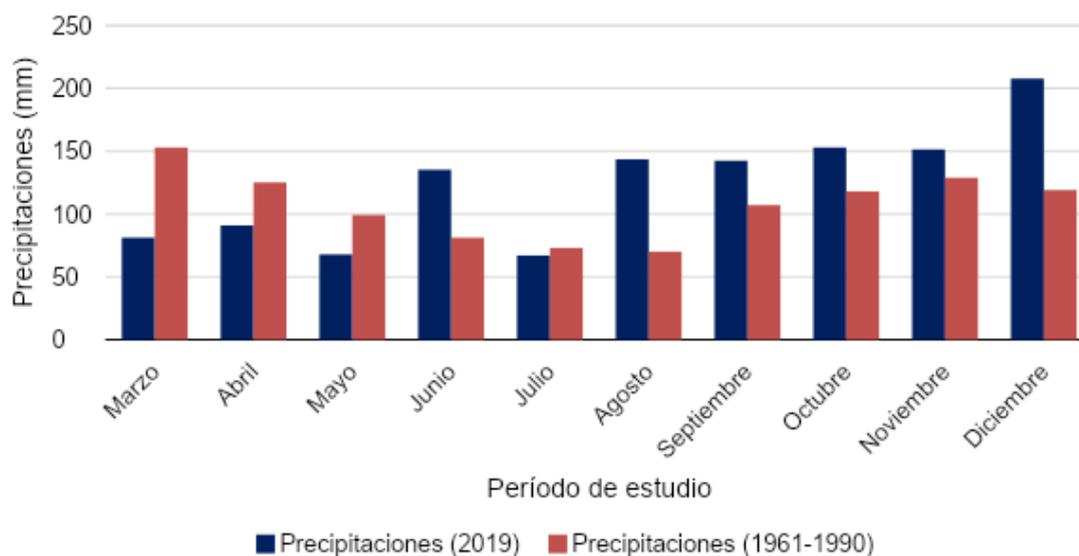


Figura 3. Precipitaciones promedio mensuales durante el experimento, comprendido entre marzo y diciembre de 2019 comparadas con los registros promedio mensuales registrados entre los años 1961-1990

7.2.2. Temperatura en EEFAS

Las temperaturas promedio mensuales en EEFAS, desde marzo a diciembre de 2019, fueron mayores en comparación a las registradas en el mismo período entre los años 1961-1990, con excepción de los meses de agosto y setiembre, donde el promedio histórico se situó por encima del período de estudio, y julio, donde los registros fueron idénticos. Durante el experimento, entre marzo y diciembre de 2019, la temperatura media mensual más elevada se registró en diciembre, y la mínima en julio. Los registros de las temperaturas medias mensuales de EEFAS en 2019 y los promedios mensuales entre los años 1961 y 1990 se indican en la Figura 4.

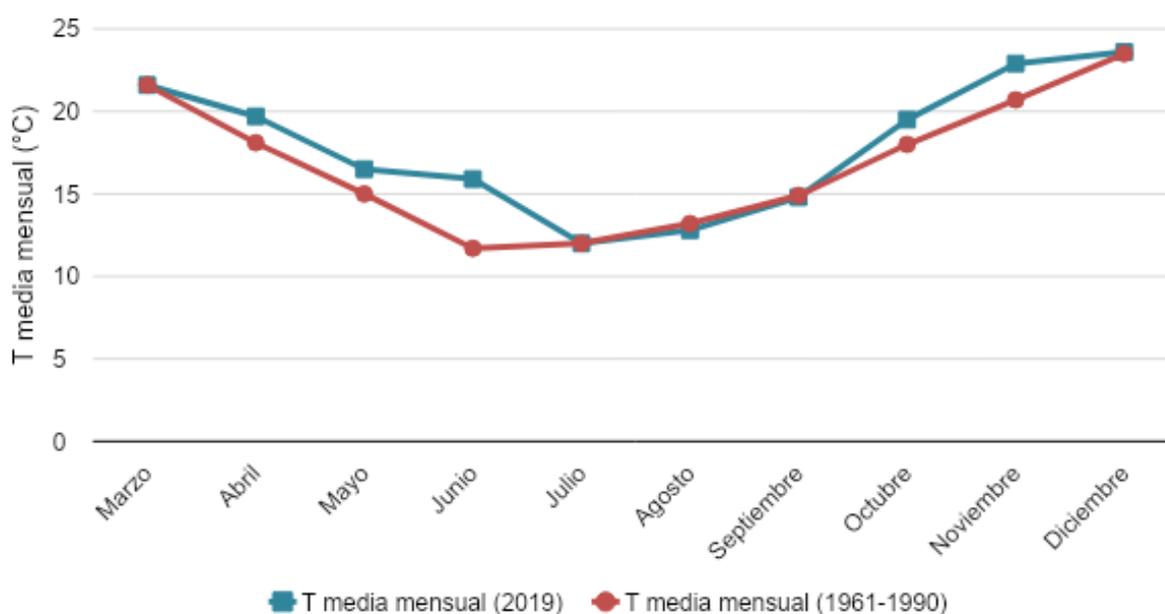


Figura 4. Registro y evolución de las temperaturas medias mensuales en EEFAS durante el período en estudio, entre marzo y diciembre de 2019, y comparación con el mismo lapso de tiempo en el período histórico, 1961-1990

7.2.3. Humedad Relativa en EEFAS

La humedad relativa promedio en EEFAS durante el experimento, entre marzo y diciembre de 2019, fue superior a los registros obtenidos para este mismo periodo entre los años 1961 y 1990, excepto en los meses de noviembre y diciembre. El registro máximo de humedad relativa promedio ocurrió en julio y el mínimo en diciembre. Los registros de humedad relativa promedio durante el experimento y su comparación con las medias históricas se presentan en la Figura 5.

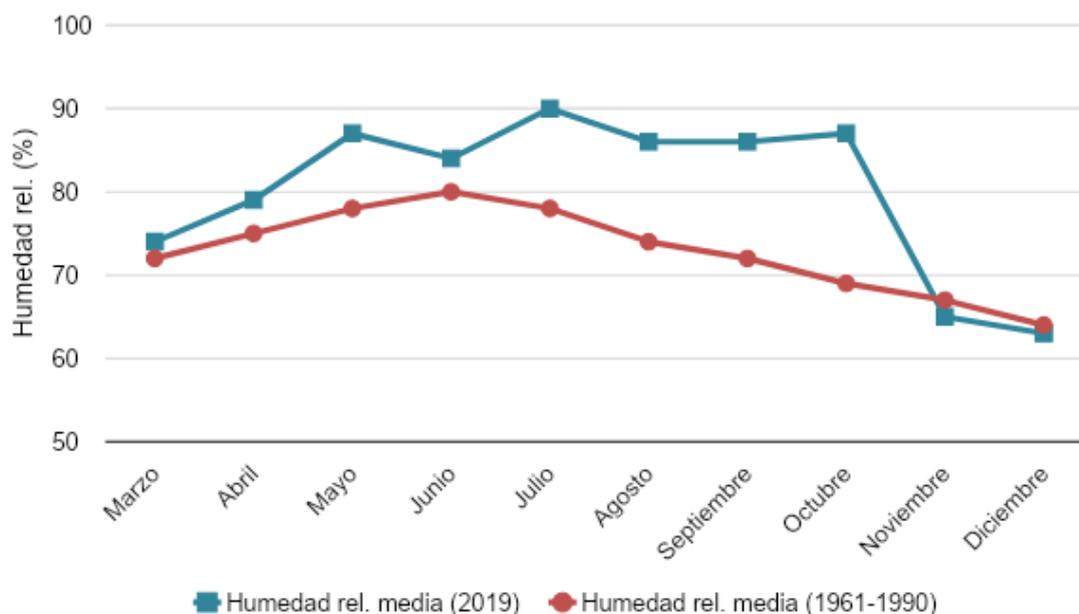


Figura 5. Registro y evolución de la humedad relativa media entre marzo y diciembre de 2019, y comparación con el período histórico 1961-1990

7.3. Animales y su manejo

Se realizó el estudio en ovejas de cría Merino Australiano nacidas entre los años 2013 y 2017, pertenecientes a la EEFAS, durante el período comprendido desde el pre-servicio hasta el destete, entre marzo y diciembre de 2019. Las ovejas fueron seleccionadas del Núcleo de Resistencia a Parasitosis Gastrointestinales según su DEP para HPG y agrupadas como “resistentes” las que tenían DEP negativo (-0,45 a -0,24), o como “susceptibles” las que tenían DEP positivo (0 a 0,41). El experimento comenzó con 57 ovejas (resistentes $n = 35$, susceptibles $n = 22$), luego del diagnóstico de gestación se continuó con 42 ovejas (resistentes $n = 24$, susceptibles $n = 18$) con preñez confirmada por ecografía. Los grupos experimentales tuvieron las mismas medidas sanitarias, reproductivas, nutricionales, de manejo y compartieron los mismos potreros que el resto de la majada de cría. Los animales estaban identificados individualmente con caravanas numeradas, como se indica en la Figura 6.



Figura 6. Identificación individual mediante caravana visual

Las ovejas pertenecientes a la majada experimental se observan en la Figura 7, en distintos momentos del período de estudio.



Figura 7. Majada experimental de Merino Australiano. A: al momento del servicio (abril 2019); B: en el parto (agosto 2019)

Desde el nacimiento hasta el destete se evaluaron 48 corderos, 28 hijos de ovejas del grupo resistente, de los cuales 8 fueron mellizos y 20 hijos de ovejas del grupo susceptible, de los cuales 6 fueron mellizos.

7.3.1 Manejo de la majada experimental

7.3.1.1. Manejo sanitario

Las vacunaciones y dosificaciones realizadas a todos los animales pertenecientes al experimento durante el período de estudio se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5. Manejo sanitario de los animales pertenecientes al experimento

FECHA	ACTIVIDAD
28/2/19	Vacuna anticlostridial a ovejas (1 mL/animal)
8/3/19	Dosificación pre-servicio en ovejas con Naphtalophos (30 mg/kg)
27/4/19	Dosificación con Doramectina 1 % (200 µg/kg)
10/8/19	Vacuna anticlostridial a ovejas (1 mL/animal)
14/8/19	Dosificación en ovejas con Derquantel (2 mg/kg) y Abamectina (0,2 mg/kg)
31/10/19	Dosificación en ovejas con Moxidectina (0,2 mg/kg) y Rafoxanida (3 mg/kg)
6/12/19	Dosificación en ovejas con Monepantel (2,5 mg/kg)
7/12/19	Dosificación en corderos con Monepantel (2,5 mg/kg)

7.3.1.2. Manejo reproductivo

La sincronización de los celos, el servicio y el diagnóstico de preñez de la majada de cría se indican en la Tabla 6. En la Inseminación Artificial a Tiempo Fijo (IATF) se utilizó, en ambos grupos, semen de 4 carneros Merino Australiano, uno de los cuales fue semen congelado importado. En el repaso se utilizaron 4 carneros Merino Australiano, agregándose un carnero que no participó de la IATF, sustituyendo al animal del cual se usó semen congelado.

Tabla 6. Manejo reproductivo de los animales pertenecientes al experimento

Fecha	Actividad
26/3/19	Colocación de esponjas de acetato de medroxiprogesterona
2/4/19	Retiro de esponjas Administración IM de prostaglandina (1,5 mL, 75 µg/mL) y eCG (1,5 mL, 300 UI por dosis)
4/4/19	Realización de IATF
18/4/19	Inicio repaso (día 14 post IATF)
27/4/19	Fin repaso (día 23 post IATF)
15/5/19	Primera ecografía, transabdominal con transductor convexo (día 41 post IATF), ecógrafo ALOKA Pro-Sound 2

13/6/19 Segunda ecografía, transabdominal con transductor convexo (día 70 post IATF), ecógrafo ALOKA Pro-Sound 2

La parición comenzó el 30 de agosto de 2019, los animales se dividieron en 2 lotes de parto, en el lote 1 los partos ocurrieron entre el 30 de agosto y el 3 de setiembre, y en el lote 2 entre el 14 y el 22 de setiembre. Todos los partos ocurridos en estos períodos fueron registrados, indicando el tipo de nacimiento, único o mellizo. No se realizó tratamiento diferencial a las madres melliceras. La señalada de los corderos se realizó el 31 de octubre del mismo año, y el destete de los animales fue el 27 de diciembre de 2019.

7.3.1.3. Manejo nutricional

Los animales pastorearon sobre campo natural durante el período de estudio, con períodos cortos de suplementación en el pre-servicio y entorno a la esquila preparto, realizada el 17 de julio, con burlanda de sorgo (DDGS, Dry Distillers Grain plus Solubles) y afrechillo de arroz. Las fuentes de abrevadero fueron artificiales, mediante bebederos con agua de pozo. Durante el año las ovejas de cría pastorearon en 4 potreros rotando en varias oportunidades. En la Figura 8 se indica el empotreramiento de la Fracción Sur de la EEFAS y, en verde, los potreros donde pastorearon los animales.



Figura 8. Empotreramiento de la EEFAS, Fracción Sur. Coloreados en verde se indican los potreros donde pastorearon los animales a lo largo del experimento

7.3.1.4. Carga animal

En la Tabla 7 se indica la carga por período de ocupación en los potreros que fueron pastoreados con las ovejas de cría de la EEFAS, durante el año 2019, entre las que se encuentran las ovejas del experimento. En 2019, la carga promedio fue de 0,80

UG/ha, al igual que para el período de estudio, de marzo a diciembre. La carga más alta ocurrió en el período comprendido entre el 12 de julio y 14 de agosto, y fue de 1,32 UG/ha, aunque durante este período ocurrió la esquila y se suplementaron los animales, mientras que la carga más baja ocurrió entre el 14 de agosto y 10 de setiembre, y fue 0,58 UG/ha.

Tabla 7. Estimación de la carga ganadera por período de ocupación para la majada de cría de EEFAS durante el año 2019

Período	Carga (UG/ha)
01/01 a 18/03	0,81
18/03 a 01/04	0,73
01/04 a 27/04	0,74
27/04 a 22/05	0,73
22/05 a 12/07	1,09
12/07 a 14/08	1,32
14/08 a 10/09	0,58
10/09 a 31/12	0,62
Promedio ponderado de carga año 2019	0,80
Promedio ponderado de carga durante el experimento	0,80

7.4. Muestreos y registros

Se obtuvieron muestras y registros de las ovejas en 8 fechas. Se tomaron muestras fecales y de sangre y se registró FAMACHA®, PV y CC. Los muestreos realizados se indican en la Tabla 8.

Tabla 8. Actividades de muestreo y registros en las ovejas según fecha

Actividades realizadas	7/3	18/4	15/5	13/6	14/8	31/10	6/12	26/12
Extracción de materia fecal	X	X	X	X	X	X	X	X
FAMACHA®		X	X	X	X	X	X	X
Peso vivo	X	X			X	X		X
Condición corporal	X	X	X	X	X	X		X
Extracción de sangre		X			X	X		X

Para los corderos la determinación del PVN se realizó a medida que ocurrían los nacimientos, entre el 30 de agosto y 22 de setiembre de 2019, el PVS se midió al momento de la señalada, el 31 de octubre 2019, el PVD y la CC al destete se estimaron el 27 de diciembre de 2019.

7.4.1. Muestreo de heces

Las muestras de materia fecal fueron extraídas según cronograma, de forma individual, del recto de las ovejas (Protocolo Colecta de muestras fecales en ovinos y bovinos directamente del recto con la finalidad de realizar técnicas coprológicas en el laboratorio, N° 01, 2012, 2017, CENUR Litoral Norte). Se acondicionaron en bolsas de polietileno extrayendo el aire, se identificaron y refrigeraron.

7.4.2. FAMACHA®

La observación y valoración del color de la mucosa ocular inferior se realizó mediante la metodología FAMACHA® (Van Wyk y Bath, 2002). El procedimiento utilizado se indica en la Figura 9.



Figura 9. Determinación del grado de coloración de la mucosa ocular de acuerdo a la escala FAMACHA ®

7.4.3. Peso vivo

El PV se determinó mediante la utilización de una balanza electrónica para ovinos (Figura 10), marca Gallagher, modelo W610, origen Nueva Zelanda, con una precisión de 200 gramos en el rango de 0 a 50 kg, y de 500 gramos a partir de 50 kg y más.



Figura 10. Balanza electrónica Gallagher, modelo W610, origen Nueva Zelanda, utilizada para determinar el peso vivo de los animales

7.4.4. Condición corporal

La determinación de la CC se realizó empleando una escala de 1 al 5 (Jefferies, 1961), donde 1 corresponde a un ovino muy flaco y 5 a uno muy gordo. La medición de la CC es una técnica que determina en forma indirecta el estado nutricional del animal y permite estimar la cantidad de grasa subcutánea, que constituye la reserva energética del animal. La técnica se realiza palpando, con los dedos, las apófisis espinosas y transversas de las vértebras lumbares, por encima y hacia atrás de la última costilla (Romero, 2015).

7.4.5. Muestras de sangre

Las muestras de sangre se extrajeron de la vena yugular de las ovejas y fueron colocadas en tubos con EDTA como anticoagulante (Protocolo N° 020300-001979-19). Los estudios hematológicos en el primer muestreo de sangre (abril) no se pudieron realizar.

7.5. Análisis coproparasitarios

Los análisis coproparasitarios se realizaron en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria del CENUR Litoral Norte Salto de la Universidad de la República (Figura 11). En la estimación de la carga parasitaria de cada muestra se determinó la cantidad de huevos de NGI eliminados, HPG, a través de la técnica de Mc Master cuya sensibilidad fue de 50 HPG (Thienpont, Rochette y Vanparijs, 1986). Los géneros de parásitos diferenciables por la morfología de sus huevos (*Trichuris*, *Nematodirus*, *Moniezia*) se identificaron y registraron en el momento en que se realizaron los análisis.



Figura 11. Análisis coproparasitarios: procesamiento de muestras, identificación y conteo de huevos de *Strongyloideos* no diferenciables

La identificación de los géneros de NGI no diferenciables por la morfología de los huevos se determinó según el cronograma realizando un pool de materia fecal de cada grupo, ovejas resistentes y susceptibles. A partir de estas muestras se realizaron los cultivos y recuperación de larvas L3 según la técnica de Roberts y O'Sullivan (Niec, 1968), como se indica en la Figura 12. Se realizó un análisis para descartar la presencia de *Fasciola hepatica* mediante la técnica de Happich y Boray (1969).

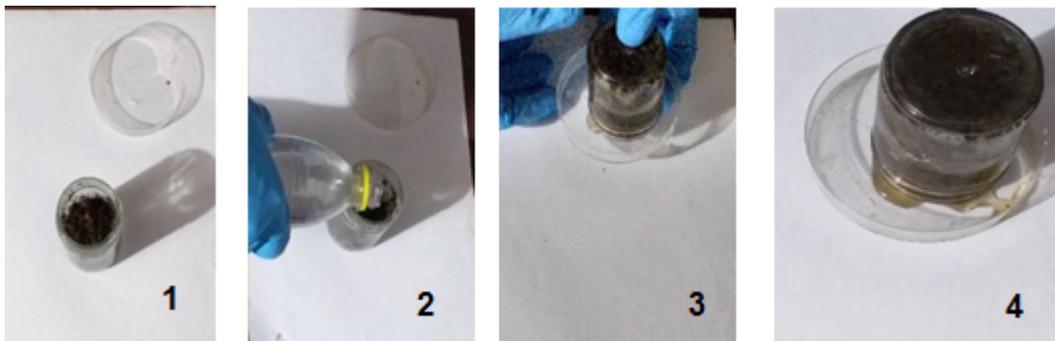


Figura 12. Cultivo y recuperación de larvas por la técnica de Roberts y O'Sullivan. En la secuencia de imágenes se muestra el procedimiento de recuperación. 1: cultivo de larvas; 2: agregado de agua destilada; 3: inversión del recipiente sobre una placa de Petri; 4: colocación de agua destilada para permitir la migración larvaria por 24 h

7.6. Análisis de sangre y proteínas

La centrifugación de las muestras de sangre y obtención de plasma sanguíneo (Figura 13) se realizaron en el Laboratorio de Parasitología del CENUR Litoral Norte Salto (Universidad de la República) y en algunas ocasiones en el Laboratorio de la EEFAS. Las muestras de sangre se analizaron en el Laboratorio Texeira, Salto. Para la determinación del hematocrito (Hto), recuento de glóbulos rojos (RBC, por sus siglas en inglés), recuento de glóbulos blancos (WBC, por sus siglas en inglés) y concentración de Hemoglobina (Hgb) se utilizó equipo automatizado, marca Mindray, modelo BC 5380.

Para determinar las concentraciones de proteínas séricas se usaron métodos colorimétricos. Para proteínas totales se utilizó la reacción de Biuret y para albúmina el verde de bromocresol. Se utilizaron kits comerciales (Bio-System, Barcelona, España) y los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Bioquímica (Facultad de Veterinaria, Universidad de la República, Uruguay). Los kits comerciales tienen los límites de detección más bajos, de 0,46 g/dL y 0,11 g/dL para proteínas totales y albúmina, respectivamente. La estimación de la concentración de globulinas se realizó midiendo la diferencia entre proteínas totales y albúmina (Damián et al., 2020).

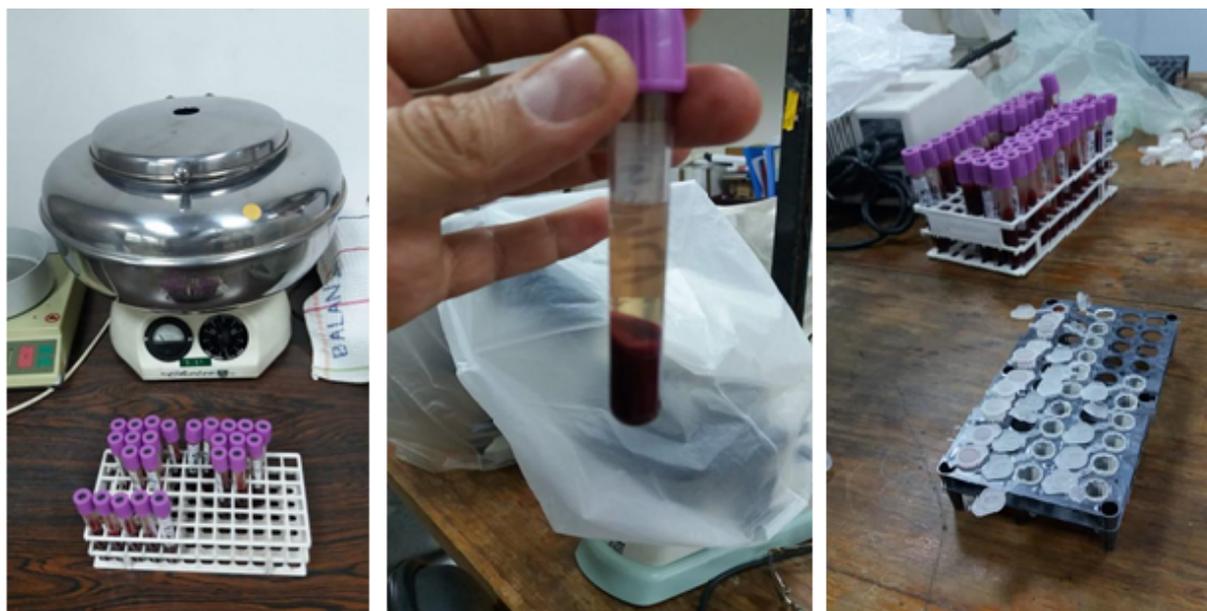


Figura 13. Centrifugado de muestras y extracción de plasma sanguíneo

7.7. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza con un modelo lineal generalizado mixto (procedimiento GLIMMIX) provisto por el paquete estadístico SAS University Edition (SAS Institute, 2019). Las variables analizadas fueron HPG, parámetros sanguíneos y productivos. Los efectos principales fueron grupo (resistente o susceptible a NGI), día (momento de la muestra) y su interacción, así como tipo de nacimiento (único o mellizo) y lote de parto (lote 1 o lote 2), siendo la oveja dentro de cada grupo el efecto aleatorio. Para las variables de los corderos (PVN, PVS, PVD y CC al destete) se usó un análisis de varianza con un modelo mixto (procedimiento MXED) provisto por el paquete estadístico SAS University Edition (SAS Institute, 2019). Los efectos principales fueron grupo (madres susceptibles o resistentes), sexo (hembra o macho), tipo de nacimiento (único o mellizo), lote de parto (lote 1 y lote 2) y la interacción entre grupo y tipo de nacimiento. Las comparaciones múltiples se ajustaron por el test de Tukey-Kramer. El grado de significancia del análisis de los datos fue de 0,05. Los resultados se presentan con el error estándar de la media (EEM). Las relaciones entre las variables HPG con proteínas totales, albúmina y globulinas, se analizaron de forma descriptiva.

8. RESULTADOS

8.1. Recuento de huevos por gramo de materia fecal

En general para esta variable, para todo el período en estudio, los efectos de grupo, día y su interacción fueron significativos ($P < 0,0001$), pero los efectos de tipo de nacimiento ($P = 0,8439$) y lote de parto ($P = 0,9467$) no lo fueron. Si analizamos las extracciones de muestras realizadas se registraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos, excepto en mayo y junio. Los recuentos de HPG fueron más elevados en todas las extracciones de muestras en los animales susceptibles, con excepción de la realizada en mayo. Ambos grupos presentaron valores promedio máximos en el recuento de HPG en el mes de octubre. Los valores promedio mínimos se registraron, para ambos grupos, en el mes de junio. Los resultados de los promedios de los recuentos de HPG durante el experimento se muestran en la Figura 14.

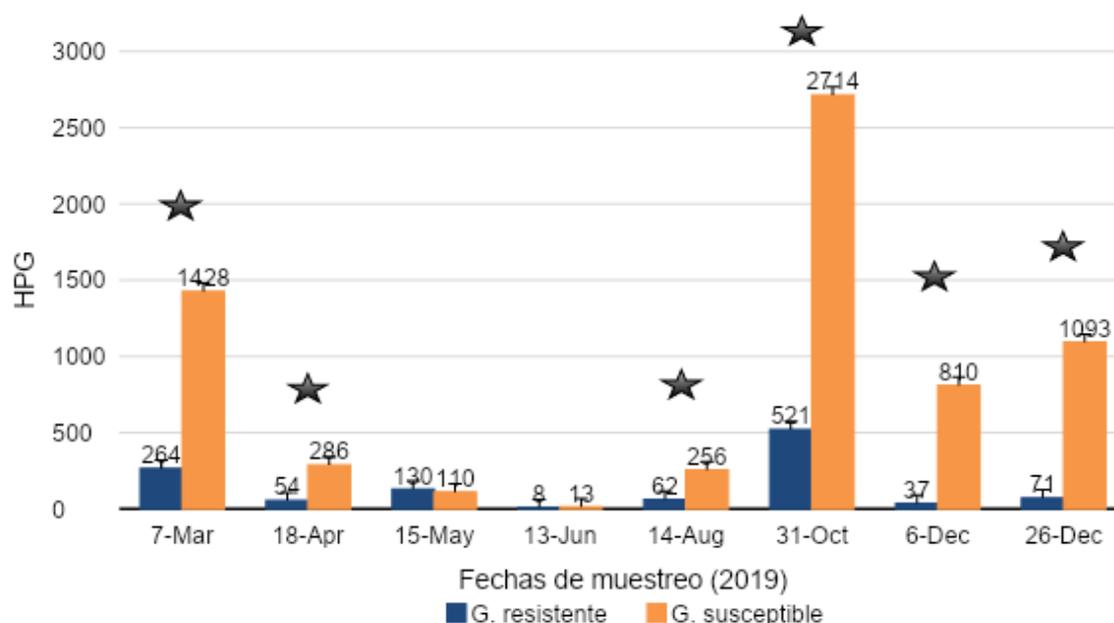


Figura 14. Recuento de huevos por gramo de heces (media \pm EEM) de las ovejas de los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento. Las estrellas indican diferencias significativas entre grupos por fecha ($P < 0,05$)

8.2. Géneros parasitarios presentes

En los cultivos larvarios realizados se registró en los meses de verano (marzo), otoño (abril) y primavera (octubre y diciembre), una mayor prevalencia del género *Haemonchus* spp., en segundo lugar, se ubica el género *Oesophagostomum* spp., tercero el género *Trichostrongylus* spp. y, en último lugar, con muy baja prevalencia, el género *Ostertagia* spp. En cambio, en los meses invernales se presentaron dos situaciones. En julio se visualizaron larvas pertenecientes únicamente a 2 géneros,

donde *Trichostrongylus* spp. fue el más prevalente seguido por *Oesophagostomum* spp.; mientras que en el mes de agosto *Trichostrongylus* spp. fue nuevamente el género más prevalente, el segundo lugar lo ocupó *Haemonchus* spp., tercero *Oesophagostomum* spp., y se evidenció un leve porcentaje de larvas de *Ostertagia* spp. En general, la dinámica de las poblaciones parasitarias registradas en los cultivos de larvas para los dos grupos experimentales fue similar. La prevalencia de los géneros presentes durante el experimento se indica en la Figura 15.

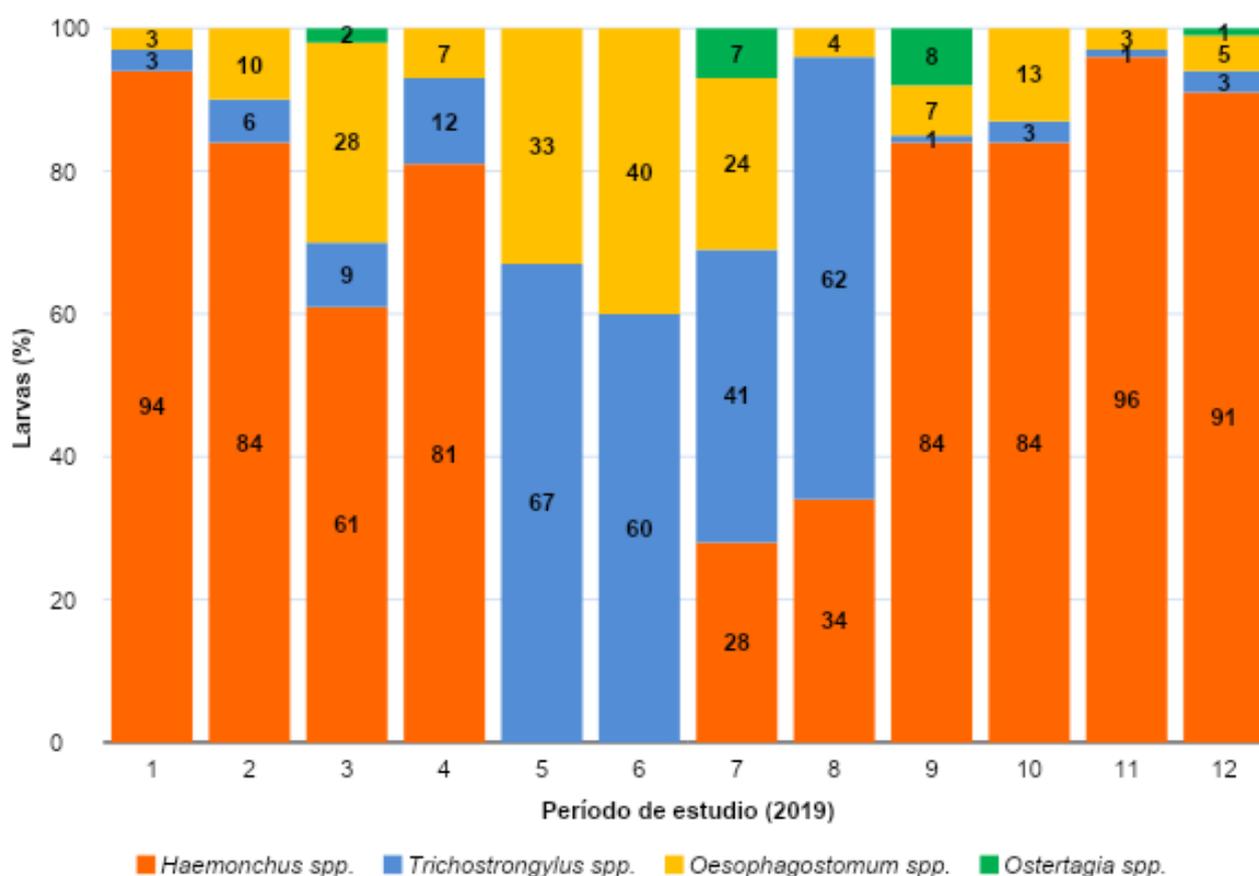


Figura 15. Prevalencia de géneros parasitarios en los cultivos de larvas realizados durante el experimento para los grupos resistente y susceptible

8.3. Peso vivo

Los efectos principales grupo ($P=0,0419$) y día ($P<0,0001$) fueron significativos en el peso vivo. Los efectos de interacción entre grupo y día ($P=0,5384$), tipo de nacimiento ($P=0,4451$) y lote de parto ($P=0,829$) no fueron significativos. El peso vivo promedio de los ovinos tuvo la misma tendencia en ambos grupos durante el experimento. En abril aumentó con respecto a marzo, y fue cuando se registraron los valores promedio máximos. En agosto disminuyeron y continuaron descendiendo hasta octubre, donde se registraron los valores mínimos. Hacia el final del experimento, en el mes de diciembre, las ovejas recuperaron peso corporal, un 9 % y un 7 %, para los grupos resistente y susceptible, respectivamente, con respecto a

la medición de octubre. La estimación del peso vivo promedio de los animales durante el experimento se observa en la Figura 16.

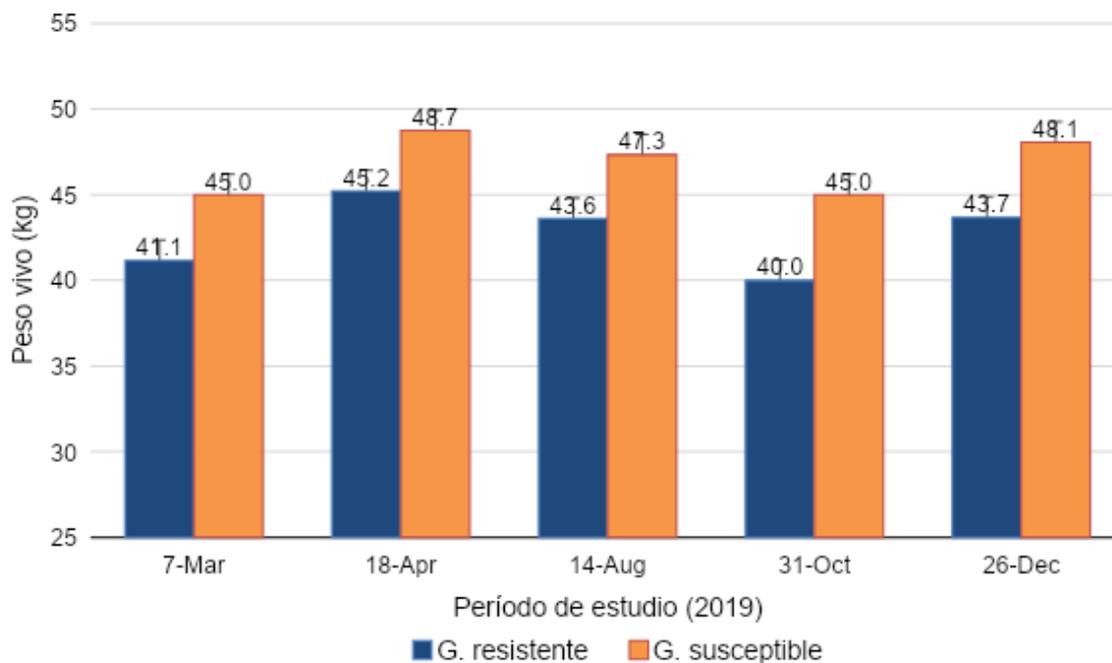


Figura 16. Peso vivo promedio (\pm EEM) de las ovejas de los grupos resistente y susceptible durante el experimento

8.4. Condición corporal

El efecto fijo día fue significativo ($P < 0,0001$) en la condición corporal, pero los efectos fijos de grupo ($P = 0,1334$), interacción entre grupo y día ($P = 0,226$), tipo de nacimiento ($P = 0,8975$) y lote de parto ($P = 0,0656$) no fueron significativos. Durante el experimento la tendencia fue la misma para ambos grupos. En los meses de abril y mayo la CC fue mayor que al inicio, en marzo. En el mes de junio disminuyó a valores similares a los de marzo. Luego, continuó disminuyendo hasta octubre, donde se registraron los valores más bajos de CC. Las diferencias registradas entre ambos grupos siempre fueron menores a 0,25 puntos en la escala de CC y no fueron estadísticamente diferentes. En el mes de diciembre los valores mostraron una tendencia a aumentar, siendo mayor la recuperación en el grupo susceptible del 8,1 %, frente a 1,5 % del grupo resistente. En la Figura 17 se presentan los resultados obtenidos en las evaluaciones de CC de los animales a largo del experimento.

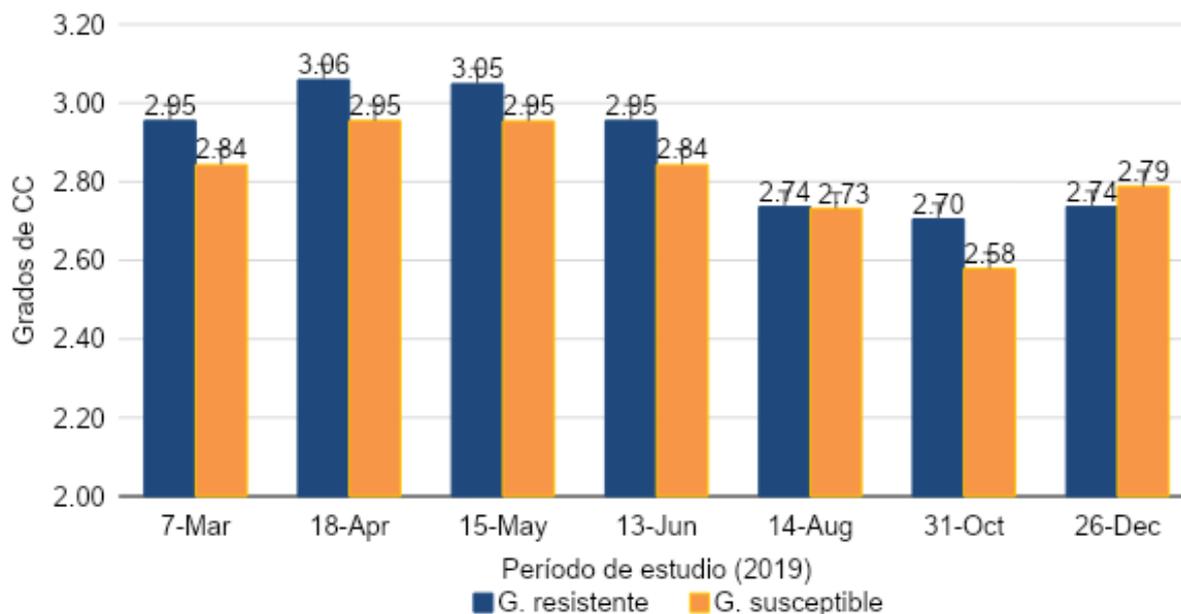


Figura 17. Variación de la condición corporal (media \pm EEM) para las ovejas de los grupos resistente y susceptible durante el experimento

8.5. FAMACHA®

Los efectos principales día ($P < 0,0001$) y la interacción entre grupo y día ($P = 0,0006$) fueron significativos, pero los efectos de grupo ($P = 0,2183$), tipo de nacimiento ($P = 0,9105$) y lote de parto ($P = 0,56$) no lo fueron. Desde la primera evaluación realizada en el mes de abril, hasta la realizada en el mes de agosto, ambos grupos de animales (resistentes y susceptibles) registraron valores bajos en el índice de FAMACHA®, es decir menores grados de anemia. Durante este período los valores oscilaron entre grados 1 y 2, registrándose bajos porcentajes de grados 3 en algunos momentos, siendo algo más prevalentes en el grupo de animales resistentes. Los registros del 31 de octubre y el 6 de diciembre tuvieron valores de FAMACHA® más altos que en las otras fechas. En estos días se registraron grados 2 y 3 en ambos grupos, e incluso hubo animales con grado 4, sobre todo en el grupo susceptible, con valores de 22,2 % y 33,3 % en octubre y diciembre, respectivamente. El registro del 6 de diciembre fue el único en que el índice de FAMACHA® promedio fue mayor en el grupo susceptible que el resistente. Hacia el final del experimento, es decir finales de diciembre, los valores tendieron a descender, con valores más bajos en el índice de FAMACHA®, y se parecieron más a los observados al inicio del experimento. Los resultados obtenidos en la determinación del índice de FAMACHA®, durante el experimento, se indican en la Figura 18.

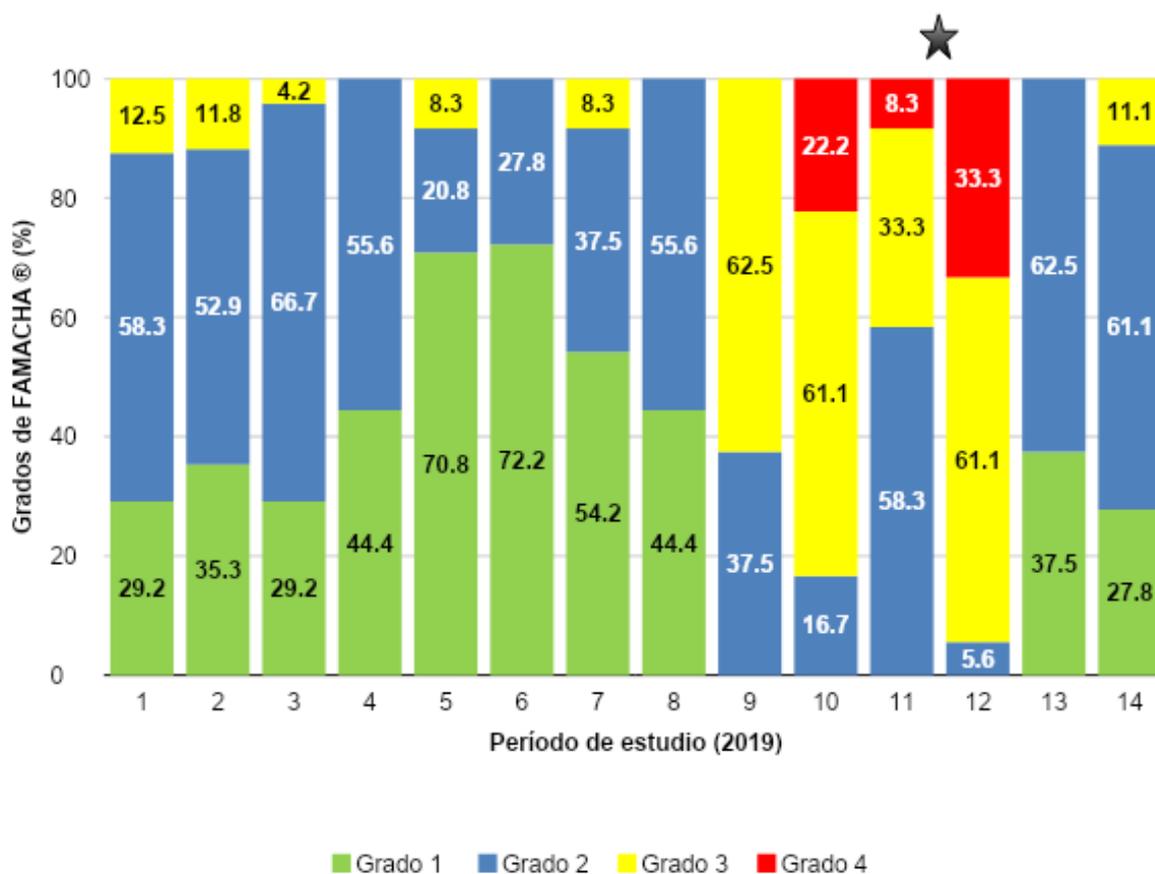


Figura 18. Porcentajes de grados de FAMACHA® de las ovejas para los grupos resistente y susceptible en las evaluaciones realizadas durante el experimento. La estrella indica diferencia significativa entre grupos por fecha ($P < 0,05$)

8.6. Hematocrito

En general, para el período en estudio, los efectos grupo ($P=0,0329$), día ($P < 0,0001$) y su interacción ($P=0,0216$) fueron significativos en el Hto. Los efectos de tipo de nacimiento ($P=0,7306$) y lote de parto ($P=0,324$) no fueron significativos. Analizando por extracción, únicamente en diciembre la diferencia entre los grupos fue significativa. Se observó una tendencia a su disminución, en ambos grupos, a medida que transcurrió el ciclo productivo. El valor más alto se registró en agosto para ambos grupos. En octubre disminuyeron los valores, y en diciembre se registraron los valores más bajos, para los 2 grupos. Los valores promedio de hematocrito, en porcentaje, obtenidos del procesamiento de las muestras de sangre en los meses de agosto, octubre y diciembre, se indican en la Figura 19.

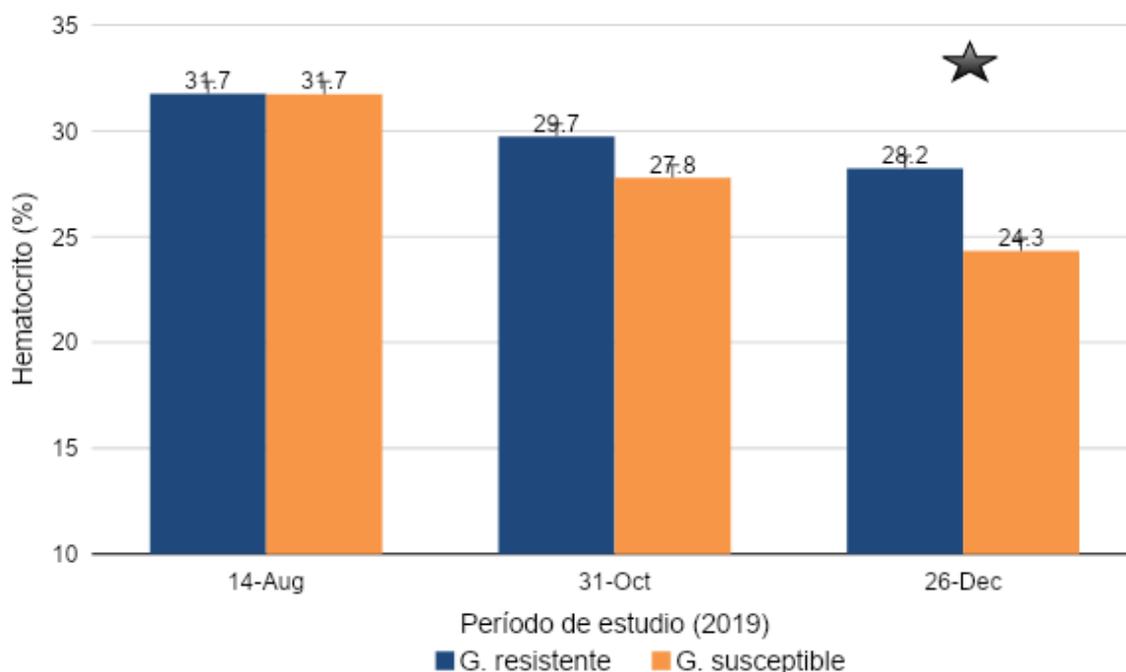


Figura 19. Valores de Hematocrito (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento. La estrella indica diferencia significativa entre grupos por fecha ($P < 0,05$)

8.7. Hemoglobina

En general, para el período en estudio, los efectos de grupo ($P=0,0145$), día ($P < 0,0001$) y su interacción ($P=0,0225$) fueron significativos para la concentración de Hgb. En cambio, efectos fijos, de tipo de nacimiento ($P=0,5033$) y lote de parto ($P=0,9761$) no lo fueron. Al analizar por extracción, solo en diciembre la diferencia entre los grupos fue significativa. Los valores de Hgb disminuyeron consecutivamente durante el período de estudio para ambos grupos. Los valores más altos se dieron en agosto, mientras que los más bajos se registraron en diciembre. La disminución más marcada ocurrió en el mes de octubre, en comparación con el mes de agosto, donde se registró una disminución del 7,8 % y del 14,8 % para los grupos resistente y susceptible, respectivamente. Los valores promedio de Hgb, expresados en g/dL, registrados durante el experimento se observan en la Figura 20.

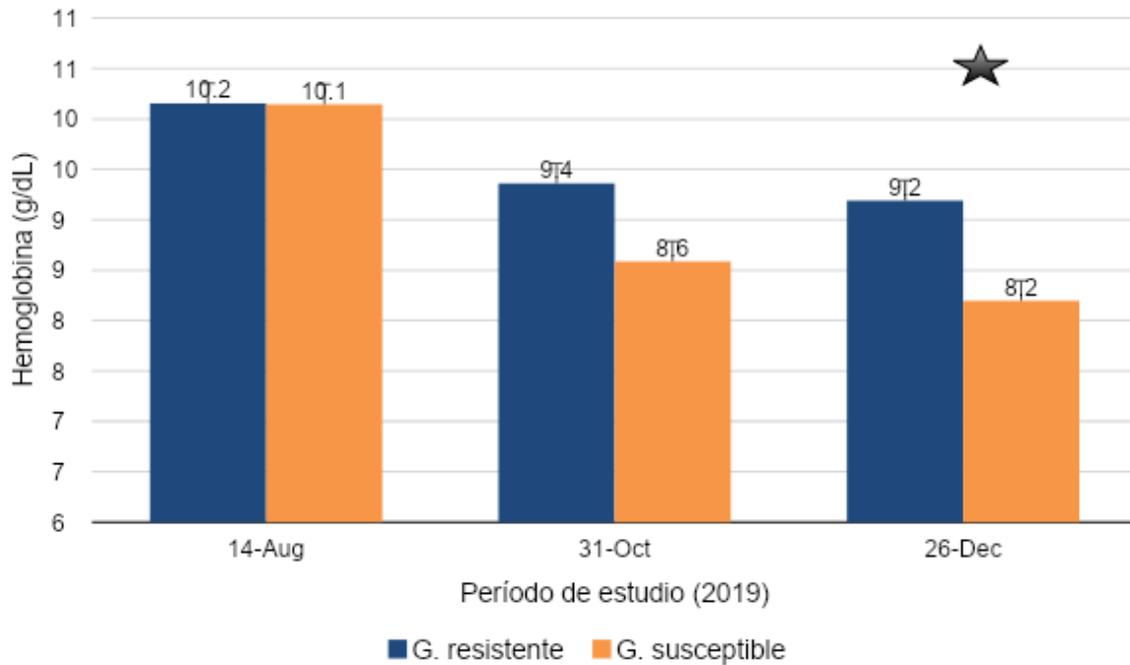


Figura 20. Concentraciones de Hemoglobina (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento. La estrella indica diferencia significativa entre grupos por fecha ($P < 0,05$)

8.8. Recuento de glóbulos rojos

El efecto fijo principal día fue significativo ($P=0,0357$). Los efectos fijos principales grupo ($P=0,1301$), interacción entre grupo y día ($P=0,4208$), tipo de nacimiento ($P=0,5475$) y lote de parto ($P=0,3637$) no fueron significativos en el RBC. Para ambos grupos el RBC se redujo desde agosto a diciembre, con la excepción que para el grupo susceptible se registró el mismo valor en los meses de octubre y diciembre. Los valores más altos se dieron en agosto, mientras que los más bajos se registraron en diciembre. La disminución más marcada ocurrió en el mes de octubre, en comparación con el mes de agosto, donde se registró una disminución del 2,6 % y del 11,7 % para los grupos resistente y susceptible, respectivamente. El RBC promedio se observa en la Figura 21.

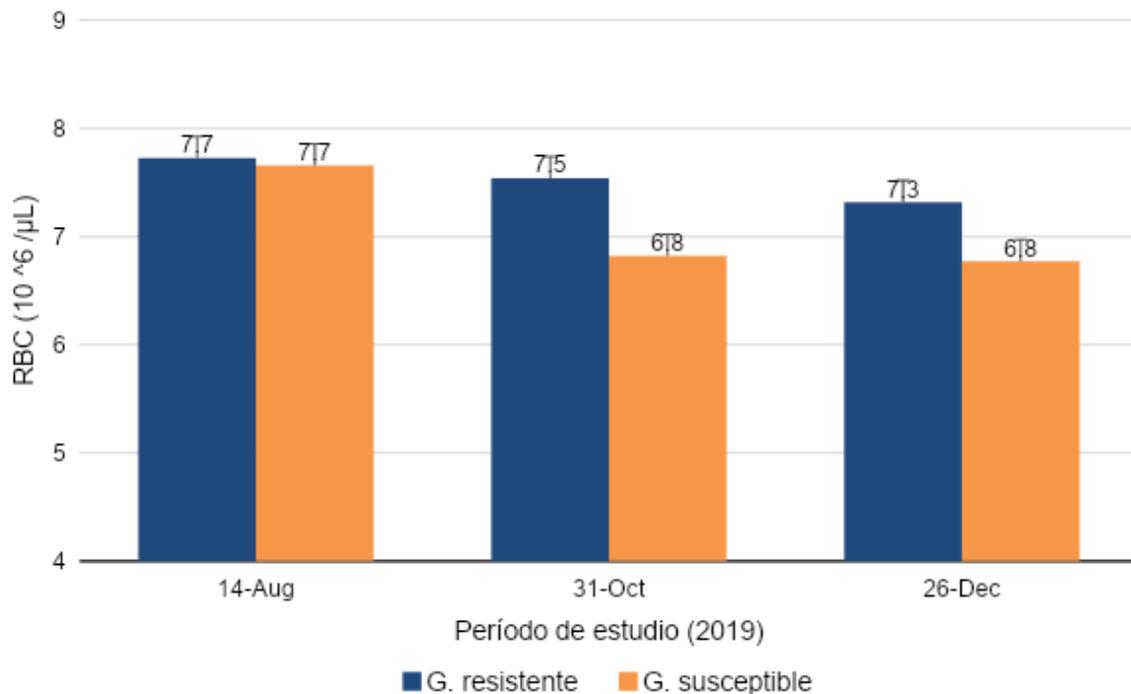


Figura 21. Recuento de glóbulos rojos (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento

8.9. Recuento de glóbulos blancos

En general el efecto día fue significativo ($P=0,0004$). Los efectos grupo ($P=0,1513$), interacción entre grupo y día ($P=0,1856$), tipo de nacimiento ($P=0,3422$) y lote de parto ($P=0,8757$) no fueron significativos en el WBC. Al analizar cada una de las extracciones se observó que en el grupo resistente los valores mostraron un aumento sostenido a medida que avanzó el ciclo productivo, diciembre fue significativamente mayor que agosto, mientras que en el grupo susceptible las diferencias no fueron significativas entre los muestreos. Para el grupo resistente, el WBC mínimo se registró en agosto, mientras que el recuento máximo ocurrió a finales de diciembre, experimentando un aumento del 23 %, comparado con el mes de agosto. El WBC para los grupos resistente y susceptible se indica en la Figura 22.

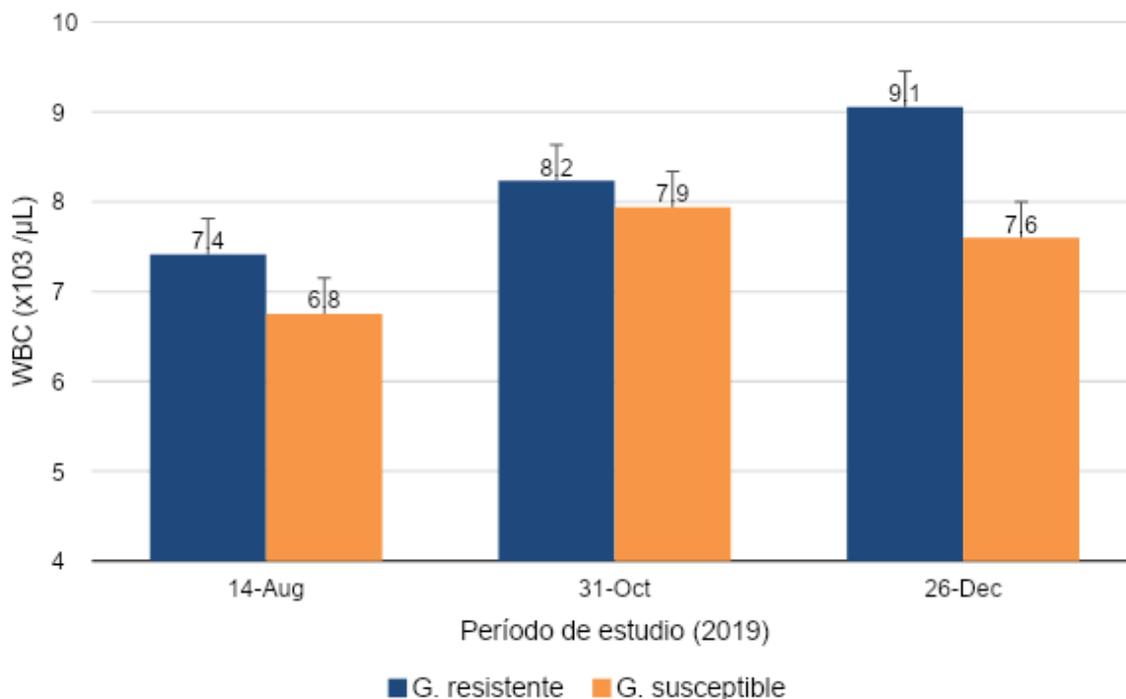


Figura 22. Recuento de glóbulos blancos (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento

8.10. Proteínas Totales

En forma global, los efectos grupo ($P=0,002$), día ($P<0,0001$), su interacción ($P=0,0114$) y lote de parto ($P=0,0322$) fueron significativos para la concentración de proteínas totales. El efecto fijo de tipo de nacimiento no fue significativo ($P=0,5141$) en la variable. Particularmente, la diferencia entre grupos fue significativa en octubre y diciembre. Hubo un descenso sostenido, tanto en animales resistentes como en susceptibles entre los meses de abril y octubre, para aumentar en el mes de diciembre, al finalizar el experimento. Los valores mínimos ocurrieron, en ambos grupos, en octubre. Los valores máximos se dieron en momentos diferentes del ciclo productivo, para el grupo resistente fue en diciembre, mientras que para el grupo susceptible ocurrió en abril. El registro de los valores de Proteínas Totales promedio a lo largo del experimento, para ambos grupos, se indica en la Figura 23.

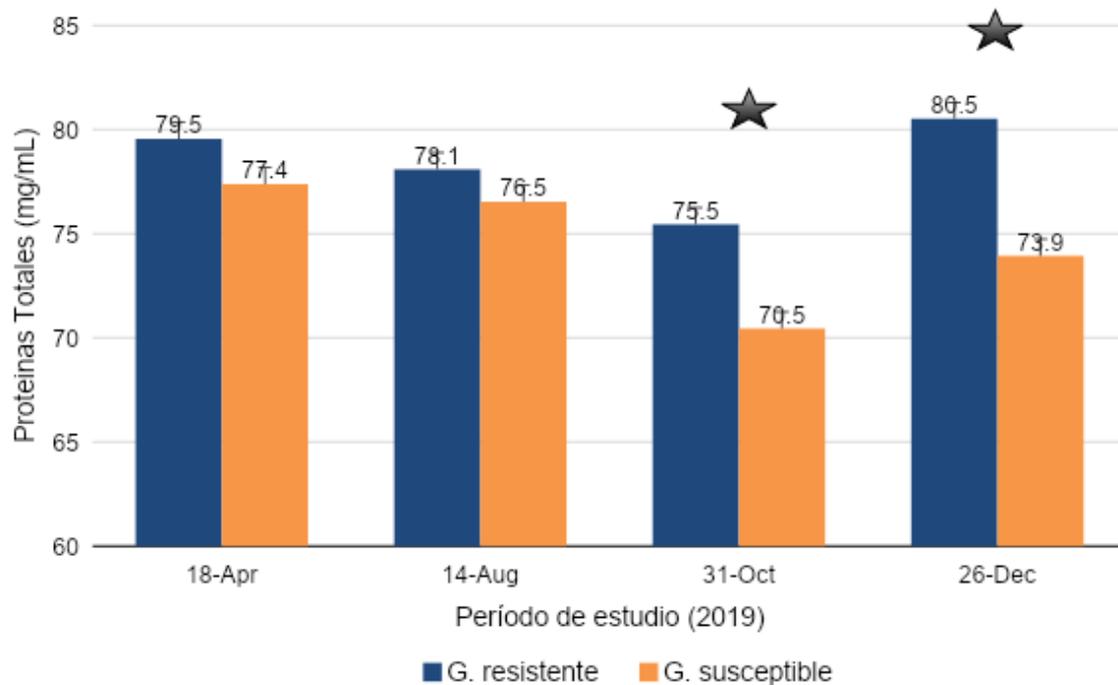


Figura 23. Concentraciones de Proteínas Totales (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento. Las estrellas indican diferencias significativas entre grupos por fecha ($P < 0,05$)

Se observó una tendencia a la disminución de las concentraciones promedio de proteínas plasmáticas en la medida que aumentaron los valores promedio de HPG. En octubre, cuando los valores de HPG registraron su valor máximo, los valores de proteínas totales tuvieron su valor mínimo. Si bien esto se cumple para ambos grupos, las diferencias y variaciones en los registros se acentuaron más en el grupo de animales susceptibles. La relación entre las Proteínas Totales y el HPG, se indica en la Figura 24.

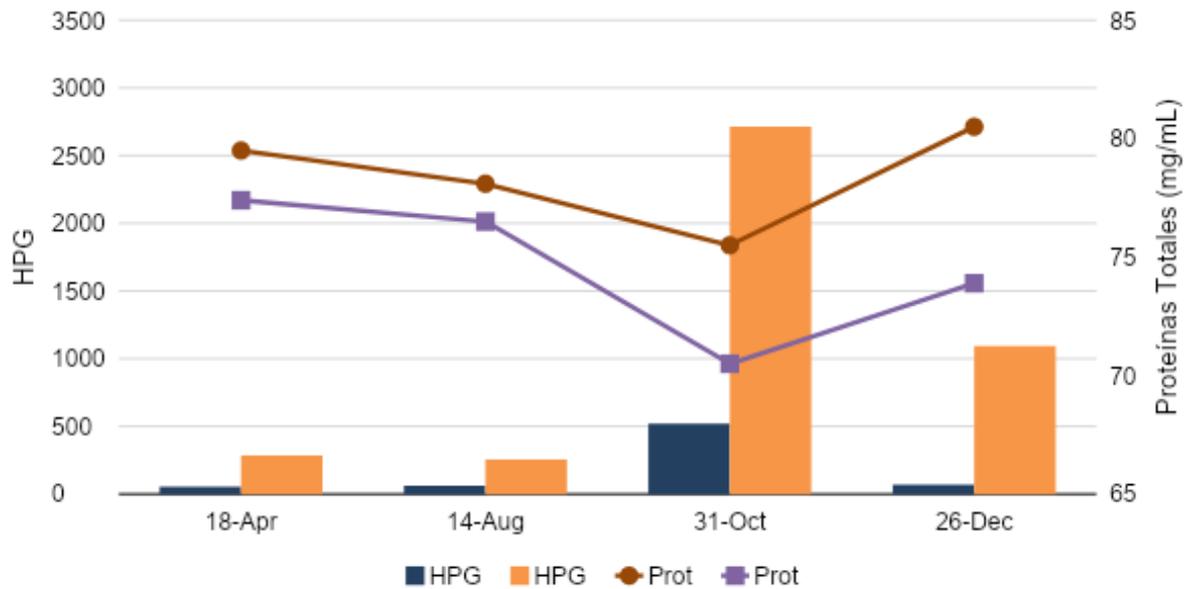


Figura 24. Fluctuación de huevos por gramo de heces y Proteínas Totales para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)

8.11. Albúmina

Los efectos globales principales grupo ($P=0,0332$) y día ($P<0,0001$) fueron significativos en la concentración de Albúmina. Los efectos de interacción entre grupo y día ($P=0,1668$), tipo de nacimiento ($P=0,3371$) y lote de parto ($P=0,1098$) no fueron significativos. Se observó una disminución en las concentraciones de Albúmina para ambos grupos a lo largo del experimento. Pese a no haberse encontrado diferencias significativas para la interacción entre día y grupo, en la toma de muestras realizada en el mes de abril, los valores de Albúmina del grupo susceptible se encontraron levemente por encima de los del grupo resistente, mientras que, en los muestreos realizados en agosto, octubre y diciembre, los animales del grupo resistente registraron, en promedio, concentraciones de Albúmina superiores a los susceptibles. La evolución de las concentraciones de Albúmina se muestra en la Figura 25.

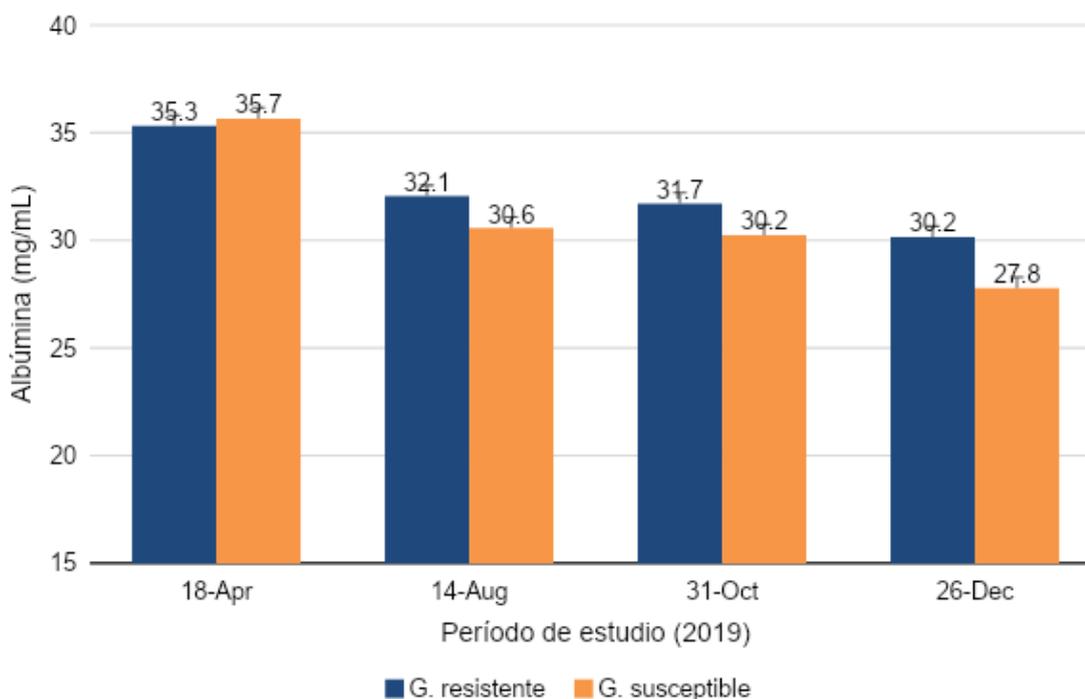


Figura 25. Concentraciones de Albúmina (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento

Se observó en ambos grupos una disminución de los valores de Albúmina a medida que transcurrió el experimento, además, a excepción del primer muestreo en el mes de abril, los valores de albúminas del grupo susceptible siempre se encontraron por debajo del resistente. En agosto el recuento de HPG para ambos grupos se comportó de forma similar a abril, mientras que la albúmina registró un descenso en su concentración. En el mes de octubre se observó un pico en el HPG, para ambos grupos. Esto estuvo acompañado por una leve disminución en los valores de Albúmina con respecto al registro anterior. Hacia el final del experimento, en diciembre, el recuento de HPG disminuyó con respecto a su pico de octubre, manteniéndose algo elevado en el grupo susceptible, mientras los valores de albúmina tuvieron un segundo descenso importante (4,7 % en el grupo resistente y 7,9 % en el grupo susceptible) y registraron sus valores más bajos a lo largo de todo el experimento. La relación entre HPG y Albúmina se indica en la Figura 26.

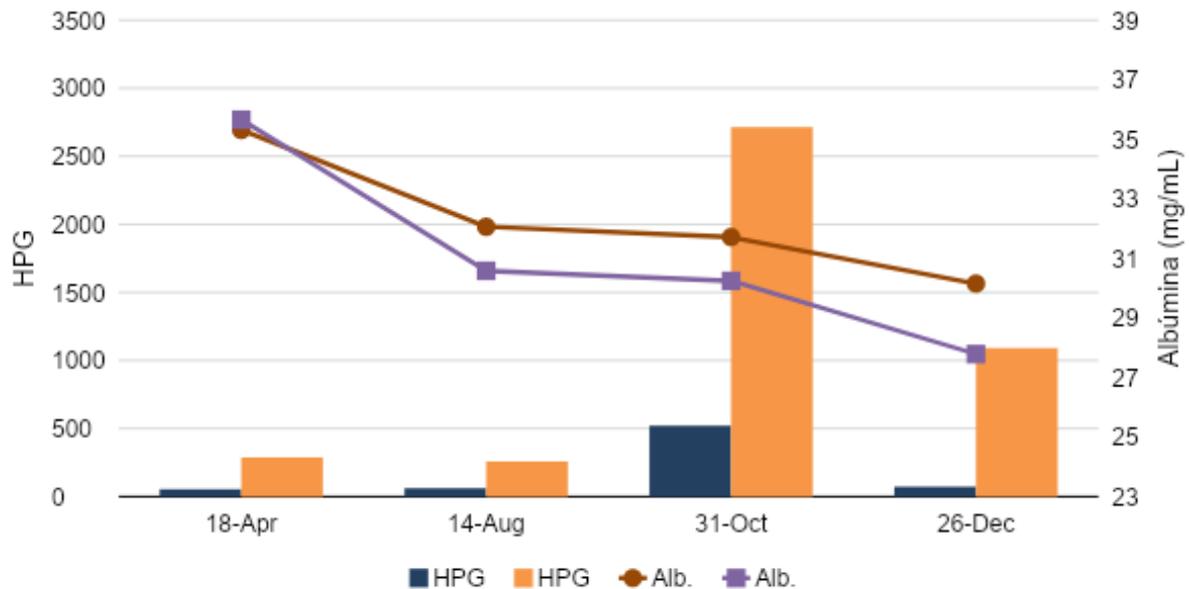


Figura 26. Fluctuación de huevos por gramo de heces y Albúmina para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)

8.12. Globulinas séricas

En general, los efectos de grupo ($P=0,0375$) y día ($P<0,0001$) fueron significativos para la concentración de Globulinas séricas. Los efectos fijos de la interacción entre grupo y día ($P=0,1228$), tipo de nacimiento ($P=0,8622$) y lote de parto ($P=0,1722$) no lo fueron. Los valores presentaron cierta irregularidad en los diferentes muestreos, sin una tendencia clara. Para ambos grupos los valores mínimos se registraron en octubre, mientras que, en la última toma de muestras, realizada en diciembre, se registraron los valores más elevados a lo largo del experimento. El aumento fue del 15,3 % y 14,9 % para los grupos resistente y susceptible, respectivamente, en comparación con los valores del mes de octubre. Los valores de Globulinas séricas para los 2 grupos de estudio se indican en la Figura 27.

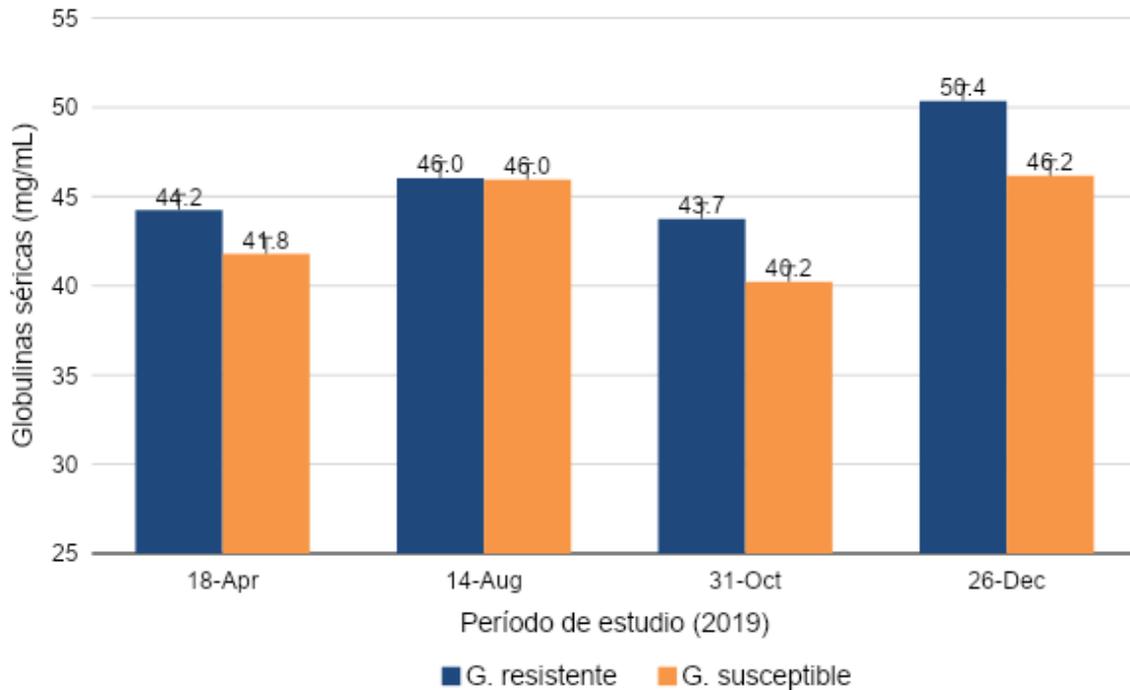


Figura 27. Concentraciones de Globulinas séricas (media \pm EEM) para los grupos resistente y susceptible durante el experimento

En octubre, se observó un descenso en las Globulinas séricas en ambos grupos, registrándose los valores más bajos durante el experimento. Esto coincide con el momento en que ocurrieron los mayores valores en los recuentos de HPG. En diciembre hubo un incremento de las globulinas, momento en el que alcanzaron sus valores máximos para los 2 grupos. Esto fue acompañado de una disminución en los recuentos de HPG. La relación entre el HPG y las Globulinas séricas para los 2 grupos durante el experimento se observa en la Figura 28.

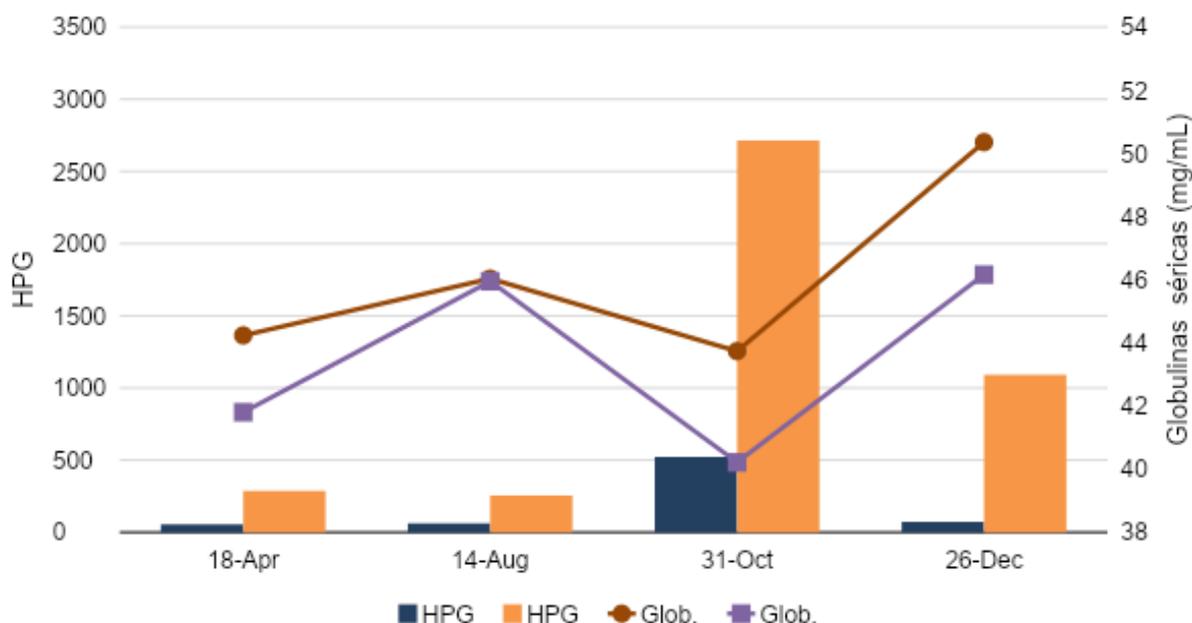


Figura 28. Variación del recuento de huevos por gramo de heces y de Globulinas séricas para los grupos resistente y susceptible a lo largo del experimento (2019)

8.13. Corderos

Los efectos principales sexo ($P=0,0171$) y tipo de nacimiento ($P<0,0001$) fueron significativos para el PVN de los corderos, en cambio los efectos lote de parto ($P=0,0843$), grupo ($P=0,1574$) e interacción entre tipo de nacimiento y grupo ($P=0,6466$) no lo fueron. En el PVS los efectos que tuvieron diferencia estadísticamente significativa fueron los efectos tipo de nacimiento ($P<0,0001$) y lote de parto ($P<0,0001$), mientras que para los efectos sexo ($P=0,1690$), grupo ($P=0,7844$) e interacción entre grupo y tipo de nacimiento ($P=0,7954$) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Para la variable PVD los efectos que tuvieron diferencia estadísticamente significativa fueron tipo de nacimiento ($P<0,0001$) y lote de parto ($P=0,0006$), y los efectos para los cuales no hubo diferencias estadísticamente significativas fueron sexo ($P=0,0701$), grupo ($P=0,9748$) e interacción entre tipo de nacimiento y grupo ($P=0,6749$). Para la variable ganancia diaria de peso (GDP) el efecto tipo de nacimiento fue diferente ($P<0,0001$), y los efectos para los cuales no hubo diferencias estadísticamente significativas fueron sexo ($P=0,1126$), lote de parto ($P=0,5807$), grupo ($P=0,8095$) e interacción entre tipo de nacimiento y grupo ($P=0,9021$). Para la CC al destete el efecto tipo de nacimiento ($P=0,0169$) presentó diferencia estadísticamente significativa, mientras que los efectos sexo ($P=0,4585$), lote de parto ($P=0,6307$), grupo ($P=0,2575$) e interacción entre tipo de nacimiento y grupo ($P=0,3980$) no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Los promedios de PVN, PVS, PVD y GDP de los corderos según el grupo de las madres se indican en la Tabla 9.

Tabla 9. Pesos promedios (\pm EEM) de los corderos al nacimiento, señalada, destete y ganancia diaria de peso al destete según el grupo al que pertenecen sus madres

	Madres Resistentes	EEM	Madres Susceptibles	EEM
PVN (Kg)	3,71	0,12	3,99	0,13
PVS (Kg)	13,57	0,44	13,38	0,48
PVD (Kg)	20,19	0,68	20,22	0,74
GDP (Kg/d)	0,154	0,0065	0,151	0,0065

PVN: peso vivo al nacimiento; PVS: peso vivo a la señalada (53 días); PVD: peso vivo al destete (109 días); GDP: ganancia diaria de peso al destete (109 días)

9. DISCUSIÓN

La hipótesis de este trabajo se acepta parcialmente. Las ovejas del grupo resistente tuvieron un mejor desempeño, evidenciado por un menor recuento de HPG, valores dentro del rango normal en el hemograma para Hto y Hgb en más oportunidades que las ovejas del grupo susceptible, y mayores concentraciones de proteínas totales. En estas variables las diferencias fueron significativas.

9.1. Recuento de huevos por gramo de materia fecal

Se confirma que la selección de animales categorizados como resistentes (DEP para HPG de -0,45 a -0,24) redujo la carga parasitaria, medida a través del recuento de HPG comparado con los susceptibles, con excepción de los muestreos de mayo y junio, donde los valores fueron mínimos para ambos grupos. Se podría explicar la diferencia en los valores de HPG por el hecho de que los ovinos resistentes poseerían altos títulos de anticuerpos IgA específicos desde el inicio de la infección, mientras que los ovinos susceptibles adquieren un título elevado de ellos recién en etapas avanzadas, existiendo una respuesta inmune diferenciada entre los grupos, sugiriendo que desarrollan otro tipo de inmunidad (Escribano, 2019). Los bajos recuentos de HPG registrados en mayo y junio podrían explicarse por la baja temperatura promedio mensual registrada, de 16,5 °C y 15,9 °C, respectivamente, con promedios de humedad relativa de 87 % y 84 %, respectivamente, lo que pudo favorecer un cambio en los nematodos presentes, en donde *H. contortus* tendería a disminuir y *T. colubriformis* a aumentar, como ocurrió en el mes de julio, evidenciado en los cultivos de larvas. Esto se relaciona con los respectivos potenciales bióticos, en el caso de *H. contortus* de entre 5000 y 10000 huevos por día, mientras que en *T. colubriformis* es bajo, de 100 a 200 huevos por día (Lapage, 1976). Por otra parte, la dosificación preservicio, realizada en marzo con Naphtalophos, y una dosificación en abril con Doramectina, ante la aparición de garrapatas en los animales, también pudieron haber incidido en estos bajos recuentos.

Si bien los valores promedios máximos en el recuento de HPG se dieron en el mes de octubre para ambos grupos, coincidiendo con el pico de la lactancia, también fue el mes donde la diferencia del recuento de HPG entre los grupos fue la mayor, siendo más bajo en las ovejas resistentes. Durante el pico de la lactancia aumentan los requerimientos de energía y proteína en la oveja produciéndose un desequilibrio en el balance nutricional y junto a la acción de la prolactina que afecta la respuesta inmunitaria desencadenan el alza de lactación, incrementándose la carga parasitaria y como consecuencia los conteos de HPG (Castells et al., 2013). El alza de lactación se asocia al incremento de la fecundidad de los parásitos adultos presentes en el hospedador y a la maduración de larvas hipobióticas (O'Sullivan y Donald, 1970, y Urquhart et al., 1996, citados por Goldberg, 2011). A su vez, las condiciones de temperatura y humedad relativa registradas en este mes, 19,5 °C y 87 %, sumado a las precipitaciones registradas, 153 mm, superiores al promedio histórico (1961-1990), fueron propicias para el desarrollo larvario en el ambiente; así como también para el desarrollo de las larvas hipobióticas de *H. contortus*. En este

sentido, en los cultivos de larvas se encontró, en ambos grupos, que el 84 % de las larvas fueron del género *Haemonchus* spp., que, con su elevado potencial biótico explicaría el aumento en los recuentos de HPG. Los resultados concuerdan con lo expresado por Goldberg (2011) quien también encontró que los recuentos máximos de HPG en las ovejas de cría resistentes y susceptibles coincidieron con el alza de lactación. Al respecto, en el estado de Paraná, Brasil, los promedios de los valores de HPG de los animales susceptibles siempre fueron mayores en relación a los resistentes en ovejas Hampshire Down y sus cruza en el período comprendido entre finales de la gestación y lactancia (Sotomaior, Moreira De Carli, Tangleica, Kaiber y Pohl de Souza, 2007). Por otra parte, en ovejas cruza Suffolk en similar momento del ciclo productivo, hubo un aumento sostenido y lineal en los promedios de HPG en animales resistentes y susceptibles (Sotomaior, 1997), aunque no se indica si se registró diferencia significativa entre los mismos.

En términos generales la evolución de las parasitosis durante el ciclo productivo fue similar entre grupos, sin embargo, en los momentos de mayor desafío, como durante el alza de la lactación, las ovejas resistentes tuvieron un mejor desempeño con menores recuentos de HPG.

9.2. Géneros parasitarios presentes

En los cultivos de larvas se registró un perfil parasitario similar para los 2 grupos de ovinos a lo largo del experimento. Hubo mayor prevalencia del género *Haemonchus* spp. en los meses de primavera, verano y otoño. En cambio, en los meses invernales el género predominante fue *Trichostrongylus* spp. Los resultados concuerdan con la epidemiología de estos dos parásitos. *Haemonchus* spp. es de clima cálido y durante el invierno el desarrollo de las formas libres es limitado principalmente por las bajas temperaturas (Castells et al., 2013; Nari y Cardozo, 1987). Durante el otoño, si bien las precipitaciones estuvieron por debajo de los promedios mensuales históricos, las temperaturas y humedades medias estuvieron por encima de estos promedios, lo que pudo contribuir a que continuaran eclosionando y evolucionando larvas de *H. contortus* y se constatará su presencia en los cultivos de larvas. En cambio, *Trichostrongylus* spp., que prolifera con clima templado y frío (Bowman, 2011; Castells et al., 2013), tuvo baja prevalencia en la estación otoñal, y recién en el invierno pleno tuvo alta prevalencia. Durante el invierno del año 2019, las temperaturas medias mensuales fueron de similares a levemente inferiores al promedio histórico de la EEFAS. En el presente trabajo se encontró entre un 24 y un 40 % de larvas de *Oesophagostomum* spp. en los meses invernales. Este es un nematodo con un potencial biótico, entre 3000 y 5000 huevos por día y de clima cálido (Castells et al., 2013), aunque su presencia podría explicarse por condiciones meteorológicas favorables en el invierno. De hecho, la temperatura media mensual registrada en junio de 2019, 15,9 °C, se situó 4,2 °C por encima de las medias históricas (1961-1990), mientras que en los demás meses invernales las temperaturas medias mensuales fueron similares a los registros históricos.

Los resultados son concluyentes con los encontrados por Castells (2008), quien reportó que los géneros parasitarios más importantes fueron *Haemonchus* spp. y

Trichostrongylus spp.. En el mismo sentido fue el trabajo de Goldberg (2011), sin embargo, hay una diferencia, ya que encontró que *Haemonchus* spp. fue el género de mayor prevalencia en todos los muestreos realizados, entre agosto y noviembre, mientras que, en el presente trabajo, en agosto, el género predominante fue *Trichostrongylus* spp.. Por otra parte, Castells et al. (2013), en un estudio realizado en ovinos, entre el otoño del 2007 y el otoño del 2009, que abarcó 6 establecimientos distribuidos al norte, sur, este y oeste del Uruguay, encontraron bajos conteos de *Oesophagostomum* spp. durante el invierno, a diferencia de lo hallado en este trabajo, aunque no se menciona la categoría evaluada. Este trabajo coincide parcialmente con Romero y Boero (2001), que al estudiar ovinos parasitados en regiones templadas y cálidas de Argentina, ubican al género *Haemonchus* spp. como el más prevalente desde mediados de verano hasta bien avanzado el otoño, mientras que en el presente trabajo este género tuvo más prevalencia a partir de primavera, y a *Trichostrongylus* spp. como uno de los géneros de mayor adaptación desde finales de otoño e invierno.

9.3. Peso vivo

Los animales no se seleccionaron según el peso dado que el objetivo fue selección por DEP para HPG, por lo que los grupos no fueron homogéneos en cuanto al PV. Durante el experimento, la tendencia de la evolución del PV fue similar para ambos grupos. En abril los pesos vivos aumentaron con respecto a marzo, lo que puede atribuirse a la alta producción de materia seca otoñal (Crempien, 2014) y buena calidad de la pastura, a pesar de que las precipitaciones fueron inferiores al promedio histórico. Asimismo, pudo incidir la dosificación administrada en marzo con Naphtalophos y que se evidenció en un menor recuento de HPG. En el invierno bajaron los pesos vivos promedio para ambos grupos. Esta disminución en el peso podría explicarse por la menor producción y calidad de las pasturas en esta estación en el campo natural (Pereira, 2011), limitando la producción de los animales (Ayala et al., 1993, citado por André, Pedoja y Ramírez, 2016), a pesar que las precipitaciones fueron superiores al promedio histórico durante los meses de agosto y setiembre. Además, la carga animal fue elevada, de 1,32 UG/ha, la más alta registrada en el experimento, para el período comprendido entre el 12 de julio y 14 de agosto. Aunque los animales recibieron suplementación invernal, a base de DDGS y afrechillo de arroz. En esta estación del año los recuentos de HPG fueron bajos, pero el género predominante fue *Trichostrongylus* spp., que tiene bajo potencial biótico. En octubre fue cuando el PV tuvo su valor más bajo, debido al parto (expulsión de fetos, líquidos y placenta) y a la lactancia, momento en que la majada de cría tiene requerimientos energéticos que triplican a los de mantenimiento y ocurre el alza de lactación (Nari y Cardozo, 1987), coincidiendo con mayores recuentos de HPG. En diciembre el peso vivo aumentó, esto puede explicarse por un aumento de la producción de forraje del campo natural, debido a que la pastura natural está compuesta por una mayor proporción de especies de tipo estival con respecto a las de tipo invernal (Berretta et al., 1990; Carámbula, 1991; Ayala et al., 1993 y Montossi et al., 2000, citados por André et al., 2016), a que, desde agosto a diciembre el nivel de precipitaciones fue más alto que el promedio histórico con un aumento paulatino de las temperaturas medias. Además, en este período se registró la segunda carga animal más baja durante el experimento, de 0,62 UG/ha. También

puede haber influido la dosificación realizada en octubre con Moxidectina y Rafoxanide.

9.4. Condición corporal

La mayor CC registrada en abril y mayo podría deberse, por un lado, a un menor recuento de HPG registrado durante estos meses en comparación con el mes de marzo, resultado de la dosificación pre-servicio empleando Naphtalophos, en abril con Doramectina, tras la aparición de garrapatas en las ovejas y, por otro lado, a la producción otoñal de pasto, que proporciona pasturas de buena calidad (Pereira, 2011), pese a que en estos meses las precipitaciones fueron menores al promedio histórico. La disminución de la CC registrada en junio se podría atribuir al avance de la preñez, a una carga animal tal vez algo elevada, 1,09 UG/ha, y a la disminución de la cantidad y calidad de las pasturas que se da desde fines de otoño y durante el invierno, estación de menor producción de materia seca del campo natural (Pereira, 2011), siendo esta la mayor limitante para la producción animal (Ayala et al., 1993, citado por André et al., 2016), debido a la combinación de bajas temperaturas y menor cantidad de horas luz (Nari y Cardozo, 1987), a pesar de que las precipitaciones fueron superiores al promedio histórico y las temperaturas medias fueron similares. Los recuentos de HPG fueron bajos, y el género con mayor prevalencia en los cultivos larvarios en invierno fue *Trichostrongylus* spp., que tiene bajo potencial biótico (Lapage, 1976). En agosto la CC continuó disminuyendo, a pesar de que las ovejas fueron dosificadas durante el parto con un antiparasitario combinado de amplio espectro, a base de Derquantel y Abamectina, y a que fueron suplementadas entre el 11 de julio y el 10 de setiembre, con una mezcla de DDGS y afrechillo de arroz, a razón de 350 g por oveja cada 2 días, acompañando la esquila parto. Esta disminución en la CC podría ser explicada por el hecho de que, durante el invierno, coinciden la baja oferta de forraje del campo natural (Pereira, 2011) con el transcurso del último tercio de gestación de las ovejas de cría, período de mayor crecimiento fetal, en que los requerimientos nutricionales de la oveja aumentan alrededor de un 50 % (Nari y Cardozo, 1987), además, la carga animal en la primera mitad de agosto fue elevada 1,32 UG/ha pero luego se ajustó a 0,58 UG/ha, la carga más baja registrada en el experimento. En octubre, la CC continuó disminuyendo, y fue el momento en que se registraron los valores más bajos. Esta disminución en la CC podría deberse al hecho de que transcurre la lactancia, período donde la oveja de cría tiene los mayores requerimientos energéticos, sumado a un desajuste en el sistema inmunitario que desencadenan la ocurrencia del alza de lactación (Nari y Cardozo, 1987), a pesar de que la oferta forrajera no debería ser limitante, ya que las precipitaciones registradas en el mes, así como la temperatura media fueron mayores que el promedio histórico, y la carga fue baja, 0,62 UG/ha. Este momento del experimento coincide con los mayores recuentos de HPG, principalmente en las ovejas del grupo susceptible. En el mes de diciembre la CC aumentó. Esto podría atribuirse al hecho de que desde finales del invierno las precipitaciones y las temperaturas medias fueron superiores a los promedios históricos, factores que contribuirían al aumento de la producción de forraje, también pudo haber influido la baja carga animal utilizada en diciembre, de 0,62 UG/ha. Además, en octubre, las ovejas fueron dosificadas con un endectocida de amplio espectro perteneciente a la familia de las Milbemicinas, a base de Moxidectina, y con

un antihelmíntico y fasciolicida, de la familia de las Salicilanilidas, a base de Rafoxanida.

9.5. FAMACHA®

Los bajos valores de FAMACHA® registrados entre abril y agosto coinciden con los bajos recuentos de HPG que se registraron entre estos meses, donde fueron en promedio menores a 300, y con el hecho de que, en marzo se llevó a cabo la dosificación pre-servicio de las ovejas, con un antihelmíntico para nematodos del abomaso e intestino delgado a base de Naphtalophos y, en abril, se dosificó con Doramectina, debido al hallazgo de garrapatas en las ovejas. Además, en este período, cuando las temperaturas tendieron a descender, la prevalencia de *Haemonchus* spp. fue nula en julio y baja en agosto, de acuerdo con la epidemiología de dicho parásito (Mederos, 2002). En la realización de los análisis coproparasitarios no se registraron huevos de *Trichuris* spp., especie de hábitos hematófagos (Lapage, 1976), que junto con *H. contortus* (Lapage, 1976), podrían provocar disminución en el hematocrito y la hemoglobina (Castells et al., 2013), ni de *Fasciola hepatica*, causante de anemia (Olaechea, Gayo, Cardozo y Acosta, 2013). La técnica de FAMACHA® mide, indirectamente, el grado de anemia en los animales, la que puede tener diferentes etiologías. En los meses de invierno, el principal nematodo hematófago *Haemonchus* spp. tiene en general una prevalencia muy baja (Mederos, 2002), por lo que la aplicación de la técnica para detectar anemia debida a este nematodo en esta época tiene esa limitante (Rodríguez, Arece, Olivares, Alemán y Sánchez, 2015), ya que generalmente no se encuentran los estadios hematófagos del parásito. El hallazgo de animales con grado 3 plantearía la eventual posibilidad de dosificar, aunque no fue el criterio que se siguió en los momentos que se realizaron dosificaciones. El aumento en los grados de FAMACHA® registrado desde el mes de octubre hasta inicios de diciembre, se condice con la presencia de anemia en los individuos (Van Wyk y Bath, 2002), y fue el momento en que se registraron los valores más bajos, tanto en el hematocrito, como en la concentración de hemoglobina en sangre, por lo tanto, se puede coincidir con Morales, Guillen, Pinho, Pino y Barrios (2010) en que existe una relación entre los colores de la conjuntiva ocular y los valores de hto. En octubre ocurrió el amamantamiento de los corderos y el alza de lactación, momentos muy exigentes en el ciclo productivo de los ovinos, y también se registraron altos conteos de HPG, sobre todo en el grupo susceptible, con alta prevalencia del género *Haemonchus* spp. evidenciado en los cultivos de larvas. La disminución de los valores según la técnica de FAMACHA® registrados hacia el final del experimento, se podría atribuir a que en el mes de diciembre las ovejas fueron dosificadas con un antihelmíntico de amplio espectro a base de Monepantel, lo que contribuyó a disminuir la carga parasitaria y el recuento de huevos de NGI, a pesar que el género predominante fue *Haemonchus* spp., a la mejora en la alimentación debido a la producción de forraje que ocurre en esta época (Carámbula, 1991, citado por André et al., 2016) y a que disminuyen los requerimientos de la oveja para la producción de leche, ya que a partir de las 10 a 12 semanas posparto la producción de leche desciende drásticamente a un tercio de la producida al inicio de la lactación (Mazzitelli, 1983).

Los resultados de este trabajo están en la misma línea de Sotomaior et al. (2007), quienes indicaron que es posible observar, antes y durante la lactancia, una tendencia a aumentos en los grados de FAMACHA® y en los promedios de HPG.

9.6. Hematocrito

Los valores de Hto obtenidos en los meses de agosto, octubre y diciembre indicaron una tendencia clara a su disminución, en ambos grupos, a medida que transcurrió el ciclo productivo. Los bajos valores de Hto hallados en octubre y diciembre coincidieron con el predominio de *Haemonchus* spp. en los cultivos larvarios. *H. contortus* es un parásito hematófago (Lapage, 1976) y en las lesiones que genera en la mucosa abomasal se producen pérdidas de sangre debido a que secreta sustancias anticoagulantes, dando lugar a la anemia (Johnstone, 1998, citado por Escribano, 2019). La anemia es la disminución de la concentración de Hgb sanguínea, en relación a los parámetros normales (Torrens, 2015), o bien se trata de la disminución de la masa de eritrocitos, de la concentración de Hgb y del Hto (Kahn y Line, 2007; Stephenson, 2009). Además, las ovejas permanecieron en campo natural durante todo el experimento, por lo que durante la gestación y lactancia pudieron tener restricciones alimenticias con carencia de energía y proteínas que pudieron afectar el Hto (Beasley et al., 2012, citado por González, 2017), aunque se realizó una suplementación a base de DDGS y afrechillo de arroz entre el 11 de julio y el 10 de setiembre. Si bien los valores de Hto fueron menores para el grupo susceptible durante el experimento, sólo en el mes de diciembre la diferencia entre los grupos fue significativa. Los resultados concuerdan con los obtenidos por Escribano (2019), quien encontró que el Hto de los animales susceptibles fue menor que el de los resistentes coincidentemente con el aumento del HPG, también con Morales et al. (2002), que hallaron que animales con niveles de infección parasitaria más elevados tuvieron valores más bajos para Hto y Hgb, y con Sotomaior (1997), que encontró resultados similares y, además, sostuvo que existe una relación inversa entre los valores de Hto y el recuento de HPG.

Al comparar los resultados con los establecidos por da Rosa (2017), quien midió los parámetros sanguíneos en ovejas Corriedale de Uruguay, de distintas categorías, pastoreando sobre campo natural, y estableció que para ovejas gestantes el porcentaje de Hto fue de $33,23 \pm 0,92$, y para vacías de $35,78 \pm 1,59$; las ovejas del estudio estuvieron por debajo de ese rango durante todo el experimento. En esta misma línea, al comparar con los resultados obtenidos por Ábalos, Gurisich, Belchior y Silvia (2017), quienes estudiaron el perfil hematológico en ovinos Merino, adultos, de la Patagonia argentina, criados en condiciones extensivas, y determinaron el rango de Hto entre $39 \pm 5,15$, también se encontró que las ovejas del estudio estuvieron por debajo del rango durante todo el tiempo que duró el experimento. En este caso, algunas de las diferencias podrían explicarse por el efecto de la deshidratación a la que estarían sometidos los animales de la región patagónica, así como también por las largas distancias que fueron transportados los animales hasta el lugar de faena, donde se realizó la extracción de sangre, resultando en una hemoconcentración (Ábalos et al., 2017). A su vez, este trabajo no hace referencia a la categoría ovina ni tampoco si son gestantes o vacías. Por otra parte, Sotomaior et al. (2007), en un trabajo realizado en el estado de Paraná, Brasil, en ovejas en

gestación de las razas Hampshire Down y mestizas, criadas en condiciones extensivas, encontraron valores medios de Hto en animales resistentes, de 29,7 % y 22,83 % en susceptibles, los que se asemejan con los resultados del grupo resistente del presente trabajo, pero no así con los del susceptible, encontrándose los valores siempre por encima de los registrados por dichos autores. En cambio, los valores se encuentran dentro de los parámetros normales establecidos por Kahn y Line (2007) para la especie ovina, entre 27 y 45 %, excepto en el último muestreo de diciembre, cuando el promedio de Hto fue de 24,3 % para el grupo susceptible. Si los comparamos con los valores establecidos por Weiss y Wardrop (2010), en que el rango normal de Hto está entre 24 y 50 %, las ovejas del estudio nunca tuvieron el Hto por debajo de este rango.

9.7. Hemoglobina

Los valores de Hgb disminuyeron durante el período de estudio para ambos grupos, desde agosto hasta diciembre, de la misma manera en que se modificó el Hto. Los meses en que más baja estuvo la concentración de Hgb fueron octubre y diciembre, coincidiendo con altos recuentos de HPG, principalmente en el grupo susceptible, y elevada prevalencia de *Haemonchus* spp., evidenciada en los cultivos de larvas y relacionado a su hábito alimenticio hematófago (Lapage, 1976). La frecuencia del género *Haemonchus* spp. fue del 84 % para ambos grupos en octubre, y mayor al 90 % en diciembre, mientras que *Oesophagostomum* spp. tuvo una frecuencia que estuvo entre 7 y 13 %, y la de *Trichostrongylus* spp. fue inferior al 5 %. Además de causas parasitarias, la disminución de la concentración de Hgb se podría atribuir a que las ovejas pastorearon en campo natural durante todo el experimento, por lo que en el transcurso de la gestación y lactancia pudieron tener restricciones nutricionales, sobretodo, carencia de energía y proteínas que pudieron afectar negativamente la producción de Hgb y el Hto (Beasley et al., 2012, citado por González, 2017). Según García-Baratute et al. (2009), citado por González (2017), estos dos parámetros, Hgb y Hto, disminuyen progresivamente desde el inicio de la gestación, alcanzando los niveles más bajos en el segundo mes de lactancia. Si bien los valores de Hgb fueron menores para el grupo susceptible durante el experimento, sólo en el mes de diciembre la diferencia entre los grupos fue significativa. Al analizar en forma conjunta las variables Hto y Hgb del presente trabajo, los resultados concuerdan con los hallados por Escribano (2019), quien encontró que los animales del grupo susceptible tuvieron menor Hto y concentración de Hgb que los resistentes. El mismo comportamiento observó Sotomaior (1997) en Curitiba, Brasil, al comparar los promedios de la concentración de Hgb y el Hto en ovejas previamente catalogadas como resistentes y susceptibles a NGI, desde setiembre hasta diciembre, con una disminución de estos valores, mes a mes. En esta misma línea, Morales et al. (2002), en Maracay, Venezuela, quienes estudiaron la relación entre los parámetros hematológicos (Hto y Hgb) y el nivel de infestación parasitaria en borregos y borregas de reemplazo de las razas West African, Barbados Barriga Negra y de los cruces West African x Lacaune y West African x Bergamasca; encontraron que los valores más bajos para ambos parámetros correspondieron a los ovinos con niveles de infestación elevados de parásitos hematófagos.

Al comparar los resultados con los obtenidos por da Rosa (2017), quien estableció el rango normal de Hgb para ovejas gestantes en $10,20 \pm 0,26$ g/dL, surge que las ovejas de ambos grupos tuvieron valores normales en el mes de agosto, mientras que estuvieron por debajo del rango normal para ovejas vacías, $10,84 \pm 0,44$ g/dL, durante los meses de octubre y diciembre. Por su parte, al comparar con el trabajo de Ábalos et al. (2017) en que el rango normal fue de $12,10 \pm 1,56$ g/dL, las ovejas de ambos grupos del experimento en todo momento tuvieron valores de Hgb por debajo del rango. En cambio, al comparar los valores de Hgb promedio de las ovejas del grupo resistente siempre estuvieron dentro del rango de referencia descritos por Kahn y Line (2007) y el establecido por Weiss y Wardrop (2010), 9 - 15 g/dL, mientras que las ovejas susceptibles estuvieron por debajo del rango en 2 oportunidades, en los meses de octubre, 8,6 g/dL, y diciembre, 8,2 g/dL.

9.8. Recuento de Glóbulos Rojos

Los 3 parámetros evaluados para la serie roja, Hto, Hgb, y RBC, tuvieron una evolución similar, registrándose una disminución durante el experimento. Estos parámetros disminuyen progresivamente desde el inicio de la gestación (momento en que no fueron cuantificados en este trabajo), alcanzando los niveles más bajos en el segundo mes de lactancia (García-Baratute et al., 2009, citado por González, 2017). Por otra parte, la prevalencia de *Haemonchus* spp. fue en aumento desde agosto a diciembre, tal como se evidenció en los cultivos larvarios realizados y teniendo en cuenta que cada ejemplar de *Haemonchus* spp. adulto ocasiona en el ovino una pérdida de aproximadamente 0,05 mL de sangre por día (Ueno y Gutierrez, 1983, citado por Goldberg, 2011), sumado a que el HPG aumentó considerablemente en octubre debido al alza de lactación, puede ser uno de los factores que incidieron en los valores sanguíneos desde ese momento hasta el final del experimento en diciembre, principalmente en el grupo susceptible.

Al comparar los resultados del RBC con los de da Rosa (2017), en que el rango establecido para ovejas preñadas fue de $10,81 \times 10^6 \pm 0,34 \times 10^6$ / μ L, y para ovejas vacías de $11,67 \times 10^6 \pm 0,53 \times 10^6$ / μ L, con los valores de referencia de Kahn y Line (2007), que se sitúan entre 9×10^6 y 15×10^6 / μ L, y con los obtenidos por Weiss y Wardrop (2010), en que el rango está entre 8×10^6 y 16×10^6 / μ L, las ovejas de los grupos resistente y susceptible de este experimento estuvieron por debajo de estos rangos durante todo el experimento, ya que sus valores promedios oscilaron entre $6,8 \times 10^6$ y $7,7 \times 10^6$ / μ L.

9.9. Recuento de Glóbulos Blancos

Pese a no existir diferencias significativas de los efectos principales, el WBC mostró un comportamiento diferente entre los dos grupos en estudio. En el grupo resistente los valores mostraron un aumento a medida que avanzó el ciclo productivo. Mientras que, en el grupo susceptible, las variaciones del WBC no fueron significativas. Esto podría atribuirse a que los animales susceptibles responden de manera diferente durante el parto, teniendo menor número de eosinófilos y leucocitos en comparación a una línea de ovinos resistente a NGI (Watson et al., 1995; Rocha et al., 2004, citado por González, 2017). En los cambios de los recuentos de WBC

podría incidir la acción de los helmintos al provocar, generalmente, reacciones de hipersensibilidad tipo I, presentando un aumento de los eosinófilos sanguíneos (Ramos y et al., 2007, citado por González, 2017; Tizard, 2009), modificando indirectamente el WBC. En los cultivos larvarios realizados en los mismos momentos que el WBC, en agosto, octubre y diciembre, siempre se evidenció presencia de larvas de NGI, e incluso frecuencias crecientes de *Haemonchus* spp.. En esta línea de trabajo Sotomaior et al. (2007) con el objetivo de clasificar ovinos en resistentes y susceptibles, no hallaron diferencias en los promedios de eosinófilos en las distintas categorías en estudio. Por su parte, Sotomaior (1997), trabajando en el estudio de caracteres que permitan la identificación de animales resistentes y susceptibles a los NGI, encontró un aumento significativo del recuento de eosinófilos en períodos en los cuales también aumentó el recuento de HPG.

Los recuentos de WBC de este experimento siempre se encontraron por debajo del rango establecido por da Rosa (2017), para ovejas preñadas, que fue $9,67 \times 10^3 \pm 0,59 \times 10^3 /\mu\text{L}$, durante el mes de agosto y también por debajo del rango propuesto para ovejas vacías, $11,08 \times 10^3 \pm 0,77 \times 10^3 /\mu\text{L}$, durante octubre y diciembre. Por otra parte, están por encima si se compara con lo determinado por Ábalos et al., (2017), entre $4,13 \times 10^3 \pm 1,37 \times 10^3 /\mu\text{L}$. En cambio, el WBC promedio para ambos grupos de ovejas siempre estuvo dentro de los rangos establecidos por Kahn y Line (2007) y por Weiss y Wardrop (2010), entre 4×10^3 y $12 \times 10^3 /\mu\text{L}$.

9.10. Proteínas Totales

Entre los meses de agosto y octubre fue cuando ocurrió la disminución más notoria en el recuento de Proteínas Totales, registrándose su mínimo en octubre. Durante el alza de lactación se evidenció en los cultivos larvarios de ambos grupos una prevalencia del 84 % de *Haemonchus* spp., NGI hematófago que provoca pérdidas de sangre (Lapage, 1976), coincidentemente con lo expresado por Castells et al. (2013) quienes indican que *H. contortus* es el género parasitario más prevalente en esta etapa del ciclo productivo de los ovinos. También, en este momento, ocurrieron los conteos de HPG más elevados durante el experimento, y este contexto podría contribuir a la caída de los valores de los componentes sanguíneos y, por ende, de las proteínas totales. Por otra parte, las proteínas plasmáticas totales pueden disminuir por un menor consumo de las proteínas, pérdida de sangre debida a diversas etiologías (González, 2017), alteración de la síntesis hepática, entre otras (Ramos et al., 2007, citado por González, 2017).

Si comparamos los valores de proteínas totales de las ovejas del experimento con los valores establecidos por da Rosa (2017) para ovejas gestantes, $68,9 \pm 5,6$ mg/mL, las ovejas de ambos grupos estuvieron por encima del rango en los meses de abril y agosto. Al compararlas con el rango para ovejas vacías, $70,1 \pm 6,2$ mg/mL, estuvieron dentro del rango y, en ocasiones, por encima, durante los meses de octubre y diciembre. El recuento de proteínas totales de las ovejas de ambos grupos en todo momento estuvo por encima del rango establecido por Kaneko, Harvey y Bruss (1997), entre 60 y 70 mg/mL. Al comparar con los valores establecidos por Kahn y Line (2007) y con Weiss y Wardrop (2010), entre 60 y 75 mg/mL, el grupo resistente siempre estuvo por encima del rango normal, mientras que el grupo susceptible estuvo dentro del rango normal en los meses de octubre y diciembre, y por encima de este en abril y agosto.

Con respecto a la combinación entre Proteínas Totales y HPG se observó que, en agosto, se registró una leve disminución en los valores de proteínas totales, con respecto a la primera medición realizada en abril, disminución que podría deberse a factores fisiológicos de los animales como una disminución en el consumo voluntario de nutrientes provocado por el avanzado estado de preñez que ejerce una compresión del útero sobre el rumen, y por ende menores aportes de nutrientes y proteínas al organismo (Banchemo, 2007, citado por Antognazza, Durán y Sanchez, 2011), por su parte, los recuentos de HPG fueron bajos, con prevalencias superiores de *Trichostrongylus* spp., que tiene menor potencial biótico (Soulsby, 1987), aunque también se evidenció la presencia de *Oesophagostomum* spp., de mayor potencial biótico (Castells et al., 2013). Mientras que, en octubre, con el aumento de las prevalencias de *Haemonchus* spp. y presencia de *Oesophagostomum* spp., hubo un máximo recuento de HPG, y se registraron disminuciones más acentuadas y significativas en las concentraciones de proteínas totales, siendo esto más marcado en el grupo de animales susceptibles. Esto sugiere la posibilidad de que la hematófagia podría ser un factor que explique las variaciones entre las proteínas totales. Por otra parte, hacia el final del experimento, en diciembre, hubo una recuperación significativa en las concentraciones de proteínas totales, acompañada de un descenso en el recuento de HPG, sobre todo en los animales resistentes, ya que los susceptibles tuvieron un recuento promedio de HPG elevado. Esta recuperación en las concentraciones de proteínas totales pudo deberse al control de los NGI hematófagos presentes, *Haemonchus* spp., mediante las dosificaciones realizadas el 31 de octubre y 6 de diciembre, y/o a otros factores nutricionales o fisiológicos, como el aumento de la producción de forraje y la disminución de la utilización de nutrientes para la producción de leche hacia el final de la lactancia, lo que puede favorecer la recuperación de los parámetros sanguíneos de los animales (del Valle, Wittwer y Hervé, 1983).

9.11. Albúmina

A lo largo del experimento la concentración de albúmina descendió para ambos grupos. Por su parte, el índice de FAMACHA® aumentó en octubre y principios de diciembre, posiblemente debido, entre otros factores, a la presencia de parásitos hematófagos, y esto puede explicar cuadros de hipoproteinemia e hipoalbuminemia (Birgel, 2013). En los cultivos larvarios realizados en octubre y diciembre se evidenciaron prevalencias elevadas de *Haemonchus* spp.. La tendencia a la disminución en las concentraciones de albúmina coincidió con el comportamiento que tuvieron los parámetros de la serie roja, Hto, Hgb y RBC, con el registro de los valores más bajos en octubre y diciembre. En cambio, para proteínas totales, las concentraciones mínimas ocurrieron en el mes de octubre. Similares resultados obtuvieron Zárate et al. (2014) quienes al estudiar ovejas Texel en Atyra, Paraguay, encontraron que los valores de albúmina disminuyeron durante el último tercio de gestación y lactancia con respecto al preservicio.

Al comparar con los valores obtenidos por da Rosa (2017), 31 ± 3 mg/mL, para ovejas gestando y $30,8 \pm 5,3$ mg/mL para ovejas vacías, las ovejas del experimento siempre tuvieron valores de concentración de albúmina dentro de los rangos

normales. En cambio, al comparar la concentración de albúmina de las ovejas con los valores indicados por Kahn y Line (2007) para la especie, entre 32 y 50 mg/mL, se observó que los valores estuvieron dentro del rango únicamente en el mes de abril para las ovejas del grupo susceptible y en los meses de abril y agosto para las ovejas del grupo resistente. Si comparamos los valores de la concentración de albúmina de las ovejas con los valores determinados por Kaneko et al. (1997), un valor promedio de 40 mg/mL, las ovejas del experimento presentaron hipoalbuminemia durante todo el transcurso del mismo.

En el estudio combinado del recuento de HPG y la concentración de albúmina en los animales del experimento, se pudo ver que, mientras que el recuento de HPG presentó fluctuaciones debidas posiblemente a las dosificaciones y/o a la epidemiología y estacionalidad de los NGI presentes, las concentraciones de albúmina presentaron valores que tendieron a disminuir para ambos grupos de estudio. Dicho comportamiento de la albúmina fue descrito por Zárate et al. (2014), quienes encontraron disminuciones en la concentración de albúmina a medida que avanzó el ciclo productivo de las ovejas de cría desde el preservicio hasta la lactancia temprana. Por su parte, MacLachlan y Cullen (1988), citado por Birgel (2013), atribuyen indirectamente la disminución en las concentraciones de albúmina a una anemia parasitaria por nematodos hematófagos, que al succionar sangre provocan un menor aporte de oxígeno a determinadas regiones del hígado causando daños y afectando la funcionalidad del mismo, y por lo tanto a la formación de albúmina, dado que la misma se sintetiza en este órgano (Cunningham, 2003). Por otra parte, Birgel (2013), logró relacionar estados moderados y graves de anemia por parásitos con la presencia de hipoproteinemia e hipoalbuminemia, pero no pudo constatar presencia de daño hepático. Al analizar los valores de FAMACHA® se observan los grados más altos en octubre y principios de diciembre, indicativo de mayores grados de anemia en los animales, momento en el cual los valores de albúminas fueron más bajos y los recuentos de HPG registraron valores altos, principalmente en el grupo de animales susceptibles.

9.12. Globulinas séricas

Estas tuvieron un descenso en el mes de octubre, coincidiendo con el máximo valor en los recuentos promedio de HPG y con el predominio del género *Haemonchus* spp. evidenciado mediante los cultivos de larvas. Además, en este momento, transcurrió la primera mitad de la lactancia que pudo repercutir negativamente y registrar los valores más bajos en las concentraciones de globulinas séricas. También pudieron haber influido otros factores como la producción y acumulación de calostro entorno al parto para, entre otras funciones, transferirle inmunidad pasiva al neonato (García Sacristán et al., 1998, citado por Antognazza et al., 2011), disminuyendo el volumen de globulinas séricas. Por otra parte, Zárate et al. (2014), con el objetivo de obtener valores referenciales y evaluar las variaciones en los perfiles metabólicos en ovejas de cría en el preservicio, final de gestación e inicio de lactancia empleando ovejas Texel primíparas criadas bajo régimen extensivo o semi-intensivo en Cordillera, Paraguay, encontraron que la media de los valores de globulinas estuvieron por debajo del intervalo de referencia en el preservicio, aumentando en la gestación, para luego subir rápidamente al inicio de la lactancia,

ubicándose dentro del intervalo de referencia. Los valores promedio de globulinas séricas para ambos grupos a lo largo del experimento oscilaron entre 40,2 mg/mL y 50,4 mg/mL, valores que se encuentran dentro del rango normal establecidos por Kaneko et al. (1997), de 35 mg/mL y 55 mg/mL.

Al relacionar los valores promedio de globulinas séricas y los recuentos de HPG para ambos grupos en este experimento, la observación más relevante fue en el mes de octubre, donde ocurrió el pico más elevado de HPG y, en contraposición, las globulinas séricas registraron los valores más bajos en su concentración a lo largo del estudio. Luego, desde el registro mínimo en octubre, hasta el mes de diciembre, las concentraciones de globulinas aumentaron, siendo más rápido y mayor este incremento en el grupo resistente, lo que permite suponer que estos animales se recuperan de mejor forma que los ovinos del grupo susceptible. Acompañando la recuperación en los valores de globulinas se registraron disminuciones en los valores promedio de HPG en ambos grupos, lo que plantea la posibilidad de que la infección parasitaria repercuta negativamente en la concentración de globulinas séricas. También se deberían considerar otros factores que podrían influir en la recuperación de la concentración de globulinas y también de los parámetros hematológicos al final de la lactancia, como el posible aumento de la producción de forraje y la disminución en la utilización de los nutrientes para producir leche por parte de los animales (del Valle et al., 1983).

Posiblemente se necesite un mayor número de ovejas en los grupos para evaluar si los resultados obtenidos se mantienen.

9.13. Corderos

Los corderos de las ovejas resistentes y susceptibles no difirieron estadísticamente en su PVN, PVS y PVD, tampoco en la ganancia diaria de peso ni en la CC al destete. En cambio, sí hubo diferencias debido al sexo, tipo de nacimiento o lote de parto. La edad a la señalada y al destete fue, en promedio, 9 días superior para los corderos hijos de las ovejas resistentes, debido principalmente a que el 71,4 % de las ovejas resistentes parieron en el primer lote de parto, mientras que solo el 30 % de las susceptibles lo hicieron en el mismo momento, lo que sugiere que un mayor porcentaje de ovejas resistentes logró establecer la gestación antes, durante la IA, mientras que las susceptibles se preñaron en mayor medida más tarde, durante el repaso. Esto podría deberse a que los animales susceptibles tuvieron mayor carga parasitaria entorno al servicio, de hecho, en marzo y abril tuvieron recuentos de HPG más elevados que el grupo resistente, y, según Fernández Abella et al. (2006), niveles parasitarios más elevados reducen la tasa ovulatoria, la fecundidad y provocan pérdidas embrionarias que conducen a un retraso en el comienzo de sus respectivas gestaciones.

Resultados similares a los de este trabajo encontraron Benavides et al. (2010), quienes al utilizar ovinos Merino Australiano de familias resistentes y susceptibles a NGI en Río Grande del Sur, Brasil, concluyeron que no se modifica la producción de

lana ni los pesos al nacer y al destete de los corderos descendientes de la línea resistente en comparación con los de la línea susceptible.

Por su parte y con respecto a la GDP, en los trabajos de Fernández Abella et al. (2000), se mencionan menores GDP en corderos hijos de ovejas parasitadas, y en el de Burton-Facio (2013), se observó una tendencia a tener menores ganancias de peso diario en hijos de ovejas Merino Australiano parasitadas, al compararlos con hijos de animales desparasitados de la misma raza.

10. CONCLUSIONES

Se registró un recuento de HPG superior en el grupo susceptible en la mayor parte del período de estudio. Las ovejas de ambos grupos presentaron la mayor eliminación de huevos de NGI durante el alza de lactación, siendo más elevado en las susceptibles. Los grupos resistente y susceptible presentaron un perfil de NGI similar a lo largo del experimento, lo que parecería indicar que la resistencia genética a NGI no modificaría los géneros prevalentes. Hubo un mayor predominio de *Haemonchus* spp. en primavera, verano y otoño, y de *Trichostrongylus* spp. en los meses invernales.

El grupo al que perteneció la madre, resistente o susceptible, no incidió en los PVN, PVS, PVD, GDP y CC al destete de los corderos. Los pesos de los corderos fueron afectados por sexo, lote de parto en que nacieron y el tipo de nacimiento, único o mellizo.

Con los niveles de parasitosis alcanzados las variables productivas no mostraron diferencia entre grupos a lo largo del período de estudio, en cambio, en las variables sanguíneas y séricas las ovejas resistentes mostraron un mejor desempeño en los momentos más exigentes del ciclo productivo. Además, una mayor proporción de ovejas resistentes logró establecer antes la gestación, lo que podría atribuirse a menores cargas parasitarias entorno al servicio.

Finalmente, se considera que incorporar ovinos resistentes a NGI en forma sostenida en el tiempo permitiría obtener un mejor desempeño global de la majada, menor contaminación de las pasturas con huevos de NGI y reducir costos en antihelmínticos y en mano de obra.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ábalos, M.A., Gurisich, S., Belchior, E. y Silvia, G. (2017). Perfil hematológico en ovinos adultos de raza merino de la Patagonia argentina. *Revista Veterinaria Argentina.*, 34,354.
- Abbas, A., Lichtman, A. y Pillai, S. (2015). *Inmunología celular y molecular* (8ª ed.) Barcelona: Elsevier.
- Adams, D.B. (1988). Infection with *Haemonchus contortus* in sheep and the role of adaptative immunity in selection of the parasite. *International Journal for Parasitology*, 18(8), 1071- 1075.
- André, M., Pedoja, M.B. y Ramírez, C. (2016). *Respuesta productiva de un campo natural sometido a niveles crecientes de intervención* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, Udelar, Montevideo.
- Antognazza, J., Durán, J.M. y Sanchez, S. (2011). *Suplementación preparto: largo de la gestación, características del parto, calostro, vigor y supervivencia de corderos en ovejas con gestaciones simples y múltiples* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Anziani, O.S. y Fiel, C.A. (2015). Resistencia a los antihelmínticos en nematodos que parasitan a los rumiantes en la argentina. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 41(1), 34-46. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86436966008>.
- Aroztegui, J., Rodríguez, S. y Tort, J. (2013). *Efecto de la eficacia parcial de un antihelmíntico comercial sobre diferentes parámetros productivos en corderas Merino Dohne* (Tesis de Grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Barreda, R., Dorado, J. y Tonna, M. (2016). Evolución de la infección de la infección natural de nematodos gastrointestinales en una generación de borregos durante un año (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Benavides, M., Souza, C., Moraes, J., Berne, M. y Ledur, M. (2010, noviembre). Resistencia a parásitos gastrointestinales de ovino merino australiano en Rio Grande del Sur y sus correlaciones con características productivas. *XI Simposio iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*, ed. Ing. Zoot. Rubén D. Martínez, Joao Pessoa-Paraíba.
- Birgel, D.B. (2013). Estudo da anemia em ovinos decorrente à verminose gastrintestinal (Tesis de doctorado). Faculdade de Medicina Veterinária y Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Bisio, L. (2020). *Historia de las EEFAS*. Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto. Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/index.php/institucional-eefas/historia-de-la-eefas>.
- Bonino, J. (2002). Resistencia antihelmíntica de parásitos gastrointestinales en ovinos. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 299, 8-12.
- Bonino, J. (2004). Resistencia antihelmíntica en ovinos: Antecedentes y situación actual. En *Seminario de Actualización Parasitosis Gastrointestinales en Ovinos y Bovinos* (2a. ed., pp.20-31). Tacuarembó: INIA.
- Bonino, J. y Mederos, A. (2003). Resistencia antihelmíntica en ovinos. *Revista del Plan Agropecuario*, 107, 42-45.
- Bowman, D.D. (2011). *Georgis Parasitología para Veterinarios* (9ª ed.). Barcelona: Elsevier.
- Burton-Facio, A. (2013). *Efecto de los nematodos gastrointestinales sobre parámetros reproductivos y productivos de ovejas de cría Merino Australiano pastoreando sobre campo natural de Basalto* (Tesis de Grado) Facultad de Agronomía, Udelar, Montevideo.
- Cardellino, R., y Rovira, J. (1987). *Mejoramiento genético animal*. Montevideo: Hemisferio Sur.
- Casaretto, A. (2002). Factores que contribuyen a la aparición de resistencia antihelmíntica. Parasitosis gastrointestinales de los ovinos: situación actual y avances de la investigación. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 299,13-15.
- Castells, D. (2004). Métodos integrados de control de parásitos gastrointestinales: Resistencia genética del ovino. Seminario de actualización: Parasitosis gastrointestinales en ovinos y bovinos. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 369, 6-10. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/11854/1/SAD369p6-10.pdf>.
- Castells, D. (2008). *Evaluación de resistencia genética de ovinos Corriedale a los nematodos gastrointestinales en Uruguay: heredabilidad y correlaciones genéticas entre el recuento de huevos de nematodos y características productivas* (Tesis de Maestría). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Castells, D., y Gimeno, D. (2010). *Corriedale resistente a los nematodos gastrointestinales. Sociedad de criadores de Corriedale de Uruguay*, SUL. Recuperado de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/107-resistente_a_nematodos.pdf
- Castells, D., Nari, A., Gayo, V., Mederos, A., y Pereira, D. (2013). Epidemiología e impacto productivo de nematodos gastrointestinales en Uruguay. En C. Fiel y A. Nari (Coord.),

Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes (pp.149-173). Montevideo: Hemisferio Sur.

- Castells, D., Romero, J., Mederos, A., y Nari, A. (2013). Control de Nematodos gastrointestinales en ovinos. En C. Fiel y A. Nari (Coord.), *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes* (pp.201-221). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Ciappesoni, G. y Gimeno, D. (2018, noviembre). Nuevos mercados. Nueva genética. En IV *Seminario Mejoramiento Genético en Ovinos*. Inia, Sul,Salto
- Ciappesoni, G., Gimeno, D., y Coronel, F. (2014). Progreso genético logrado en las evaluaciones ovinas del Uruguay. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 22 (3), 73-80.
- Ciappesoni, G., Montossi, F., y Ganzábal, A. (2007). *Programa Nacional de Carne y Lana. ¿Qué es la DEP? – Frisona milchaf* (Cartilla N°2). Montevideo: INIA.
- Coles, G. y Simkins, K. (1977). Resistance of nematode eggs to the ovicidal activity of benzimidazoles. *Research in Veterinary Science*, 22, 386-387.
- Cordero del Campillo, M. (1999). Lucha contra las parasitosis: control y erradicación. En M. Cordero del Campillo y F. Rojo, *Parasitología Veterinaria* (pp.181-192). Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- Craig, T. (1993). Anthelmintic resistance. *Veterinary Parasitology*. 46, 121-131.
- Crempien, C. (2014). *Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos* (2ª ed.). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Cunningham, J.G. (2003). *Fisiología Veterinaria* (3ª ed). Madrid: Elsevier.
- Damián, J.P., Terrazas, A., Cabrera, E., Simonetti, S., Aragunde, R. y Fila, D. (2020). Growth of foetal bones and metabolic profile during gestation in primiparous ewes and multiparous ewes. *Reproduction in Domestic Animals*, 55, 1180–1189.
- da Rosa, S. (2017). *Caracterización del hemograma en ovinos de raza Corriedale alimentados sobre campo natural* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- del Valle, J., Wittwer, F., y Hervé, M. (1983). Estudio de los perfiles metabólicos durante el periodo de gestación y lactancia en ovinos Romney. Valdivia-Chile. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 15(2), 65-72.

- Eady, S.J., Dobson, R.J., y Barnes, E.H. (1997). Impact of improved host resistance on worm control in Merinos - a computer simulation study. *International Congress for Sheep Veterinarians*, 4, 341-345.
- EggsAct (2020). *Nematode Life Cycle*. Recuperado de <http://www.faecaleggcountkit.com.au/parasites/life-cycle-of-fasciola-hepatica-liverfluke/>
- Emery, D., McClure, S., y Wagland, B. (1993). Production of vaccine against gastrointestinal nematodes of livestock. *Immunology and Cell Biology*, 71(5),463-472.
- Escribano, C.S. (2019). *Evaluación inmunológica de ovinos resistentes y susceptibles a la infestación por el nemátodo Hemonchus contortus* (Tesis de Maestría). Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo.
- FAO (2004). *Guidelines resistance management and integrated parasite control in ruminants*. Roma, Italia. Management Service.
- Fernández-Abella, D., Castells, D., Piaggio, L., y Deleón, N. (2006). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. Efectos de distintas cargas parasitarias y su interacción con la alimentación sobre las pérdidas embrionarias y la fecundidad. *Producción Ovina*, 18, 25-31.
- Fernández-Abella, D., Hernández, Z., Kemayd, J., Soares de Lima, A., Urrutia, J.I., Villegas, N., y Bentancur, O. (2000). Efecto de los nematodos gastrointestinales sobre la productividad de ovejas Corriedale y Merino. II. Actividad ovárica, mortalidad y crecimiento de los corderos. *Producción Ovina*, 13, 105-115.
- Fernández-Abella, D., Hernández-Russo, Z., y Villegas, N. (2006). Effect of gastrointestinal nematodes on ovulation rate of merino Booroola heterozygote ewes (FecB Fec+). *Animal Research*, 55, 545-550.
- Fiel, C., y Steffan, P. (1994). Epidemiología de los nematodos gastrointestinales en la Pampa húmeda. En A. Nari y C. Fiel, *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos* (pp.67-94). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Gimeno, D., y Cardellino, R. (2006, agosto). Genetic evaluation of sheep for wool and meat production in Uruguay. En *8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. WCGALP, Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Goldberg, V. (2011). *Estimación de parámetros genéticos de la resistencia a nematodos en el período del parto y pos-destete en ovinos Merino del Uruguay* (Tesis de Maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/15900>.

- Gómez, M., y Rojo, F. (1999). Ecología parasitaria. En M. Cordero del Campillo y F. Rojo, *Parasitología Veterinaria* (pp.63-69). Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- González, A. (2017). *Evaluación de los cambios metabólicos y hematológicos producidos por el alza de lactación en ovejas corriedale alimentadas a campo natural* (Tesis de grado). Facultad de Veterinaria, Udelar, Montevideo.
- Guitou, H. (2004, noviembre). Interpretación y uso correcto de los Deps como herramienta de selección. En *5ª Convención Anual de Angus*. Sociedad Rural Rio Cuarto, Córdoba.
- Happich, F.A., y Boray, J.C. (1969). Quantitative diagnosis of chronic fascioliasis. The estimation of daily total eggs production of *Fasciola hepatica* and the number of adult flukes in sheep by faecal egg counts. *Australian Veterinary Journal*, 45(7), 329-331.
- Hernández-Russo, Z., Villegas, N., y Fernández-Abella, D. (2020). Effect of gastrointestinal nematodes in ram sperm production. *GSC Advanced Research and Reviews*, 03(1), 19-25.
- Hinney, B., Schoiswohl, J., Melville, L., Ameen, V. J., Wille-Piazzai, W., Bauer, K., ... Krametter-Frötscher, R (2020). High frequency of benzimidazole resistance alleles in trichostrongyloids from Austrian sheep flocks in an alpine transhumance management system. *BMC Veterinary Research*, 16(132). [doi :10.1186/s12917-020-02353-z](https://doi.org/10.1186/s12917-020-02353-z).
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Instituto Plan Agropecuario, Ministerio Ganadería Agricultura y Pesca. (2008). Cartilla de estado corporal ovino. En *Alternativas tecnológicas para enfrentar situaciones de crisis forrajera* (p.14). Montevideo: INIA. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4901/1/Cartilla-de-estado-corporal-ovino.pdf>.
- Jefferies, B.C. (1961). Body condition scoring and its use in management. *Tasmania Journal of Agriculture*, 32, 19-32.
- Kahn, C.M., y Line, S. (Eds) (2007). *Manual Merck de Veterinaria* (6ª ed.). Barcelona: Océano.
- Kaneko, J.J., Harvey, J.W., y Bruss, M.L. (1997). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals* (5ª ed.). San Diego: Academic Press.
- Lanusse, C. (1994). Bases farmacológicas de la terapéutica antihelmíntica. En A. Nari y C. Fiel, *Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovino* (pp. 33-65). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Lapage, G. (1976). *Parasitología veterinaria* (4ª ed.). México: CECSA.

- Magaña, F., Núñez, R., Ramírez, R., y Rodríguez, F. (2012). Conectividad en evaluaciones genéticas de animales. *Agrociencia*, 46, 677-692.
- Mapas del Uruguay (2010). *Mapa de rutas. Enciclopedia online gratis*. Recuperado de <http://www.mapasdeluruguay.eluruguayo.com/mapa-rutero.htm>.
- Mazzitelli, F. (1983). Algunas consideraciones sobre el crecimiento de corderos. *Boletín Técnico (SUL)*, 8, 53-61.
- McClure, S. (2000). *Sheep immunity to gastrointestinal nematode parasite. Review*. Recuperado de <http://files.doencas-parasitarias-dos-animais.webnode.com/200000153-4172c426c9/Sheep%20immunity%20to%20GI%20nematodes.pdf>
- Mederos, A. (2002). Epidemiología de los nematodos gastrointestinales de los ovinos en Uruguay. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 299, 4-7.
- Mederos, A., González, H., Zamit, W., Frugoni, J., Montossi, F., San Julián, R., y De Barbieri, I. (2000). Métodos de control de las parasitosis gastrointestinales de los ovinos. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 239, 45-46. Recuperado de <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/9141/1/SAD-239p45-46.pdf>.
- Mederos, A., Montossi, F., Banchemo, G., y Rodríguez, A. (2007). Situación de la resistencia antihelmíntica de los parásitos gastrointestinales en ovinos: aportes del INIA en el marco de su interacción con otras instituciones de investigación y desarrollo. *El País Agropecuario*, 13(147), 66. Recuperado de <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/11788200608191333.pdf>.
- Mederos, A., Montossi, F., De Barbieri, I., y Cuadro, R. (2004). Efecto de la utilización de leguminosas con taninos condensados en el manejo integrado de los parásitos gastrointestinales en ovinos: resultados preliminares. *INIA Serie Actividades de Difusión* ; 369, 11-19.
- Mederos, A., Ramos, Z., y Banchemo, G. (2014). First report of monepantel *Haemonchus contortus* resistance on sheep farms in Uruguay. *Parasites & Vectors*, 7 (598). doi: 10.1186/s13071-014-0598-z
- Mederos, A., Salles, J., Berretta, E., Zamit, W., González, H., y Levratto, J. (1997). Medidas de manejo para el control de parásitos gastrointestinales en corderos de destete: utilización de pasturas seguras. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 145, 15-19.
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, CONEAT (s/f). Recuperado de <http://web.renare.gub.uy/js/visores/coneat/>.

- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias (2015). *Regiones agropecuarias del Uruguay*. Recuperado de <http://www.mgap.gub.uy/dieaanterior/regiones/Regiones2015.pdf>.
- Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca, Dirección de Estadísticas Agropecuarias (2019). *Anuario Estadístico Agropecuario 2019*. Recuperado de <https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2019/Anuario2019.pdf>
- Ministerio de Turismo y Deporte, Uruguay, Uruguay Natural (s/f). *Clima idioma y religión*. Recuperado de <https://turismo.gub.uy/index.php/clima-idioma-y-religion>.
- Morales, G., Guillen, A.T., Pinho, A., Pino, L., y Barrios, F. (2010). Clasificación por el método Famacha y su relación con el valor de hematocrito y recuento de hpg de ovinos criados en condiciones de pastoreo. *Zootecnia Tropical*, 28(4), 545-556.
- Morales, G., Pino, L.A., León, E., Rondón, Z., Guillén, A., Balestrini, C., y Silva, M. (2002). Relación entre los parámetros hematológicos y el nivel de infestación parasitaria en ovinos de reemplazo. *Veterinaria Tropical*, 27(2): 87-98.
- Nari, A. (2003). *Resistencia a los antiparasitarios: Estado actual con énfasis en América Latina*. Roma: FAO, Dirección de Producción y Salud Animal.
- Nari, A. (2008). Control integrado de parásitos: del interés académico a la realidad. En Centro Médico Veterinario de Paysandú (Ed.), *Jornada Uruguaya de Buiatría* (Vol. XXXVI, pp. 111-118). Paysandú: Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Nari, A., y Cardozo, H. (1987). Enfermedades causadas por parásitos internos. En J. Bonino, A. Durán del Campo y J.J. Mari, *Enfermedades de los lanares* (Vol. 1, pp. 1-157). Montevideo: Hemisferio Sur.
- Nari, A., Cardozo, H., Berdie, J., Canabez, F., y Bawden, R. (1977). Dinámica de población para nematodos gastrointestinales en el Uruguay. *Veterinaria*, 14, 66.
- Nari, A., Salles, J., Gil, A., Waller, P.J., y Hansen, J.W. (1996). The prevalence of anthelmintic resistance in nematode parasites of sheep in Southern Latin America: Uruguay. Elsevier. *Veterinary Parasitology*, 62, 213-222.
- Niec, R. (1968). Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastroentéricos de los bovinos y ovinos. *INTA Manual técnico*, (3), 1-37.
- Olaechea, F., Gayo, V., Cardozo, H., y Acosta, D. (2013). Epidemiología y control de *Fasciola hepática*. En C. Fiel y A. Nari, *Enfermedades parasitarias de importancia clínica y productiva en rumiantes* (pp. 301-319). Montevideo: Hemisferio Sur.

- Pereira, M. (2011). *Manejo y conservación de las pasturas naturales del Basalto*. MGAP, Instituto Plan Agropecuario, BID. Recuperado de https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/20_pasturas_de_basalto.pdf
- Pereira de Oliveira, G., y Mello, M. (1990). Resistência de Bovinos de Seis Graus de Sangue Holandês-Guzerá ao Carrapato (*Boophilus microplus*) e ao Berne (*Dermatobia hominis*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 42 (2), 127-35.
- Pérez, L., Rodríguez, R., Basto, G., Reyes, E., Martínez, I., Ojeda, M. y Favila, M. (2018). Toxicidad y efectos adversos de las lactonas macrocíclicas sobre los escarabajos estercoleros: una revisión. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89, 1293-1314. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v89n4/2007-8706-rmbiodiv-89-04-1293.pdf>
- Pérez, S. (2016). *Caracterización agroclimática de la región noroeste del Uruguay y su influencia en la producción ganadera* (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, Udelar, Montevideo.
- Rodríguez, J.G., Arece, J., Olivares, J.L., Alemán, Y., y Sánchez, Y. (2015). Antihelmínticos, resistencia y método FAMACHA. Experiencia cubana en ovinos. *Revista de Salud Animal*, 37, 57-63.
- Romero, J.R. y Boero, C.A. (2001). Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en regiones templadas y cálidas de la Argentina. *Analecta Veterinaria*, 21(1), 21-37.
- Romero, O. (2015). Evaluación de la Condición Corporal y Edad de los ovinos. *INIA Informativo (Chile)*, 79. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/4553/NR40188.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salles, J. (2002). Metodos de control integrado de los parasitos gastrointestinales. Manejo del pastoreo con criterio parasitario. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 299, 25-28.
- Salles, J., Rodríguez, M., Cardozo, N., Rizzo, E., y Cardozo, H. (2004). Resistencia antihelmíntica en vacunos en Uruguay, primera comunicación. *INIA Serie Actividades de Difusión*, 369, 65-68. Recuperado de <https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/5cc20492527a1.pdf>.
- Shalaby, H. (2013). Anthelmintics Resistance; How to Overcome it. *Iranian Journal of Parasitology*, 8(1) 18-32. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/236916722_Anthelmintics_Resistance_How_to_Overcome_it.
- Simm, G. (1998). *Genetic Improvement of Cattle and sheep*. Tonbridge: Farming.

- Simón, F. y Simón, F., (1999). Nematodos. En M. Cordero del Campillo y F. Rojo, *Parasitología Veterinaria* (pp.113-123). Madrid: McGraw-Hill-Interamericana.
- Sotomaior, C. (1997). *Estudo de caracteres que possam auxiliar na identificação de ovinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrintestinais* (Tesis de maestría). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- Sotomaior, C., Moreira De Carli, L., Tangleica, L., Kaiber, B.K., y Pohl de Souza, F. (2007). Identificação de ovinos e caprinos resistentes e susceptíveis aos helmintos gastrointestinais. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, 5 (4), 397- 412.
- Soulsby, E. (1987). *Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos*. (7ª ed.). México: Interamericana.
- Stephenson, R.B. (2009). Fisiología cardiovascular. En J.G. Cunningham y B.G. Klein, *Fisiología Veterinaria* (4ª ed., pp. 178- 297). Barcelona : Elsevier.
- Suarez, V., Olaechea, F., Romero, J., y Rossanigo, C. (2007). *Enfermedades parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de América*. INTA Anguil: INTA .
- Sykes, A.R. (1987). Endoparasites and herbivore nutrition. En J.B. Hacker y J.H. Ternouth, *The Nutrition of Herbivores* (pp. 211-232). Sydney: Academic Press.
- Thienpont, D., Rochette, F., y Vanparijs, O. (1986). *Diagnosing helminthiasis by coprological examination* (2ª ed.). Beerse: Jansen.
- Tizard, I.R. (2009). *Inmunología Veterinaria* (9a ed.). Barcelona: McGraw-Hill Interamericana.
- Torrens, M. (2015). Interpretación Clínica Del Hemograma. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(6), 713–725.
- Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Estación Experimental de la Facultad de Agronomía en Salto (2016). Recuperado de <http://www.fagro.edu.uy/index.php/institucional-eefas/integrantes-eefas/unidad-de-ovinos-y-lanas>.
- Van Wyk, J., y Bath, G. (2002). The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research*, 33, 509-529.
- Vieragro Inversiones. (s/f). *¿Qué es el Coneat?* Recuperado de <https://vieragro.com.uy/invertir-en-uruguay/que-es-el-coneat/>.
- Weiss, D.J., y Wardrop, K.J. (2010). *Schalm`s Veterinary Hematology* (6ª ed.). Ames: Wiley-Blackwell.

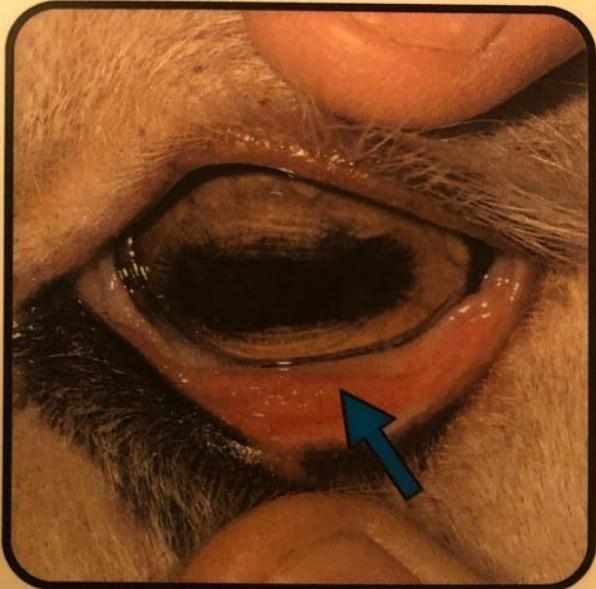
Zárate, R., Pedrozo, R., Acosta, R., Lara, M., Báez, M., y González, A. (2014). Perfiles metabólicos en ovejas Texel en los períodos de preservicio, último tercio de gestación e inicio de lactancia. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 4(02), 39 – 46.

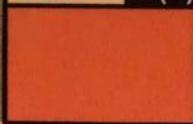
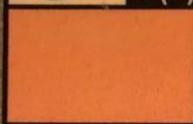
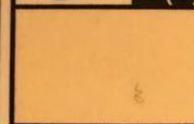
12. ANEXOS

12.1. Cartilla de FAMACHA®

FAMACHA® 2015

Anaemia guide
 Guide sur l'anémie
 Guía de anemia
 مرشد فقر الدم
 ऐनिमिया संबधि निर्देश
 貧血症檢測卡



 A(1) 	 B(2) 	 C(3) 	 D(4) 	 E(5) 
---	---	---	---	---

12.2. Cartilla de estado corporal ovino



Cartilla de estado corporal ovino

<p>Diagram showing the lumbar vertebrae with labels: Apófisis vertical, Cobertura grasa, Apófisis horizontal, and Músculo.</p>	<p>CC = 1 - Las apófisis verticales (espinosas) y horizontales (lumbares) son prominentes y puntiagudas. Fácilmente se puede penetrar con los dedos por debajo de las apófisis transversas y éstas se sienten claramente. Este punto de CC indica subnutrición y baja producción.</p>
	<p>CC = 2 - Las apófisis verticales son prominentes pero suaves y redondeadas. Las apófisis horizontales son suaves y redondeadas pero aún es posible penetrar por debajo de las mismas con una leve presión de los dedos. El músculo del lomo es de moderada profundidad pero con pequeña cobertura de grasa. Este punto de CC indica subnutrición y baja producción.</p>
	<p>CC = 3 - Las apófisis verticales son suaves y redondeadas y sólo pueden sentirse haciendo presión. Las apófisis horizontales son suaves y bien cubiertas; es necesaria una fuerte presión con los dedos para sentir los bordes. El músculo del lomo está lleno con moderada cobertura de grasa. Este punto de CC indica buena alimentación y alta producción.</p>
	<p>CC = 4 - Las apófisis verticales sólo se detectan como una línea. Los bordes de las apófisis horizontales no pueden ser sentidos con los dedos. El músculo del lomo está lleno con una gruesa cobertura de grasa. Este punto de CC indica buena alimentación y alta producción.</p>
	<p>CC = 5 - Las apófisis verticales no pueden ser detectadas aún con fuerte presión, percibiéndose en su lugar una depresión. Las apófisis horizontales no pueden ser detectadas. El músculo del lomo está muy lleno y con una muy gruesa cobertura de grasa. Este punto de CC indica sobrealimentación y sobreengrasamiento.</p>

12.3. Índice CONEAT y composición de suelos de la EEFAS.

EEFAS:

- Dto. Salto, Uy.
- N° padrón: 1624
- Superficie Catastral (has): 1000
- Ind. Productividad: 87
- Ind. Valor Real: 124

Tipo de suelo	%
1.10b	42.71
12.11	35.65
1.21	7.45
1.23	7.43
s09.11	2.84
b03.1	2.67
1.11b	0.94
12.22	0.32

1.10b

El relieve es de sierras con escarpas escalonadas y laderas de disección de forma convexa; incluye pequeños valles. Las pendientes modales son de 10 a más de 12%. La rocosidad y/o pedregosidad varían de 20 a 30% pudiendo ser a veces de más de 30%. De 85 a 95% de la superficie de este grupo está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo donde aflora la roca basáltica; el resto son suelos de profundidad moderada. Los suelos dominantes son Litosoles Subéutricos (a veces Éutricos) Melánicos, ródicos (Litosoles pardo rojizos). Tienen una profundidad de 30 cms., aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10 cms.); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media (en los Subéutricos) a alta (en los Éutricos). Estos suelos se encuentran en las posiciones más fuertes del paisaje (sierras con escarpas y laderas de disección de más de 6% de pendientes). Como asociados, ocupando pendientes menores, se encuentran Litosoles Éutricos Melánicos (Litosoles negros) y Brunosoles Éutricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Ocupando pequeños valles y zonas cóncavas, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles) de profundidad moderada y profundos. Los suelos son de uso pastoril. La vegetación es de pradera invernal, de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) y cerrados en los valles. Este grupo corresponde con la unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se distribuye en toda la región basáltica, pudiéndose mencionar como zona típica, sobre Ruta 26, en las inmediaciones de Tambores. Índice de Productividad 30.

12.11

El relieve es de lomadas suaves (1 a 3% de pendientes) con valles cóncavos asociados. Incluye también interfluvios ondulados convexos. Los suelos dominantes

son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Éútricos Típicos (Praderas Negras mínimas). Como suelos asociados, ocupando las pendientes más fuertes, se encuentran Vertisoles Háplicos (Grumosoles), moderadamente profundos, Brunosoles Éútricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras superficiales) y superficiales (Regosoles) y Litosoles Éútricos Melánicos (Litosoles Negros, a veces pardo rojizos). El uso actual es pastoril agrícola. En este grupo hay áreas donde se puede incentivar la agricultura, aunque los suelos presentan limitaciones. Se corresponde con la unidad Itapebí - Tres Árboles de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se pueden mencionar como zonas típicas los alrededores de Tomás Gomensoro, Itapebí, Laureles y Palomas. Índice de Productividad 162.

1.21

El relieve de este Grupo es de lomadas fuertes (Pendientes de 3 a 6%) incluyendo también pequeños interfluvios y valles. La rocosidad y/o pedregosidad oscilan de 2 a 6%. Los suelos dominantes que ocupan de 50 a 75% de la superficie son: Litosoles Éútricos Melánicos, de colores negros a pardo oscuro y a veces pardo rojizos y rojos (ródicos) y Brunosoles Éútricos Típicos de profundidad moderada, (Praderas Negras mínimas y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Las características de los suelos son: color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de basalto en todo el perfil, alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. Los suelos asociados, que ocupan de 25 a 50% de la superficie son: Litosoles Subéútricos Melánicos de textura franca muy superficiales, ródicos, (Litosoles rojos) y tienen una profundidad de 30 cms., aunque normalmente son muy superficiales (menos de 10 cms.); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media (en los Subéútricos) a alta (en los Éútricos). También como asociados aparecen Brunosoles Éútricos Típicos (Praderas Negras mínimas) y Vertisoles Háplicos (Grumosoles). El uso actual es pastoril, aunque hay algunas zonas dentro de este grupo donde se hace agricultura. Este grupo integra la unidad Curtina de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se distribuye en toda la región basáltica, pudiéndose mencionar como zona típica la Ruta 31, en las inmediaciones del Arroyo Valentín Chico. Índice de Productividad 86.

1.23

El relieve correspondiente a este grupo es de zonas altas planas (interfluvios), de forma general convexa. La rocosidad y/o pedregosidad oscilan de 2 a 6%. Los suelos dominantes que ocupan de 50 a 75% de la superficie son: Litosoles Éútricos Melánicos, de colores negros a pardo oscuro y a veces pardo rojizos y rojos (ródicos) y Brunosoles Éútricos Típicos de profundidad moderada, (Praderas Negras mínimas y Regosoles) y superficiales (Regosoles). Las características de los suelos son: color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillo limosa, con gravillas de basalto en todo el perfil, alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. También existen Vertisoles Háplicos de profundidad moderada (Grumosoles). Son suelos de color negro y textura arcillo limosa a arcillosa en todo el perfil con gravillas de basalto, de alta fertilidad natural y moderadamente bien drenados. Los suelos asociados, que ocupan de 25 a 50% de la superficie son: Litosoles Subéútricos Melánicos de textura franca muy superficiales, ródicos, (Litosoles rojos), y tienen una profundidad de 30cms., aunque normalmente son muy superficiales (menos de

10cms.); son de textura franco limosa a franco arcillosa, con gravillas de basalto en todo el perfil y bien drenados. La fertilidad natural es de media. Son suelos fundamentalmente de uso pastoril, aunque hay algunas zonas dentro de este grupo donde se hace agricultura. Este grupo integra la unidad Curtina de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 83.

S09.11

Este grupo consiste en una asociación entre el grupo S09.10 (identificado con bancos antiguos de cantos rodados, observables en los alrededores de la Ciudad de Salto) y suelos superficiales de basalto, aparece en la región litoral oeste de los Dptos. de Salto y Artigas y algunas áreas del Dpto. de Paysandú, aunque localizado en laderas de disección asociadas a las vías de drenaje. Los Inceptisoles Ócricos (Regosoles de cantos rodados) pueden representar hasta 70% de la asociación, correspondiendo a Brunosoles Éútricos Típicos superficiales y moderadamente profundos (Lito-Regosoles y Praderas Negras superficiales) el 30% restante. El uso es pastoril, con pasturas pobres en las partes altas de cantos rodados y de mejor calidad en las laderas bajas sobre suelos basálticos. Este grupo corresponde a la unidad Constitución de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 39.

B03.1

Esta unidad está asociada a las grandes vías de drenaje de la región basáltica. Se trata de un sistema de planicies aluviales de pendiente de 0% donde se distinguen dos tipos de terrenos, unos de forma general plana con vegetación arbórea de galería, vecinos a las vías de drenaje y otros, también de forma general plana, vecinos a los primeros, aunque frecuentemente con mesorrelieve. La rocosidad y pedregosidad son prácticamente nulas. Los suelos correspondientes al primer tipo de terreno (asociados dentro del grupo) son aluviales, generalmente arcillo limosos, a veces franco limosos en todo el perfil, ricos en materia orgánica. Se trata de Fluvisoles Isotexturales Melánicos. En el segundo tipo de terreno (dominantes dentro del grupo), los suelos son profundos, de colores negros que se agrisan a los 50 cm y en ocasiones a los 200 cm., de texturas arcillo limosas, por lo general con transición gradual a sedimentos limosos. A veces presentan sobre el perfil material alóctono y actual (deposiciones aluviales). Se trata de Vertisoles Háplicos parácuicos/aérico/no hidromórficos (Grumosoles). La vegetación es de selva aluvial típica y parque con pradera predominantemente invernal y de tapiz denso, asociada a comunidades hidrófilas uliginosas accesorias. Este grupo se corresponde con la unidad Arapey de la carta a escala 1:1.000.000. (D.S.F.). Índice de Productividad 158.

1.11b

El relieve de este grupo corresponde a colinas (6 a 12% de pendientes) y lomadas fuertes (5 a 6%) de la formación Arapey, incluye interfluvios plano convexos con laderas laterales de forma general convexa y escarpadas asociadas; también incluye pequeños valles. La rocosidad y/o pedregosidad varía de 10 a 20%. Hasta el 75% de la superficie del grupo está ocupada por suelos superficiales y manchones sin suelo, el resto corresponde a suelos de profundidad moderada. Los suelos son Litosoles Subéútricos (a veces Éútricos) Melánicos, ródicos. Los suelos asociados son

Litsoles Éútricos Melánicos, Brunosoles Éútricos Típicos moderadamente profundos (Praderas Negras y Regosoles) y superficiales (Regosoles) y Vertisoles Háplicos (Grumosoles) moderadamente profundos. Accesoriamente se encuentran suelos de mayor profundidad (Grumosoles) ocupando las concavidades del terreno y vías de drenaje secundarias. Son suelos de uso pastoril con vegetación de pradera invernal de tapiz bajo y ralo, a veces algo abierto (en suelos asociados) con *Baccharis coridifolia* (mío-mío) característico. Este grupo se corresponde con la unidad Cuchilla de Haedo-Paso de los Toros de la carta escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Se distribuye en toda la región basáltica localizándose fundamentalmente en los alrededores de Paso de los Toros. Índice de Productividad 40.

12.22

El relieve es de lomadas fuertes (3 a 6% de pendiente) y suaves (1 a 3%), con valles cóncavos asociados. Incluye también interfluvios ondulados convexos. Los suelos dominantes son Vertisoles Háplicos (Grumosoles) y Brunosoles Éútricos Típicos (Praderas Negras mínimas). Como suelos asociados ocupando las pendientes mayores, se encuentran suelos de menor profundidad: Vertisoles Háplicos (Grumosoles) moderadamente profundos, Brunosoles Éútricos Típicos moderadamente profundos y superficiales (Praderas Negras superficiales y Regosoles) y Litsoles Éútricos Melánicos (Litsoles Negros). El uso actual es pastoril, pero existen áreas donde se puede hacer agricultura, aunque con limitaciones. Se corresponde con la unidad Itapebí - Tres Árboles de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F.). Índice de Productividad 151.

