UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE VETERINARIA

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS ENDOPARÁSITOS EN BOVINOS BONSMARA-HEREFORD Y HEREFORD PUROS EN IGUALES CONDICIONES DE MANEJO

“por”

Lucía OTHAIX BERTUCCI
Mª Inés TOLOSA GOSLINO

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
2014

Tesis de grado aprobada por:

Presidente de mesa: _____

nombre completo y firma

Segundo miembro (Tutor): _____

nombre completo y firma

Tercer miembro: _____

nombre completo y firma

Fecha : _____

Autores: _____

nombre completo y firma

_____

nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

- A nuestra tutora Dra. Zully Hernández por su completa dedicación, su paciencia y su gran conocimiento sobre el tema, compartiendo su aprendizaje, afecto y confianza.
- A nuestra co-tutora Ing. Agr. Celmira Saravia por el tiempo dedicado y por su colaboración con nuestra formación personal y profesional.
- Al Ec. Gastón Núñez por su buena disposición y ayuda en la parte estadística del estudio.
- A la Ing. Agr. Ana Espasandín por su colaboración y al personal de la EEMAC por su apoyo en las tareas de campo.
- Al Sr. Oscar Cáceres de la EEBR por su disponibilidad y buena voluntad en todas las ocasiones requeridas.
- A la Regional Norte Salto de la Universidad de la República por permitirnos utilizar sus instalaciones.
- A nuestras familias y amigos por habernos apoyado en nuestra carrera, siempre con cariño y confianza.

TABLA DE CONTENIDO

Página

PÁGINA DE APROBACIÓN……..……...….2

AGRADECIMIENTOS…….……..…….....3

LISTA DE FIGURAS……...8

LISTA DE CUADROS……10

1. RESUMEN……11

2. SUMMARY…..……12

3. INTRODUCCIÓN……....13

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA……..……15

4.1 Ganadería en el Uruguay……..……...15

4.2 Características de la raza Bonsmara……..……...15

4.3 Nematodos gastrointestinales en bovinos……..….18

4.3.1 Relevancia, pérdidas productivas y reproductivas……..18

4.3.2 Dinámica parasitaria, Ciclo Biológico y Epidemiología……..19

4.3.3 Respuesta inmune de los bovinos a los nematodos gastrointestinales…….....24

4.3.4 Tratamiento y resistencia a los antihelmínticos.....26

4.3.4.1 Factores que afectan la aparición de resistencia……..30

4.3.4.2 Situación de la resistencia antihelmíntica en bovinos……..31

4.3.5 Métodos de control……..…….33

4.4 Trematodos en bovinos……..34

4.4.1 *Fasciola hepatica*……...34

4.4.1.1 Ciclo biológico y Epidemiología……34

4.4.2 *Paramphistomum* spp……..…….37

4.5 Diagnóstico parasitario en bovinos……..……37

4.5.1 Estimación de la carga parasitaria……38

4.5.2 Cultivo e identificación de los nematodos gastrointestinales en bovinos……..39

5. HIPÓTESIS……..41

6. OBJETIVOS……41

6.1 Objetivo general……41

6.2 Objetivos específicos……..41

7. MATERIALES Y MÉTODOS……42

7.1 Descripción del área de estudio……...42

7.2 Población animal y manejo……43

7.3 Exámenes realizados..……47

7.4 Análisis estadísticos……47

8. RESULTADOS……..49

8.1 Resultados en vaquillonas……..…49

8.1.1 Estimación de la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereforpuras……49

8.1.2 Distribución de los animales de acuerdo a rangos de hpg en las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……....50

8.1.3 Identificación de los géneros de nematodos gastrointestinales presentes en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……51

8.1.4 Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum*) en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras…….....52

8.1.5 Evolución del peso vivo en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……53

8.1.6 Vinculación de la carga parasitaria con el peso vivo en vaquillonas…53

8.1.7 Resultados Meteorológicos……...54

8.1.7.1 Datos meteorológicos de la EEMAC……54

8.1.7.2 Relación de la carga y de los géneros parasitarios en las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras con los registros meteorológicos……56

8.2 Resultados en terneros……57

8.2.1 Estimación de la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……....57

8.2.2 Distribución de los animales de acuerdo a rangos de hpg en los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……...58

8.2.3 Identificación de los géneros de nematodos gastrointestinales presentes en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……..59

8.2.4 Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum*) en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……...60

8.2.5 Evolución del peso vivo en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……61

8.2.6 Vinculación de la carga parasitaria con el peso vivo en los terneros……..61

8.2.7 Resultados Meteorológicos……62

8.2.7.1 Datos meteorológicos de la EEBR……62

8.2.7.2 Relación de la carga y de los géneros parasitarios en los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros con los registros meteorológicos……64

9. DISCUSIÓN……..65

9.1 Discusión en vaquillonas……...65

9.1.1 Carga y géneros de nematodos gastrointestinales en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……..65

9.1.2 Comparación de las cargas y los géneros parasitarios entre vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……67

9.1.3 Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum*) en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……68

9.1.4 Peso vivo y carga parasitaria en vaquillonas……68

9.2 Discusión en terneros……..69

9.2.1 Carga y géneros de nematodos gastrointestinales en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……69

9.2.2 Comparación de las cargas y los géneros parasitarios entre terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……71

9.2.3 Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum*) en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……..72

9.2.4 Peso vivo y carga parasitaria en los terneros……..……..72

10. CONCLUSIONES……..73

11. BIBLIOGRAFÍA……74

12. ANEXOS……82

12.1 Hpg mensuales vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras…….82

12.2 Hpg mensuales terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……...83

12.3 Peso vivo en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……..84

12.4 Peso vivo en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……86

12.5 Datos Meteorológicos EEMAC……..87

12.6 Datos Meteorológicos Melo……87

12.7 Anexos teoría estadistíca……88

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Características fenotípicas de la raza Bonsmara……..17

Figura 2. Ciclo biológico directo de los nematodos gastrointestinales en bovinos……..20

Figura 3. Formas de presentación de la ostertagiasis en bovinos, tipo I, pre tipo II y tipo II……22

Figura 4. Modelo conceptual del desarrollo de la inmunidad en el bovino para diferentes géneros parasitarios……26

Figura 5. Mapa de la EEMAC y potreros donde estuvieron las vaquillonas con sus aguadas……...42

Figura 6. Mapa de la EEBR y donde estuvieron los terneros……..43

Figura 7. Población de vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras del estudio……...44

Figura 8. Periodo de estudio de las vaquillonas indicando los meses en que se administraron antihelmínticos……..45

Figura 9. Terneros del estudio……..46

Figura 10. Periodo de estudio de los terneros, indicando los meses en que se administraron antihelmínticos……...46

Figura 11. Promedios, máximos y mínimos de las cargas parasitarias mensuales de las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras……49

Figura 12. Distribución porcentual de las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras de acuerdo a los rangos de hpg……50

Figura 13. Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en vaquillonas Bonsmara-Hereford de Marzo a Octubre de 2013……...52

Figura 14. Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en vaquillonas Hereford puras de Marzo a Octubre de 2013……...52

Figura 15. Temperatura del aire máxima media (TXM±DE), temperatura del aire mínima media (TNX ±DE), temperatura máxima absoluta (TX), temperatura mínima absoluta (TN) y Precipitaciones totales (RR) estacionales en el periodo experimental en la EEMAC……55

Figura 16. Precipitaciones acumuladas mensuales en el periodo de estudio *vs* históricas de Paysandú……..56

Figura 17. Promedios, máximos y mínimos de las cargas parasitarias mensuales de los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros……..58

Figura 18. Distribución porcentual de los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros de acuerdo a los rangos de hpg……59

Figura 19. Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en los terneros Bonsmara-Hereford de Julio de 2013 a Mayo de 2014……....60

Figura 20. Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en los terneros Hereford de Julio de 2013 a Mayo de 2014……60

Figura 21. Temperatura del aire máxima media (TXM ±DE), temperatura del aire mínima media (TNX ±DE), temperatura máxima absoluta (TX), temperatura mínima absoluta (TN) y Precipitaciones totales (RR) estacionales el periodo experimental en la EEBR……62

Figura 22. Precipitaciones acumuladas mensuales en el periodo de estudio *vs* precipitaciones históricas en la ciudad de Melo……63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Antiparasitarios de amplio y reducido espectro para el control de los nematodos en los rumiantes……..……..…28

Cuadro 2. Porcentaje de reducción de recuento de huevos (%RRH) y resultado del cultivo e identificación de las larvas (CL) en el primer diagnóstico de resistencia antihelmíntica en bovinos en Uruguay……..32

Cuadro 3. Clasificación por signos y síntomas de las endoparasitosis en los bovinos……..……..…38

Cuadro 4. Cargas parasitarias mensuales promedios, máximos y mínimos en las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras de Febrero a Octubre 2013……49

Cuadro 5. Pesos vivos promedios mensuales en las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras de Febrero a Octubre de 2013……..53

Cuadro 6. Correlaciones entre los hpg y los pesos vivos de las vaquillonas durante el periodo de estudio……54

Cuadro 7. Comparación de los registros meteorológicos de la EEMAC durante el periodo estudiado en referencia a los promedios históricos de Paysandú (1961-1990)……...55

Cuadro 8. Cargas parasitarias promedios, máximos y mínimos de los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros desde Julio de 2013 a Mayo de 2014……...57

Cuadro 9. Pesos vivos promedios en los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros en el periodo de estudio……..61

Cuadro 10. Correlaciones entre los hpg y los pesos vivos de los terneros durante el periodo de estudio……61

Cuadro 11. Datos meteorológicos de la EEBR durante el periodo estudiado *vs* los promedios históricos de Melo (1961-1990)……63

1. RESUMEN

Bonsmara es una raza sintética de ganado de carne que ha sido seleccionada por características de adaptación, productividad y resistencia a parásitos externos e internos en ambientes pastoriles de Sudáfrica. En nuestro país las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de los nematodos gastrointestinales (NGI) durante todo el año, las infecciones pueden ser tanto clínicas como subclínicas, provocando pérdidas económicas importantes en los bovinos. Una alternativa para el control de los NGI se basa en la selección de líneas de animales, ya sea dentro de una raza o mediante la introducción de una raza resistente para producir cruzamientos que posean una mayor capacidad para regular los endoparásitos. El objetivo del presente trabajo se basó en evaluar el comportamiento a los endoparásitos entre animales cruza Bonsmara-Hereford (BH) y Hereford puras (HH) en iguales condiciones de manejo. Este trabajo se realizó sobre dos poblaciones, una de ellas compuesta por 33 vaquillonas, 10 ½ Bonsmara y ½ Hereford y 23 HH, nacidas en primavera de 2011, que se encontraban en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) en el departamento de Paysandú y el periodo de estudio estuvo comprendido entre febrero y octubre de 2013. La otra población integrada por 24 terneros, 5 ½ Bonsmara y ½ Hereford, 4 ¾ Bonsmara y ¼ Hereford y 15 HH, nacidos en primavera de 2012, que se encontraban en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (EEBR) en el departamento de Cerro Largo y el periodo experimental fue desde julio de 2013 a mayo de 2014. Mensualmente se extrajeron en las dos poblaciones muestras de materia fecal para el conteo de huevos de NGI, cultivos de larvas para la identificación de los géneros actuantes y además se pesaron mensualmente las vaquillonas y estacionalmente los terneros. También se llevó un registro meteorológico durante el periodo en estudio en ambas estaciones experimentales, donde se constataron temperaturas similares al promedio histórico (1961-1990). En general las cargas parasitarias fueron bajas y la comparación de las mismas entre las razas BH y HH para ambas categorías no mostró diferencias estadísticas significativas. En cuanto a los géneros parasitarios se comportaron de manera similar en ambas razas. En la mayoría de los meses la carga parasitaria no afectó el peso vivo de los animales en ninguna categoría. Si bien los patrones de las parasitosis fueron similares en las razas BH y HH, el peso vivo de los BH tanto en terneros como en vaquillonas fueron superiores a las correspondientes categorías de HH.

2. SUMMARY

Bonmara is a synthetic breed of beef cattle that has been selected for its features of adaptation, productivity and resistance to external and internal parasites in grazing environments of South Africa. In our country the environmental conditions benefit the development of gastrointestinal nematodes (GIN) throughout the year, infections can be clinical or subclinical, causing significant economical losses in cattle. An alternative for the control of GIN is based on the selection of lines of animals, whether it is inside a breed or by introducing a resistant breed to produce crosses that have a higher ability to regulate endoparasites. The objective of this study was based on evaluating the performance of endoparasites between Bonsmara-Hereford (BH) and pure Hereford (HH) breeds in the same management conditions. This work was performed over two groups, one of which was composed of 33 heifers, 10 ½ Bonsmara and ½ Hereford and 23 HH, born in spring 2011, which were at the Dr. Mario A. Cassinoni Experimental Station (EEMAC) in Paysandú and the study period was between February and October 2013. The other group was integrated by 24 calves, 5 ½ Bonsmara and ½ Hereford, 4 ¾ Bonsmara and ¼ Hereford and 15 HH, born in spring 2012, which were at the Prof. Bernardo Rosengurtt Experimental Station (EEBR) in Cerro Largo and the experimental period was from July 2013 to May 2014. Fecal samples were monthly taken in both groups for counting GIN eggs, larval culture for genus identification and heifers were weighed monthly and calves were weighed seasonally. Also, meteorological search was carried out during the experimental period in both stations, where temperatures inside the historical average (1961-1990) were found. In general parasite loads were low and the comparison of them between BH and HH breeds for both categories showed no statistically significant differences. The parasite genera behaved similarly in both breeds. Overall parasite load did not affect the body weight of the animals in any category. Although the patterns of parasitism were similar in BH and HH breeds, live weight of BH calves and heifers were higher than the ones corresponding categories of HH.

3. INTRODUCCIÓN

Actualmente se conocen recursos genéticos ganaderos que han sido seleccionados por su mayor adaptabilidad a climas extremos, resistencia a parásitos, tolerancia al calor, eficiencia en la conversión alimenticia, entre otros, repercutiendo en un aumento en la producción y en el bienestar animal (Frisch y Vercoe, 1979; Bonsma, 1985).

En los últimos años fue introducida en nuestro país la raza Bonsmara de origen africano. En el año 2005 el productor Johannes van Eeden de la zona de Castillos, departamento de Rocha importó 80 embriones y 400 dosis de semen desde Argentina y Estados Unidos. Esta raza, considerada sintética por su composición, fue creada y seleccionada en la Estación Experimental Mara de la Universidad de Pretoria (Sudáfrica) en la década del 30 (Bonsma, 1985). La raza Bonsmara está compuesta por $^{5}/_{8}$ Afrikander (*Bos taurus*) y $^{3}/_{8}$*Bos taurus* de origen británico ($^{3}/_{16}$-Hereford y $^{3}/_{16}$-Shorthorn). Según López (2002), la raza Afrikánder (biotipo Sanga o criollo Africano) se destaca por las características de adaptabilidad como tolerancia a altas temperaturas.

Bonsma (1985) destaca que este genotipo presenta un buen comportamiento frente al desafío de parásitos internos y externos, probablemente heredado de su componente Sanga africano. Algunos rasgos son los responsables de la resistencia a ectoparásitos, entre ellos el pelaje corto y claro, la piel gruesa e irrigada, la mayor secreción de las glándulas sudoríparas y la movilidad superior de la musculatura.

En una amplia región que abarca el sur de Brasil, Uruguay y Argentina, las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo de los nematodos gastrointestinales durante todo el año, y dado que la mayoría de los sistemas de producción se establecen sobre pasturas naturales, las endoparasitosis representan unas de las principales limitantes. Las pérdidas económicas asociadas con las infecciones parasitarias son fundamentalmente subclínicas (Fiel, 2005b).

Los nematodos gastrointestinales más importantes en terneros en Uruguay son, *Cooperia* spp. (64%), *Ostertagia* spp. (25%) y *Haemonchus* spp. (6%). En categorías de sobreaño *Trichonstrongylus axei* aumenta su presencia. Si bien *Cooperia* spp. es el género más prevalente, los que presentan mayor patogenicidad son *Ostertagia* spp. y *Haemonchus* spp. El efecto negativo de éstos nematodos sobre la producción no es igual en todas las categorías de animales ya que el bovino va desarrollando inmunidad y a partir de los 2 años se vuelve resistente (Nari y Risso, 1994). En cuanto a la presencia de Trematodos estos dependen de la coexistencia de los hospedadores definitivo e intermediario en un mismo hábitat y de la humedad y temperatura adecuadas

para que evolucionen los huevos, la población de caracoles y las formas parasitarias que albergan (Acosta, 1994).

Si bien la resistencia de los nematodos gastrointestinales de los bovinos a los antihelmínticos ha sido considerada como un fenómeno de presentación muy esporádica, últimamente el problema ha empezado a emerger en varios países. En un ensayo realizado por Salles y col. (2004), se confirma la resistencia antihelmíntica en vacunos de Uruguay.

Se han descripto varios métodos que se pueden usar para contribuir en el control de los nematodos, estos incluyen el manejo del pastoreo, el control biológico, los suplementos nutricionales, la vacunación, y el aprovechamiento genético (Jackson y Miller, 2006).

La selección de líneas de animales, ya sea dentro de una raza o mediante la introducción de razas resistentes para producir cruzas que posean una mayor capacidad para regular sus endoparásitos, ofrece un medio para aumentar la resistencia del animal. Los estudios en ganado bovino han confirmado que al menos parte de la variación de la capacidad de un individuo para regular la carga parasitaria se encuentra bajo control genético y es una característica moderadamente heredable en esta especie animal (Jackson y Miller, 2006).

La selección del ganado hacia una mayor resistencia a los parásitos, como una estrategia de control alternativo, reduciría la dependencia de la administración de los antihelmínticos y como consecuencia disminuiría la población de parásitos resistentes, así como los residuos de éstos en los tejidos (Baker, 1995; Krecek y Waller, 2006).

4. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 GANADERÍA EN EL URUGUAY

Uruguay es un país agro-exportador, por lo cual la agricultura y la ganadería son los recursos fundamentales de la economía. Además de la producción de carne, la lechería es otro rubro importante en cuanto al sector ganadero. La superficie dedicada a la ganadería bovina y ovina representa el 73%, unas 11.988.000 ha de la superficie total del país que alcanza las 16.420.000 ha. El producto bruto (PB) por concepto de la producción agropecuaria fue de $69.325 millones que representa el 6,8% del PB Total (DICOSE, 2012; DIEA, 2013).

Las principales razas bovinas de carne son de origen británico y están representadas por Hereford pura en aproximadamente el 76%, en menor proporción Aberdeen Angus y una mínima cantidad de productores realizan cruzamientos. Mientras, que la principal raza de leche corresponde a Holando-Holstein y en menor medida Jersey. Entre las razas ovinas más comunes que se crían en el país, figuran Corriedale y Merino Australiano (Oyhantcabal, 2003; DIEA, 2012).

La raza Hereford se clasifica dentro de las llamadas líneas maternas, dados sus menores requerimientos de mantenimiento, así como su habilidad en destetar terneros moderadamente pesados (Espasandin y col., 2006).
A pesar de la importancia de la cría en nuestro país, el porcentaje de destete en bovinos, no ha superado el 60% en registros evaluados durante el periodo 1996 a 2011 (DIEA, 2013).
Para aumentar estos índices es necesario plantear nuevos escenarios productivos que se adapten a la variabilidad climática, nutricional y de manejo. Existen varias alternativas tecnológicas disponibles, entre ellas se encuentran los cruzamientos entre diferentes razas y familias como *Bos taurus taurus* y *Bos taurus indicus*, que permiten aumentar la eficiencia de los sistemas de producción por medio del aprovechamiento de la heterosis o vigor híbrido, y la complementariedad entre razas (Cardellino y Rovira, 1987).

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA RAZA BONSMARA

La raza Bonsmara sintética de origen Sudafricano se desarrolló a partir de la hipótesis planteada por el investigador Jan Cornelis Bonsma de que “si una vaca sufre mucho calor, no engorda y produce poco”. El manejo del clima resulta muy difícil realizarlo, por lo que se necesita pensar en la adaptación de los animales al mismo, a raíz de ésto Bonsma llevó adelante la creación de la raza que se adaptó con éxito al duro clima africano y en la actualidad es considerada precursora en el desarrollo de la industria de la carne en ese continente. Esta raza surge en el año 1937 cuando un grupo de técnicos del gobierno de este país determinaron que las razas carniceras europeas importadas a su territorio no presentaban un desarrollo ideal. Además de no adaptarse al clima tropical, ya que por el calor permanecían largos períodos a la sombra disminuyendo el tiempo de pastoreo y conduciendo a la pérdida del estado nutricional. Los estudios realizados en la Estación de Investigaciones de

Mara, Transvaal, Sudáfrica descartaron la probabilidad que el bajo rendimiento de las razas europeas fuera debido a la desnutrición, por lo tanto la investigación se inclinó a realizar cruzamientos de razas considerando las mejores adaptadas al estrés térmico (Bonsma, 1980).

La raza Bonsmara está compuesta por $^{5}/_{8}$ Afrikánder – $^{3}/_{8}$*Bos taurus* de origen británico (Hereford, Shorthorn). Según López (2002), la raza Afrikánder (biotipo Sanga) está adaptada a las condiciones climáticas de la región de Sudáfrica, tolerando el calor y se caracteriza por ser longeva, presentar facilidad de engorde, buena calidad de carne y fertilidad, alta habilidad materna, precocidad sexual, mansedumbre y resistencia a los ectoparásitos. Entre las razas Británicas, se incluyó Hereford, reconocida por su adaptación a todos los suelos y climas repercutiendo en un buen comportamiento bajo pastoreo y tasa de conversión que conduce al desarrollo de masas musculares adecuadas y suficientes, además de poseer precocidad reproductiva, facilidad de parto, buena habilidad materna y lechera, longevidad, y docilidad que facilita el manejo (Asociación Argentina de Criadores de Hereford, 2014). En tanto, la raza Shorthorn es de doble propósito, brindando buena calidad y cantidad de carne y leche y al cruzarla con otras razas tiene la virtud de mejorarlas, aumentando la producción de leche con altos niveles de proteínas y sobre todo de grasa (Asociación de Criadores de Shorthorn, 1986). A raíz del cruzamiento de toros 3/8 británicos – 5/8 Afrikánder por vientres de la misma composición genética se consolidó la raza sintética Bonsmara, determinada por el cruzamiento 3/16 Hereford – 3/16 Shorthorn – 5/8 Afrikánder (Bonsma, 1980).

En la tesis de Bonsma realizada en 1980, sobre los animales Bonsmara se observó que el anca inclinada del Afrikánder se había achatado, la giba se redujo en el toro y casi desapareció en la vaca, presentan pelaje rojo oscuro, pelo corto y fino, piel suave, gruesa y pigmentada, bien vascularizada, con un subcutáneo muy móvil. La conformación respiratoria ancha, la frente amplia y el

detrimento en la calidad de carne y en el rendimiento de la res (Entrocasso, 1988, 1994; Meana Irigoyen y col., 2000).

El daño intestinal provocado por los parásitos produce a ese nivel una pérdida de proteínas plasmáticas (exudado hacia la luz intestinal), entre las cuales se eliminan anticuerpos. Esto hace que se produzca una caída importante en las defensas humorales del animal, que lo dejan a merced de patógenos ambientales y predispone seriamente a cuadros de queratoconjuntivitis, rinotraqueitis infecciosa bovina, diarrea viral bovina, y pasteurelosis, por ejemplo en destetes en otoño (Baeck y Jiménez, 2000).

El hecho de que los nematodos gastrointestinales afecten al ganado en sus etapas juveniles provoca pérdidas que deberán ser tenidas en cuenta por el productor que recría hembras de reposición. Por ser esta una categoría muy susceptible, puede llegar a perjudicarse no sólo los indicadores productivos, sino también los aspectos reproductivos. En este sentido, se estudiaron vaquillonas de 15 meses de edad parasitadas y se obtuvieron diferencias de peso de más de 50kg en relación a las testigos no infectadas. La implicancia más seria de este trabajo radica básicamente en una significativa falta de desarrollo de los órganos genitales (ovario, oviducto y útero) que derivará en un importante número de vaquillonas en anestro al comienza de la temporada de servicios con diferencias de hasta el 55% de resultado de preñez en las primeras 6 semanas de servicio. También, se puede esperar un menor desarrollo del área pélvica, cuya reducción genera un mayor índice de partos distócicos (Steffan y Fiel, 1994; Baeck y Jiménez, 2000; Meana Irigoyen y col., 2000; Fiel, 2005b).

En Uruguay, una encuesta realizada por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) reveló que el productor agropecuario no identifica a las parasitosis internas en bovinos como un obstáculo para aumentar la producción. Las enfermedades de presentación generalmente subclínica se ven enmascaradas por la propia ineficiencia de los sistemas extensivos, donde incluso un 4% de las muertes se considera como algo "normal". Aún en condiciones de buena alimentación y aparente sanidad, las pérdidas ocasionadas por el parasitismo pueden ser elevadas (Williams, 1986; INIA, 1991; Nari y Risso, 1994). En términos de pérdidas directas, trabajos nacionales realizados por Nari y Cardozo (1987), han comprobado un 40% de muertes durante el periodo invernal en terneros sin dosificar al destete (mayo). Por su parte, Nari y Risso (1994) concluyeron que las pérdidas de peso vivo producidas por nematodos gastrointestinales en vacunos son claramente dependientes del manejo y del año de observación.

4.3.2 Dinámica parasitaria, Ciclo biológico y Epidemiología

Los nematodos gastrointestinales más importantes en bovinos de Uruguay son *Cooperia* spp. y *Ostertagia* spp. y el clima templado permite la evolución de los mismos durante todo el año. Otros géneros como *Haemonchus* spp. (verano-otoño), *Trichostrongylus* spp. (invierno-primavera) y *Oesophagostomum* spp. (verano-otoño) tienen una importancia relativa menor y la presentación es más estacional (Nari y Risso, 1994).

Las categorías jóvenes de bovinos presentan *Cooperia* spp. (64%), *Ostertagia* spp. (25%) y *Haemonchus* spp. (6%). En las categorías de sobreaño aumenta *Trichostrongylus axei* y *Ostertagia* spp. El género *Ostertagia* spp. junto a Cooperia spp. son los principales representantes de los nematodos gastrointestinales en los bovinos, debido a la gran patogenicidad de *Ostertagia* spp., sin embargo *Cooperia* spp. es la de mayor prevalencia no provocando daños severos (Fiel, 2005b).

El ciclo biológico de la mayoría de los nematodos gastrointestinales es similar, siendo en todos los casos cortos y sin necesidad de la intervención de hospedadores intermediarios. Este consta de una fase que se desarrolla sobre el hospedador (relación parásito-animal) y otra de vida libre fuera del mismo (relación parásito-medio ambiente). Los estadios de vida libre están representados por los huevos que son eliminados con las heces de donde eclosiona la larva de primer estadio (L1), que se alimentan de microorganismos de las heces y posteriormente la L1 sufre la primer muda evolucionando a larva de segundo estadio (L2), que también se alimenta de microrganismos, muda y alcanza el tercer estadio larvario (L3). Los animales adquieren la infección parasitaria ingiriendo pasturas contaminadas con L3. Estas se desprenden de su envoltura externa de la L2 en el rumen (para los parásitos habitantes del abomaso), o en el abomaso (para los parásitos intestinales). Luego se ubican en el órgano de elección y en el transcurso de 14 a 20 días pasan por los estadios 4 (L4), 5 (L5) y adulto (macho o hembra). Se produce la cópula y las hembras comienzan la postura de huevos que se eliminan al exterior para completar el ciclo (ver figura 2). El periodo de prepatencia comprendido desde la ingestión de la L3 hasta la aparición de los primeros huevos es de aproximadamente de 3 semanas (Fiel y Steffan, 1994; Gómez y col., 2000; Fiel, 2005b).

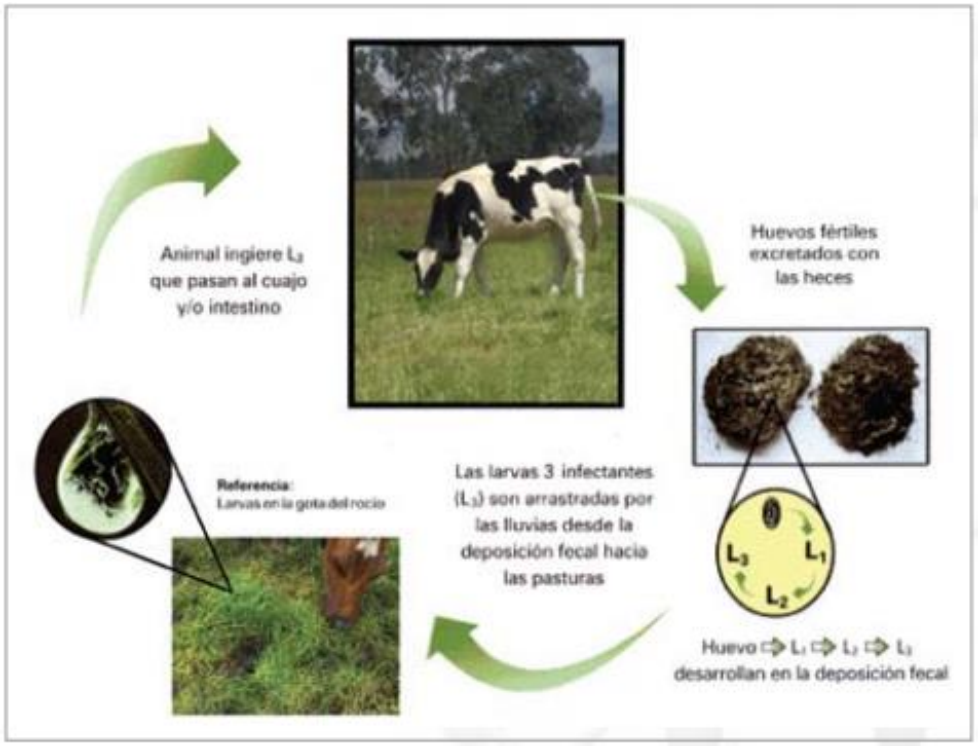

Figura2: Ciclo biológico directo de los nematodos gastrointestinales de los bovinos

Fuente: Márquez, 2007.

La epidemiología parasitaria se entiende como la interacción de diversos aspectos de los parásitos, del hospedador y del ambiente que determinan la forma de presentación de la infección (Fiel, 2005b).

La enfermedad provocada por *O. ostertagi* puede dar lugar a la Ostertagiasis tipo I cuando se desarrolla el ciclo normal de unas 3 semanas en el abomaso de los bovinos y ocurre generalmente durante el otoño e invierno pero puede suceder durante todo el año. Ante determinados estímulos, principalmente las condiciones primaverales como la luz y la temperatura elevada, *O. ostertagi* detiene temporalmente el ciclo parasitario como L4 inicial (L4i) inhibida en la profundidad de las glándulas abomasales por un periodo de pocas semanas hasta 3-5 meses antes de completar su ciclo de vida. Este fenómeno se conoce como hipobiosis, pudiendo dar lugar a la presentación de la Ostertagiasis pre-tipo II, y que resulta de la adaptación de los parásitos a factores adversos. Las larvas enquistadas no causan mayores signos clínicos siendo también dificultoso el diagnóstico en esta etapa. En Uruguay la hipobiosis se ha descripto para *H. contortus* en ovinos y *O. ostertagi* en bovinos. Durante la primavera es cuando *O. ostertagi* presenta su máximo nivel de hipobiosis (Fiel, 2009).

La reanudación del desarrollo y maduración de las larvas responde a varias causas, principalmente meteorológicas estacionales, sin descartar la respuesta inmunitaria del hospedador o motivos nutricionales y puede iniciarse de varias maneras:
1. Pocas larvas maduran diariamente al estado adulto, no apreciándose enfermedad aguda clínicamente evidente y puede haber alguna pérdida productiva.
2. Las larvas maduran en ondas que dependiendo de la intensidad harán evidente la repetición de síntomas clínicos severos o regulares.
3. Los efectos más serios son observados cuando gran número de larvas inhibidas maduran en masa o simultáneamente, manifestándose la enfermedad aguda plenamente.
La reanudación del desarrollo y ciclo biológico es el responsable de la Ostertagiasis tipo II que aún con escasos síntomas apreciables las pérdidas productivas pueden ser muy serias y la prevalencia mayor ocurre en novillos de entre 15 y 20 meses de edad, aunque también puede verse esporádicamente en vacas adultas y toros. A veces se podrán afectar escasos animales, pero la mortalidad en ellos puede ser muy elevada. Se observan los mismos síntomas clínicos que en la enfermedad de tipo I, pero aumentados de manera importante con rápida pérdida de peso y evolución de la enfermedad, que en dos semanas los animales muestran una diarrea acuosa, edema submandibular y muerte. En las zonas templadas cálidas, la enfermedad de tipo I se manifiesta en otoño- invierno, el pre-tipo II en primavera y verano y el tipo II durante el otoño (Williams, 1986). En la figura 3 se esquematiza las diferentes formas de presentación de la Ostertagiasis en bovinos.

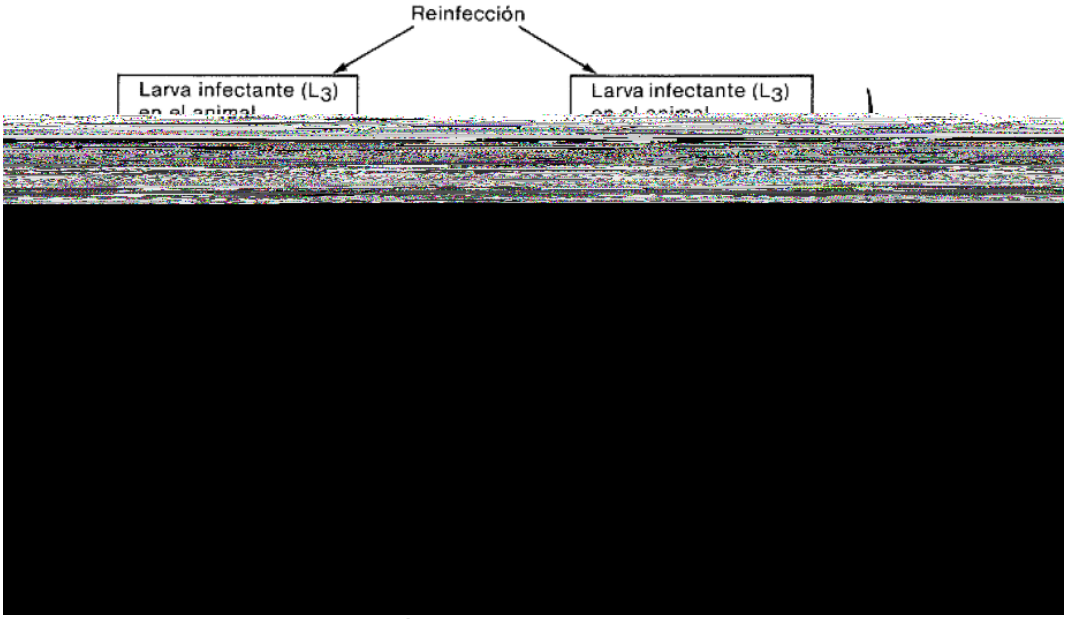

Figura 3: Formas de presentación de la Ostertagiasis en bovinos, tipo I, pretipo II y tipo II.
Fuente: Williams, 1986.

Las condiciones ambientales tienen un gran impacto sobre los estadios de vida libre de los parásitos, los factores más importantes son la temperatura, la humedad, la lluvia y la luz solar. A partir de los huevos en materia fecal en condiciones artificiales de 25º C de temperatura se pueden obtener hasta un 30% de L3 en 5-6 días; este período se prolonga a medida que desciende la temperatura. En la Pampa Húmeda el desarrollo de huevo a L3 requiere de un período que oscila entre 1 a 2 semanas en verano, 2 a 3 semanas en otoño, 3 a 6 semanas en invierno y entre 2 a 4 semanas en primavera (Fiel y Steffan, 1994).

El microambiente ideal para que las larvas se desarrollen solo puede encontrarse dentro de la deposición fecal, pero cuando ésta se disgrega se exponen las larvas a la acción del sol y la desecación, provocando una alta mortandad. La estructura de la bosta es desintegrada por las pisadas de los animales en pastoreos intensivos, por la acción de insectos y lombrices coprófagos y por pájaros u otros animales en busca de alimento. La L3 infectante es el estadio más resistente a las condiciones ambientales pudiendo sobrevivir más de un año dentro de la deposición fecal. En aquellos años en que se producen largas sequías se reduce la infectividad de las pasturas porque las larvas no pueden migrar desde las bostas. En cambio, cuando comienzan las lluvias se produce una importante traslación de larvas acumuladas hacia las pasturas. De esta forma cierto número de larvas que logran sobrevivir desde el invierno y primavera hasta el fin del verano, formarán el “pie de infección” en el otoño siguiente (Steffan y Fiel, 1994).

Los animales en pastoreo extensivo y con pasto a discreción, evitan comer cerca de la bosta ingiriendo pocas larvas infectantes. Existe una correlación negativa entre la concentración de larvas y la distancia a la deposición fecal, encontrándose la mayor cantidad dentro de los 10-20 cm. En condiciones de pastoreo intensivo los animales son obligados a comer las pasturas muy cerca

del suelo y de las bostas, favoreciendo así la incorporación de pastos con larvas infectantes. Además, la alta carga instantánea de los sistemas intensivos aumenta la cantidad de huevos eliminados por unidad de superficie y las heces son distribuidas más uniformemente sobre la pastura ocasionando una mayor contaminación de la mismas (Williams, 1986; Meana Irigoyen y col., 2000; Fiel, 2005b).

En nuestro país la mayor eficiencia de desarrollo de larvas infectantes a partir de los huevos se logra en el periodo de mayo a octubre. En cambio, de diciembre a marzo dicho porcentaje disminuye sensiblemente debido a las altas temperaturas y a los continuos cambios en el contenido de agua que afectan la sobrevivencia de los estados pre infectivos. La migración de las larvas desde la deposición fecal a la pastura o el suelo, está relacionada a la presencia de una película de humedad entre ambas. Durante el fin de otoño e invierno, generalmente se produce un incremento notable en la postura de huevos y de la masa de larvas infestantes de parásitos gastrointestinales, coincidiendo con una disminución del nivel de forraje y una alta susceptibilidad de los animales a las enfermedades parasitarias en ese periodo. Este aumento es seguido por un descenso durante la primavera (Nari y Risso, 1994).

La dinámica de los estadios parasitarios difiere en los distintos sistemas productivos, dependiendo del tipo de explotación, el manejo, la categoría animal, las condiciones climáticas y el nivel de infectividad de las pasturas. En un establecimiento ganadero el clima determina la presencia y distribución dinámica de las poblaciones de nematodos, mientras que el tiempo (como expresión meteorológica) y la categoría animal (relacionado al estado de resistencia) influyen directamente sobre su incidencia (Fiel y Steffan, 1994).

La mayoría de los casos clínicos ocurren en terneros de destete en su primer invierno de pastoreo (68%) y en terneros cumpliendo un año (21%). La otra categoría susceptible corresponde al ternero sobreaño mudando de dientes (9%). Los casos clínicos en animales mayores de 2 años, generalmente hembras, están asociados a problemas de edad, subnutrición y preñez. En este sentido, en un establecimiento ganadero la composición relativa de los géneros parasitarios varía con el tiempo (factor año), la categoría animal y con el pastoreo de otras especies (relación ovino-vacuno), pero siempre sobre la base de los nematodos más prevalentes (Nari y Risso, 1994).

En los sistemas de cría las pariciones ocurren a fines de invierno y principios de primavera, destetándose los terneros al final del verano. En años con condiciones climáticas normales, los terneros tienen un bajo riesgo de infección debido a que la inmunidad de las madres reduce la contaminación de las pasturas, sumado al efecto de dilución de la infectividad ocasionado por el crecimiento del pasto y la mortandad de las larvas que ocurre durante el verano (Fiel y Steffan, 1994). Sin embargo, Suárez (1990) observó en los terneros al destete en el mes de mayo una diferencia de peso de 25 Kg entre los tratados mensualmente con antihelmínticos y los no tratados. El hecho de tales diferencias, señala que se trata más de una incidencia estacional que de categorías, de manera que cuanto más se prolongue el destete hacia el invierno mayores problemas deben esperarse.

Durante la época del parto se produce cierta relajación del sistema inmune, especialmente en vaquillonas primíparas, que permite el desarrollo de las larvas ingeridas hasta adultos aumentando ligeramente los conteos de huevos en materia fecal (hpg) en el periparto (de menor relevancia que en ovejas) y originando larvas que sobreviven en el ambiente hasta las primeras lluvias al término del verano. El incremento de las L3 en las pasturas serían las fuentes de infección para los terneros. Esto justifica el control parasitario al parto intentando evitar la contaminación de las pasturas, sobre todo cuando los terneros son destetados bien entrado el otoño (Suárez, 1990; Fiel y Steffan, 1994; Fiel, 2009).

Por último, debemos mencionar que los toros tienen una alta susceptibilidad a los parásitos condicionada por sus hormonas sexuales, albergando medianas a altas cargas parasitarias que comprometen su condición corporal y/o producen casos clínicos (Fiel y Steffan, 1994).

4.3.3 Respuesta inmune de los bovinos a los nematodos gastrointestinales

Las infecciones parasitarias por lo general estimulan la producción de anticuerpos y la inmunidad mediada por células, incluyendo importantes alteraciones inflamatorias en las mucosas. Los mecanismos efectores que predominan en cada caso dependen directamente del tipo de parásitos y la especificidad y la memoria inmunológica son características de esta respuesta (Cordero del Campillo y Rojo Vázquez, 1999).

La capacidad del hospedador para responder a los parásitos está directamente relacionada a diversos factores (Cordero del Campillo y Rojo Vázquez, 1999):

- Edad de los animales afectados
- Tratamientos antiparasitarios
- Estado nutricional
- Periodo puerperal
- Respuesta del hospedador
- Enfermedades intercurrentes
- Efecto inmunosupresor del parásito actuante

El espectro de edad de los bovinos más afectados por los nematodos gastrointestinales corresponde al periodo comprendido entre los 4 a 15 meses de edad. Los tratamientos antiparasitarios reiterados (supresivos), además de estar contraindicados por ser causa potencial de la selección de cepas resistentes, pueden afectar a que los animales no tengan una significativa exposición a los antígenos parasitarios y por lo tanto no desarrollen una sólida inmunidad (Nari y Risso, 1994).

Los animales mantenidos en buenos niveles nutricionales estarán en condiciones de responder inmunitariamente mejor que los desnutridos y a su vez, el manejo de las pasturas influye en el estado inmunitario. Así por ejemplo, en los potreros bien empastados las larvas se hallan más dispersas admitiendo que los animales adquieren lentamente bajos niveles de infección que

permitirá desarrollar una buena respuesta inmunitaria. Las dietas pobres en energía y proteína afectan la respuesta inmune mediada por células, tanto el número como la morfología de las células efectoras se ven sensiblemente afectadas (Eddi y Caracostantogolo, 1994).

En los rumiantes, la respuesta inmune protectora contra las infecciones por parásitos gastrointestinales está disminuida durante el periodo puerperal. En ovejas y cabras y en menor medida en bovinos, se puede observar un aumento en la cantidad de huevos en materia fecal, que empieza a manifestarse al finalizar la preñez y tiene su pico durante la lactación. El incremento de la oviposición refleja el aumento de la susceptibilidad de los rumiantes, que a pesar de ser animales adultos no pueden prevenir la adquisición de nuevas infecciones parasitarias y la respuesta inmune no alcanza a frenar la postura de las hembras parásitas. En este periodo las ovejas son significativamente susceptibles a *H. contortus* y *T. colubriformis*, mientras que los bovinos a *O. ostertagi* (Eddi y Caracostantogolo, 1994).

En condiciones de campo se observa que no todos los animales expuestos a iguales niveles de infección adquieren igual carga parasitaria. Los animales Cebuinos y sus cruzas son más resistentes a *Haemonchus* que las razas europeas, mientas éstas últimas afrontan mejor el desafío de *Ostertagia* que las razas indicas. En trabajos de campo y experimentales se ha observado que los factores genéticos juegan un importante rol en la resistencia de los rumiantes a las infecciones parasitarias. Algunos de los genes relacionados con la regulación de la respuesta inmune fueron identificados en el Complejo Mayor de Histocompatibilidad (Eddi y Caracostantogolo, 1994).

Se reconocen tres etapas en el desarrollo de la inmunidad frente a nematodos gastrointestinales en el bovino (Nari y Risso, 1994).

1. Etapa de infección aditiva ocurre cuando el ternero comienza a sustituir la alimentación láctea por pasturas exponiéndose a desafíos larvarios. La pobre capacidad de respuesta inmunitaria conlleva a que gran parte de las larvas consumidas desarrollen a adultos. Los terneros no solamente aumentarán en forma rápida sus poblaciones parasitarias, sino que incrementan la tasa de contaminación de las pasturas. Esta etapa se mantiene hasta los 6 a 8 meses de edad, dependiendo de la calidad del forraje disponible.

2. Etapa de regulación, aunque el desafío larvario en condiciones de pastoreo continuo se mantiene durante toda la vida del bovino, las poblaciones parasitarias no siguen aumentando en forma aditiva debido al desarrollo de la respuesta inmunológica que controla dichas poblaciones. La etapa comienza a los 6-8 meses y se mantiene hasta los 18-24 meses de edad, siendo altamente dependiente de las condiciones ambientales y de la oferta estacional de larvas. Este periodo se manifiesta fundamentalmente a través de una disminución de los porcentajes de larvas que evolucionan a adultos, por aumento de la eliminación de adultos sustituidos por nematodos de ingestión reciente (turnover) y por disfunción de la postura de huevos de las hembras establecidas. La regulación no significa resistencia a la enfermedad parasitaria sino un estado donde el animal comienza a interferir con los parásitos y debe ser considerada como una etapa de transición altamente dinámica y sujeta a

condiciones de estrés.

3. Etapa de protección o resistencia que se caracteriza por una aparición más lenta y con una fuerte base inmunológica. Luego de los 18-24 meses de edad los bovinos generalmente regulan con éxito las poblaciones parasitarias, pudiendo ser afectados por factores estresantes como la mala alimentación, preñez, lactancia, etc. En esta etapa cabe esperar que el rodeo consuma gran cantidad de larvas, muchas de las cuales no desarrollan a adultos disminuyendo de esta manera la tasa de contaminación. La resistencia no se presenta uniformemente para todas las especies de nematodos ni en todos los individuos del rodeo. Un bovino puede estar en fase de resistencia para algunas especies y en etapa de regulación para otras; de forma que la inmunidad se desarrolla primero para *Dictyocaulus* spp. y *Strongyloides* spp., luego del año aparece inmunidad contra *Cooperia* spp., *Haemonchus* spp., *Oesophagostomum* spp. y por último a *Trichonstrongylus* spp. y *Ostertagia* spp. En la figura 4 se muestra el desarrollo de la inmunidad en el bovino para los diferentes géneros parasitarios.

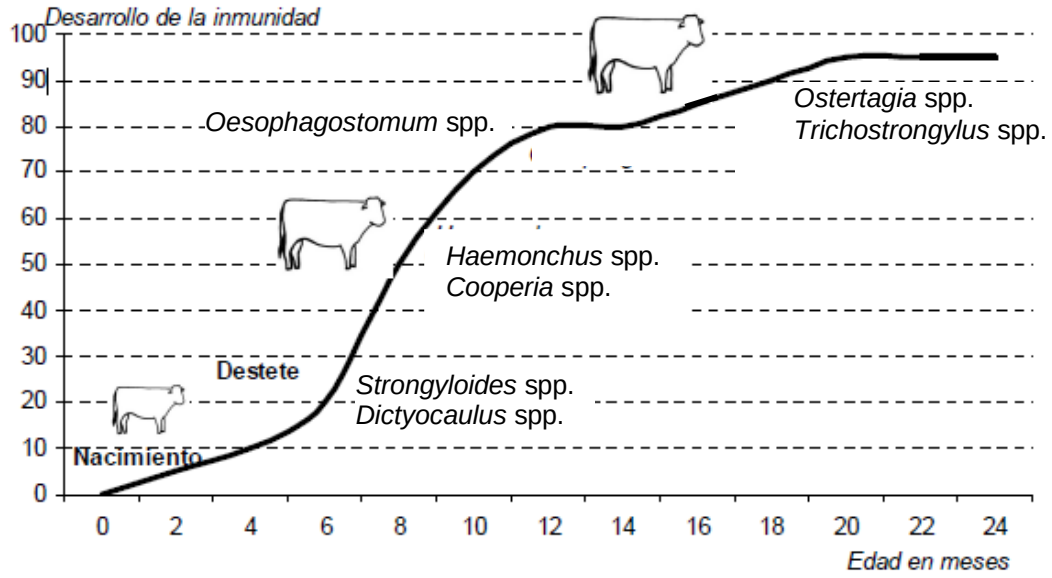

Figura 4: Modelo conceptual del desarrollo de la inmunidad en el bovino para los diferentes géneros parasitarios.
Fuente: Nari y Risso 1994.

4.3.5 Tratamiento y Resistencia a los Antihelmínticos

Los antiparasitarios se pueden clasificar según la ubicación orgánica de los parásitos en antiparasitarios externos o ectoparasiticidas, antiparasitarios internos o endoparasiticidas y antiparasitarios externos-internos o endectocidas. A su vez los antiparasitarios internos se subdividen en antinematodos, anticestodos y antitrematodos. Las familias de fármacos que actúan contra los nematodos están representadas por los Benzimidazoles (BZ), Imidazotiazoles (IDTZ), Organofosforados (OP), Lactonas Macrocíclicas (LM) y Salicilanilidas.

Los BZ presentan amplio espectro de acción particularmente dirigido a los

4.3.6 Métodos de control

Los antihelmínticos en sus comienzos significaban la única opción frente a la forma clínica de las parasitosis. En los últimos años se han empleado no sólo para evitar la expresión de los síntomas sino para minimizar las pérdidas subclínicas. De esta forma los antihelmínticos han llegado a tener una utilización de tipo productiva. Los tratamientos antihelmínticos basados en la epidemiología y aplicados estratégica o preventivamente están orientados a evitar la contaminación de las pasturas. En cambio, los tratamientos tácticos consideran el diagnóstico, con el principal objetivo de minimizar las pérdidas de producción causada por el pastoreo en ambientes altamente infectados. En este último caso, los antihelmínticos se pueden aplicar según los resultados de los conteos de hpg y de L3 en las pasturas y de la diferencia de ganancia de peso, conjuntamente con la información epidemiológica local. El conteo de hpg en materia fecal constituye una herramienta sencilla y económica para el diagnóstico de las helmintiasis, aunque tiene ciertas limitaciones para la detección temprana del efecto parasitario subclínico de las gastroenteritis parasitarias (Meana Irigoyen y col., 2000; Fiel, 2005a).

El conocimiento epidemiológico basado en las variaciones estacionales y la disponibilidad de larvas en la pastura constituyen elementos claves para el manejo del pastoreo con el fin de lograr un control parasitario. El objetivo de todas estas estrategias consiste en la obtención de pasturas seguras, o sea que presenten bajos niveles de contaminación de formas infectantes y por ello no constituyen un riesgo parasitario inmediato para los animales (Nari, 2002).
Los distintos tipos de forrajes o pasturas según el nivel de riesgo parasitario se pueden clasificar como:
-Pasturas de alto riesgo: generalmente son pasturas viejas o pastizales naturales donde pastorearon categorías jóvenes (recría-invernada) con altas cargas de parásitos o con presentación de casos clínicos.
-Pasturas de riesgo medio: son pasturas nuevas bien manejadas que presentan una infectividad relativamente baja, como las pastoreadas por animales adultos o jóvenes con un buen plan de control.
-Pasturas de bajo riesgo: casi no presentan larvas y usualmente provienen de laboreos de la tierra como los verdeos o rastrojos (Steffan y Fiel, 1994; Stromberg y Averbeck, 1999).

La disminución de la infectividad de las pasturas se puede lograr de diferentes maneras. El descanso de las pasturas es una estrategia para la obtención de pasturas seguras o eventualmente libres de parásitos y se basa en el principio de no coincidencia hospedador-parásito, conduciendo a un gasto progresivo de las reservas de las larvas que se encuentran expuestas a la acción directa de los rayos solares y a la desecación (Nari, 2002). Esta alternativa permite reducir en gran medida la cantidad de larvas, aunque difícilmente se llegue a cero y necesita un prolongado período de tiempo para ser efectivo. Se propone aprovechar las condiciones climáticas de los veranos cálidos, sumado a los laboreos que logren reducir la cobertura del forraje (cortes destinados a reservas) y conduzcan a una gran mortandad de larvas libres en la pastura. Una estrategia coadyuvante consiste en desparasitar a los animales antes de ser ingresados a pasturas nuevas, de bajo riesgo, verdeos o rastrojos que todavía no han sido pastoreadas (Fiel, 2009).

También se puede usar el pastoreo alternado con distintas especies animales, habitualmente bovinas y ovinas y se basa en que la transmisión cruzada de los parásitos está limitada para la mayoría de los géneros de nematodos. El pastoreo alternado con animales de la misma especie pero de diferente edad se fundamenta en que los adultos debido a la inmunidad disminuyen la contaminación e infectividad de las pasturas (Steffan y col., 2013).
Si bien todas estas medidas colaboran en disminuir la contaminación de las pasturas por los estadios de vida libre, la magnitud de ésta población en refugio se relaciona con la velocidad de la aparición de resistencia, por lo tanto debe ser tenida en cuenta en aquellos predios donde se haya diagnosticado resistencia a los antihelmínticos.

El Programa Integrado de Control Parasitario combina la aplicación de tratamientos antihelmínticos, tácticos o estratégicos, con medidas de manejo que permitan brindar a los animales pasturas poco contaminadas. Los Programas Integrados de Control encuentran en las explotaciones agrícola-ganaderas el mayor número de alternativas para ofrecer a los animales forrajes con baja carga de larvas infectantes, debido a la variedad de rastrojos, verdeos y pasturas (Steffan y Fiel, 1994; Meana Irigoyen y col., 2000).

4.4 TREMATODOS EN LOS BOVINOS

4.4.1 *Fasciola hepatica*

En Uruguay *Fasciola hepatica* es uno de los principales parásitos que afecta a la producción vacuna y ovina pudiendo considerarse todo el país como un área enzoótica para este helminto. En general, está presente en regiones con lluvias moderadas a intensas, aunque también en áreas más secas en los valles pantanosos y a lo largo de arroyos o canales de riego que albergan al caracol intermediario (Nari y Cardozo, 1976; Oleachea, 2007).
A lo anterior se suma su potencial zoonótico, es decir la capacidad de infectar al hombre. La fasciolasis humana se cataloga actualmente como una enfermedad emergente o re-emergente, con incidencia de infección que viene al alza en diversas áreas del mundo desde la década del 90 (Bargues y col, 2007). En Uruguay se considera una zoonosis menor, con casos esporádicos cada año, puntuados por algunos focos epidémicos de alcance generalmente familiar, originados por el consumo de berro silvestre (*Nasturtium officinale*) en ensaladas (López Lemes y col., 1996).

4.4.1.1 Ciclo Biológico y Epidemiología

En el desarrollo de *F. hepatica* se necesita la coincidencia del hospedador intermediario (molusco de agua dulce), hospedador definitivo (mamíferos) en un ambiente con temperatura mayor a 10°C y humedad adecuada. En el ciclo biológico se reconocen cuatro subpoblaciones del tramatodo, la del hospedador definitivo (desde la ingestión de las metacercarias a la liberación de los huevos), las de vida libre I (los huevos salen y se desarrolla el miracidio), las del hospedador intermediario (miracidio penetra el caracol y cumple la etapa asexuada) y las de vida libre II (enquistamiento de las formas infectantes) (Acosta, 1994).

El ciclo comienza cuando los hospedadores definitivos infectados por *F.*

hepatica eliminan huevos del parásito al medio ambiente. Una *Fasciola* adulta pone entre dos y cinco mil huevos al día que desde la vesícula biliar pasan al intestino mezclado con la bilis para ser expulsados al exterior con las heces. El número de huevos eliminados depende de los factores como por ejemplo la receptibilidad del hospedador la cual varía con la especie, las reinfecciones, la carga parasitaria, la duración de la infección y de la actividad vesicular, la que a su vez obedece a la ingesta de alimentos (Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999; Oleachea, 2007).

Para que el huevo se desarrolle y eclosione liberando el embrión se necesita que los mismos se separaren de la materia fecal y esto depende de su consistencia, del sitio donde han sido depositados (húmedo o seco) y de las condiciones climáticas (Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999). Los límites térmicos que permiten su desarrollo son entre 10°C y 30°C, siendo además importante que estén recubiertos de una fina capa de agua. A 26°C se completa el desarrollo de ésta etapa en 12 días, aunque en condiciones naturales se requieren varias semanas (hasta dos meses) cuando la temperatura oscila entre 10°C a 12°C. En este contexto en el interior del huevo se forma el miracidio que eclosionan en presencia de luz al estimular la secreción de enzimas que digieren las sustancias que rodean al opérculo. La activad muscular del miracidio en conjunto con la hipertonía del contenido del huevo permite su salida al exterior; así como el ectodermo ciliado y las dos manchas oculares la motilidad en el medio acuático (Acosta, 1994; FAO, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999; Rosenberger, 2005).

La coincidencia del miracidio con el caracol está regulada por una serie de factores que actúan entre sí para que ocurra el encuentro. Las propiedades del miracidio que inciden al comienzo son el fototropismo positivo y geotropismo negativo, luego el movimiento al azar en el medio ambiente del hospedador para finalmente penetrar el caracol gobernado por la quimiosensibilidad. El ingreso ocurre en las partes blandas del caracol, retiene las manchas oculares y células germinales, pierde sus cilios y se transforma en esporocisto jóven. Los esporocistos constituyen el primer estado larvario de *F. hepatica* que se desarrollan dentro del hospedador intermediario y se los encuentra en la región periesofágica del caracol (Lapage, 1971; Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999).
A los 15 días aproximadamente en el interior de los esporocistos comienza a formarse un cúmulo de células germinales de las cuales se producen las redias (5 a 8 por cada esporocisto). Este es el segundo estado larvario y se alimenta del hepatopáncreas del caracol. Frente a condiciones ambientales y nutritivas desfavorables para los caracoles puede formarse una segunda generación de redias. Aunque normalmente dentro de las redias se desarrollan las cercarías que son ovales y presentan una cola (forma de renacuajo). Una vez formadas, abandonan la redia, quedando a la espera de estímulos exteriores para dejar el caracol (Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999).

Las cercarías al abandonar el caracol, nadan activamente hasta adherirse a las plantas por debajo de la superficie del agua en donde pierden la cola y se rodean de una cápsula. Esta etapa enquistada del parásito se denomina metacercaria, siendo la forma infectante para el hospedador definitivo luego de

8 a 10 días de formadas (Cardozo y Nari, 1987; Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999).

La infección de los hospedadores definitivos depende de la viabilidad de las metacercarias en las pasturas, la cual está relacionada especialmente a la humedad que debe ser mayor a 70% y a la temperatura, siendo sensible a más de 20°C; mientras que en pasto seco y a la sombra pueden sobrevivir durante 8 meses (Cardozo y Nari, 1987; Acosta, 1994). El nivel de contaminación de las pasturas con metacercarias está directamente asociado a la presencia de huevos de *F. hepatica* y a la cantidad de caracoles disponibles en el medio que aseguraran el desarrollo y la multiplicación de los trematodos. Un solo miracidio puede dar lugar de 100 a 4000 metacercarias que se fijan a las pasturas (FAO, 1994; Cordero del Campillo y col., 1999).

Una vez ingeridas las metacercarias por el hospedador definitivo se produce el desenquistamiento, el cual tiene lugar en dos fases. La primera sucede en el rumen y la segunda ocurre en el intestino delgado y es desencadenada por la bilis y el propio parásito. Luego de esto los jóvenes digeneos atraviesan la pared intestinal, pasan por la cavidad peritoneal y migran por el parénquima hepático alojándose definitivamente en los conductos biliares, donde alcanzan la madurez sexual y comienzan a poner huevos 8-10 semanas después de la infección (Cordero del Campillo, 1999).

La epidemiologia de la fasciolasis depende de varios factores como biológicos, climáticos, topográficos y de manejo (Acosta 1994).

Las condiciones meteorológicas determinan la ocurrencia estacional de la enfermedad que varía de un área a otra. La temperatura actuaría regulando la estacionalidad y la humedad va a determinar la severidad con que se presenta (Acosta y col., 1988; Acosta, 1994; Cordero del Campillo y col 1999; Oleachea, 2005).

En la epidemiología juega un rol importante el hospedador intermediario, caracoles del género *Lymnea*. Castro y col. (2001) citan en su trabajo que hace aproximadamente 60 años se considera a *L. viatrix* como el principal responsable de la transmisión de la fasciolasis en nuestro país. Este caracol dextrógiro, pequeño de menos de 1 cm de eje mayor, de modo de vida anfibio, vive en suelos arcillosos cuya superficie está saturada de aguas poco profundas, que se renuevan, tales como manantiales, cañadas, bebederos y arroceras (Nari y col., 1983; López Lemes y col., 1996).
Olazarri (1985) señaló que *L. viatrix* presenta dos generaciones por año en nuestro país, una nace en otoño y la otra a principios de primavera.
Durante el invierno con temperaturas por debajo de 10°C los caracoles hibernan, aunque enlentecida se asegure la evolución de las formas larvarias de *Fasciola* dentro de su hospedador intermediario. En la llegada de la primavera con el aumento de las temperaturas y periodos lluviosos, el hábitat se repuebla de caracoles que sobrevivieron, lo que determina una sincronización de metacercarias a fines de primavera y principios de verano, por caracoles infestados en otoño, invierno y principios de primavera (Carballo y col., 1980; Cardozo y Nari, 1980; Nari y col., 1983; Acosta, 1994).

F. hepatica está presente en todo el país, resultando importante conocer el comportamiento biológico del parásito y del hospedador intermediario, debido a que los focos de infección no se encuentran distribuidos uniformemente en las áreas de pastoreo. La enfermedad debe ser considerada como una "enfermedad de potrero", en un establecimiento con fasciolasis generalmente se comprueba que no todos los potreros están afectados por el parásito, dado que los hábitats adecuados para que medre *L. viatrix* suelen estar restringidos a sólo algunos potreros (Carballo y col., 1980; Acosta, 1994).

4.4.2 *Paramphistomum* spp.

La paramphistomosis spp. es una trematodosis causada por parásitos de la familia Paramphistomidae, género *Paramphistomum* que presenta ciclo de vida indirecto, en el que intervienen hospedadores intermediario, caracoles (molusco) familia Planorbidae y definitivo (rumiantes). Los animales se infestan por vía oral al ingerir la forma quística llamada metacercaria, en el abomaso se desenquistan, liberan los parásitos jóvenes que migran hacia el duodeno e íleon y en forma retrógrada alcanzan el rumen donde se localizan los parásitos adultos y con menor frecuencia en el retículo. La infección por *Paramphistomum* depende directamente de las condiciones ambientales adecuadas para el hospedador intermediario, fundamentalmente las precipitaciones frecuentes. El efecto patógeno está dado por la migración masiva de numerosas formas inmaduras desde el intestino hacia el rumen produciendo inflamación y edema. Las alteraciones digestivas a veces ocasionan pérdidas económicas debido al descenso de la productividad de los animales (Piña, 2012; Sanabria y Romero, 2013).

4.5 DIAGNÓSTICO PARASITOLÓGICO EN BOVINOS

El diagnóstico en el animal vivo se puede basar en la observación de los síntomas clínicos, como se muestra en el cuadro 3, y en la utilización de técnicas de laboratorio especificas (biopatológicas, parasitológicas e inmunológicas), pudiéndose agregar la información del daño causado y de la presencia de los parásitos registrados en la necropsia. El diagnóstico clínico puede no ser certero, debido a que los principales signos son inespecíficos como la pérdida de peso, debilidad, palidez de mucosas y diarrea (Acosta, 1994; Codero del Campillo y Rojo Vázquez, 1999).

Las parasitosis patentes por NGI se pueden detectar mediante el diagnóstico parasitológico por coprología frecuentemente; en tanto que para las no patentes se recurre entre otros al estudio inmunológico a través de la búsqueda de la respuesta celular o humoral específica. El diagnóstico correcto de una infección parasitaria depende de varios factores tales como, la forma de recolección y el tipo de muestra, el transporte al laboratorio (forma y tiempo transcurrido) y el análisis utilizado. A su vez, en la interpretación de los resultados se debe considerar la edad del hospedador, la exposición previa a las parasitosis (debido a la respuesta inmunitaria), el período del año, el estado fisiológico (parto, servicio, etc.), la localización geográfica, el uso previo de antihelmínticos y el historial de las parasitosis clínicas, entre otros (Fiel y col.,2011).

Cuadro 3: Clasificación por signos y síntomas de las endoparásitosis en los bovinos.

CUADRO CLÍNICO	CARACTERÍSTICA PRINCIPAL	AGENTE CAUSAL	LOCALIZACIÓN	CATEGORÍA ANIMAL	ENFERMEDAD PARASITARIA
Trastornos digestivos	Diarrea Sanguinolenta	Coccidias: *Eimeria zurneii, E. bovis,* etc.	Vellosidades Intestinales	Jóvenes. Asociada a situación de estrés (destete, desordenes nutricionales)	Coccidiosis
	Diarrea Acuosa Profusa	Nematodos: *Ostertagia, Cooperia, Trichostrongylus Oesophagostomum*	Abomaso, intestino delgado y grueso	Frecuente entre el destete y los 2 años de edad. En especial en otoño-invierno	Gastroenteritis verminosa
Ictericia	Obstrucción Biliar	Trematodo: *Fasciola hepatica*	Hígado	Todas, especialmente de 1-3 años de edad, en potreros bajos e inundables	Fasciolasis
Trastornos respiratorios	Tos, disnea Catarro nasal	*Dictyocaulus viviparus*	Bronquios y bronquiolos	Jóvenes, en ganado de carne entre el destete y mediados de invierno	Bronquitis verminosa

Fuente: Fiel y col, 2011

4.5.1 Estimación de la carga parasitaria

Las muestras de materia fecal se deben enviar al laboratorio en forma individual por animal, debido a que la infección en el rodeo no siempre se distribuye uniformemente, colectadas preferentemente del recto y refrigeradas. La demostración de la presencia de los elementos parasitarios, como ser huevos en las heces, proporciona una evidencia tangible de que el animal se halla parasitado. El desarrollo de métodos cuantitativos para determinar la abundancia de tales huevos constituyó un importante avance en la estimación indirecta de las cargas parasitarias. Si bien el recuento de huevos no establece con certeza la abundancia de parásitos gastrointestinales, constituye una herramienta de alta valoración técnica y práctica para el diagnóstico y control de las helmintiasis en los sistemas de producción. En este sentido, se debe tener en cuenta que los conteos escasos o aún la ausencia total de los mismos no siempre indican que el animal está libre de parásitos. Esta metodología tiene aplicación en trabajos experimentales y en seguimientos de campo, donde con muestreos seriados o la comparación entre animales de historia clínica conocida, proporcionan información sobre la magnitud de la carga de vermes o la acción de la respuesta inmunológica, entre otros (Fiel y col., 2011).

Las técnicas de enriquecimiento concentran o acumulan los diferentes elementos parasitarios (huevos, ooquistes) presentes en la materia fecal en la parte superior o inferior de un recipiente, dependiendo de la densidad de la

solución que se utilice y del tipo de elementos parasitarios a estudiar. De esta forma se detectan las diferentes formas parasitarias aunque se encuentren en poca cantidad. Se dividen en técnicas de Flotación y de Sedimentación. A su vez, las técnicas pueden ser cuantitativas como el recuento de huevos por gramo de materia fecal (hpg), o cualitativas que permiten discriminar entre muestras positivas o negativas por ejemplo a la presencia de huevos de trematodos (Cordero del Campillo y Rojo Vázquez, 1999)

Las técnicas de flotación se basan en la utilización de un líquido con peso específico mayor al de los huevos de forma que éstos flotan. La mayoría de los huevos de nematodos flotan en un líquido de densidad 1.1 y 1.2. Por lo contrario, los huevos de trematodos son mucho más pesados y solo flotarán en líquidos con alto peso específico, 1.3 a 1.35. En las determinaciones cuantitativas expresadas en hpg, se utiliza generalmente la técnica Mc Master (Thienpont y col., 1986; Cordero del Campillo y Rojo Vázquez, 1999).

En el diagnóstico de trematodos se utiliza la técnica de sedimentación cualitativa Happich y Boray, basada en el tiempo de caída de los huevos de *F. hepatica* en el agua que recorren 100mm en un minuto, resultando más rápido que la caída de los detritos de materia fecal (Happich y Boray, 1969).

4.5.2 Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales

La determinación de los géneros parasitarios presentes tiene relevancia dado el diferente poder patógeno y estacionalidad, así como la desigual sensibilidad frente a la acción de los antihelmínticos. El análisis de materia fecal efectuado solamente en base a la visualización de los huevos de nematodos gastrointestinales no permite diferenciar en muchos casos los géneros de parásitos actuantes, debido a que morfológicamente son muy parecidos. El cultivo de larvas y la obtención y clasificación de las L3 admite diferenciar la proporción de géneros y especies parasitarias; que al relacionar con el conteo de huevos permite establecer la cantidad de huevos de cada grupo por gramo de materia fecal (Niec, 1968; Fiel y col., 2011).

Los métodos de cultivos de larvas se basan en permitir la evolución de los huevos, la eclosión y desarrollo de las larvas hasta la obtención de las larvas infectantes. El éxito del cultivo depende de tres factores: humedad, temperatura adecuada y oxigenación. La temperatura utilizada para los cultivos es de 24 a 27ºC durante 7 a 8 días, o a temperatura ambiente (10 a 15ºC) durante 10 días. Las materias fecales demasiado secas deben humedecerse y las demasiado húmedas o diarreicas deben consolidarse. Los métodos más utilizados para el cultivo y recuperación de larvas son: Roberts-O´Sulivan, Corticelli-Lai y Whitlock o del Tubo incluido (Niec, 1968).

La clasificación de las larvas infectantes de nematodos gastrointestinales se basan en la morfología como ser las mediciones totales y parciales de las diferentes estructuras, principalmente el largo de la cola de la vaina de la L2 y de esta forma se agrupan en:
a) Larvas con cola de vaina corta;
b) Larvas con cola de vaina mediana;

c) Larvas con cola de vaina larga.

En el grupo de cola corta se ubican las larvas de *Trichostrongylus* y *Ostertagia*, en el de cola mediana *Haemonchus* y *Cooperia* y en el grupo de cola larga *Nematodirus*, *Oesophagostomum* y *Chabertia*. En el grupo de cola corta con dieciséis células intestinales, se pueden distinguir las larvas de *Trichostrongylus* por su menor longitud total y diámetro proporcionalmente mayor que *Ostertagia* y por la terminación de la cola de la vaina de *Trichostrongylus* más corta y cónica. En cambio, la cola de *Ostertagia* es más filiforme en la mayoría de los casos, y posee una característica desviación a la altura de la punta de la cola de la larva propiamente dicha.
Las larvas del grupo de colas medianas poseen dieciséis células intestinales que en el caso de *Cooperia s*on generalmente más grandes que en *Haemonchus*. Además, en *Cooperia* en el lugar donde la cavidad bucal termina y comienza la faringe posee una cinta fibrinosa, la que se observa como dos puntos refringentes o como una línea clara.
Las larvas de *Oesophagostomum* muestran una envoltura gruesa y ondulada, son bastante anchas y generalmente toman el aspecto incurvado de una letra C después de la fijación (Niec, 1968).

5. HIPÓTESIS

- Hipótesis nula: No existen diferencias en el comportamiento a los endoparásitos entre los bovinos cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puras.

- Hipótesis alternativa: Existen diferencias en el comportamiento a los endoparásitos entre los bovinos cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puras.

6. OBJETIVOS

6.1- Objetivo general

- Estudiar el comportamiento de los endoparásitos en bovinos cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros en iguales condiciones de manejo.

6.2- Objetivos específicos

- Estimar la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en vaquillonas y en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros.

- Identificar los géneros de nematodos gastrointestinales presentes en vaquillonas y en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros.

- Analizar la presencia de Trematodes (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum* spp.) en vaquillonas y en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros.

- Comparar las cargas y los géneros parasitarios entre las vaquillonas y entre los terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros.

- Vincular la carga parasitaria con el peso vivo en cada categoría evaluada.

- Relacionar la carga y los géneros parasitarios de cada raza evaluada con los registros meteorológicos.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Descripción del área de estudio

El trabajo se realizó en las Estaciones Experimentales Dr. Mario A. Cassinoni (EEMAC) y Profesor Bernardo Rosengurtt (EEBR) pertenecientes a la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay.

La EEMAC se encuentra en el departamento de Paysandú sobre la Ruta Nacional N° 3 Gral. José Artigas, en el kilómetro 363, (Lat: 32°20,9' S; Long 58°2,2' W).

La estación consta de 1237 ha, divididas en 55 potreros sobre la Unidad San Manuel donde predominan los tipos de suelos Brunosoles Eutrico Típico y Lúvico, y Solonetz Soldizado Melánico y se realizan actividades productivas de ganadería, agricultura y lechería. En este lugar se efectuó el estudio en las vaquillonas cruza ½ Bonsmara-½Hereford y Hereford puras que pastorearon en los potreros UPIC 2, 3, 4, 5 y 6 de pasturas sembradas con aguadas artificiales alimentadas por pozos y un tajamar y en el potrero 17 de campo natural y aguadas naturales. En la figura 5 se muestra el mapa de potreros de la EEMAC y pintados en color verde los potreros con las aguadas donde rotaron las vaquillonas.

Figura 5: Mapa de potreros de la EEMAC y potreros donde estuvieron las vaquillonas señalado en color verde.

El seguimiento de los terneros se llevó a cabo en la EEBR, ubicada en el kilómetro 408 de la Ruta Nacional N° 26 (tramo Melo-Tacuarembó), 32°35´ latitud S y 54°15´ longitud W, 6ta. sección policial, a 28 Km de la ciudad de Melo (capital) del Departamento de Cerro Largo. Los suelos predominantes en la estación corresponden a las unidades, Fraile Muerto (Brunosol Éutrico), Río Tacuarembó (Gleysol Lúvico Melánico, Planosol Dístrico Úmbrico), Zapallar

(Luvisol Melánico Álbico) y Rincón de Ramirez (Solonetz Solodizado Ócrico, Solod Ócrico). La superficie que ocupa alcanza las 997 ha de las cuales 200 ha están reservadas a la lechería y el resto del área se destina a la ganadería, excluyendo 80 ha de montes artificiales que se orientan a trabajos experimentales en el rubro forestal. La estación se divide en 36 potreros y los terneros pastorearon sobre campo natural en el potrero número 8 de 60 ha y en potreros denominados bloques compuesto por 6 potreros de 10 ha cada uno, las aguadas de dichos potreros son artificiales, dos tajamares en el potrero 8 y 3 tajamares el los bloques. La figura 6 muestra el mapa de EEBR con todos los potreros y pintado en color verde donde rotaron los terneros.

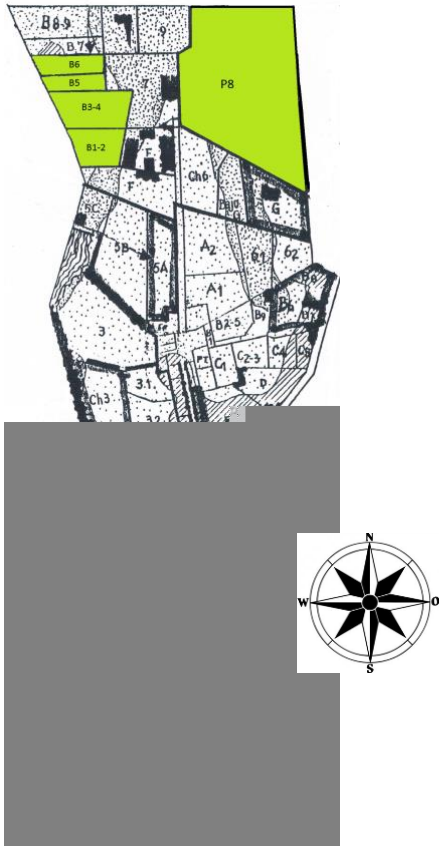

Figura 6: Mapa de potreros de la EEBR y potreros donde estuvieron los terneros señalados en color verde.

7.2 Población animal y manejo

El estudio se realizó sobre dos poblaciones animales, una de ellas estuvo constituida de un total de 33 vaquillonas nacidas en primavera de 2011, de las cuales 23 fueron Hereford puras (HH) y 10 cruzas ½ Bonsmara y ½ Hereford (BH), identificadas individualmente mediante caravanas de trazabilidad. El número de BH evaluadas fue debido a que era el total de animales con iguales características etarias que las Hereford disponibles en la EEMAC. El periodo de estudio de esta población fue de nueve meses, comenzando el 13 de Febrero y finalizando el 28 de octubre de 2013.

El cruzamiento para obtener las vaquillonas BH fue:
Hembras Hereford (HH) X Machos Bonsmara ($^{5}/_{8}$AF $^{3}/_{16}$HH $^{3}/_{16}$ SH)

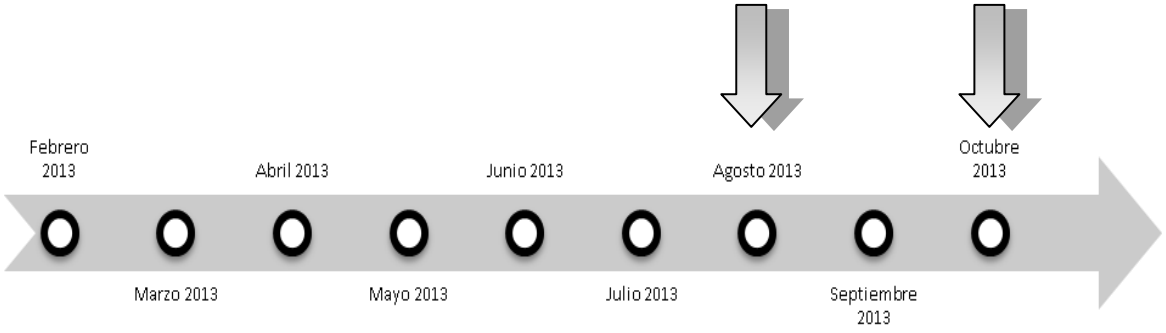

Figura 8: Periodo de estudio de las vaquillonas indicando las flechas los meses en que se administraron antihelmínticos

La otra población estuvo compuesta por 24 terneros que nacieron en la primavera de 2012, de los cuales 15 fueron de genotipo Hereford puro, 5 cruzas ½ Bonsmara y ½ Hereford (con igual genotipo al de las vaquillonas) y 4 cruzas ¾ Bonsmara y ¼ Hereford. La duración del ensayo fue de diez meses, empezando el 30 de Julio de 2013 y terminado el 15 de Mayo de 2014.
Para la obtención del genotipo de los terneros ¾ Bonsmara y ¼ Hereford se cruzó:
Hembras ½ Bonsmara ½ Hereford ($^{5}/_{16}$AF $^{19}/_{32}$ HH $^{3}/_{32}$ SH) X Machos Bonsmara ($^{5}/_{8}$AF $^{3}/_{16}$HH $^{3}/_{16}$ SH).
El genotipo de los terneros fue: **$^{15}/_{32}$AF $^{25}/_{64}$HH $^{9}/_{64}$SH**, por lo tanto tendrán 46% AF 39%HH 14%SH.

Al igual que en las vaquillonas, todos los terneros al comienzo del estudio fueron asignados a un mismo potrero, luego en el mes de setiembre se separaron los machos de las hembras. En el periodo de julio a setiembre los 24 terneros para alcanzar la carga máxima (0,8UG) pastorearon junto a 99 terneros machos y hembras de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus cruzas, dando un total de 123 terneros de la misma categoría. Durante este periodo los terneros pastoreaban en el potrero número 8 de campo natural y se adicionó la administración de un fardo de 500 kg de moha una vez por día, además de 120kg de afrechillo de arroz. A partir del mes de setiembre se hizo manejo diferenciado para machos y hembras, de la población en estudio 5 eran hembras y 19 machos. En cuanto a las hembras se manejaron en un lote con otras 65 hembras y se mantuvieron en el potrero 8 solo a base de campo natural. Los terneros machos junto con 34 terneros más fueron llevados al potrero los bloques de campo natural, rotando del bloque uno al bloque seis, con periodos de permanencia de 7 a 10 días y de descanso de 30 a 40 días.
En la figura 9 se visualizan los terneros BH y HH del estudio, junto con otros terneros que pastoreaban en el mismo potrero.

Figura 9: Terneros del estudio
Fuente: Othaix y Tolosa, 20/08/2013

Previo a comenzar con el estudio se realizó una dosificación a los terneros en el mes de Junio con Ricobendazole 15% a la dosis de 3,57 mg/kg PV vía subcutánea, la otra dosificación fue en Octubre con Ivermectina al 3,15% a razón de 630mcg/kg PV vía subcutánea. En la figura 10 se visualiza el periodo de estudio, las flechas indican los meses en que se administraron los antihelmínticos.

Figura 10: Periodo de estudio de los terneros indicando las flechas los meses en que se administraron los antihelmínticos

Se realizó un muestreo coproparasitario mensual durante el correspondiente periodo de estudio de cada población animal evaluada, para lo cual se extrajo en forma individual una muestra de materia fecal directamente del recto de todos los animales. Se acondicionaron en bolsas de polietileno cuidando de no dejar aire, se identificaron y se refrigeraron (Fiel y col., 2011). Se enviaron y se

analizaron en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria del Centro Universitario de la Región Noroeste Salto, Universidad de la República, Uruguay.

7.3 Exámenes realizados

Las técnicas coprológicas empleadas fueron las siguientes:

- La estimación de la carga parasitaria se realizó determinando para cada muestra la cantidad de huevos por gramo (hpg) de nematodos gastrointestinales eliminados, a través de la técnica de Mc Master, con una sensibilidad de 20 hpg (Thienpont y col., 1986).
- A los efectos de conocer los géneros de nematodos que se encontraban involucrados se efectuó un agrupamiento de muestras por raza y categoría animal y se procesó para la obtención e identificación de larvas infestantes de acuerdo a la técnica de O'Sullivan (Niec, 1968). En el caso que la recuperación de larvas del cultivo resultó escasa, se clasificaron y se calculó la proporción de cada género sobre el total de larvas. Por el contrario, cuando fueron numerosas se contaron y clasificaron 100 larvas calculándose sobre este número la proporción de géneros.
- La valoración de la presencia de *Fasciola* y/o *Paramphistomum* se realizó mediante la técnica de Happich y Boray (1969).

La determinación del peso vivo se realizó utilizando una balanza digital con una precisión de 0,5 kg. En el caso de las vaquillonas se tomaron mediciones mensuales y en los terneros por estación del año.

Durante el período experimental en cada región estudiada se registraron en forma diaria las siguientes variables meteorológicas temperaturas, precipitaciones acumuladas y humedad del aire.

Las cuales se expresaron como temperaturas máximas y mínimas promedio (°C±DE), temperaturas máximas y mínimas absolutas (°C), precipitaciones acumuladas y humedad relativa promedio mensuales(%).

En Melo los datos se obtuvieron a través de la Estación Meteorológica Melo (Instituto Uruguayo de Meteorología, Dirección de Climatología y Documentación, División Servicio Pluviométrico Nacional). Mientras que en Paysandú los datos se obtuvieron estación automática David Ventage Pro 2, 2007, Davis Instruments, CA) ubicada en el Parque Agrometeorológico de la EEMAC.

También se consultó la información de las Normales Climatológica periodo 1961-1990 (Ministerio de Defensa Nacional, 1996).

7.4 Análisis estadísticos (ver Anexo Teoría Estadística)

Por la forma en la cual se generaron los datos en este experimento para el caso de las vaquillonas conduce a pensar en una estructura de ANOVA con medidas repetidas (varias muestras tomadas sobre el mismo individuo). Por lo tanto para medir la igualdad entre las medias de las vaquillonas BH y HH se utilizó esta técnica. En este caso se decidió no trabajar con las tres últimas

mediciones ya que existieron varios datos faltantes que podrían llegar a sesgar el análisis, se utilizaron los seis primeros muestreos o momentos del tiempo que estaban completos y eran suficientes. Los tres supuestos de ANOVA (Independencia, normalidad y homocedasticidad) fueron testeados y comprobados por lo cual se validó la aplicación de la técnica.

Para el caso de los terneros no se utilizó el mismo análisis que para las vaquillonas, ya que no se pudo realizar una comparación múltiple por la falta de algunos datos en el caso de los terneros Hereford, por lo que se realizó una comparación de medias. Para medir ésta igualdad de medias entre los terneros BH y HH se utilizó un Test t de Igualdad de Medias con varianzas iguales (la igualdad de varianzas se testeó y validó).

Para este trabajo se fijó un nivel de significancia de 5% ($\alpha=0.05$) o sea que el nivel tolerable de error fue de 0,05.

La forma de tomar la decisión en los test estadísticos fue de la siguiente manera:

$$\begin{cases} \text{Si } p<\alpha \Rightarrow \text{Rechazo } H_0 \\ \text{Si } p\geq\alpha \Rightarrow \text{No Rechazo } H_0 \end{cases}$$

Para medir la presencia o ausencia de correlación entre las variables hpg y peso vivo de ambas categorías, se utilizó un Test t sobre el Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson también conocido como Rho de Pearson. Debe aclararse que las correlaciones aparte de ser significativas deberían ser de magnitud moderada o fuerte para ser considerada.

La escala de magnitudes utilizada fue $\begin{cases} \text{si } 0\leq r \leq 0.4 \text{ relación débil} \\ \text{si } 0.4< r \leq 0.8 \text{ relación moderada} \\ \text{si } 0.8 < r \leq 1 \text{ relación fuerte} \end{cases}$

El software utilizado para analizar los datos y aplicar los test estadísticos fue Statistical Package from Social Science (SPSS).

8. RESULTADOS

8.1– RESULTADOS EN VAQUILLONAS

8.1.1- Estimación de la carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras

La carga parasitaria de nematodos gastrointestinales en las vaquillonas se estimó por un lado a través de los hpg promedio por raza y por mes; así como también mediante los conteos máximos y mínimos registrados en los animales en cada muestreo. En el cuadro 4 y en la figura 11 se indican los respectivos valores obtenidos en el transcurso del estudio, remarcándose los conteos más elevados y los hpg promedios más bajos.

Cuadro 4: Cargas parasitarias mensuales promedios, máximos y mínimos en las vaquillonas cruzas Bonsmara-Hereford y Hereford puras de Febrero a Octubre 2013

	Bonsmara-Hereford			Hereford		
	hpg Máximo	hpg Mínimo	hpg Promedio	hpg Máximo	hpg Mínimo	hpg Promedio
Febrero	480	20	136	500	20	183
Marzo	580	60	196	700	<20	215
Abril	1920	60	276	1760	<20	251
Mayo	1660	20	322	1460	<20	287
Junio	80	<20	16	100	<20	12
Julio	780	20	130	1060	<20	150
Agosto	460	20	140	260	<20	66
Septiembre	120	<20	31	300	<20	33
Octubre	60	<20	18	300	<20	63

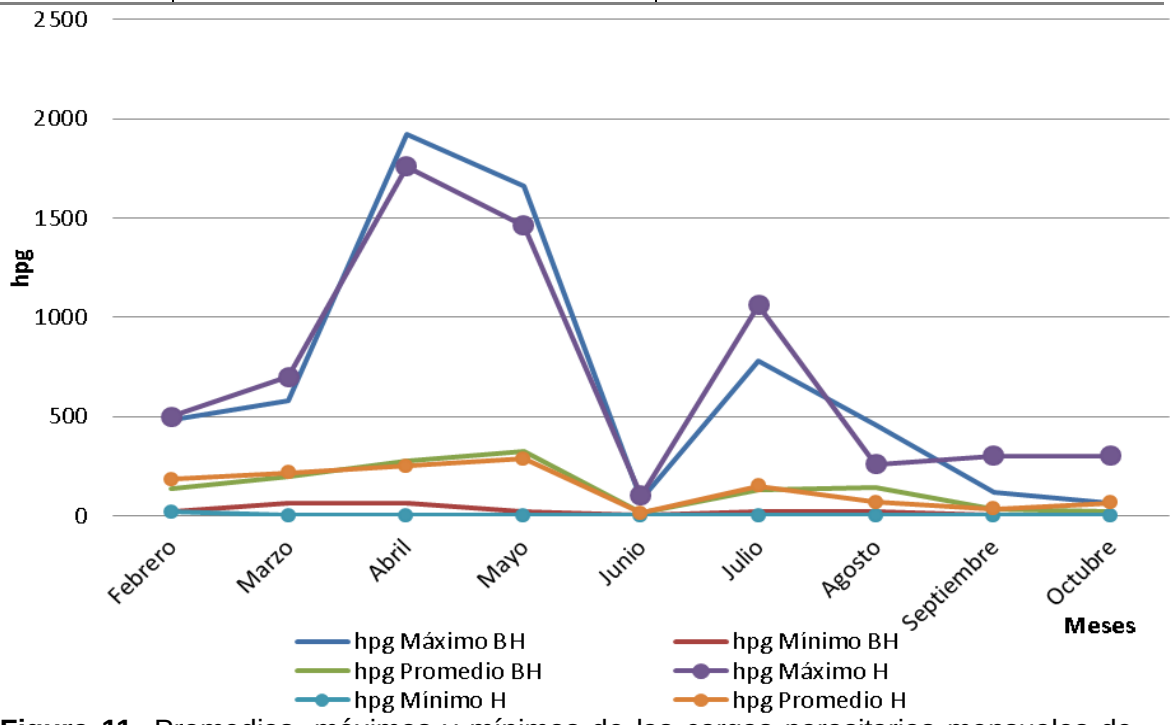

Figura 11: Promedios, máximos y mínimos de las cargas parasitarias mensuales de las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras

Para ambas razas el comportamiento de los recuentos de las cargas parasitarias de nematodos gastrointestinales en cuanto a la evolución a lo largo del periodo de estudio fue similar. El promedio general fue de 141 y 140 hpg para las vaquillonas BH y HH respectivamente, siendo estos niveles de conteos relativamente bajos.

En los meses de Abril y Mayo a pesar que los promedios fueron entre 251 - 322hpg, hubieron animales con recuentos máximos de entre 1460 y 1920 hpg, derivando en amplios rangos de dispersión entre los valores mínimos y máximos. Esto está indicando el efecto de la variación individual de los animales a la respuesta a los parásitos (ver Anexo con resultado de hpg individuales). En el mes de Junio se observa una caída brusca en el promedio de hpg, siendo éstos los más bajos constatados en el período de estudio para las dos razas. En Agosto, 10 días previos al muestreo de materia fecal se administró antihelmíntico a la totalidad de los animales, y se puede apreciar un descenso en el promedio de hpg principalmente en las vaquillonas HH.

El análisis de la comparación de las cargas parasitarias entre razas considerando todos los recuentos no mostró diferencias significativas (p= 0,59)

8.1.2- Distribución de los animales de acuerdo a rangos de hpg en las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras

Al no encontrar diferencias significativas en los hpg de las razas evaluadas, la totalidad de las muestras analizadas durante el periodo de estudio se agruparon teniendo en cuenta la carga parasitaria independientemente de las razas.

En la figura 12 se muestra la distribución porcentual de las vaquillonas según la carga parasitaria expresada en rangos de hpg a lo largo del periodo de estudio. Se observa que el 90% de las vaquillonas están comprendidas entre <20 y 399 hpg, mientras que un porcentaje menor de animales son los portadores de las cargas parasitarias mayores.

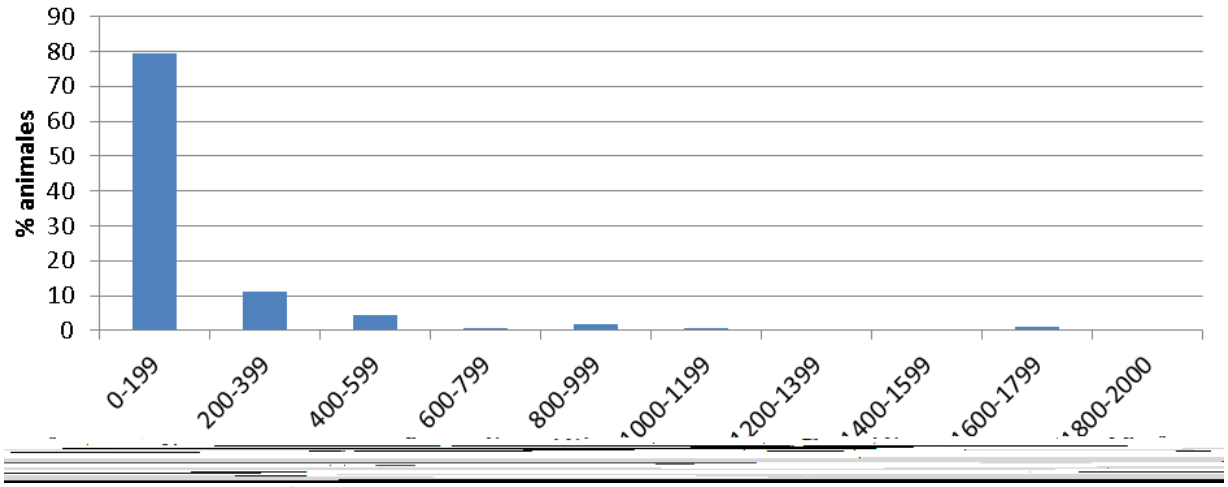

Figura 12: Distribución porcentual de las vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras de acuerdo a los rangos de hpg

8.1.5- Evolución del peso vivo en vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras

En el cuadro 5 se presentan los promedios de los pesos vivos (kg) mensuales de las vaquillonas BH y HH. En general se puede observar que los pesos vivos promedios de las vaquillonas BH fueron mayores que en las vaquillonas HH durante todos los meses de estudio.

Al comienzo se registró un incremento del peso vivo en el mes de marzo (24kg y 21 kg en las vaquillonas BH y HH respectivamente) luego de lo cual comenzó descender y en el mes de Julio fue la mayor pérdida de peso para ambas razas que alcanzó los 18Kg promedio (5,4% en BH y 5,8%HH), en setiembre empieza a incrementarse en las vaquillonas BH logrando la mayor ganancia de peso de 31Kg (9,1%) y en las vaquillonas HH fue en Octubre ganando 25Kg (7,6%) de peso vivo promedio.

Cuadro 5: Pesos vivos promedios mensuales en las vaquillonas cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puras de Febrero a Octubre de 2013

Meses	Bonsmara-Hereford Kg	Hereford Kg
12/02/2013	348,1	335,5
18/03/2013	375,4	356,1
18/04/2013	362,1	346,5
17/05/2013	348,8	343,0
24/06/2013	347,6	327,7
19/07/2013	329,4	309,0
20/08/2013	309,2	308,8
12/09/2013	340,8	301,9
28/10/2013	342,6	326,7

8.1.6- Vinculación de la carga parasitaria con el peso vivo en vaquillonas

En el cuadro 6 se muestran las correlaciones entre los hpg y los pesos vivos para las vaquillonas, enfrentándose en las celdas color rosado los hpg y los pesos vivos obtenidos en el mismo mes, en color celeste los hpg con los pesos vivos del mes siguiente y en color verde los hpg con los pesos vivos del mes anterior. Se remarcan dichas correlaciones debido a que el hpg puede influir en el peso vivo del mismo mes y del mes siguiente y a su vez el peso vivo puede ser afectado antes que el recuento de huevos por gramo. Se espera que en las correlaciones negativas una de las variables aumente y la otra disminuya, siendo las consideradas en estos resultados junto con el nivel de significancia.

En general no existió una correlación negativa entre el peso vivo y la carga parasitaria, salvo en los meses de Abril y Julio. En el primer mes nombrado la correlación negativa significativa al 10% se observó entre el hpg y el peso vivo del siguiente mes. En Julio se constataron correlaciones negativas significativas al 10% cuando las comparaciones se realizaron en el mismo mes y al 5% con el mes anterior, siendo todas las correlaciones de magnitud débil.

Cuadro 6: Correlaciones entre los hpg y los pesos vivos de las vaquillonas durante el periodo de estudio

		HPG					
		13/02/2013	18/03/2013	18/04/2013	17/05/2013	25/06/2013	26/07/2013
PESOS VIVOS	12/02/2013	0,147	0,024	-0,021	0,14	-0,26	-0,069
	18/03/2013	0.308	0,044	-0,062	0,158	-0,354	-0,082
	18/04/2013	0.418**	-0,39	-0,205	0,065	-0,336	-0,123
	17/05/2013	0.388**	-0,107	-0.306	-0,084	-0,341	-0,294
	24/06/2013	0.45***	-0,093	-0.373**	-0.211	-0.254	-0.481**
	19/07/2013	0.372**	-0.136	-0.354	-0.098	-0.272	-0.341

**Significativo al 5%

***Significativo al 1%

8.1.7- Resultados Meteorológicos

8.1.7.1- Datos meteorológicos de la EEMAC

La temperatura del aire promedio (TMED) en el periodo experimental fue de 16,0ºC (±5,00) y la Humedad Relativa (HR) 74% (±10,00), la temperatura máxima promedio (TXM) fue de 21,7ºC (±5,93) con una Máxima Absoluta (TX) de 38,4ºC ocurrida el 1º de Febrero. La temperatura mínima promedio (TNM) fue de 10,3ºC (±5,36) con una Mínima Absoluta (TN) de -3,1ºC registrada el 26 de Agosto. En la figura 15 se presentan los registros meteorológico según la estación.

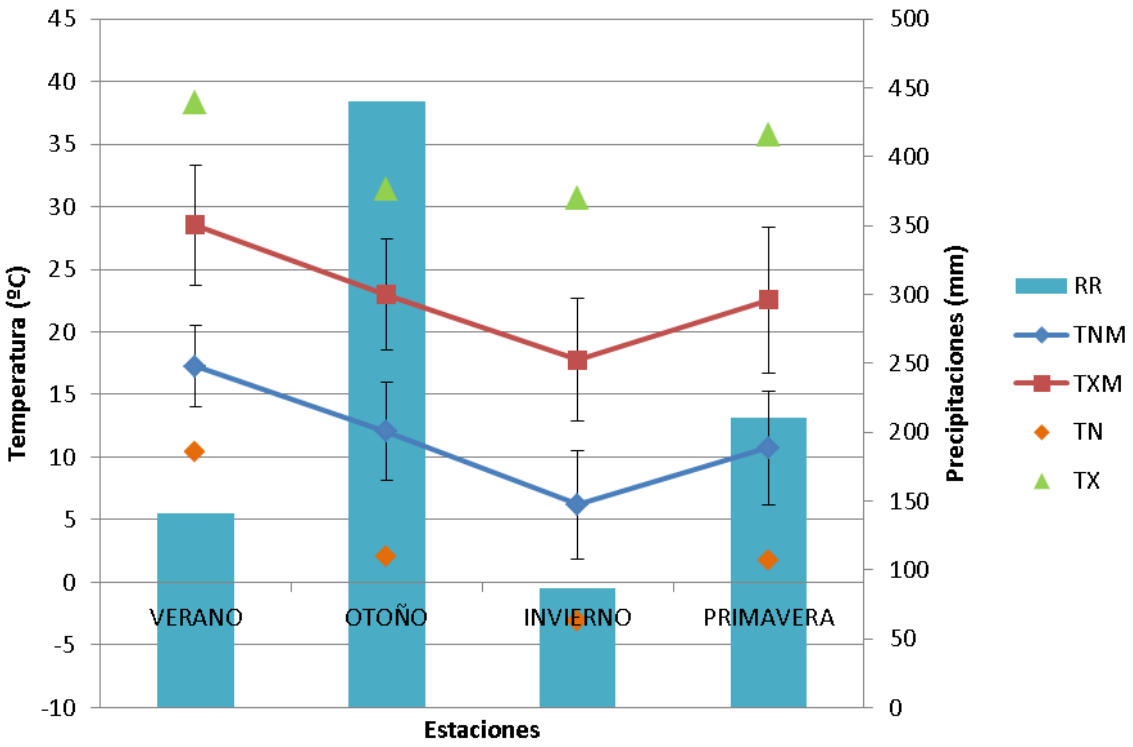

Figura 15: Temperatura máxima media (TXM ±DE), Temperatura mínima media (TNX ±DE), Temperatura máxima absoluta (TX, °C), Temperatura mínima absoluta (TN, °C) y Precipitaciones acumulada RR estacionales (RR, mm) en el periodo experimental en la EEMAC

El departamento de Paysandú se caracteriza (periodo 1961-1990, DNM, 1996) por presentar TMED anuales de 17,9ºC, con una TXM de 23,8ºC y TNM de 12,2ºC, la HR promedio anual es de 73% y las RR de 1218 mm por año. En el cuadro 7 se comparan los datos mensuales de Febrero-Octubre 2013 de la EEMAC con los promedios históricos del 1961-1990.

Cuadro 7: Comparación de los registros meteorológicos de la EEMAC durante el periodo estudiado en referencia a los promedios históricos de Paysandú (1961-1990)

	TMED		TXM		TNM		TX		TN	
	1961-1990	2013	1961-1990	2013	1961-1990	2013	1961-1990	2013	1961-1990	2013
FEB	23,7	22,9	30,0	28,5	17,6	17,2	40,5	38,4	7,8	10,4
MAR	21,6	19,7	27,6	25,5	15,7	13,9	37,5	31,4	5	7,7
ABR	18	18,5	23,9	24,7	12,5	12,2	33,2	29,4	1,2	5,7
MAY	14,8	14,4	20,4	18,7	9,6	10,0	33	26,2	-4,5	2,1
JUN	11,7	12,3	16,8	17,9	6,9	6,6	29,2	26,2	-4	-1
JUL	11,8	12,2	16,9	17,3	7,1	7,1	30,6	26,3	-4	0,6
AGO	12,9	11,6	18,5	18,1	7,5	5,0	32,8	30,7	-3	-3,1
SEPT	14,6	15,0	20,5	20,8	8,8	9,2	32,4	35,8	-3,4	1,7
OCT	16,5	18,2	23,5	24,3	11,6	12,2	36,2	28,8	1,8	3,9

Las temperaturas medias para el periodo del estudio se comportaron de manera muy similar a la media histórica, observándose que sólo la temperatura media y máxima media estuvieron por encima de la media climática en forma más notoria durante el mes de Octubre, en cambio la TX fue menor.

No se constataron durante el período experimental salvo en el mes de Setiembre temperaturas máximas absolutas que igualen o superen a las máximas absolutas registradas históricamente, esto también se repite en el caso de las temperaturas mínimas absolutas donde se observan salvo en agosto que las mismas son más elevadas que las mínimas absolutas históricas

Con respecto a las precipitaciones acumuladas (Figura 16), comparando las precipitaciones en el periodo experimental con el periodo histórico de Paysandú, se puede observar que en la mayoría de los meses las precipitaciones acumuladas se encontraron por debajo de la normal, haciéndose más notorio en el mes de Junio, donde las precipitaciones fueron casi nulas. Se observaron precipitaciones por encima de la media en los meses de Febrero, Mayo y Septiembre, siendo de mayor magnitud en Mayo.

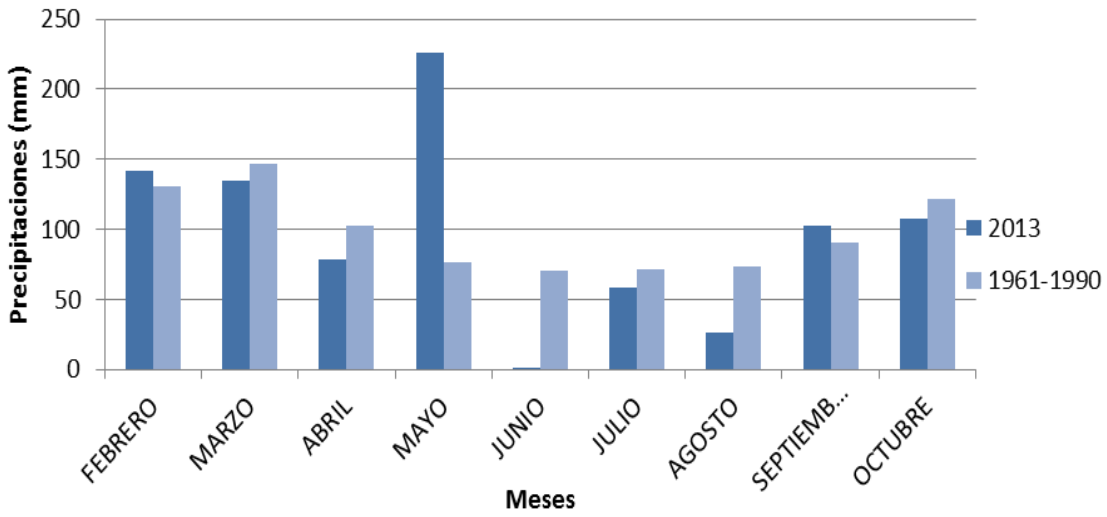

Figura 16: Precipitaciones acumuladas mensuales en el periodo de estudio *vs* históricas de Paysandú

8.1.7.2- Relación de la carga y de los géneros parasitarios en las cruza vaquillonas Bonsmara-Hereford y Hereford puras con los registros meteorológicos

En las dos razas de vaquillonas las cargas parasitarias más altas para el periodo de estudio, tanto en hpg promedios como en hpg máximos, se constataron en el otoño, estación en la cual las precipitaciones fueron altas principalmente durante el mes de Mayo. El género que predominó al comienzo del otoño fue *Haemonchus* spp. favorecido por el alto volumen de las precipitaciones y las temperaturas propicias (15-37ºC). En contraposición, los

hpg, mientras que un porcentaje menor de animales son los portadores de las cargas parasitarias mayores.

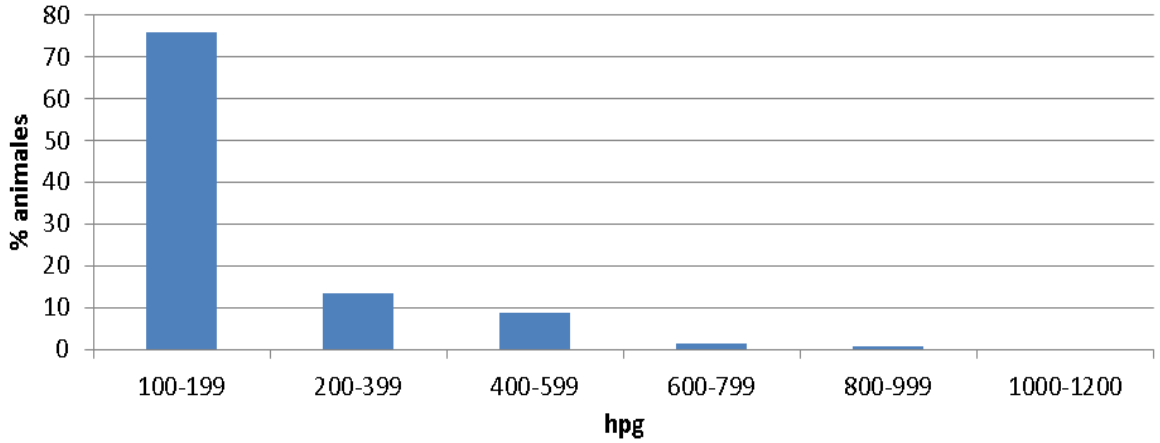

Figura 18: Distribución porcentual de los terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros de acuerdo a los rangos de hpg

8.2.3- Identificación de los géneros de nematodos gastrointestinales presentes en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros

En los meses de Julio y Agosto predominó el género *Trichostrongylus* spp. que descendió en el mes de Octubre y se incrementó el género *Haemonchus* spp. que se mantuvo predominante hasta el mes de Abril, este comportamiento fue similar para las dos razas. El género *Ostertagia* spp. estuvo presente en todos los meses del estudio, incrementándose en el mes de mayo para las dos poblaciones evaluadas.

El género *Cooperia* spp. se registró en todos los muestreos realizados en un rango del 2% al 22%, no predominando en forma absoluta en ningún mes en particular en esta categoría animal. Por su lado, el género *Oesophagostomum* spp. alcanzó el máximo porcentaje en el mes de Octubre con un 20%. En general, la dinámica de los géneros parasitarios durante el periodo de estudio se comportó de forma similar para las dos razas.

En las figuras 19 y 20 se muestran los porcentajes de cada género parasitario recuperado en los cultivos de larvas en terneros BH y HH.

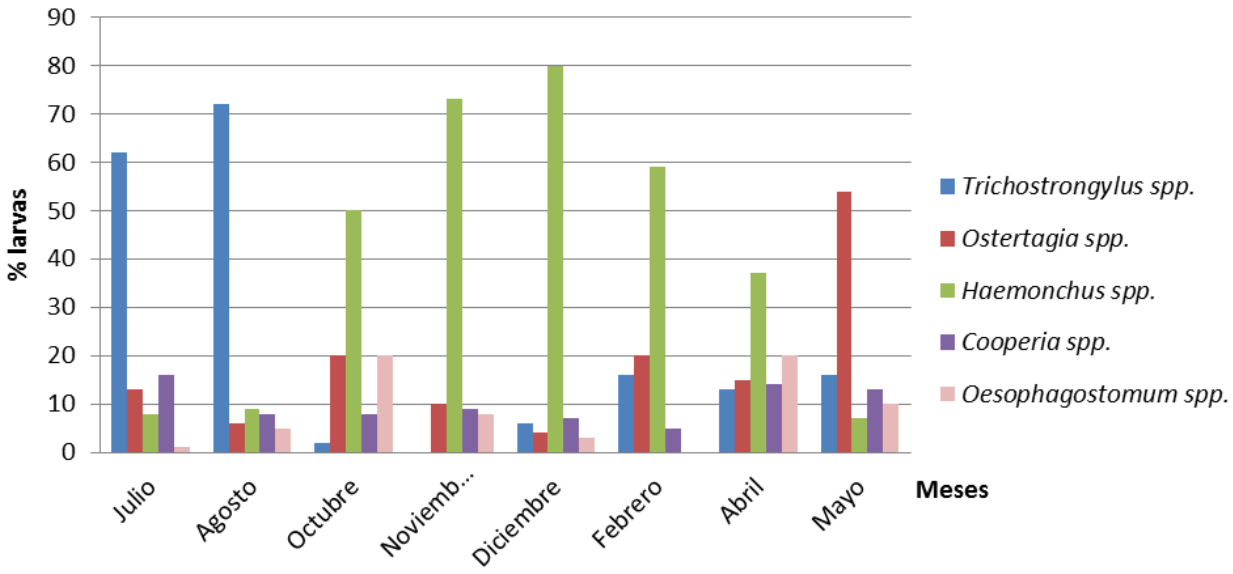

Figura 19: Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en los terneros Bonsmara-Hereford de Julio de 2013 a Mayo de 2014

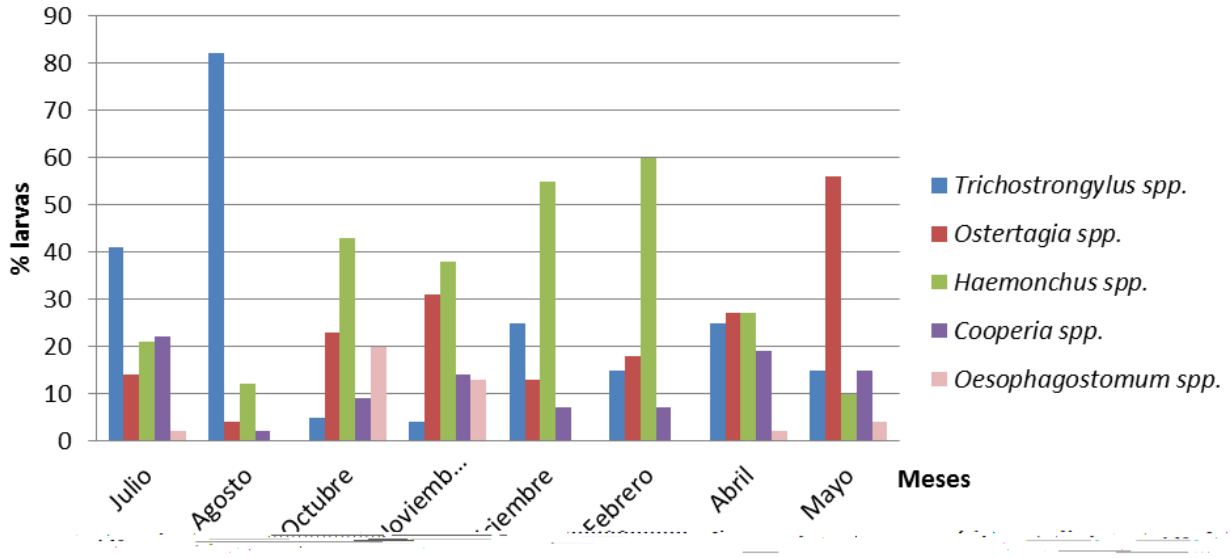

Figura 20: Géneros parasitarios recuperados de los cultivos de larvas en los terneros Hereford de Julio de 2013 a Mayo de 2014

8.2.4- Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum* spp.) en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros

En el periodo de estudio no se constató la presencia de huevos de Trematodos correspondientes a *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp. en ninguna de las razas evaluadas.

8.2.7- Resultados Meteorológicos

8.2.7.1- Datos meteorológicos de la EEBR

La TMED en el periodo experimental fue de 18,3ºC (±2,6) y la HR% de 76% (±10,8), la TXM fue de 24,1ºC (±6,1) con una TX de 39,4ºC ocurrida el 26 de Diciembre de 2013. La TNM fue de 12,5ºC (±6,29) con una TN de -3,6ºC registrada el 11 de Agosto de 2014. En la figura 21 se muestra la TXM, TNM, TX, TN y las precipitaciones acumuladas por estación.

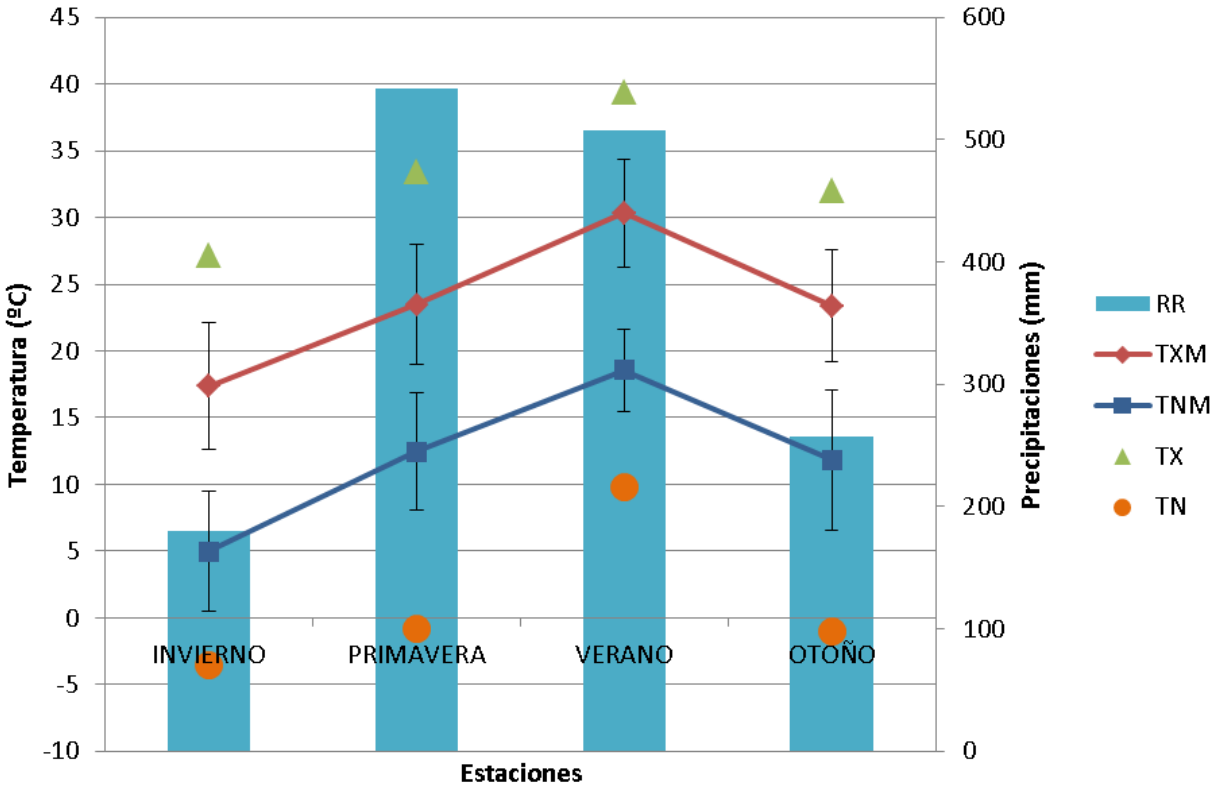

Figura 21: Temperatura máxima media (TXM ±DE), Temperatura mínima media (TNX ±DE), Temperatura mínima absoluta (TX, °C), Temperatura mínima absoluta (TN, °C) y Precipitaciones acumulada estacionales (RR, mm) en el periodo experimental en la EEBR

La ciudad de Melo se caracteriza (periodo 1961-1990, DNM, 1996) por presentar TMED anuales de 17ºC, con una TXM de 23,4ºC y TNM de 11,8ºC, la HR promedio anual es de 74% y las precipitaciones acumuladas de 1238 mm por año. A continuación en el cuadro 11 se comparan los datos mensuales de Julio-2013 a Mayo de 2014 de la EEBR con los promedios históricos de 1961-1990.

Cuadro 11: Datos meteorológicos de la EEBR durante el periodo estudiado *vs* los promedios históricos de Melo (1961-1990)

	TMED		TXM		TNM		TX		TN	
	1961-1990	2013-2014	1961-1990	2013-2014	1961-1990	2013-2014	1961-1990	2013-2014	1961-1990	2013-2014
JUL	11,5	11,2	17,1	17,4	7	5,0	30	25,6	-7,8	-3,2
AGO	12,4	11,1	18,3	17,2	7,7	4,9	31,2	27,2	-3,6	-3,6
SEPT	14,1	15,6	20	21,1	9,6	10,0	31,8	33,4	-4	-0,8
OCT	16,9	17,7	23	23,4	9,3	12,0	34,2	29,2	-1,8	4,5
NOV	18,9	20,6	25,9	25,9	14,6	15,3	38,4	31,8	0,8	7,8
DIC	21,7	24,4	28,4	31,4	14,7	17,5	39,5	39,4	4	9,8
ENE	23,2	24,8	30,5	30,6	17	19,0	40,4	36,2	1	11,5
FEB	22,8	24,0	29,7	28,8	18,7	19,2	40	35,8	3,6	15,1
MAR	20,8	20,6	23,3	26,5	12,6	14,7	40,4	31,9	0	6,7
ABR	17,2	18,1	23,6	23,9	12,13	12,4	35,8	32	-5	4
MAY	13,9	14,1	19,9	19,7	13,1	8,5	32,3	24,5	-5,9	-1

Las temperaturas medias al igual de lo que sucedió en Paysandú, para el periodo del estudio se comportaron de manera muy similar a la media histórica (Melo 1961-1990), siendo Diciembre el mes en que se observaron las temperaturas promedios mayores en relación al periodo histórico (tanto máximas como mínimas), determinando que la temperatura media fuera mayor. A pesar de la similitud de las temperaturas promedios, no se constataron en el periodo de estudio excepto Setiembre en el caso de la TX, temperaturas máximas y mínimas absolutas que superen al registro histórico.

Con respecto a las precipitaciones acumuladas se muestra en la Figura 22, donde se comparan las precipitaciones en el periodo experimental con el periodo histórico de Melo. Para la mayoría de los meses las precipitaciones acumuladas mensuales fueron superiores que el promedio histórico, siendo más notorio en los meses de Septiembre 2013 (240%), Enero (186%) y Febrero (237%) 2014. Mientras que en los meses de Julio y Diciembre 2013 y Mayo 2014 las lluvias fueron inferiores a las del promedio histórico.

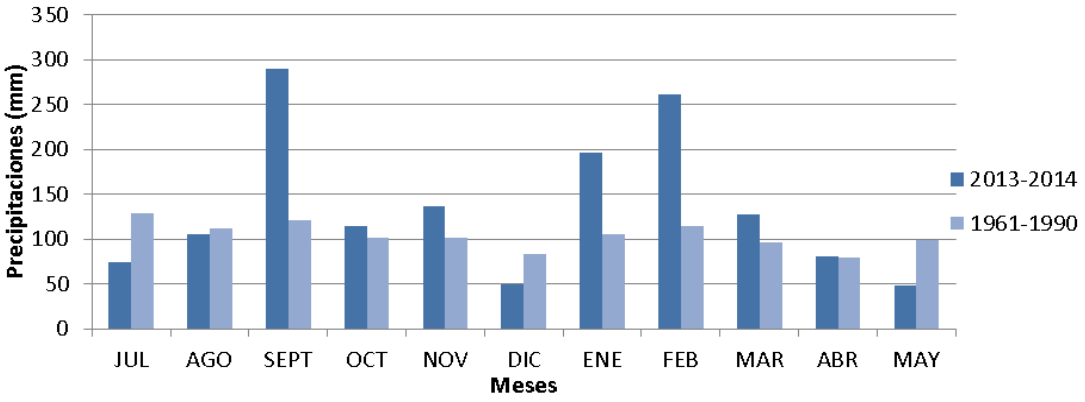

Figura 22: Precipitaciones acumuladas mensuales en el periodo de estudio *vs* precipitaciones históricas en la ciudad de Melo

8.2.7.2- Relación de la carga y de los géneros parasitarios en los terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros con los registros meteorológicos

En invierno al comenzar el estudio, se constataron los hpg promedios más elevados, siendo *Trichostrongylus* spp. el género predominante en este periodo. Durante esta estación las temperaturas mínimas registradas fueron más bajas que el promedio histórico.
Se destaca del verano 2014 las altas precipitaciones, en especial en Enero y Febrero, con temperaturas que superaron los promedios registrados entre 1961-1990, constatando bajos hpg promedios.
En general lo que se pudo observar en el periodo de estudio que las temperaturas oscilaron dentro de los promedios esperados no encontrándose estaciones ni meses con temperaturas extremas.

9. DISCUSIÓN

9.1 DISCUSIÓN EN VAQUILLONAS

9.1.1 Carga y géneros de nematodos gastrointestinales en vaquillonas cruzas Bonsmara-Hereford y Hereford puras

El valor encontrado de hpg promedio general a lo largo del estudio fue de 141 hpg para las vaquillonas BH y de 140 hpg para las HH, siendo estos valores relativamente bajos. Este nivel alcanzado de la carga parasitaria puede responder a varios factores, como por ejemplo la edad de los animales. Al comienzo del estudio (febrero 2013) las vaquillonas tenían 17 meses finalizándose en octubre con 25 meses de edad, coincidiendo con las etapas de regulación y resistencia de las poblaciones parasitarias de nematodos gastrointestinales. En la fase de regulación el bovino comienza a desarrollar las defensas inmunológicas y de esta forma controlar a este grupo de parásitos. La resultante de esta acción se manifiesta en menor número de larvas que evolucionan a adultos, la presentación del turnover y la disminución de la oviposición. Por su parte, en la etapa de resistencia se logra regular las cargas parasitarias de forma que los animales pueden ingerir gran cantidad de larvas infestantes muchas de las cuales no se desarrollan a adulto y en consecuencia los hpg promedios permanecieron bajos hasta el final del estudio disminuyendo la tasa de contaminación (Nari y Risso, 1994).

A su vez, los conteos promedios se mantuvieron en un rango comprendido entre 12 y 322hpg. En este sentido, se ha comunicado que las interferencias que ocasionan los animales al desarrollo de los parásitos pueden ser afectadas por condicionantes que induzcan estrés o por el nivel de contaminación larvaria de las pasturas, reflejándose en un incremento de la eliminación de huevos (Suarez, 2005). En lo que respecta a este trabajo, no se presentaron situaciones estresantes debidas a causas meteorológicas, ya que no se constataron temperaturas máximas ni mínimas superiores a las registradas en el periodo histórico o de tipo sanitario que pudieran incidir en la respuesta inmune contra los parásitos. En relación a la población parasitaria de vida libre, si bien no se realizó determinación de la cantidad de larvas en el ambiente, el hecho que las vaquillonas siempre pastorearon con otros animales de la misma categoría y nunca compartieran hábitat con categorías susceptibles a parásitos, como pueden ser terneros de destete u ovinos, podría considerarse que las tasas de contaminación y de infección no se incrementaron y en consecuencia fue otro factor que influyó en los bajos conteos (Gómez y col., 2000).

Los géneros parasitarios diagnosticados

mes de julio que se podría asociar al menor crecimiento de las pasturas y a las condiciones meteorológicas en ese momento. Desde el punto de vista parasitario este manejo no incide sustancialmente en la población de vida libre, el descanso de 6 a 8 semanas coincide con la mayor disponibilidad de larvas infestantes en las pasturas (Fiel y Steffan, 1994).

En general la carga parasitaria no influyó en el peso vivo de las vaquillonas. Esto puede deberse a que los promedios de hpg fueron bajos a lo largo del periodo de estudio en una categoría animal que regula y controla las poblaciones parasitarias y por ende no resulta afectada la ganancia de peso. Por lo tanto la interacción parásito – hospedador no evidenció detrimentos en el peso vivo de los animales.

En el único momento que existió correlación negativa significativa fue en Julio aunque de magnitud débil se constató un aumento en los hpg promedios y máximos sumado a una pérdida del peso vivo. Al respecto Suárez y col. (2013) relacionan la menor ganancia de peso con una disminución en el consumo de los alimentos en los animales parasitados. En este trabajo podrían estar afectando la acción de los nematodos y la disponibilidad forrajera en el momento indicado, ya que la forma de expresión de ambos corresponde a un cuadro de subnutrición (Ayala y col., 2004)

9.2 DISCUSIÓN EN TERNEROS

9.2.1 Carga y géneros de nematodos gastrointestinales en terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros

Al comienzo del trabajo los terneros tenían 10 meses finalizando con 20 meses de edad, siendo los hpg promedios generales de 157 y 131 hpg para el caso de los BH y HH respectivamente. Estas cargas parasitarias fueron relativamente bajas a pesar de que la categoría animal se considera susceptible (Cruz y col., 1996). En relación a la respuesta a los nematodos gastrointestinales, los terneros se encontraban en el final de la etapa de infección aditiva y en el transcurso de la etapa de regulación. La primera de ellas se caracteriza por una menguada capacidad de respuesta inmunitaria permitiendo que gran parte de las larvas ingeridas desarrollen a adultos, incrementando las poblaciones parasitarias y los conteos de hpg que se comienza a controlar en la etapa de regulación. La mayoría de los casos clínicos se observan además del momento del destete, en los terneros al año y sobre año mudando los dientes (Fiel y Steffan, 1994). Las causas por las cuales los hpg promedios durante el periodo de estudio se mantuvieron bajos puede estar relacionado a que comienza la regulación de las poblaciones parasitarias por parte de los animales y posib

especies parasitarias. Al respecto, se consideran a las precipitaciones como un factor determinante para la incidencia de *Haemonchus* spp. (Castells y col.,2013) y a su vez constituye uno de los géneros que se presenta con mayor frecuencia infestando a los terneros (Ayala y col., 2004).

Las dosificaciones antihelmínticas que pudieron incidir en las cargas parasitarias de los terneros fueron realizadas en dos oportunidades. Previo a comenzar el trabajo en el mes de junio se administró a la totalidad de los animales Ricobendazole y el primer conteo de hpg en julio fue relativamente bajo. Aunque existió un lapso de tiempo de seis semanas entre la dosificación y la extracción de muestra que permitiría el establecimiento de reinfecciones debido a que la mayoría de los nematodos gastrointestinales presentan un periodo prepatente de 3-4 semanas y a su vez el fármaco no posee efecto residual (Steffan y Fiel, 1994). En el mes de octubre hubo un descenso en el promedio de hpg adjudicado a la administración de Ivermectina de larga acción eficaz contra nematodos gastrointestinales (Lanusse y col., 2013).

El género *Cooperia* spp. estuvo presente durante todo el periodo de estudio para ambas razas, aumentando la prevalencia en julio pero no superando el 25%. La dinámica de éste género coincide con lo que afirma la literatura de existir durante todo el año con mayor prevalencia durante el invierno (Castells y col., 2013b).

Oesophagostomum spp. se registró en la mayoría de los meses del estudio exhibiendo el mayor recuento de larvas en el mes de octubre para ambas razas y en abril para BH y asociado a una presentación más estacional con una prevalencia destacada en los meses cálidos como fueron octubre y abril (Nari y Risso, 1994).

El género *Ostertagia* spp. estuvo presente en todos los meses del estudio pero su pico máximo fue en mayo para las dos razas evaluadas. Este comportamiento coincide con la presentación de la Ostertagiasis tipo I que se manifiesta principalmente en otoño - invierno, ocurre en categorías de un año de edad y debido al aumento de la población de parásitos adultos se incrementan los conteos de huevos en materia fecal (Fiel y col. 2013).

Al igual que en las vaquillonas, la distribución de los terneros de acuerdo a los rangos de hpg fue sobredispersa.

9.2.2 Comparación de las cargas y los géneros parasitarios entre terneros cruza Bonsmara-Hereford y Hereford puros

La dinámica de los géneros de nematodos gastrointestinales fue similar y no existió diferencias estadísticas significativas en las cargas parasitarias entre los terneros de las razas evaluadas, en concordancia con los resultados arribados en las vaquillonas. Aunque los terneros presentan mayor susceptibilidad, se encontraban en una zona geográfica diferente y el manejo nutricional y

antihelmíntico fue distinto. Los fundamentos que explicarían la falta de diferencia entre las razas serían los mismos que se expusieron en las vaquillonas, a pesar de que parte de la población tuvo el genotipo ¾ Bonsmara y ¼ Hereford.

9.2.3 Estudio de los Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum* spp.) en terneros Bonsmara-Hereford y Hereford puros

En los terneros en el periodo de estudio no se constató la presencia de huevos de Trematodos correspondientes a *F. hepatica* y *Paramphistomum* spp., coincidente con que no hay registros de estos trematodos en la estación EEBR hasta la fecha.

9.2.4 Peso vivo y carga parasitaria en los terneros

El haber encontrado que en todos los registros los terneros e inclusive en las vaquillonas BH presentaron mayor peso vivo que los HH a igual edad y condiciones de manejo se debería a que como afirma Bonsma (1980) la raza Bonsmara posee un mejor desarrollo digestivo comparado con las razas Británicas, traduciéndose en una superior conversión. A su vez como resultado de los cruzamientos entre razas Taurinas adaptadas (Sanga) y razas Británicas se obtienen terneros destetados de mayor peso que aquellos terneros puros, debido al efecto del vigor híbrido existente (López, 2002).

En general no hubo correlaciones negativas significativas entre el hpg y el peso vivo de los terneros, excepto en el mes de Octubre donde se evidenció una disminución de los conteos de huevos y un incremento en el peso vivo.

10.CONCLUSIONES

- Las cargas parasitarias promedios para las vaquillonas y los terneros se mantuvieron bajas para todo el periodo en estudio.
- La distribución de los valores de los hpg en ambas categorías tuvo una distribución sobredispersa, con gran número de animales poco parasitados y con pocos animales portando las mayores cargas parasitarias.
- Los géneros de nematodos gastrointestinales identificados fueron *Cooperia* spp, *Haemonchus* spp., *Ostertagia* spp., *Trichostrongylus* spp. y *Oesophagostomum* spp. La presencia de *Haemonchus* spp. se relacionó con los periodos de precipitaciones abundantes.
- La presencia de Trematodos (*Fasciola hepatica* y *Paramphistomum*) no se constató en ninguna categoría durante el periodo de estudio.
- Entre las razas BH y HH no se mostraron diferencias significativas en las cargas parasitarias y la dinámica de los nematodos gastrointestinales se comportó de manera similar.
- En general las cargas parasitarias no afectaron el peso vivo de los animales en ninguna categoría, encontrándose en los terneros y en las vaquillonas BH pesos vivos superiores que los registrados en las correspondientes categorías de HH.

11. BIBLIOGRAFIA

1. **Acosta, D. (1994)** Epidemiologia y control de *Fasciolahepatica* en el Uruguay. En: Nari, A.; Fiel, C. Enfermedades Parasitarias de Importancia Económica en Bovinos. Montevideo, Hemisferio Sur, pp. 233- 264.

2. **Acosta, D., Cordozo, H., Nari, A., Solari M. (1988)** Ecología y dinámica de la población de *Limnea viatrix* D Orbigny (1935) en un nicho ecológico del sur de Uruguay, Jornadas de Buiatria de Uruguay, XVII, Paysandú, Uruguay. p 10.

3. **Anziani, O., Fiel, C. (2004)** Resistencia de los nematodes gastrointestinales a los antihelmínticos: un problema emergente y relevante para la producción bovina nacional. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/. Fecha de Consulta: 10 de Julio de 2014.

4. **Asociación Argentina de Criadores de Bonsmara (2011**) Disponible en: http://www.bonsmara.org.ar/. Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2014.

5. **Asociación Argentina de Criadores de Hereford (2014**) Disponible en: www.**hereford**.org.ar. Fecha de consulta: 2 de mayo de 2014.

6. **Asociación Criadores de Shorthorn del Uruguay. (1947)** Crie Shorthorn. Sociedad de Criadores de Shorthorn, Montevideo. 20p.

7. **Ayala, J., Pupo, C., Carmenate, O., Nuñez, R. (2004)** Influencia de la edad en la susceptibilidad a diferentes tipos de parasitos en terneros. Disponible en: http://innovaciontec.idict.cu/innovacion/article/viewFile/126/126. Fecha de consulta: 1 de Octubre de 2014.

8. **Baeck, J., Jiménez, J. (2000)** Parasitosis gastrointestinales en la región centro oeste de nuestro país. Oeste ganadero. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/06-parasitosis_region_centro_oeste.pdf. Fecha de consulta 25 de marzo de 2014.

9. **Baker, R. (1995)** Breeding of disease resistance in small ruminants in Africa. En: Gray, GD.; Woolaston, RR.; Eaton, BT.; Breeding for Resistance to Infectious Diseases in Small Ruminants, Canberra, Australia, p 119-138.

10. **Baker, R., Reynolds, L., Lahlou Kassai, A., Rge Tekeyle Bekeyle, J., Mukassa-Mugerwa, E., Rey, B. (1992)** Prospects for breeding for resistance to endoparasites in small ruminants in Africa a new ILCA research programme. Disponible en: http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5472b18.htm. Fecha de consulta: 29/09/2014.

11. **Bargues, D., Artigas, P., Mera y Sierra, R., Pointer, Mas-Coma, S. (2007)** Characterisation of *Lymnaea cubensis, L. viatrix and L. neotropica*, n. sp., the main vectors of *Fasciolahepatica* in Latin America, by analysis of their ribosomal and mitocondrial DNA. Annals of Tropical Medicine Parasitology, 101 (7): 621-641.

12. **Boggio, J. (2005)** Fármacos que actúan contra nematodes. En: Rubio, M., Boggio, J. Farmacología Veterinaria. Córdoba. Universidad Católica de Córdoba pp.529-553.

13. **Bonsma, J. (1985)** Jan Bonsma and the Bonsmara Beef Cattle Breed. Pretoria. Ed. Bonsmara Cattle Breeders Society´s. 42 p.

14. **Bonsma, J. (1980)** Livestock production, a global approach. Capetown, Tafelberg Publishers. 201 p.

15. **Carballo, M., Viñoles, J., Fostel, R., Gamio, P., De Mattos, M. (1980)** Algunas observaciones epidemiológicas de la fasciolosis bovina en Uruguay. Detección de focos de infección. Veterinaria (Montevideo), 72(16):9-19.

16. **Cardellino, R., Rovira, J. (1987)** Mejoramiento genético animal. Montevideo,Hemisferio Sur. 288 p.

17. **Cardozo, H., Nari, A. (1987)** *Fasciola Hepatica* en ovinos. En: Bonino, J. Durán del Campo, A. Mari, J. Enfermedades de los lanares. Montevideo, Hemisferio Sur. V 1,p. 71-111.

18. **Cardozo, H., Nari, A. (1980)** Un aporte al estudio de la epizootiología de la fasciolosis por *Fasciolahepatica* en dos áreas enzooticas del Uruguay. Veterinaria (Montevideo), 16 (73): 61-67.

19. **Castells, D.; Nari, A.; Gayo, V.; Macchi, M.; Lorenzelli, E. (2013a)** Resistencia antihelmíntica en Uruguay. En: Fiel, C.; Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. p. 283-300.

20. **Castells, D.; Nari, A.; Gayo, V.; Mederos, A.; Pereira, D (2013b)** Epidemiologia e impacto productivo de nematodos gastrointestinales en el Uruguay. En: Fiel, C.; Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. p. 283-300.

21. **Castells , D. (2005)** Adaptación de genotipos a ambientes adversos: resistencia genética de los ovinos a parásitos gastrointestinales. En: Agrociencia V. 9 (1-2):587-593.

22. **Castro, O., Heinzen, T., Carballo, M. (2001)** Dinámica de infección de Lymnaea viator con *F. hepatica* en condiciones naturales en Uruguay. Veterinaria (Montevideo), 36(142): 13-28.

23. **Cordero del Campillo, M., Rojo Vazquéz, F. (1999**) Nematodos. En: Cordero del Campillo, M., Rojo Vázquez, F., Martínez Fernández, A., Sánchez Acedo, C., Hernández Rodríguez, S., Navarrete López-Cozar, J., Diez Baños, P., Quiroz Romero, H., Carvalho Varela, M. Parasitología Veterinaria. Cordero del Campillo, M., Rojo Vazquéz, F. Madrid. McGraw Hill Interamericana. pp 113-123.

24. **Cruz, L., Holgado, F. Wilde, O. (1996).** Parasitos Gastrointestinales. Disponible en: http://www.produccion.com.ar/96jul_08.htm. Fecha de consulta: 3 de octubre de 2014.

25. **DICOSE. (2012)** Ministerio de Ganaderia del Uruguay, División Contralor de Semovientes. Declaración Jurada 2012- 2013. Disponible en http://www.mgap.gub.uy/dgsg/DICOSE/dicose.htm#DATOS. Fecha de consulta 10 de marzo 2014.

26. **DIEA. (2013)** Ministerio Ganaderia Agricultura y Pesca, Anuario Estadistico Agropecuario. Disponible en www.mgap.gub.uy. Fecha de consulta 10 de marzo de 2014.

27. **Dreyler, K., Fourie, L., Kok, D. (1999)** Gastro-intestinal parasites of cattle in the communal grazing system of Botshabelo in the Free State. Disponible en: http://repository.up.ac.za/handle/2263/20084. Fecha de consulta: 26/09/2014.

28. **Eddi, C., Caracostantogolo, J. (1994)** Inmunidad a parasitos gastrointestinales. En: Nari, A., Fiel, C. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Montevideo. Hemiferio Sur. pp 19-33

29. **Entrocasso, C. (1994)** Fisiopatología del parasitismo gastroentérico. En: Nari, A., Fiel, C. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención y control, Uruguay, Hemisferio Sur, pp. 95-114.

30. **Entrocasso, C. (1988)** Alteraciones fisiológicas de la gastroenterocolitis verminosa y sus consecuencias en la producción de carne. Disponible en:http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/04-alteraciones_gastroenteritis_verminosas.pdf. Fecha de consulta 5 de junio de 2014.

31. **Espasandin, A., Batista, P., Saravia, C., Ordeix, S., Van Eeden, J., Guillenea, A. (2013)** Bonsmara-Hereford: una cruza que promete mayor adaptación al estrés térmico al Norte del Uruguay. Cangüé. no. 34: 32-37. Disponible en: http://www.eemac.edu.uy/cangue/numero34.html. Fecha de consulta 15 de marzo de 2014.

32. **Espasandin, A., Franco J., Oliveira, G., Bentancur O., Gimeno, D., Pereyra, F., Rogberg, M. (2006)** Impacto productivo y económico del uso del cruzamiento entre las razas Hereford y Angus en el Uruguay. Jornadas Uruguayas de Buiatria XXXIV, Paysandú Uruguay. pp. 31-40.

33. **FAO (1994)** Enfermedades de los animales domesticos causadas por dístomas. Disponible en: http://cnia.inta.gov.ar/helminto/Fasciola/Boray/basicaboray.htm. Fecha de consulta: 20 de Abril de 2014.

34. **Fiel, C.; Steffan P.; Entrocasso, C. (2013)** Epidemiologia e impacto productivo de nematodos en la Pampa Húmeda. En: Fiel, C.; Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clínica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. pp 29-58.

35. **Fiel, C., Steffan, P., Ferreyre, D. (2011)** Diagnóstico de las parasitosis, Buenos Aires, Ed. Abad Benjamin, 131p.

36. **Fiel, C. (2009)** Parasitosis gastrointestinal de los bovinos: Epidemiología Control y Resistencia a Antihelmínticos. Disponible en: http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Prod_Animal/Documentos/2009/CESARFIELEpidemiologia,%20control%20y%20RATH.7.pdf. Fecha de consulta: 5 de mayo de 2014.

37. **Fiel, C. (2005a)** Manual Técnico: Antiparasitarios internos y endectocidas de bovinos y ovinos. Disponible en: http://www.produccionanimal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/65-manual_tecnico.pdf Fecha de consulta: 29 de septiembre de 2014.

38. **Fiel, C (2005b)** Párasitos gastrointestinales de los bovinos: epidemiologia y control. Jornada de Buiatria, XXXIII, Paysandú, Uruguay, junio 2005 pp.143-150.

39. **Fiel, C., Anziani, O., Suarez, B., Vazquez, R., Eddi, C., Romero, J., Caracostantógolo, J., Saumell, C., Mejía, M., Costa, J., Steffan, P. (2001)** Resistencia antihelmíntica en bovinos: causas, diagnostico y profilaxis. Disponible en: http://www.inta.gob.ar/rafaela/info/documentos/anuario2001/a2001_63.htm. Fecha de Consulta 15 de Mayo de 2014.

40. **Fiel, C; Steffan, P. (1994)** Epidemiología de los nematodes gastrointestinales en la Pampa Húmeda. En: Nari, A., Fiel, C.

Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo, Hemisferio Sur,p p.67-94.

41. **Frisch, J., Vercoe, J. (1979)** Adaptative and productive features of cattle growth In the tropics: their relevance to buffalo production. Tropical Animal Production. 4:(3): 214-222.

42. **Gómez, F., Minoli, P., Tauber, V. (2000)** Lombrices gastrointestinales y saguaypé. Disponible en: http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart9/Cart9.htm. Fecha de consulta 22 de abril de 2014.

43. **Happich F., Boray J.(1969)** Quantitative diagnosis of chronic fasciolosis. Australian Veterinary Journal 45, 329–331

.

44. **Equipos consultores Asociados. (1991)** Tecnología en áreas de ganadería extensiva: encuesta sobre actitudes y comportamientos. INIA Serie técnica N° 14, Montevideo, INIA, 98p.

45. **Jackson, F., Miller, J. (2006)** Alternative approaches to control—Quo vadis?. Veterinary Parasitology 139: 371-384.

46. **Krecek, R., Waller, P. (2006)** Towards the implementation of the "basket of options" approach to helminth parasite control of livestock: Emphasis on the tropics/subtropics. Veterinary Parasitology 139(4): 270-282

47. **Lanusse, C., Álvarez, L., Lifschitz A., Suárez, G. (2013)** Bases Farmacológicas de la Terapéutica Antihelmíntica. En: En: Fiel, C., Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Importancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemisferio Sur. pp223-255.

48. **Lapage, G. (1971)** Parasitología Veterinaria. México, Continental, 790p.

49. **Litterio, N.(2005)** Fármacos endectocidas. En: Rubio, M.; Boggio, J. Farmacología Veterinaria. Córdoba Universidad Católica de Córdoba. pp.553-561.

50. **López, D. (2002)** Genética y Reproducción. Razas bovinas africanas, nueva herramienta genética para aumentar la producción de carne en el trópico y subtrópico. Disponible en: http://www.serbiotec.com.ar/ArtDanLop1.htm. Fecha de consulta 15 de marzo de 2014.

51. **López Lemes, M,, Hernández, S., Acuña, A., Nari, A. (1996)** Fasciolasis en la Republica Oriental del Uruguay. Revista Médica del Uruguay, 12: 37-43.

52. **Manual en Español de SPSS versión 18**. Disponible en:http://www.spss.es

53. **Márquez, D. (2007)** Resistencia a los antihelmínticos en nematodos de rumiantes y estrategias para su control. Disponible en: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/publicaciones/antihelmnticos.pdf. Fecha de consulta: 2 de Agosto de 2014.

54. **Márquez, D. (2003)** Resistencia a los antihelmínticos: origen, desarrollo y control. Disponible en: http://www.corpoica.org.co/sitioweb/Archivos/Revista/8ResistenciaAntihelminticos_pp55-71_RevCorpo_v4n1.pdf. Fecha de consulta: 1 de julio de 2014.

55. **Meana Irigoyen, G., Lützelschwab, C., Fiel, C. (2000**) La epidemiologia como base para el control de los nematodos gastrointestinales del bovino. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/18-epidemiologia_como_base.pdf. Fecha de consulta: 21 de marzo de 2014.

56. **Ministerio de Defensa Nacional, Uruguay. Dirección Nacional de Meteorología. (1996**) Normales climatológicas. Período 1961- 1990. Montevideo. 20 p.

57. **Montgomery, D. (2004)** Design Analysis of Experiments. México. Limusa Wiley. 681p.

58. **Morales. G, Pino, L, Gonzáles de Moreno, L y Balestrini, C (2003)** Efecto de la carga parasitaria y del número de especies de Strongylida sobre el recuento de huevos por gramo en bovinos naturalmente infectados. Disponible en: http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/VeterinariaTropical/vt2801/arti/morales_g.htm. Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2014.

59. **Nari, A. (2002)** Control de la resistencia a los antiparasitarios a la luz de los conocimientos actuales. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/16-control_resistencia.pdf. Fecha de consulta de 17 de Julio 2014.

60. **Nari, A., Risso, E. (1994)** Epidemiologia y control de nematodes gastrointestinales. En: Nari, A., Fiel, C. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo, Hemisferio Sur, pp.155-191.

61. **Nari A., Cardozo H. (1987)** Enfermedades causadas por parásitos internos. En: Bonino J., Durán del Campo A., Mari J. J. Enfermedades de los lanares. Montevideo, Hemisferio Sur, V 1, pp 1-55.

62. **Nari, A., Cardozo, H., Acosta, D., Solari, M., Petraccia, C. (1983**) Efecto de la temperatura en el desarrollo de *Fasciolahepatica* en su

huésped intermediario Lymnaea viatrix D´Orbigny (1835). Veterinaria 19(84): 36-39.

63. **Nari, A., Cardozo, H. (1976)** Prevalencia y distribución geográfica de la fasciolasis hepato-biliar en bovinos de carne del Uruguay. Veterinaria (Montevideo)13 (65):11-16.

64. **Niec, R. (1968)** Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodes gastrointestinales del bovino y ovino. Buenos Aires Ed. Instituto Salesiano de Artes Gráficas, 28 p

65. **Olazarri, J. (1985)** Observaciones preliminares sobre Lymnaeidae (Moll. Gastr.) en el Uruguay. Actas de las Jornadas de Zoología del Uruguay, Montevideo, pp. 28-30.

66. **Olaechea, F. (2007)** *Fasciola hepática*. Trematodos y Cestodes. En Suarez, V., Olaechea, F., Rossanigo, C., Romero, J. Enfermedades Parasitarias de los ovinos y otros rumiantes menores en el cono sur de America,. Publicaciones técnicas EEA INTA, Anguil. pp159-177.

67. **Olaechea, F. (2005)** *Fasciolahepatica*. Veterinaria Argentina, 22(213):193- 202.

68. **Oyhantcabal, W. (2003)** Encuesta de actitudes y comportamiento tecnológico de los ganaderos uruguayos. Montevideo, INIA. 108 p.

69. **Pagano, M; Gauvreau, K. (2003)** Fundamentos de Bioestadística. Italia. Idelson Gnocchi. 432p.

70. **Piña, X (2012)** Paramphistomosis bovina. Disponible en: http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/431/1/TESIS.pdf. Fecha de consulta: 5 de junio de 2014.

71. **Pordomingo, A., Pordomingo, A., Pini, F., Masgoret, S. (2009)** Efectos del cruzamiento con Bonsmara sobre el peso y el aumento de peso de novillos en pastoreo. Disponible en http://www.inta.gov.ar/anguil/images/posters/Animal/Poster%20Anibal%20TPP32.pdf. Fecha de consulta: 17 de marzo.

72. **Randles, R; Wolfe, D (1979)** Introduction to the theory of Non-parametric Statistics. EEUU. John Wiley& Sons. 450p.

73. **Rosernberger, G. (2005)** Medicina Interna y Cirugia del Bovino. 4ª. ed., Buenos Aires, Intermédica, Vol 1.587p.

74. **Rigalli, A. (2009)** Notas sobre el problema de la violación de supuestos en Anova. Disponible en: http://www.biologiaosea.com.ar/files/seminarios/sem%20test%20estadist.pdf Fecha de consulta 22 de Abril de 2014.

75. **Salles, J., Rodriguez, M., Cardozo, N., Risso, E., Cardozo, H. (2004)** Resistencia Antihelmintica en vacunos en Uruguay: Primera comunicación, Jornadas Uruguayas de Buiatria XXXII, Paysandú Uruguay. pp. 190-192.

76. **Sanabria, R., Romero, J. (2013**) Epidemiología y control de Paramphistomum. En: Fiel, C., Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Imporatancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. pp 321-334.

77. **Scaglia, G. (1996)** Alternativas de alimentación para la recría. Jornada anual de producción animal. Treinta y Tres: INIA, pp 63-68.

78. **Sheskin, D. (2004)** Handbook of parametric and Non-Parametric Statistical Procedures. Boca Ratón. 3ª Edición. Chapman&Hall/CRC. 1232p

79. **Suárez, V., Rossanigo, C., Fiel, C. (2013**) Epidemiología e impacto productivo de nematodos en la Pampa Central de Argentina. En: Fiel, C., Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Imporatancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. pp 59-89.

80. **Suárez, V. (2005)** Parasitos internos en la invernada bovina. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/61-parasitos_internos_en_invernada.pdf. Fecha de consulta: 26 de septiembre 2014.

81. **Suárez, V. (1990)** Variación estacional de las poblaciones de helmintos parásitos de bovinos en sistemas de invernada, en la región semiárida y subhúmeda pampeana.Rev. Med. Vet. V 71(1):6-18.

82. **Steel, R; Torrie, J. (1988)** Bioestadística Principios y Procedimientos. México. 2ª Edición McGraw-Hill. 622p.

83. **Steffan, P, Fiel, C. (1994)** Efectos en producción y control de nematodes gastrointestinales en bovinos. En: Nari, A., Fiel, C. Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos, Montevideo, Hemisferio Sur, pp.131-153.

84. **Steffan, P, Fiel, C., Entrocasso, C., Salada, D. (2013)** Control de Nematodos en bovinos. En: Fiel, C., Nari, A. Enfermedades Parasitarias de Imporatancia Clinica y Productiva en Rumiantes. Hemiferio Sur. pp175-201.

85. **Stromberg, B., Averbeck, G.(1999)** The role of parasite epidemiology in the management of grazing cattle. Int. J. Parasitol. 29:33-39.

86. **Thienpont, D., Rochette, F., Vanparijs, O. (1986)** Diagnosing helminthiasis by coprological examination. Belgium. 2º ed. Beerse. Anssen J Research Fundation., 205p.

87. **Torres, P., Prada, G., Marquez, D. (2007)** Resistencia antihelmíntica en los Nemátodos Gastrointestinales del bovino. Disponible en: http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/viewFile/2044/1908. Fecha de Consulta 3 de Julio de 2014.

88. **Williams, J (1986)** Importancia, epidemiologia y control de los parasitos gastrointestinales. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/49-importancia_epidemiologia_control_parasitos.pdf. Fecha de consulta 21 de marzo de 2014.

89. **Ysamat, J. (2004)** Tratamiento de las parasitosis en vacunos de carne. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/parasitarias/parasitarias_bovinos/36-tratamientos_parasitosis.pdf. Fecha de consulta 20 de marzo de 2014.

12. ANEXOS

12.1 Hpg mensuales de vaquillonas BH y HH

Caravana HH	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
3030	360	260	40	80	0	300			260
3032	40	20	80	80	0	40	60	0	20
3037	300	60	0	100	40	0	0	0	40
3039	240	420	240	260	20	220			0
3040	500	500	360	940		400	260	60	180
3043	40	700	1760	1460	0	1060			120
3044	240	100	0	20	0	0	60	40	20
3048	80	140	20	60	0	0	20	20	0
3054	120	0	20	40	0	0	20	20	20
3059	340	560	240	400	40	20	100	80	20
3073	180	360	260	440	20	20	40	0	0
3082	20	0	0	40	0	40	0	20	60
3085	300	40	20	20	20	40	40	0	40
3091	40	40	20	40	0	40	20	0	0
3095	240	220	180	60	20	60	140	20	60
3096	200	240	400	980	0	240	120	0	0
3099	40	180	820	1000	0	840	220	300	300
3107	300	200	20	120	0	40	100	40	160
3116	20	0	20	0	0	40	20	0	40
3118	360	140	60	0	0	0	40	20	0
3128	140	280	580	80	0	20	20	0	0
3130	20	400	380	220	100	0	20	0	0
3139	100	80	140	160	0	20	20	40	120
Caravana BH									
3041	180	300	1920	1660	80	780	460	120	60
3045	480	120	60	100	0	60		0	0
3052	160	60	80	60	40	20			0
3056		80	120	180	20	60	60	20	0
3057	160	580	60	940	20	20		0	60
3058	40	60	80	20	0	100		40	0
3089	60	120	140	60	0	20			0
3105	60	160	100						

12.4 Peso vivo terneros

Caravanas HH	18-06-2013	27-08-2013	22-10-2013	15-05-2014
2979	231	223	250	390
4233	187	166	174	290
6625	185	175	210	300
6659	154	144	170	295
6669	162	164	192	313
6702	128	136	174	298
6703	203	175	200	298
6721	156	152	190	315
6750	190	176	187	280
6754	143	132	150	240
6759	111	126	190	305
6772	121	123	150	270
6779	115	114	147	265
6780	140	143	175	275
6782	165	166	148	220
Caravanas BH				
6689	168	174	196	310
6705	148	149	187	311
6717	171	161	193	335
6723	101	122	171	290
6728	155	164	172	290
6731	137	134	149	220
6744	137	136	190	280
6747	153	162	175	260
6776	130	125	142	250

12.5 Datos Meteorológicos EEMAC

	Min Promedio	Max Promedio	Min Absoluta	Max Absoluta	RR	HR
FEBRERO	17,23928571	28,51785714	10,4	38,4	141,43	71,18
MARZO	13,91935484	25,54516129	7,7	31,4	135,08	73,69
ABRIL	12,20666667	24,74666667	5,7	29,4	78,96	71,31
MAYO	10,04193548	18,72580645	2,1	26,2	226,42	82,75
JUNIO	6,59	17,91333333	-1	26,2	1,51	78,67
JULIO	7,083870968	17,30645161	0,6	26,3	58,9	77,78
AGOSTO	5,019354839	18,12258065	-3,1	30,7	25,85	67,44
SEPTIEMBRE	9,213333333	20,77333333	1,7	35,8	102,22	71,43
OCTUBRE	12,23548387	24,25483871	3,9	28,8	107,88	71,56

12.6 Datos Meteorológicos Melo

	Max Promedio	Min Promedio	Max Absoluta	Min Absoluta	HR	RR
JULIO	17,42903226	5,04516129	25,6	-3,2	81,23	73,9
AGOSTO	17,24193548	4,893548387	27,2	-3,6	74,83	105,9
SEPTIEMBRE	21,14666667	9,966666667	33,4	-0,8	76,41	289,4
OCTUBRE	23,37741935	12,01612903	29,2	4,5	73,58	114,9
NOVIEMBRE	25,93	15,32	31,8	7,8	73,76	137,3
DICIEMBRE	31,36451613	17,51612903	39,4	9,8	61,86	49,7
ENERO	30,62580645	19,02580645	36,2	11,5	73,25	196,9
FEBRERO	28,83928571	19,22142857	35,8	15,1	78,91	261,3
MARZO	26,45483871	14,71290323	31,9	6,7	75,78	127,5
ABRIL	23,89666667	12,35666667	32	4	79,15	81,3
MAYO	19,70967742	8,483870968	24,5	-1	85,19	48,9

12.7 ANEXO TEORIA ESTADISTICA

Introducción y validez de las técnicas usadas

La forma en la cual se generaron los datos en este experimento conduce a pensar en una estructura de ANOVA con medidas repetidas (varias muestras tomadas sobre el mismo individuo). A su vez como toda técnica de Análisis de Varianza su validez se basa en tres supuestos cuya violación hace que sus conclusiones estadísticas se vuelvan no validas desde el punto de vista científico (Montgomery, 2004).

Estos supuestos sobre los que se basan las técnicas de Anova son:

1) Independencia de las observaciones

2) Normalidad de los residuos

3) Homocedasticidad (igualdad) de las varianzas de los residuos o las observaciones(es idéntico medir sobre unos u otros)

Tomando en cuenta la naturaleza de las muestras extraídas dentro del trabajo que son las mediciones de los HPG y los pesos a lo largo del tiempo por lo cual una muestra depende de las anteriores y por lo tanto es claro que los datos por su propia construcción son intrínsecamente dependientes

Ante la ausencia de normalidad y la medición de varias muestras el estadístico a usar sería el de Kruskal y Wallis pero este estadístico no es robusto ante la presencia de dependencia en los datos (Randles, 1979; Sheskin, 2004).

El estadístico que presenta robustez ante las violaciones de los dos supuestos es el estadístico de Friedman para muestras relacionadas (dependientes) (Sheskin, 2004).

Como último comentario previo, en Estadística cuando se dice que un Estadístico o Estimador es robusto ante la violación de alguno de los supuestos que sustentan la construcción de alguna medición experimental se quiere decir que la existencia de tal violación no afecta la validez de los resultados o lo que es lo mismo sus conclusiones pueden ser validadas.

Por lo tanto las técnicas que usaremos en el presente trabajo son : para medir la independencia de las observaciones Test de Rachas ; para medir la normalidad Test de Kolmogorov-Smirnov ; para medir la Homogeneidad de Varianzas el Test de Levene ; para medir la igualdad de medias con dos grupos y medidas repetidas Anova de Medidas Repetidas y para medir la igualdad de medias en dos grupos sin medidas repetidas (como será el caso de los terneros) un Test t de Igualdad de Medias con varianzas iguales. Por ultimo para medir la presencia o ausencia de correlación entre las variables usamos un Test t sobre el Coeficiente de Correlación Lineal de Pearson también conocido como Rho de Pearson.
Las opciones sobre que software usar eran R , SAS o SPSS . Dado que para los análisis a realizar no eran necesarios una potencia de cálculo muy elevada y que las salidas de SPSS son de mucho mejor comprensión para el estudiante se tomó la decisión de usar SPSS ya que permitía aplicar todas las técnicas con una adecuada potencia de cálculo y con una salidas comprensibles al nivel del problema objeto de estudio

Decisión sobre un Test

Un procedimiento de contraste de hipótesis consiste en rechazar o no una afirmación sobre la distribución poblacional de los datos a estudiar (Pagano y Gauvreau, 2003).
Esto implica plantearse una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1) que cumplan con la característica de que la intersección entre las dos hipótesis sea nula ($H_0 \bigcap H_1 = \phi$). Esto último quiere decir que la probabilidad de que se cumplan las dos hipótesis a la vez es cero. La consecuencia es que solo se puede rechazar o no rechazar H_0 y que las hipótesis son mutuamente excluyentes (si ocurre una no ocurre la otra)
Se toma la probabilidad de rechazar H_0 dado H_0 cierta como la probabilidad máxima que el investigador está dispuesto a tolerar como error posible, lo denotamos con la letra α y le llamamos nivel de significación. Esto último se puede escribir $P(\text{Rechazar } \mathrm{H_0} / \mathrm{H_0} \text{ cierta}) = \alpha$.
En el presente trabajo se fijara $\alpha = 0.05$ o sea que el nivel tolerable de error será de 0.05.
Luego se define el p-valor como la probabilidad de extraer una muestra que contradiga aún más la muestra que la extraída y que denotaremos con la letra p. En las salidas de SPSS esta p aparecerá como Sig. o como Sig. (Bilateral)

La decisión se toma de la siguiente manera:

$$\begin{cases} \text{Si p} < \alpha & \Rightarrow \text{Rechazo } \mathrm{H_0} \\ \text{Si p} \geq \alpha & \Rightarrow \text{No Rechazo } \mathrm{H_0} \end{cases}$$

Descripción de los Test a Usar

Test de Rachas

El test de rachas sirve para probar que una secuencia de datos son independientes e idénticamente distribuidos (iid).
Las hipótesis son: $\begin{cases} H_0) \text{Los datos son iid} \\ H_1) \text{Los datos no son iid} \end{cases}$
La técnica consiste en tomar una muestra $X_1, \ldots, X_n$ y generar una nueva muestra con el siguiente criterio:
$\begin{cases} \text{si } \mathrm{X}_{i+1} < X_i \Rightarrow 0 \\ \text{si } \mathrm{X}_{i+1} > X_i \Rightarrow 1 \end{cases}$. Esto quiere decir que si un dato es mayor que el anterior en la nueva muestra habrá un 1 y si es menor habrá un 0. Luego se cuentan las rachas que son la secuencias de ceros y unos presentes en la nueva muestra llamándole R al número de rachas total en la nueva muestra.
La región crítica de este test es $RC = \{R > R_{tabla}\}$. Esto quiere decir que si la cantidad de rachas calculadas es mayor que la que presenta la tabla del test entonces se rechaza la hipótesis nula.
Para muestras mayores que 25 (que es nuestro caso) se utiliza una aproximación a la normal estándar.
Esta aproximación se basa en que $Z = \dfrac{R - \frac{2n-1}{3}}{\sqrt{\frac{16n-29}{90}}}$ se distribuye N(0,1) .
Para todas las muestra presentes en el análisis tanto de vaquillonas como de terneros

el test no rechazo la hipótesis nula y por lo tanto se puede afirmar que los datos son independientes e idénticamente distribuidos en todos los casos

Test de Kolmogorov-Smirnov

La prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) nos permite saber si los datos son de una determinada distribución o no. En el presente trabajo nos permitirán contrastar el juego de hipótesis $\begin{cases} H_0) & X \sim N(\mu,\sigma^2) \\ H_1) & X \not\sim N(\mu,\sigma^2) \end{cases}$. Esto es; los datos son normales con media mu y varianza sigma cuadrado o no son normales con esa media y esa varianza asumiendo que se conoce mu y sigma.
Como este último supuesto no se cumple (ya que no se conocen la media y la varianza de cada muestra) se opta por la corrección de Lilliefors a la prueba K-S que consiste en estimar $\mu = \bar{X}$ y $\sigma^2 = s^2$ o sea que se usa como media y como varianza poblacional a la media y varianza muéstrales (calculadas a partir de la muestra).
El test de K-S calcula el valor $D_n = \sup_{t \in R} |F_n(t) - F_0(t)|$ siendo n el tamaño de muestra, $F_n(t)$ la función de distribución calculada a partir de los datos y $F_0(t)$ la función que quiero contrastar (en este caso la normal). Con el valor de D se calcula el p-valor y se toma la decisión basándonos en el criterio definido anteriormente.
Se testeo todas las muestras que se usaron tanto para vaquillonas como para terneros y en todos los casos no se rechazó la hipótesis nula por lo cual trabajaremos con la hipótesis de que los datos siguen una distribución normal.

Test de Homogeneidad de Varianzas de Levene

Este contraste al que llamaremos L testea el siguiente juego de hipótesis:
$\begin{cases} H_0) & \sigma_1 = \sigma_2 = \text{---------} = \sigma_k \\ H_1) & \text{Algun } \sigma_i \neq \sigma_j \text{ distinto , i} \neq \text{j} \end{cases}$ donde σ_i^2 es la varianza poblacional de la muestra (tratamiento) i.
El contraste consiste en construir una tabla absolutamente idéntica que la de Anova a 1 vía pero ahora los datos para realizar el Anova a 1 Vía serán $Z_{ij} = |X_{ij} - \bar{X}_i|$ es decir que cada valor de las muestras será ahora el valor absoluto del valor del dato menos la media muestral correspondiente a la muestra a la cual pertenece el dato.
Luego el análisis es absolutamente análogo al de Anova a 1 vía.
En analogía a Anova $L \sim F_{(k-1);(n-k)}$ pero existen versiones de L que en vez de restar la media restan la mediana cuando construyen la variable Z y también versiones en donde se corrigen los grados de libertad por el uso de la mediana.
A su vez también se puede usar la media muestral recortada en vez de la media muestral en la construcción de Z
En todos los casos (con excepción del caso de la corrección de los grados de libertad) la distribución de L es la misma.
En las dos bases de datos en las cuales se aplicó este test siempre no se rechazó la hipótesis nula de iguales varianzas.
Por lo tanto se puede afirmar que los supuestos que sustenta la técnica de Anova se cumplen y por lo tanto se puede aplicar la técnica en el caso de las vaquillonas. En el caso de los terneros nos sirve para distinguir que tipo de test t usar y dada la igualdad de varianzas usamos la versión que toma en cuenta esto último.

Anova de Medidas Repetidas

Esta técnica permite contrastar las medias de los grupos para cada momento del tiempo. Se llama medidas repetidas porque justamente repite la medición sobre las unidades muestrales que en nuestro caso son las vaquillonas y las mide en más de un momento del tiempo (en nuestro caso en particular son 6 muestras o momentos del tiempo).

El modelo general seria $y_{ijk} = \mu + \alpha_{ij} + \varepsilon_{ijk}$ donde α_{ij} es el efecto del grupo i de la muestra j, μ es la media general y ε_{ijk} es el error asociado a la unidad experimental k en la muestra j para el grupo i.

Las hipótesis a probar serian $\begin{cases} H_0) \alpha_{Hj} = \alpha_{Bj} \text{ j=1,2,...,6} \\ H_1) \text{algun } \alpha \text{ distinto j=1,2,..,6} \end{cases}$ donde H corresponde a Hereford y B a Bonsmara por lo cual se probara la igualdad o no de los efectos para cada una de las muestras.

La región crítica del test es $RC = \{F_c \geq F_{tabla}\}$ donde F tabla se extrae de la distribución de Fisher y Snedecor con el nivel α definido anteriormente. A su vez el valor calculado se extrae de la formula $F_c = \frac{SCE}{SCD}$ donde SCE es suma de cuadrado entre los grupos y SCD es suma de cuadrados dentro de los grupos.

A partir de los resultados se evidencia que no se rechaza la hipótesis nula y que por la tanto no existen diferencias significativas en los valores de HPG entre los grupos para las 6 muestras conjuntamente.

Test t de Igualdad de Medias

Este test se usó con los datos de terneros ya que no permitían una comparación múltiple por la gran cantidad de datos faltantes..

Las hipótesis de este test son $\begin{cases} H_0) \mu_X = \mu_Y \\ H_1) \mu_X \neq \mu_Y \end{cases}$ donde X es Raza BH e Y la raza HH

La región crítica de este test es $RC = \{|t_c| \geq t_{tabla}\}$ donde el t de tabla se busca para un nivel de significación de 0.05 y con grados de libertad igual a la suma del tamaño de las muestras de las dos poblaciones menos 2.

A su vez $t_c = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{s_p . \sqrt{\frac{1}{n_x} + \frac{1}{n_y}}}$ donde nx es el tamaño de la muestra X y ny es el tamaño de la muestra Y y el desvío estándar conjunto se calcula según la formula $s_p = \sqrt{\frac{(n_x - 1).s_x^2 + (n_y - 1).s_y^2}{n_x + n_y - 2}}$.

En el caso de la muestra promedio de los terneros el resultado fue que no se rechaza la hipótesis de que las diferencias entre las medias de cada grupo (Hereford y Bonsmara) sean iguales.

Test t sobre Coeficiente de Correlación Lineal

Llamaremos rho (ρ) al coeficiente de correlación lineal teórico y r a su valor muestral estimado. La forma de cálculo de la correlación muestral estimada es la que sigue:

$r = \frac{S_{xy}}{S_x . S_y}$ donde S_{xy} es la covarianza entre X e Y, S_x es el desvío estándar de X y análogamente el de Y (Steel y Torrie, 1988).

Las hipótesis a probar son $\begin{cases} H_0) \rho = 0 \\ H_1) \rho \neq 0 \end{cases}$ con lo cual se quiere probar si la correlación teórica es cero o distinta de cero.

La región critica del test es $RC = \left\{ \left| t_c \right| \geq t_{tabla} \right\}$ donde el t de tabla se ubica igual que el caso anterior con la salvedad que los grados de libertad son la cantidad de pares de datos menos 2 y el t calculado responde a la siguiente formula $t_c = \frac{r . \sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$.

Tanto para el caso de las vaquillonas como para el caso de los terneros no se encontró evidencia de una correlación lineal significativa y en los pocos casos en la cual había correlación significativa esta era de magnitud débil.

Debe aclararse que las correlaciones aparte de ser significativas deberían ser de magnitud moderada o fuerte.

La escala de magnitudes es $\begin{cases} \text{si } 0 \leq r \leq 0.4 & \text{relación debil} \\ \text{si } 0.4 < r \leq 0.8 & \text{relación moderada} \\ \text{si } 0.8 < r \leq 1 & \text{relación fuerte} \end{cases}$

.