



UNIVERSIDAD DE LEÓN  
FACULTAD DE VETERINARIA  
Departamento de Medicina, Cirugía y  
Anatomía Veterinaria

---

**CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PERFIL  
HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN OVINOS DE  
RAZA "CRIOLLA LANADA SERRANA" DEL  
PLANALTO SERRANO CATARINENSE  
- SANTA CATARINA, BRASIL.**

---



**Ana Karina COUTO HACK**  
Julio, 2010

**CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PERFIL  
HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN OVINOS DE  
RAZA "CRIOLLA LANADA SERRANA" DEL  
PLANALTO SERRANO CATARINENSE - SANTA  
CATARINA, BRASIL.**

**Ana Karina COUTO HACK**

**UNIVERSIDAD DE LEÓN**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**DEPARTAMENTO DE MEDICINA, CIRUGÍA Y ANATOMÍA VETERINARIA**



**CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PERFIL  
HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN OVINOS DE RAZA  
“CRIOLLA LANADA SERRANA” DEL PLANALTO  
SERRANO CATARINENSE - SANTA CATARINA, BRASIL.**

Memoria de Tesis Doctoral dirigida por los Drs. F. Prieto Montaña y P. García Partida y que presenta la Licenciada en Veterinaria Ana Karina COUTO HACK para optar al grado de Doctor en Veterinaria por la Universidad de León.

León, 28 de mayo de 2010.





UNIVERSIDAD DE LEÓN

ADMISIÓN A TRÁMITE DEL DEPARTAMENTO

(Art. 11.3 del R.D. 56/2005 y

Norma 7ª de las Complementarias de la ULE)

El Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria de la Universidad de León en su reunión celebrada el día 28 de mayo de 2010, ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada "CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN OVINOS DE RAZA "CRIOLLA LANADA SERRANA" DEL PLANALTO SERRANO CATARINENSE - SANTA CATARINA, BRASIL", dirigida por los Drs. Felipe R. PRIETO MONTAÑA y Paulino GARCÍA PARTIDA, y presentada por Dª. Ana Karina COUTO HACK.

Lo que firmo, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a 28 de mayo de 2010.

El Secretario,

Fdo.: J. Rejas López

Vº Bº

La Directora del Departamento en funciones,

Fdo.: A.E. Serantes Gómez





UNIVERSIDAD DE LEÓN

## INFORME DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS

(Art. 11.3 del R.D. 56/2005)

Los Drs. Felipe R. PRIETO MONTAÑA, Catedrático de la Universidad de León y Paulino GARCÍA PARTIDA, Catedrático de la Universidad Complutense de Madrid, como Directores de la Tesis Doctoral titulada "CARACTERIZACIÓN GENÉTICA Y PERFIL HEMATOLÓGICO Y BIOQUÍMICO EN OVINOS DE RAZA "CRIOLLA LANADA SERRANA" DEL PLANALTO SERRANO CATARINENSE - SANTA CATARINA, BRASIL" realizada por D<sup>a</sup>. Ana Karina COUTO HACK en el Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria de la Universidad de León (España), informan favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firmamos, para dar cumplimiento al art. 11.3 del R.D. 56/2005, en León a 28 de mayo de 2010.

Fdo: F. R. PRIETO MONTAÑA

Fdo: P. GARCÍA PARTIDA





*Dedico esta Tesis Doctoral:*

*A mi padre, Nilson Ernesto Hack (in memoriam).*

*Un padre es el ejemplo en la vida de un hijo, cada palabra de este maestro, marca aún en la infancia, los principios y el carácter de su pequeño discípulo. Así, después de obtener todos los conocimientos de su héroe, comienza el hijo a caminar por sí sólo, pero siempre siguiendo sus pasos. Mi padre, un grande Veterinario que me transmitió su sabiduría, su experiencia, su profesionalismo, su honestidad, su humildad, sus principios, y su carácter, me llevando a seguir su profesión. Aún me siento perdida sin su orientación, el dolor de su ausencia continua presente, pero si las personas que amamos nos son llevadas, la única manera de mantenerlas vivas, es jamás dejar de amarlas... Tengo la certeza que donde estás, mira y bendice cada uno de mis pasos y yo aún puedo mirar tu sonrisa y aún puedo oír tu voz a decirme "mi hija, siempre tendré orgullo de ti".....este es el verdadero amor, el grande amor que nos unía. Esta victoria también es tuya, hoy más que nunca te siento presente en mi vida, lo sé, estás conmigo en todos mis momentos importantes. Papa, nos vemos un día en la eternidad... CON AMOR.*

*A mi madre, Cida, que con su amor y apoyo incondicionales, me alentó a seguir adelante y a superarme a cada día. Porque eres mi puerto seguro, mi llegada y mi partida para todos mis sueños y para todas mis victorias.....Porque tienes una fuerza y coraje incomparables, porque se quedó con todas mis responsabilidades y acogió mi hijo como suyo durante todo este tiempo de ausencia. Porque eres un ejemplo para se seguir y simplemente porque eres mi madre y TE AMO con todo mi corazón...no tengo como te agradecer con palabras, usted conoce mis sentimientos...*

*A mi hijo, mi precioso tesoro, Nilson Neto, porque eres mi rayo de sol, mi único rayo de sol, porque me haces feliz cuando el cielo está gris, porque cuando parece que no hay más salida, sólo en pensar que existes, tengo fuerzas para continuar. Porque antes de ser madre yo no conocía la sensación de tener el latido de mi corazón fuera de mi propio cuerpo. Eres mi RAZÓN DE VIVIR y por ti lo hago todo en mi vida. No hay nada en este mundo mayor y más fuerte que el amor de una madre por su hijo...Perdona por todo este tiempo de ausencia....prometo que lo recompensaré de alguna forma...Ser madre es una alegría tan real que llega a doler, gracias Dios, por este presente bendito...*

*A vosotros, mi eterno agradecimiento y amor incondicional, vosotros sois mi vida...*

*A mi esposo y amigo, Leonardo, por incentivar lo que hago, por tu cariño, tu amor, y también por tus errores que me alientan a superarme cada día más... porque confiaste en mi sueño siempre con una palabra de fuerza y coraje en los momentos más difíciles y simplemente porque eres el padre de mi hijo y TE AMO.*

# **AGRADECIMIENTOS**



Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a:

A DIOS, por todo que tengo y por todo que soy. *"Confía en el Señor y hace el bien, habita en la tierra y te alimenta de la verdad, te agrada de lo Señor y Él satisfará a los deseos de tu corazón, entrega tu camino al Señor, confía en Él y lo más, Él hará"* (Salmo 37:3-5).

A mi familia, mi tesoro de valor incalculable, mis padres que me dieran una base sólida y el ejemplo de que siempre si debe luchar por nuestras conquistas y porque siempre confiaran en mi capacidad, porque construyeran una familia con base en el carácter, el honor, la honestidad y por encima de todo en el amor.

A mi niño, Nilson Neto y mi marido, Leonardo por su amor, apoyo, confianza, incentivo y principalmente por su paciencia, pues con todo un año de ausencia les he robado mucho de su tiempo, de su convivencia, de momentos importantes y de sus vidas, los cuales ahora deseo poder devolver y recompensar esta falta.

A mi hermana, "Tina", que con su espíritu de lucha por sobresalir, me alentó y apoyó a no quedarme atrás, mi cuñado Luciano y mi sobrino Gustavo por todas las alegrías de la vida y todos los momentos juntos.

A "Tatá", que está presente en mi vida desde que yo era una niña, y también ayudó en la formación de mi carácter y principalmente porque cuida y ama mi hijo como se fuera suyo, no tengo como agradecerle...

Al "Laurinho", mi padre "postizo", porque fue mi maestro en la facultad y mucho do que lo sé lo debo a usted, por su lealtad y amistad con mi padre, gracias por todos los concejos, por todas las lecciones de vida y por después de mucho tiempo tener entrado en nuestras vidas como el segundo padre, por querer y cuidar de mi madre y de nuestra familia, como se fuera suya, te quiero "queridinho".

A mis abuelos, "Sineca" (in memoriam) y "Cici", por su ejemplo de lucha, coraje y honor, los amo mucho.

A todos mis familiares, ya que con nuestros defectos y aciertos valoramos la unión y apoyo, siempre juntos en los buenos y en los malos momentos. Gracias por todo. Todos son mucho importantes en mi vida.

A mi familia de corazón, "vó Chico", "vó Dite", "papai Nico", "mamãe Gleci", "mana branca", "mana nega" no tengo palabras para expresar o cuanto vosotros representan en mi vida, siempre presente en todos los momentos, gracias por cuidar de mi familia y por nos acoger como suya, por me apoyar, me incentivar y estar presente en mi vida mismo a distancia, los quiero muchísimo...

A todos mis amigos, "bloco de quinta", "zoomm", "fundo do ponte", "NG", que de una u otra manera me ayudaran a superar la distancia, alentándome y estando ahí cada vez que los necesité, a todos mil gracias por su amistad, siempre podrán contar conmigo donde quiera que esté. En especial a "Bibi" que por encima de todo es mi amiga, por todas las palabras de apoyo y cariño, por las conversas, por escucharme y por me incentivar siempre.

Agradezco de una manera mucho especial, a "Pita", a "Dada" y a "tia Delcia" ellas lo saben el motivo. Lo que hacemos por nos mismos, se muere con nosotros, pero lo que

hacemos para los otros, se torna inmortal. Jamás tendré como agradecerlas lo que hicieran por mí. Gracias por ser personas tan maravillosas y por si preocupar por mí, no hay nada en este mundo tan importante como la familia, de sangre o de corazón, la familia es un tesoro precioso.

A Paula, mi amiga de muchísimos años, tuvimos la oportunidad de hacer nuestros doctorados en la misma época, y la alegría de compartir pocas más maravillosas viajes en la Europa, tendremos muchas historias para contar en nuestra vuelta a Urubici.

A mi nueva amiga, Dina, por todo que compartimos, por los momentos buenos y malos, por tener escuchado tantas veces que llore la falta de mi hijo, por las sesiones de cine, palomitas, vodka negra, risas etc. Por la oportunidad de estar juntas en esta experiencia única en nuestras vidas.

A mis Directores, Dres. D. Paulino García Partida y D. Felipe Prieto Montaña, por el seguimiento continuo del trabajo, sus aportes, concejos y experiencia los cuales han sido fundamentales para la realización de esta Tesis.

Mi agradecimiento muy especial al Dr. FELIPE, pues durante ocho años estuvimos muy cerca mismo a miles de kilómetros de distancia. Eres una persona maravillosa y que a cada día se hacía presente en mi vida, me transmitiendo sus conocimientos, su buena voluntad, su precioso tiempo, le agradezco por su entera disponibilidad y disposición cada vez que necesitaba más un documento..., por su generosidad y afecto, siempre con palabras de confort, ayuda e incentivo jamás dejándome desistir, alentándome en momentos de desesperación y creyendo en mi potencial. Estoy segura de que eres el responsable pela victoria de tener concluido este trabajo, soy una persona privilegiada por convivir este año de mi vida con usted y su familia. Gracias Dña AMADA por me acoger y por todos los excelentes momentos que compartimos, por sus exquisitas comidas y por prestarme su familia, los agradezco de todo mi corazón, también a sus hijas, María, Cristina y sus esposos y Marta, al pequeño Felipe y por la niña que está para llegar, que Dios bendiga su familia siempre.

Al Dr. José Ramiro, por el apoyo constante, por sus conocimientos, por su experiencia, por su paciencia, buena voluntad, disponibilidad en enseñarme muchas cosas en el ordenador, por dar forma a esta Tesis y por supuesto por el cariño que me recibió durante este año, también a su esposa Dra. Pilar y sus hijos Rodrigo y Mateo, muchas gracias por todo.

Al Sr. Andrés y Dña Carmen, por su cariño, su preocupación, su interés por mi buen estar, su disponibilidad y su acogida, muchas gracias por hacerme sentir como en mi propia casa.

A los profesores del departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria de la Universidad de León, los Dres.: Ángel Javier Alonso Díez, Belén García Rodríguez, Carlos César Pérez García, Inmaculada Díez Prieto, Juan Rejas López, María Ángeles Ríos Granja y María Cano Rábano por haberme permitido realizar mis estudios y por el cariño con que me han recibido por todo ese tiempo. También agradezco a los funcionarios que siempre fueran tan amables y atenciosos conmigo, por sus palabras de apoyo y por la ayuda siempre que necesité, Cristina, Lupe, Santi y Begoña, muchas gracias.

Al Dr. D. Luciano Sánchez García, eres una persona muy especial, su espíritu de lucha es un ejemplo a ser seguido, su disponibilidad, su bondad, sus preciosos conocimientos de genética, su incalculable experiencia, sus aportes y sus concejos

fundamentales para el enriquecimiento de este trabajo, de verdad me hace falta palabras que puedan agradecerte, provecho también para agradecer al Dr. José Luis Benedito Castellote, por la disponibilidad y alegría que ha compartido con nosotros.

Al Dr. Javier López Viana, jefe del servicio de genética molecular de lo laboratorio de Xenética Molecular Xenética Fontao S.A. por el procesamiento de las muestras, por su orientación y sus preciosos aportes en los estudios de la caracterización genética.

Al Dr. José J. Fernández Revuelta, por sus ricos aportes, fundamentales en el trabajo estadístico y por tantos momentos alegres en la cafetería, también a Dra. Ana Carvajal.

A los amigos doctorandos que hice en mi estancia en León, Abner, Ariana, Javier y Pancho que me prestó su director, por ter robado su director por muchos meses...y por compartir angustias y el mismo deseo, de ser también doctores.

Muy especialmente quiero dejar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han hecho posible que realizara mi tesis doctoral en León, y los que en todo momento me han brindado con su amistad y desinteresada ayuda, a mis preciosos amigos Dra. Vera y Dr. Edison Martins, los llevaré para siempre en mi corazón, los mejores maestros y amigos que alguien puede tener.

También agradezco a los Dres. Suenon y Eloá, mis grandes amigos, de todas las horas, Dr. Mauro por su lucha constante pelo bien y por toda ayuda en Brasíilia, Dr. Paulo Roberto Costa Leite García, por hacer posible mi venida a León, Dr. Ademir Mondadori por no olvidarse de nosotros e intentar amenizar las dificultades.

A los raros más verdaderos amigos de trabajo en el CAV, los pocos que me apoyaran y acreditaran en mí, no cito nombres porque ellos saben quién los son. Sólo necesito citar el "tio Lipa", un padre, un amigo, un compañero de lucha, incansable en su trabajo y sus ideales, un sabio, una persona muchísimo especial.

Mi especial agradecimiento a los propietarios de las haciendas Bom Jesus do Herval, Canoas y Pelotinhas, que hicieron posible la realización de este trabajo, con su visión de futuro y por reconocer la importancia de la preservación de estas razas tan bellas y que hacen parte de nuestra historia. Dres. Edison y Vera Martins, Sr. Antoninho Camargo (in memorian), una persona increíblemente luchadora por la preservación de las razas autóctonas brasileñas, lo cual tuve el placer de conocer y a su hijo Dr. Assis de Almeida Camargo que continua su precioso trabajo, Sr. Euclides Matioli, también creador de la raza Criolla Lanada Serrana.

Al Laboratorio de Análisis Clínicas Pacheco por el procesamiento de las muestras y por la amistad de su propietario, Márcio Pacheco de Andrade, por su paciencia en las datas de pagamento y a su padre Eneo Pacheco de Andrade (in memorian).

Y finalmente por último, porque este es el lugar que lo merecen, pero que jamás me olvidaré aún que un día pueda los perdonar. Después de todo el sacrificio para llegar hasta aquí, después de todas las lágrimas que la injusticia, las artimañas, los enredos y los intentos espúreos me hicieron derramar, llego a conclusión que debo agradecer las mediocres manos que me tiraran tantas piedras. Las muchas acciones cobardemente emprendidas, buscando argumentos legalmente sin sustentación para obstar mis derechos de mi cualificar profesionalmente, al envés de mi derribar, me llenaran de coraje, de fuerza y de intrepidez en la búsqueda de mi ideal. Tengo que agradecer la pequeñez de tales actos, que acrecentaran mucho más meritos a mi



dolorosa caminata hasta aquí. Las manos que empuñaran las piedras, a pesar de mi herir, me estimularan a luchar...

“O que más me impresiona en los flacos es que ellos necesitan humillar los otros para sentirse fuertes...” (Mahatma Gandhi).

Nunca he pedido nada más que mis derechos, tengo certeza que ahora los tendré, aún que con mucha dificultad, sin sueldo, sin beca, y lo peor, lejos de mi hijo, un dolor que pocos conocen, una pérdida emocional que tendré que recuperar, pero tengo mucho orgullo de ser quien soy, de los principios que heredé de mis padres, de la responsabilidad con que siempre cumplí con mi trabajo docente y de jamás tener sido injusta con nadie, soy una vencedora, tengo el amor y apoyo de mi familia y de los buenos, de los justos, de los verdaderos sabios, los ejemplos que tuve en León, los llevaré para toda mi vida...

“Sabios son aquellos que tienen conciencia de cuanto no saben, y están dispuestos a aprender siempre...”

NO ES LA RECOMPENSA LO QUE ELEVA LA ALMA, MÁS SI EL ESFUERZO QUE SE HA HECHO PARA LLEGAR A ELLA...

“ANDO DESPACIO PORQUE YA TUVE PRISA, LLEVO ESTA SONRISA PORQUE YA LLORÉ DEMÁS, HOY ME SIENTO MÁS FUERTE, MÁS FELIZ QUIEN SABE, SÓLO LLEVO LA CERTEZA DE QUE MUCHO POCO LO SÉ, O NADA LO SÉ...” (Almir Sater).

Señor Dios, gracias por mi vida y por todos que hacen parte de ella.

# ÍNDICE



I. INTRODUCCIÓN .....	29
II. OBJETIVOS .....	41
II.1. General .....	43
II.2. Específicos .....	43
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	47
III.1. HISTORIA DE LA DOMESTICACIÓN DE LOS ANIMALES .....	47
III.2. ORIGEN DE LOS OVINOS .....	49
III.3. TAXONOMÍA .....	52
III.4. LA ORIGEN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS.....	54
III.5. CONSERVACIÓN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS.....	55
III.6. OVEJA CRIOLLA.....	65
III.6.1. OVEJA CRIOLLA LANADA SERRANA O CRIOLLA NEGRA .....	66
III.6.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA OVEJA CRIOLLA LANADA SERRANA....	68
III.6.1.2. APTITUD.....	69
III.6.1.3. ASPECTO GENERAL .....	70
III.6.1.4 CABEZA.....	70
III.6.1.5. CUELLO.....	71
III. 6.1.6. TRONCO .....	71
III.6.1.7. ANCA .....	71
III.6.1.8. COLA.....	71
III. 6.1.9. ESCROTO .....	72
III. 6.1.10. MAMAS .....	72
III. 6.1.11. MIEMBROS .....	72
III. 6.1.12. LANA .....	72
III. 6.1.13. DEFECTOS .....	73
III.7. REGIÓN PLANALTO CATARINENSE.....	74
III.8. VEGETACIÓN Y TIPOS DE CAMPOS DEL PLANALTO CATARINENSE .....	75
III.9. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA .....	78
III.9.1. Utilización de la Información Molecular para el Control de Paternidad y utilización de microsatélites.....	81
III.10. VARIABILIDAD GENÉTICA Y METODOS DE DETECCIÓN .....	85
III.10.1. Alozimas.....	86

III.10.2. SNP (Polimorfismo de Base Única) .....	86
III.10.3. Minisatélites o Número de Secuencias de Tamaño Variables - Variable Number of Tandem Repeats (VNTR).....	87
III.10.4. Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción - Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP) .....	87
III.10.5. Polimorfismo Amplificado Aleatoriamente - Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD).....	88
III.11. MARCADORES MICROSATÉLITES .....	88
III.11.1. Microsatélites o Secuencias Repetidas Cortas - Shorth Sequence Repeat (SSR) - Short Tandem Repeats (STR).....	88
III.12. APLICACIONES DE LOS MICROSATÉLITES.....	91
III.12.1. Identificación Individual y Pruebas de Paternidades.....	91
III.12.2. Mapas Genéticos y Genómica Comparativa.....	92
III.12.3. Estudios de Genética Poblacional .....	92
III.12.4. Asignación de Individuos a Raza .....	93
III.13. MUTACIÓN, ALELOS NULOS y HOMOPLASIA en los MICROSATÉLITES .....	94
III.13.1. Mutación.....	94
III.13.2. Alelos Nulos.....	95
III.13.3. Homoplasia.....	96
III.14. ANÁLISIS de la VARIABILIDAD GENÉTICA.....	96
III.14.1 Porcentaje de loci polimórficos .....	96
III.14.2 Número medio de alelos por locus .....	97
III.14.3. Heterocigosidad (H) .....	97
III.14.4. Índice de Contenido Polimórfico (PIC).....	98
III.14.5. Probabilidad de exclusión (PE) .....	98
III.14.6. Equilibrio Hardy-Weinberg (H-W) .....	98
III.15. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS.....	99
III.15.1. ERITROCITOS (Glóbulos rojos o Hematíes).....	99
III.15.2. HEMATOCRITO .....	104
III.15.3. HEMOGLOBINA.....	107
III.15.3.1. ESTRUCTURA MOLECULAR Y FUNCIÓN DE LA HEMOGLOBINA .	107
III.15.4. PLAQUETAS .....	111
III.15.5. ÍNDICES ERITROCITARIOS .....	112

III.15.5.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM).....	112
III.15.5.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM). ....	114
III.15.5.3. Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CHCM) .	116
III.15.5.4. Ancho de Distribución de los Eritrocitos (RDW).....	118
III.16. GLOBULOS BLANCOS .....	119
III.16.1. LEUCOCITOS .....	119
III.16.2. FORMULA LEUCOCITARIA O RECUESTO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS.....	122
III.16.2.1. NEUTROFILOS .....	125
III.16.2.2. LINFOCITOS .....	127
III.16.2.3. EOSINOFILOS .....	129
III.16.2.4. MONOCITOS .....	130
III.16.2.5. BASÓFILOS.....	132
III.17. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS.....	133
III.17.1. PROTEÍNAS TOTALES .....	133
III.17.2. ALBÚMINA .....	138
III.17.3. GLUCOSA .....	140
III.17.4. TRIGLICÉRIDOS .....	149
III.17.5. COLESTEROL .....	152
III.17.6. CREATININA .....	154
III.17.7. UREA y BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre).....	156
III.18. ENZIMOLOGIA.....	161
III.18.1. FOSFATASA ALCALINA (FAL, FA) .....	163
III.18.2. ALANINO AMINOTRANSFERASA (ALAT, ALT) .....	167
III.19. MINERALES SÉRICOS .....	170
III.19.1. CALCIO (Ca) .....	171
III.19.2. FÓSFORO (P) .....	177
III.19.3. SODIO (Na) .....	183
III.19.4. POTASIO (K) .....	187
IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	193
IV.1. ANIMALES .....	193
IV.2. EXPLOTACIONES .....	194

IV.3. TOMA DE MUESTRAS .....	197
IV.4. METODOLOGÍA ANALÍTICA .....	199
IV.4.1. MATERIAL BIOLÓGICO .....	200
IV.4.2. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS .....	201
IV.4.2.1. Recuento de Glóbulos Rojos, Leucocitos totales y Plaquetas .....	201
IV.4.2.2. Hematocrito .....	202
IV.4.2.3. Hemoglobina .....	202
IV.4.3. PARÁMETROS SÉRICOS .....	203
IV.4.3.1. Proteínas Totales .....	203
IV.4.3.2. Albúmina .....	203
IV.4.3.3. Glucosa .....	204
IV.4.3.4. Triglicéridos .....	204
IV.4.3.5. Colesterol .....	205
IV.4.3.6. Creatinina .....	206
IV.4.3.7. Urea y BUN .....	207
IV.4.4. ENZIMOLOGIA .....	208
IV.4.4.1. Fosfatasa Alcalina (FAL o FA) .....	208
IV.4.4.2. Alanino aminotransferasa (ALAT, ALT) .....	209
IV.4.5. COMPONENTES MINERALES SÉRICOS .....	209
IV.4.5.1. Calcio .....	209
IV.4.5.2. Fósforo .....	210
IV.4.5.3. Sodio .....	211
IV.4.5.4. Potasio .....	211
IV.5. ESTUDIO ESTADÍSTICO .....	212
IV.5.1. Análisis Estadística del Material Biológico .....	212
IV.5.2. Análisis Estadística de la Hematología y Bioquímica .....	212
IV.5.2.1. ANOVA de un factor .....	213
IV.5.2.2 Correlaciones entre distintos parámetros .....	215
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	221
V.1. PARÁMETROS DE VARIABILIDAD GENÉTICA .....	221
V.1.1. Alelos de los microsatélites .....	221
V.1.2. Estimación de la heterocigosidad .....	221

V.1.3. Información del contenido polimórfico (PIC) .....	222
V.1.4. Equilibrio Hardy-Weinberg .....	223
V.1.5. Probabilidad de exclusión de la paternidad .....	223
V.2. Parámetros hematológicos .....	226
V.2.1. Análisis descriptivo y pruebas para comparación de edad .....	226
V.3. Parámetros bioquímicos .....	256
V.3.1. Análisis descriptivo y pruebas para comparación de edad .....	256
V.4. Análisis descriptivo y pruebas para comparación en función del sexo .....	282
V.4.1. Parámetros hematológicos .....	282
V.5. Análisis descriptivo y pruebas para comparación en función del sexo .....	300
V.5.1. Parámetros bioquímicos .....	300
V.6. CORRELACIONES ENTRE LOS DISTINTOS PARAMETROS .....	316
V.6.1. Correlación parámetros hematología .....	316
V.6.2. Correlación parámetros bioquímicos .....	318
VI. CONCLUSIONES .....	327
VII. RESUMEN, SUMMARY, RESUMO .....	333
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	349





# ABREVIATURAS



°C	Grados Celsius	EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
%	Porcentaje	EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensao Rural de Santa Catarina
μ <sup>3</sup>	Micras cúbicas		
μl	Micro litro		
μmol	Micromolares	EPO	Eritropoyetina
ac	Ácido	EST	Expressed sSequence Tag
AC	Adenina-Citosina	FA - FAL	Fosfatasa alcalina
ACCO	Associação Catarinense de Criadores de Ovinos	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación
ACTH	Hormona adrenocorticotrófica	FEC	Fluido extracelular
ADH	Antidiuretic hormone (Hormona antidiurética)	FIC	Fluido intracelular
ADN/DNA	Ácido desoxirribonucleico	fl	Femtolitro
ADP	Adenina difosfato	g	Gramos
AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism	"g"	Unidad de medida de fuerza centrífuga relativa
AGL	Ácidos grasos libres	GC	Guanina-citosina
ALAT - ALT	Alanino aminotransferasa	H	Heterocigosidad
AMP	Adenina monofosfato	HE	Heterocigosidad esperada
ARCO	Associação Brasileira de Criadores de Ovinos	HO	Heterocigosidad observada
AT	Adenina-Timina	H-W	Equilíbrio Hardy-Weinberg
ATP	Adenina Trifosfato	ha	Hectárea
BGA	Banco de germoplasma animal	Hb	Hemoglobina
BLAD	Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Bicarbonato (ión)
BUN	(Blood Urea Nitrogen) Nitrógeno ureico en sangre	HCM	Hemoglobina corpuscular media
Ca	Calcio	HDL	High density lipoprotein (Lipoproteína de alta densidad)
cM	Centi-Morgans	Hto	Hematocrito
CENARGEN	Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia	IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
cfb	Clima templado, húmedo, sin estiaje	ISAG	International Society of the Animal Genetic (Sociedad Internacional para la Genética Animal)
CHCM	Concentración media de hemoglobina corpuscular	K	Potasio
Cl-	Cloruro	kg	Kilogramos
Co - A	Coenzima A	l	Litro
CO <sub>2</sub>	Monóxido de Carbono	LDL	Low density lipoprotein (Lipoproteína de baja densidad)
CPPSUL	Centro de Pesquisa de Pecuária dos Campos Sul Brasileiros	m	metros
CVM	Complex Vertebral Malformation	MAS	Marker Assisted Selection
DE	Desvío o desviación Estándar	mEq	Miliequivalente
dl	Decilitros	mg	Miligramos
EDTA	Ácido etilen diamino tetracético	ml	Mililitros
		mm	Milímetros
		mm <sup>3</sup>	Milímetros cúbicos
		mmol	Milimolares
		Na	Sodio

NAD-NADH	Nicotinamide Adenine Dinucleotide y su forma reducida	VLDL	Very low density lipoprotein (lipoproteína de muy baja densidad)
NNP	Nitrógeno no proteico	VNTR	Variable number of tandem repeats
nm	Nanómetros	Zn	Zinc
O <sup>2</sup>	Oxígeno		
P	Fósforo		
pb	Pares de Bases		
p. ej.	Por ejemplo		
p.v.	Peso Vivo		
PCR	Reacción en cadena de la polimerasa		
PE	Probabilidad de Exclusión de cada marcador		
PEG	Probabilidad de Exclusión Global		
pg	picogramo		
pH	poder del hidrógeno - grado de acidez o concentración de hidrógeno		
Pi	Fósforo inorgánico		
PIC	Contenido de Información Polimórfica		
p-NFF	p - Nitrofenilfosfato		
PT	Proteínas totales		
PTH	Parathormona		
RAPD	Randomly Amplified Polymorphic DNA		
RDW	Red cell distribution width (Ancho de distribución de los eritrocitos)		
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphism		
SAS	Statistical Analysis System		
SI	Sistema Internacional de Unidades		
SINE	Short Interspersed Element		
SNP	Single Nucleotide Polymorphism		
STR	Short Tandem Repeats		
STS	Second Template Switch		
TG	Timina-Guanina		
UFC	Unidad Formadora de Colonia		
UFCmm	Unidad Formadora de Colonia monocítica		
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais		
UI	Unidades Internacionales (Unidades de Enzimas)		
UV	Ultra-Violeta		
VCM	Volumen Corpuscular Medio		

## **I. INTRODUCCIÓN**



## I. INTRODUCCIÓN

Conocer la importancia de la ganadería ovina, es uno de los mejores medios para revalorizar importantes áreas de explotación de los municipios de Lages y Ponte Alta, localizados en el Planalto Serrano Catarinense, Estado de Santa Catarina - Brasil, (foto1).

El sector ovino se destaca por una serie de características que le hacen insustituible, y entre ellas cabe remarcar varias aportaciones de índole económico y social (Esteban, 1990; Buxadé, 1996), ya que:

- Aprovecha para su alimentación básica una serie de recursos herbáceos y de subproductos agrícolas, que si no fuera por estos animales se perderían y con ello una importante riqueza de la región, que por otra parte debería suplirse con otros alimentos, principalmente piensos concentrados.
- Debido a su reducida dimensión corporal la oveja pertenece, desde la óptica de las producciones animales, a las especies de pequeño tamaño; se adapta mucho mejor que el ganado vacuno, que es uno de sus “adversarios geográficos” naturales, a las que podríamos llamar áreas poco productoras (por ej. zonas de topografía accidentada).
- La oveja, en general, puede considerarse como una especie cosmopolita, que se adapta relativamente bien a condiciones climáticas muy diversas.
- Por sus características de pastoreo (en general gregario) y por su capacidad para rentabilizar los residuos de las cosechas así como algunos subproductos agrícolas, la oveja se complementa muy bien con ciertas explotaciones agrarias.
- Es una explotación multi-productos (carne, lana, leche y piel), fuente de alimentos tradicionales de gran calidad y una reserva estratégica de productos anejos.
- Como ganadería de ocupación de áreas desfavorecidas induce el asentamiento de familias en zonas donde, frecuentemente, la única alternativa productiva es la ganadería ovina y/o caprina. La desaparición de las ovejas de



estas áreas llevaría consigo la despoblación de las mismas. Mantener la población de estas zonas desfavorecidas es uno más de los objetivos destacados de la explotación ovina.

– Constituye una ayuda indispensable para la protección y conservación de numerosos espacios rurales, contribuyendo al equilibrio ecológico como agente fertilizante de la tierra, que favorece el establecimiento de la cubierta herbácea evitando la erosión.

No obstante, a pesar de todas estas realidades, el ganado ovino ocupa el lugar que, desde una visión objetiva, le correspondería y que hacía presagiar su evolución desde la antigüedad (Buxadé, 1996).

La Oveja Criolla Lanada es considerada una raza rara debido las características primitivas que presenta y aunque guarde uniformidad en la morfología general, cada variedad presenta características especiales (fotos 2 y 3).

Intentamos que este trabajo sirva de base para que otras personas, profesionales, técnicos o criadores, puedan distinguir ovinos naturalmente de lana negra; como es la raza Karakul y sus cruzamientos, que son fácilmente confundidos con las Ovejas Criollas Lanadas.

Los animales de la raza Criolla Lanada Serrana son de temperamento muy activo, con acentuado comportamiento gregario y aguzado instinto de defensa, pero muy fáciles de manejar (Fernández, 2000).

Como consecuencia de la rusticidad, presentan gran resistencia a los parásitos internos (Borba et al., 1997; Bricarello et al., 1999) y externos (Prates et al., 1999). También presentan una pubertad precoz, longevidad y acentuada proliferación (Fernández, 2000) y gran número de corderos destetados (Vaz et al., 1999) debido al gran vigor de estos (Rota et al., 2002) y a una buena habilidad materna (Vaz et al., 2002).

Aunque poseen gran importancia social en las comunidades en que otros animales de la especie no sobreviven, contribuyen a la manutención del hombre en el campo, pues se adaptan a las diferentes condiciones del clima, suelo y vegetación, teniendo destacada opción al desenvolvimiento rural (Vaz, 2000).

Por esta razón, pretendemos elaborar un estudio más profundo de una raza "Autóctona" brasileña, la "Oveja Criolla Lanada Serrana", para poder establecer en la medida de lo posible, sus características genéticas y sus constantes fisiológicas, fijando los datos por sí sólo y /o comparándolos con los hallados por otros investigadores consultados previamente y que permitan llegar a una diferenciación significativa de la raza, así como, determinar cuales de los pocos rebaños españoles en la región del Planalto Serrano de lo Estado de Santa Catarina - Brasil descenden de un mismo tronco, o si la pureza racial ya se perdió a lo largo de los años con los muchos cruzamientos realizados; lo mismo que por la falta de preservación de una raza que puede decirse que es un tanto primitiva debido a su rusticidad, este animal bellissimo en su aspecto físico, que nos llena los ojos, causándonos una fascinación al ser al mismo tiempo un animal de características físicas casi prehistóricas, especialmente los machos, que en determinados linajes (Frontera), más prevalente en el extremo sur del Estado de Rio Grande del Sur, Brasil, pueden presentar uno o más pares de cuernos, siendo estos vigorosos, causándonos impresión de fuerza, robustez y bravura, sin dejar de ser dóciles, fácilmente manejables e increíblemente bellos; pero generando una baja rentabilidad al productor que acabó optando por razas especializadas.

Sin embargo, las razones de conservación de las razas autóctonas, esta en el espectro de diferencias genéticas dentro de cada raza, o a través de todas las razas dentro de las especies de animales domésticos, lo que proporciona la variación o diversidad de las especies.

En 1992, en la Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro se reconoció la importancia de los recursos genéticos de los animales domésticos. La cumbre incidió en la concienciación, tanto política como social, sobre los recursos genéticos animales de cada nación, así que estos deben ser estudiados porque constituyen un importante componente dentro de la biodiversidad global (Oldenbroek, 1998)

La variabilidad genética entre las razas debería conservarse por varios motivos (Simons, 1984; Anónimo, 1992; Oldenbroek, 1998):

- Genético-productivo: la diversidad es necesaria para mantener la variabilidad de las poblaciones, la cual permite la adaptación a diferentes ambientes, algunas veces adversos.
- Productivo: la diversidad es necesaria para suplir futuras demandas del mercado, así como para hacer frente a posibles cambios en las circunstancias productivas o para el tratamiento de nuevas enfermedades.
- Científico: el estudio de cada raza en particular con fines de investigación, puede ser de interés para detectar posibles genes únicos y valiosos, en el momento actual o en el futuro, en estas poblaciones.
- Histórico-cultural: la biodiversidad biológica o conservación de determinadas razas, representa uno de los aspectos del patrimonio genético de un país y como historia viva y paralela al desarrollo de la población humana.
- Ecológico-ambiental: los ecosistemas son el resultado del equilibrio entre clima, flora, y fauna, y cualquier factor que afecte a cualquiera de estos componentes estaría atentando contra este equilibrio, deteriorando el medio y la simbiosis ecológica de la zona.

Por último, en la ciudad de Porto Alegre (Brasil), en enero de 2005 se desarrolló el “Fórum Social Mundial”, que adoptó entre otras directrices, una serie de medidas direccionadas a “impedir la profunda pérdida genética que asola el mundo en este momento”, bien sea de animales o de plantas, pues se estima que cada día, desaparecen 50 especies de la tierra.

Así, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), considera como recursos genéticos, todas las especies, razas y estirpes, que despierten intereses económicos, científicos y culturales. Esta Organización recomienda a sus estados miembros, la utilización de razas adaptadas a las condiciones locales y especiales, que puedan convertir alimentos de calidad inferior en productos para el consumo humano, que sean resistentes a enfermedades parasitarias e infecciosas, aumentando así, la oferta de alimento y la renta per cápita en estas comunidades ([www.fao.org](http://www.fao.org) FAO/i DAD acceso en 30/07/2008).

Según la FAO (1992), el Protocolo para la Conservación de Poblaciones en Peligro de Extinción, tiene el objetivo de establecer un programa de conservación y mantenimiento de los recursos genéticos animales, integrando varias fases, de las cuales destacamos la Caracterización Racial, que se divide en:

- Caracterización morfológica: con ella se mantiene, reglamenta y gestiona el libro genealógico de la raza.
- Caracterización hematológica y bioquímica clínica (uno de los objetivos de este trabajo).
- Caracterización genética: ya sea con polimorfismos bioquímicos o marcadores moleculares del tipo de los microsatélites (el principal objetivo de este trabajo). Siendo que esta caracterización permite además, analizar los niveles de variabilidad genética de las poblaciones, obtener valores medios de consanguinidad, identificar genéticamente a los individuos y realizar pruebas de control de paternidad e identificar a los individuos más heterocigotos para la programación de apareamientos.

Una necesidad fundamental de los esquemas de selección y mejora genética o de conservación de razas en peligro de extinción, es disponer de un sistema preciso e inequívoco de identificación de los animales, así como la correcta asignación, de las relaciones de parentesco. Esta necesidad es todavía mayor en el ganado ovino ya que, aunque se utiliza inseminación artificial con sincronización de celos, todavía es habitual el manejo en extensivo de rebaños de un número considerable de animales con monta natural libre, utilizando un número elevado de sementales.

Una de las primeras etapas de un programa de conservación de razas, consiste en la evaluación de su variabilidad genética y la distribución de ésta entre sus poblaciones, así como la posible detección de alelos raros que nos indiquen la presencia de variantes genéticas únicas (González-Candelas y Montolio, 2000).

Uno de los principales problemas que afectan a las poblaciones minoritarias, son los inevitables apareamientos entre individuos emparentados, que se traduce genéticamente en un incremento de la consanguinidad (homocigosis) con la consiguiente depresión consanguínea; una reducción de los valores medios fenotípicos de los caracteres productivos y reproductivos, y por último, y como

consecuencia de esos problemas reproductivos, la inevitable disminución y/o extinción de la población.

La genética ha sido revolucionada en los últimos años por las técnicas de biología molecular, haciendo posible dilucidar complejas funciones fisiológicas a nivel del gen. En especial y luego del descubrimiento de la PCR, la cual ha permitido el estudio y la medición de la variabilidad genética a nivel molecular; así podemos citar la utilización de los marcadores moleculares del tipo microsatélite, los cuales debido a sus particulares propiedades intrínsecas, se han convertido en los marcadores de elección para estudios tanto de genética básica como de la mejora animal. Desde los análisis de genética poblacional, seguidos de las creaciones de los más sofisticados mapas genéticos hasta la detección de genes importantes, han sido las principales incursiones realizadas por los genetistas a partir de la información aportada por estos marcadores. La medición del polimorfismo del ADN, mediante estos marcadores genéticos en organismos con genomas complejos, ha hecho posible además mapeos, manipulación y clonación de genes asociados con caracteres biológicos de interés.

Consciente de ello, el laboratorio de Xenética Molecular de Xenética de Fontao S.A. ha diseñado un protocolo de trabajo para intentar cubrir estas necesidades, teniendo en cuenta, además, que el coste debe ser asequible y los resultados deben estar disponibles en un corto espacio de tiempo, siendo, además, totalmente repetibles en otros laboratorios que sigan la nomenclatura de la ISAG (Sociedad Internacional para la Genética Animal), de la cual este laboratorio es miembro institucional (Código ISAG:E/X).

La preocupación por la conservación de los recursos genéticos que representan las razas de animales domésticos, ha motivado la presente investigación, en que consideramos la posibilidad de evaluar la variabilidad genética y de introducir algunas características fisiológicas, más concretamente el hemograma y el perfil metabólico de la raza, analizando la posible existencia de diferencias interraciales.

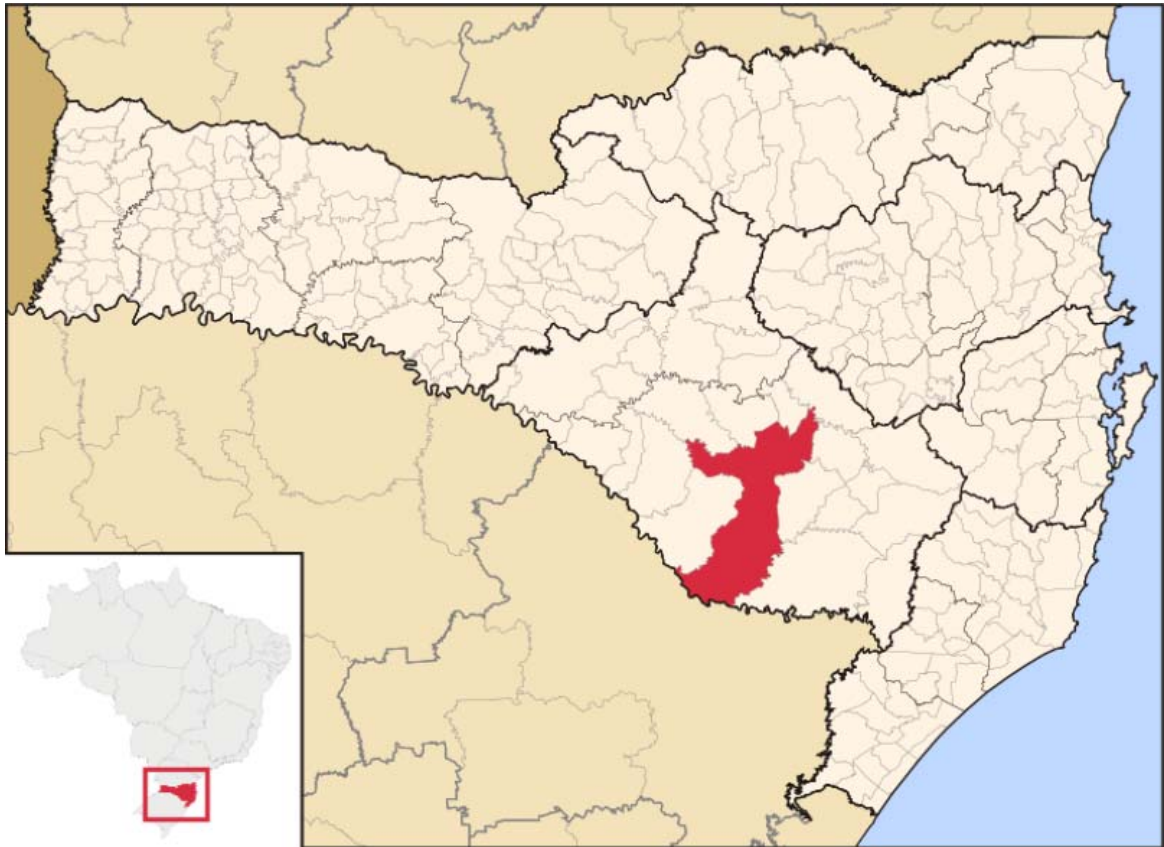


Foto 1. Ciudades de Lages y Ponte Alta, estado de Santa Catarina - Brasil.



Foto 2. Hembras de la raza ovina Criolla Lanada Serrana



Foto 3. Machos de la raza Criolla Lanada Serrana

## **II. OBJETIVOS**





## II. OBJETIVOS

### II.1. General

El objetivo general de nuestro trabajo, será intentar concienciar a la sociedad de la importancia de rescatar el origen, de preservar los recursos genéticos y de evitar la extinción de estos animales "Autóctonos", los cuales vienen siendo, día a día sustituidos por cruzamientos y por razas puras exóticas especializadas en la producción de carne y/o lana, dejándose perder este maravilloso capítulo de la historia de la humanidad, por motivos e intereses exclusivamente económicos. Dar a conocer mejor el origen de esta raza y la posible existencia de variabilidad genética de los ovinos de la raza Criolla Lanada Serrana puros brasileños.

### II.2. Específicos

Como objetivos concretos estableceremos los siguientes:

1. Evaluar la diversidad genética actual y la estructura de la población de la Criolla Lanada Serrana en Brasil utilizando muestras de la raza para 20 microsatélites, con la pretensión de conocer algunos rasgos importantes en el área de la conservación de recursos genéticos ovinos.
2. Testar la Viabilidad de estos marcadores genéticos para realizar Test de Exclusión de Paternidad.
  - Caracterización Genética:
    - Diversidad Genética
    - Microsatélites - Short Tandem Repeats (STR)
3. Establecer valores de referencia hematológicos y bioquímicos para la raza "Criolla Lanada Serrana".
4. Dar a conocer variables caracterizadoras de los agrupamientos raciales, comprobando si existen diferencias en los parámetros hematológicos y bioquímicos séricos de los ovinos de la raza Criolla Lanada Serrana y los parámetros de los ovinos de otras razas.

- Parámetros Hematológicos:
  - Eritrocitos.
  - Hematocrito (Hto).
  - Concentración de hemoglobina (Hg).
  - Número total de plaquetas.
  - Volumen corpuscular medio (VCM).
  - Hemoglobina corpuscular media (HCM).
  - Concentración media de hemoglobina corpuscular (CHCM).
  - Ancho de distribución de eritrocitos (RDW).
  - Leucocitos.
  - Fórmula leucocitaria.
  
- Parámetros bioquímicos séricos:
  - Proteínas Totales.
  - Albúmina.
  - Glucosa.
  - Triglicéridos.
  - Colesterol.
  - Creatinina.
  - Urea y BUN (Nitrógeno ureico en sangre).
  - Fosfatasa alcalina (FAL - FA).
  - Alanino aminotransferasa (ALAT - ALT).
  - Calcio (Ca).
  - Fósforo (P).
  - Sodio (Na).
  - Potasio (K).

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**



### III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### III.1. HISTORIA DE LA DOMESTICACIÓN DE LOS ANIMALES

Los habitantes de las cavernas, ya en tiempos remotos dejaron importantes pinturas de animales salvajes y domesticables. Siendo también de ellos el mérito de amansar las especies más sumisas o domar a las más bravías, haciendo que los animales hoy considerados domésticos, se acostumbren a la vida de reclusión, asegurando la supervivencia del hombre, la reproducción de las especies y que los animales se fueran acostumbrando a convivir con el hombre.

Según Mariante y Cavalcante (2000), domesticar consistió en un proceso lento y profundo, que llevó a la modificación de las especies en relación con la aptitud y también su morfología y fisiología. Significa, por tanto, no más el dominio de un individuo, más de la raza como un todo.

Al principio podemos decir que la domesticación surgió en el periodo neolítico, con las formaciones de las sociedades de agricultores. A pesar de muchas controversias parece estar acreditada la relación directa de la domesticación con el misticismo y la religión, como el sacrificio de animales para ceremonias y rituales, lo que supone posteriormente la domesticación con fines utilitarios.

Aunque sea imposible trazar una cronología segura, se deduce en base a las investigaciones fósiles, que el primer animal domesticado haya sido el perro, probablemente hace 10.000 a.C., antes o en el inicio del desarrollo de la agricultura, como un auxiliar insustituible del hombre en la caza y en la aproximación con las otras especies. Después vinieron los animales de matadero, como: cabra (8.000 a.C.), carnero (7.000 a. C.), cerdo (6.000 a.C.), seguidos de los de mayor tamaño: los bovinos (6.000 a. C.), para los cuales la vida sedentaria es esencial, seguidos de los animales de carga como camellos, jumentos (4.000 a. C.) y caballos (3.000 a. C.), estos últimos más rápidos y más dominadores que todos sus antecesores. (Mariante y Cavalcante, 2000).

A través de los miles de años transcurridos, la convivencia con los animales tienen un significado para el hombre, alimento, abrigo, transporte, fuerza de tracción, defensa, compañía y una inagotable fuente de placer, tanto en la cría como en la conservación de las especies amenazadas de extinción, conocidas como locales o

“autóctonas” o “Criollas”, que es nuestra fuente de inspiración y el objetivo mayor de nuestro esfuerzo y trabajo para rescatar la historia de estos animales que forman parte de nuestras vidas desde la creación del mundo.

La domesticación o la modificación de las especies salvajes, iniciada hace más de 10.000 años, por diversos motivos, promueven la transformación general de la naturaleza, que el hombre viene causando incesantemente para servirle, haciendo de estas especies animales muchas razas totalmente “fabricadas” para ser parte de la dieta humana.

Reconocemos que la domesticación es una de las más importantes conquistas de la civilización no en tanto, el dominio del hombre sobre los animales, sin la consciencia, simplemente por la ganancia, vienen promoviendo a cada día e con mayor velocidad, cambios ambientales e poblacionales, que pueden ser desastrosas para las generaciones futuras.

Debemos tener en cuenta, que el conocimiento adquirido a lo largo del proceso de domesticación, le dio al hombre la posibilidad de seleccionar los rebaños y desarrollar nuevas razas más resistentes y adecuadas a sus necesidades nutricionales.

A pesar de esto, persiste la necesidad de aumentar la producción de alimentos; el ritmo actual de crecimiento demográfico, durante el segundo decenio de este siglo, el consumo de productos agrícolas y de alimentos será equivalente a los dos últimos 10.000 años (Scherf, 1997).

En los países del Primer Mundo, todo indica que el aumento de la población deberá ocurrir como en los países en desarrollo que serán inevitablemente obligados a aumentar la producción de alimentos (Mariante, Albuquerque, et al. ,1999).

La presión demográfica y económica tiene acelerado el ritmo de los cambios en los sistemas agrícolas tradicionales, poniendo en riesgo la biodiversidad, que es la condición esencial para la producción eficiente y sustentable de los alimentos.

Se sabe que la domesticación animal, se inició hace 12.000 años, a partir de ella, un gran número de subpoblaciones se desarrolló en función de la adaptación a diferentes condiciones ambientales, debido a la migración del hombre al largo de milenios y de selecciones ocurridas en las razas durante los últimos siglos, siendo que la variación dentro de cada una de ellas representan la diversidad genética de las especies domésticas.

Es probable que la domesticación de los ovinos haya tenido inicio en Asia, en fases bien precoces del desarrollo agrícola. Desde allí los animales habrían pasado para a África y para el sur de Europa, ya domesticados.

La oveja fue sin duda uno de los primeros animales domesticados por el hombre debido a la gran variedad de productos que proporciona y que ha dado lugar, a que en la actualidad sea considerada como un animal de renta. Ello viene dado por las producciones que de ella se obtienen: carne, leche y sus derivados, y lana (Prieto y García Partida, 1999; González, 1997).

### III.2. ORIGEN DE LOS OVINOS

El origen y evolución de los ovinos sucedió según un proceso estructurado en tres etapas que cronológicamente no tienen unos límites bien definidos (Sánchez-Belda y Sánchez-Trijillano, 1986):

- A finales del Período Terciario apareció el gran grupo de los rumiantes originado por el *Gelocus*, considerando como el primer rumiante que existió sobre la tierra. El *Gelocus* tenía una configuración de los huesos de las extremidades parecida a la de los bóvidos actuales y en la mandíbula superior no presentaba incisivos (Ibáñez, 1991).
- En el Pleistoceno, el gran grupo de los rumiantes se diferenció hasta llegar al género *Ovis*. Ibáñez, 1991, expone que del *Gelocus* deriva la familia Bovidae y que ésta se estructura en las subfamilias Bovinae, Caprinae y Ovinae, incluyendo ésta al género *Ovis*, entre otros.
- Según Piper y Ruvinsky (1997), la familia Bovidae está integrada por un total de nueve subfamilias (Aepycerotinae, Alcelaphinae, Antilopinae, Bovinae, Caprinae, Cephalopinae, Hippotraginae, Peleinae y Reduncinae) y concretamente, de la subfamilia Caprinae, derivan las Ovejas y Cabras, entre otros animales. Por otro lado, diversos autores consideran que dada la similitud entre los Ovinos y caprinos probablemente derivan de una forma asiática antilopina común como, Ibáñez (1991) o Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano (1986).



- El género *Ovis* se diversificó en tres subgéneros o formas primitivas domésticas. Correspondiendo, según Anguera (1985); García et al. (1990) e Ibáñez (1991), a los tres subgéneros siguientes:
  - El Muflón: los muflones eran ovejas salvajes de pequeño tamaño que se encontraban en el sur de Europa y en el Asia Menor. Cabe diferenciar el europeo (*Ovis musimon*) y el asiático (*Ovis orientalis*). El muflón europeo aún persiste en Córcega y Cerdeña y el asiático en Chipre y Turquía.
  - El Argali (*Ovis ammon*): de pequeño tamaño y cola corta y se localizaba en el Asia Central.
  - El Urial (*Ovis vignei*): originario del sudoeste asiático.

De los distintos orígenes citados en la bibliografía, la teoría polifilética es la más aceptada para explicar la aparición de las formas primitivas domésticas. Esta teoría postula que a pesar de las diferencias cariotípicas entre el muflón ( $2n=54$ ), el argali ( $2n=56$ ) y el urial ( $2n=58$ ), el cruzamiento entre éstos era posible y la descendencia era fértil. En estos casos el cariotipo de la descendencia era intermedio y a lo largo de las generaciones y por un fenómeno selectivo precigótico se producía la reducción cromosómica en el inferior ( $2n=54$ ), que se corresponde con el cariotipo de la oveja doméstica (Anguera, 1985; Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986).

Con respecto a su domesticación, se admite que en el período Neolítico y en el sudoeste asiático el Urial fue la primera forma salvaje domesticada. Posteriormente, se domesticaron el Argali en Asia Central y después, el Muflón en Europa (Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986).

Las tres formas primitivas domésticas más importantes son las siguientes (Anguera, 1985; Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986; Ibáñez, 1991).

- *Ovis aries studeri*: proveniente del *Ovis musimon*, fue descubierta por Studeri en el 1882 y la mayoría de los autores la consideran de la Edad de Bronce. Su domesticación se inició en Europa y se extendió hacia las regiones del sur y centro del continente. Se caracterizaba por ser de tamaño mediano, cuernos grandes, enroscados y fuertes, perfil de tendencia recta y lana de mejor calidad que el *Ovis aries palustris*. De ésta derivan el *Ovis aries ibericus*, *Ovis*

aries celticus y *Ovis aries ligeriensis* que según Anguera, (1985) se originó como producto de una mutación.

- *Ovis aries palustris*: también conocida como oveja de la turba y se desconoce su origen. Fue encontrada por primera vez por Rutimeyer en el 1861 y pertenece al Neolítico Inferior. Apareció en el centro de Europa y se caracterizaba por ser de tamaño pequeño, perfil recto, cuernos reducidos y rectos en ambos sexos y poca lana de baja calidad. De ésta proviene el *Ovis aries pirenaicus*.
- *Ovis aries vignei*: solamente se conoce que proviene del *Ovis aries cycloceros* y que de ella deriva el *Ovis aries turdetanos*.

A partir de estas formas domésticas derivadas se originaron cuatro troncos étnicos (Merino, Churro, Entrefino e Ibérico) que se diferencian según el tipo y calidad de la lana y de los cuales provienen todas las razas ovinas actuales (Sánchez-Belda y Sánchez-Trujillano, 1986; García et al., 1990).

Por otro lado, cabe mencionar que las razas han sido creadas por “aislamiento reproductivo”, esto es, la formación de grupos separados de animales, donde el cruzamiento se da dentro de los grupos, pero con poca frecuencia entre grupos (Simm, 1998).

El Tronco Churro proviene del *Ovis aries pirenaicus* y de él derivaron las razas Churra, Lacha y Vasca entre otras. Su distribución se atribuye a su capacidad de subsistir en los sistemas donde haya rocas y pedregullos con recursos vegetales escasos y condiciones ambientales extremas. Estas condiciones le dan la denominación de ganadería serrana.

Segundo las corrientes más aceptas, tres serían las principales fuentes de las actuales razas de Ovinos:

- *Ovis musimon*, ovino salvaje de Europa que hasta hoy vive allí, y que empezó el grupo de los ovinos europeos.
- *Ovis ammon*, a él se atribuye, el origen de los ovinos africanos.

- *Ovis arkal*, probablemente lo más antiguo; asiático de origen, se acredita que el *arkal* emigró ya domesticado.

El cruzamiento entre estos animales, resultó, en la origen de la mayoría de los ovinos modernos: el *Ovis aries palustris* conocido como el carnero de las estepas da Asia.

### III.3. TAXONOMÍA

Según Sañudo (1984); Ibáñez (1991); Torrent (1991), la clasificación taxonómica de los óvidos, que son Metazoos pertenecientes al:

Tipo: Vertebrados  
Clase: Mamíferos  
Orden: Artiodáctilos  
Suborden: Rumiantes  
Familia: Bovidae  
Subfamilia: Ovinae  
Género: *Ovis*  
Especie: *Ovis aries*

El género *Ovis* pertenece a la subfamilia *Caprinae*, difiriendo de lo reportado por los autores citados anteriormente (Piper y Ruvinsky, 1997).

En medios del siglo XVI, la economía agrícola europea se desarrolla lentamente. Las técnicas y los niveles de productividad, en tierras ibéricas, poco habían mudado desde el tiempo de los romanos, y los campesinos producían sólo lo necesario para alimentar las familias, el ganado y garantizar semillas para la cosecha siguiente.

Según Costa Lobo (1980), solamente con los descubrimientos empezaron a soplar, en la Península Ibérica, vientos de prosperidad económica y demográfica.

Esta nueva fase se benefició de los productos traídos de las colonias, sobre todo de las españolas, en la América Central, los cuales después de abastecer los reinos, se multiplicaban, animando el comercio con los pueblos vecinos, a partir de allí, plantas y animales hasta entonces desconocidos empezaron a modificar la dieta de los europeos.

En el año de 1493, en su segundo viaje al Nuevo Mundo, Cristóbal Colón, saliendo del puerto Andaluz de Cádiz, con posterior parada para abastecimiento en la isla de la Gomera (Islas Canarias), embarcó ovejas, cabras, gallinas, cerdos y bovinos. Cruzó el Atlántico y atracó en las Antillas, en la isla La Española, hoy conocida como República Dominicana y Haití. Estos fueron los primeros animales domésticos que llegaron al Continente Americano (Rodero, 1992).

De acuerdo con Rodero (1992), las Islas Canarias, conquistadas por los españoles en 1404, eran una parada necesaria para alcanzar a América y para aprovisionar de suministros los navíos.

Los animales allí criados, provenían, a su vez, de la región sudeste de la Península Ibérica, cuyo principal puerto era el de Cádiz.

A partir de 1529 los puertos del norte de España también fueron autorizados para la exportación directa de animales al Nuevo Mundo.

Diferentes agrupamientos de Caprinos y Ovinos, descendentes de España, de Portugal y de África, habrían sido llevados en las viajes del descubrimiento, formando los rebaños del Nuevo Mundo. Siendo las razas de ovinos, Churra, Churra Bordaleira y Lacha, las que habrían sido transportadas por los colonizadores para el Continente Americano.

Con relación a la llegada de los primeros animales a Brasil, se acredita que el primero rebaño bovino fue desembarcado en el Puerto de San Vicente, en 1534, por orden de Dña. Ana Pimentel, esposa y procuradora del donatario de la Capitanía, Martim Afonso de Souza, en aquella época, en misión en las Indias. Junto con estos animales, que se criaron en la Hacienda Madre de Dios, en el poblado de Inguaguassú, vinieron también los primeros cultivos de caña-de-azúcar.

Según Fray Gaspar de la Madre de Dios (Madre de Deus, 1847:65), Martim Afonso de Souza, introdujo en la capitanía, todas las especies de animales domésticos, después que fuera a Piratinim y contemplara la bondad de sus campos para la explotación del “ganado vaccum, cavallar e ovelhum”.

Los primeros Ovinos, Bordaleiros y Merinos llegaron a las tierras brasileñas en 1549. En el siglo siguiente, vinieron los Batávios.

Según Primo (2000), el origen de los ovinos adaptados es controvertido en Brasil, pues la “Oveja Criolla”, criada en los campos sur-brasileños parece tener descendencia en la raza española Churra, o en la raza portuguesa Churra Bordaleira, y cita aún que estudios recientes contienen polimorfismos sanguíneos indicando una proximidad con la raza española Lacha.

Según Costa en 1922, esta raza es resultante de cruzamientos desordenados de razas oriundas de diferentes procedencias que determinarían una selección natural por rusticidad.

Con el avance tecnológico cada vez más accesible, resultados de caracterización genética, podrán dirimir dudas en la identificación de algunos agrupamientos raciales.

#### III.4. LA ORIGEN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS

Según Mariante y Fernandez-Baca (1998), el origen de estas razas se remontan a las raíces históricas del Brasil: sus ancestros fueron traídos por los colonizadores al inicio del descubrimiento. Y, sin embargo presentan niveles de producción más bajos que las exóticas, distinguiéndose de estas por presentar una enorme adaptación a los trópicos y, particularmente a los diversos ecosistemas brasileños, donde fueron sometidas a un secular proceso de selección natural.

Los animales conocidos en todo el Continente Americano como “Criollos”, son todos aquellos que descienden directa o indirectamente de los primeros animales domésticos traídos desde la Península Ibérica por los Españoles y Portugueses, y que aquí, con el transcurso de los años, fueron adaptándose a los diversos ecosistemas de América (Wilkins, 1984).

Hoy día se convive con el doble desafío de producir más para satisfacer una demanda creciente y al mismo tiempo, promover la conservación y el uso sustentable de los recursos insustituibles, objetivando prevenir, impedir y hasta intentar invertir el peligro de que desaparezca esta biodiversidad.

La búsqueda a cualquier precio, de una mayor productividad en la ganadería moderna, ha forzado una especialización de los sectores productivos, tanto de carne, como de leche, lana, y de subproductos de origen animal. En muchos casos

justificado por la necesidad de producir cantidades elevadas de alimentos balanceados y en condiciones ambientales favorables.

La creciente demanda de productos de origen animal, en los países en desarrollo, principalmente en la zona intertropical, tienen muchas tentativas de aumentar la productividad de las razas consideradas adaptadas, por medio de cruzamientos con razas exóticas, altamente productivas, desarrolladas para los países de clima templado. Tales cruzamientos pueden ser considerados como la causa principal de una rápida sustitución de las razas, "Locales o Criollas" (Mariante et al., 1999).

La utilización de razas adaptadas a las condiciones locales, que puedan transformar alimentos de calidad inferior y que sean resistentes a enfermedades parasitarias y/o infecciosas, tienden a disminuir los gastos, reduciendo los costes de producción y en consecuencia, permiten obtener una oferta de alimentos de origen animal con mejor precio al consumidor.

Según Mariante y Cavalcante (2000), debido a una creciente demanda de alimentos de origen animal, principalmente en países en desarrollo, donde el crecimiento poblacional es mucho mayor que en los países desarrollados.

### **III.5. CONSERVACIÓN DE LAS RAZAS AUTÓCTONAS**

La Según Mariante et al. (1999), la unidad primaria de un recurso genético animal, es la raza, el linaje y/o la población geográficamente definida.

Cada raza o población es el producto de evoluciones y adaptaciones aisladas a través de los siglos, con diferentes presiones de selección impuestas por el clima, parásitos endémicos y enfermedades, bien como por la alimentación viable y por criterios de selección y manejo, dictados por el hombre.

La formación de una raza, puede estar probablemente asociada con la pérdida de alguna diversidad genética en las fases iniciales, así como con la concentración y eventualmente con la fijación de algunas características específicas.

Para Mariante et al. (1999), en los últimos diez o quince años, se ha constatado que el uso y la preservación de los recursos genéticos animales, son inseparables. Existe una toma de conciencia alrededor de la importancia de las razas domésticas "Locais"

para la biodiversidad mundial, debido a las combinaciones génicas que pueden ser hechas a partir de ellas y que en un futuro pueden ser útiles en la agricultura y ganadería mundiales.

El progreso y el desarrollo futuro de la pecuaria, para las necesidades humanas, dependen de la variabilidad genética existente entre y dentro de las razas y poblaciones. La presencia y la frecuencia de las formas alelicas, es la base para la variación genotípica (Danell, 1994).

La pérdida de un único tipo de raza, compromete el acceso a sus genes y combinaciones genéticas únicas, pues cada raza o población representa probablemente una combinación única de genes (National Research Council, 1993).

Actualmente se procura mantener la diversidad máxima del pool genético de cada especie; de esta forma, la ganadería se prepara para atender necesidades aún no previstas en el desarrollo de sistemas de producción sustentables, una vez que no es posible predecir con objetividad, cuales son las características que pueden venir a ser necesarias en el futuro (Barker, 1999; Hall y Bradley, 1995; National Research Council, 1993).

En la mayoría de los países desarrollados, y desde hace varias décadas, se ha planteado una importante preocupación por la desaparición de los animales “Autóctonos”, existiendo la movilización de esfuerzos tanto de la sociedad civil, como gubernamental para asegurar su preservación (Brooks et al., 1984; Alderson, 1986; Massino et al., 1993; Sanchez et al., 1992).

Según Arruda (2006), la progresiva reducción e incluso la desaparición de las especies, no puede ser considerada como un fenómeno circunscrito a una determinada área geográfica y ni a una situación reciente sino, según nuestra modesta opinión, al modelo “Darwiniano”, lo que permite la supervivencia de los más fuertes, o para ser más exacto, de los más productivos.

Según Spritze (2001), existen diversos trabajos que hablan sobre las características genéticas de algunas razas “Autóctonas” brasileñas, así como las curvas productivas de las mismas, pero no existen conclusiones precisas sobre muchos aspectos de estas razas.

Diversos países tienen establecido programas que inevitablemente conducen a una dilución genética del “Germoplasma Local”, por medio del uso intensivo de cruzamientos con animales de razas exóticas.

A pesar de todo esto, muchos de los programas de cruzamientos se refieren a veces a que los animales producidos por cruzamientos presentan índices productivos menores de los que presentan las razas “Locales”. Este hecho hace que un número considerable de criadores, al establecer sus sistemas de producción, den una merecida importancia a las razas “Locales” o “Criollas”, por su adaptación al ambiente, en gran parte hostil y tropical, evitando su completa extinción y permitiendo una concreta acción de las entidades públicas y privadas para la preservación de esta fuente de riqueza natural.

En realidad, actualmente con la concienciación de la sociedad, dada la importancia de preservar las razas amenazadas de extinción y naturalmente resistentes a las adversidades, estas razas conocidas como “Criollas” vienen conquistando su espacio, día a día, llegando a concurrir como razas especializadas, pues a parte de tener la ventaja de la rusticidad y resistencia naturales, presentan una excelente calidad de sus productos. La carne es mucho más sabrosa, son buenas productoras de leche y es extremadamente utilizada en las labores artesanas regionales.

Brasil contiene en su vasta extensión territorial varios ecosistemas distintos; desde la larga franja litoral, adentrando para el oeste, bosques, montañas, campos limpios y cerrados, “restingas, manguezales, brejos y caatingas” componen un rico mosaico en que se acomodan diversas formas de la vida animal y vegetal (Mariante y Cavalcante, 2000).

Estas múltiples posibilidades naturales, a lo largo de la historia del Brasil, se tornan innumerables y propicias condiciones para abrigar plantas y animales. A pesar de las diferencias climáticas, los animales domésticos provenientes de la Península Ibérica, pronto se adaptaron tras su llegada, multiplicándose por la ley de la naturaleza.

Sus descendientes dispersados por la inmensidad de las tierras brasileñas, se fueron entegrandos, paulatinamente en los diferentes ambientes, y adquiriendo, durante un largo proceso de selección natural, características únicas de adaptación, que les permitirían al mismo tiempo, ser resistentes y poco exigentes en cada uno de sus ambientes.



Con respecto de la tesis de que los animales traídos por los colonizadores, habrían sido aquellos escogidos en los rebaños Ibéricos de la época, por sus características de resistencia a las condiciones locales, lo que en gran medida ayudó para una rápida y efectiva “naturalización” de esos animales (Mariante y Cavalcante, 2000).

La amplia diseminación en regiones tan distintas en relieve, clima, vegetación y altitud, entre otras circunstancias, fue amoldando con el transcurrir de los años, las diversas razas “Criollas”. Cada una ocupa su nicho ecológico, desde el frío intenso de la Patagonia Argentina y Chilena, al calor de las regiones Amazónicas; desde los desiertos hasta regiones como el Pantanal Brasileño. En cada lugar que se establecieron, sufrieron importantes procesos de selecciones naturales, y en este proceso, con certeza, solamente los animales más fuertes, capaces y resistentes sobrevivieron, forjando así, estirpes de animales rústicos y bien adaptados.

De ese largo proceso histórico y biológico, subsisten algunas razas, localizadas en ambientes diferentes y específicos, como es el Planalto Serrano Catarinense. Estas razas vienen siendo objeto de investigación que va desde la identificación y caracterización fenotípica, hasta la caracterización genética y conservación in situ e ex situ, intentando salvar los efectivos poblacionales de las razas amenazadas de extinción.

Los “Criollos”, fueron absorbidos genéticamente o simplemente sustituidos, y según Beteta (1997) sin realizar los correspondientes ensayos que demostraron la ventaja de la sustitución. Para Mariante et al., (1999), queda muy poca de aquella diversidad genética inicial, lo que ha llevado a los animales “Criollos” a su casi extinción.

Innumerables estudios, realizados por varios investigadores, con animales “Criollos”, atestiguan , que estos poseen características únicas y deseables (Wilkins, 1984; Smith, 1984; Camargo, 1992; Rodriguez y Martinez, 1992; Arranz et al., 1996; Martinez y Rodriguez, 1995; Ribeiro et al., 1999; Spritze et al., 1999; Spritze, 2001).

Martinez (1992), sintetiza muy bien estas características: “Debido al proceso de selección natural (durante más de 500 años) poseen una máxima importancia económica, habilidad para reproducir y sobrevivir, rusticidad, expresada especialmente en su resistencia a los parasitos y en su capacidad de pastorear y aprovechar forrajes toscos, fibrosos y de escaso valor nutritivo y destreza de transitar por terrenos escarpados.”

Según Mariante y Cavalcante (2006), Brasil posee diversas razas de animales domésticos que se han formado a partir de las razas traídas por los colonizadores después del descubrimiento. A lo largo de estos cinco siglos, estas razas fueron sometidas a la selección natural en determinados ambientes, hasta el punto de presentar características específicas de adaptación a las condiciones también específicas, como ambiente, clima, vegetación, altitud, etc.

Las razas aquí desarrolladas pasaron a ser conocidas como “Criollas”, “Locales” o “Naturalizadas”.

A partir del final del siglo XIX e inicio del siglo XX, pasaron a emportarse algunas razas exóticas, seleccionadas en regiones de clima templado. A pesar de ser más productivas esas razas exóticas no poseen las características de adaptación, resistencia a las enfermedades y parasitaciones, como las razas “Criollas” y poco a poco los cruzamientos fueron sustituyendo a las razas “Naturalizadas” haciendo que hoy estén estas corriendo riesgo de extinción.

Según la investigadora del CPPSUL (Centro de Pesquisa de Pecuaria dos Campos Sul-Brasileiros), Dra. Clara Silveira Luiz Vaz, cuando el programa de la EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria) comenzó en 1982, no había en Rio Grande del Sul y en Santa Catarina más de 400 cabezas de “Ovejas Criollas” en poco más de 20 propiedades, 5 de las cuales en la Frontera. El número de criadores aumentó en estos 14 años y actualmente hay de 900 a 1000 animales en la Fronteira Sul Gaúcha, y cerca de 4000 en la región Serrana do Estado do Rio Grande do Sul y Planalto Catarinense en el Estado de Santa Catarina (Globo Rural, 1996).

Según los datos de la Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO), Existen por lo menos 23 creadores de Ovinos Criollos registrados en Brasil, con un total aproximado de 2500 cabezas, los rebaños son pequeños o medios, con número de animales inferior a 200 cabezas en: <http://www.arcoovinos.com.br>. Consultado el 03/02/2010).

En el Estado de Santa Catarina, tenemos 7 criadores registrados en la Associação Catarinense de Criadores de Ovinos (ACCO), con un rebaño medio de 80 animales por criador, según Fabrício Almeida Costa, Presidente da Associação (Comunicación Personal).

Para el Médico Veterinario, Volney Silveira Ávila, técnico de ARCO, sumando los ejemplares registrados y los cruzados con otras razas, debemos tener en el Estado de Santa Catarina, alrededor de 3000 cabezas (Comunicación Personal).

Se estima que en la región del Planalto Serrano, del Estado de Santa Catarina, existen cerca de 850 animales puros registrados.

La Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), desde 1982 trabaja para la Conservación de Recursos Genéticos Animales, incluyendo en su programación la creación de un Banco de Germoplasma Animal ( BGA ), evitando de esta forma la desaparición de este precioso recurso genético, que es parte de la historia del descubrimiento del Brasil.

Desde entonces esta conservación pasó a ser realizada por diversos centros de investigación de la EMBRAPA, por Universidades, por Empresas Estatales de Investigación y por Productores Privados, todos bajo la Coordinación Nacional del Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN).

La Conservación incluye las siguientes etapas:

- Identificación de las poblaciones, en avanzado estado de dilución genética;
- Caracterización fenotípica y genotípica del germoplasma;
- Evaluación del potencial productivo.

Esta Conservación está siendo realizada en Núcleos de Conservación, mantenidos en el habitat donde los animales estuvieron sometidos a selección natural (in situ) y de almacenamiento de semen y de embriones (ex situ).

Según la FAO (1992), el Programa de Conservación genética in situ visa la conservación y el mantenimiento de animales vivos, con la máxima cantidad de diversidad genética y con el mínimo incremento de consanguinidad posible por generación. Para ello los criterios son tres: en primer lugar incrementar la población y en especial maximizar el número de reproductores efectivos; en segundo lugar, maximizar la influencia de los animales fundadores, que el máximo número de fundadores (todos idealmente), contribuyan con descendientes a la próxima generación; y por último, minimizar las pérdidas de heterocigosidad, debidas a los distintos factores (consanguinidad, selección, deriva, etc), llevando a cabo para ello un programa de consanguinidad mínima.

Para FAO (1992), el Programa de Conservación Genética ex situ se llevaría a cabo cuando los medios técnicos y los recursos económicos y de infraestructura lo permitieran, realizándose a partir de: almacenamiento criogénico de semen, óvulos y embriones y el almacenamiento de ADN (Ácido Desoxirribonucleico).

Un importante desafío es la concienciación de los diferentes segmentos de la sociedad sobre la importancia de la conservación de los recursos genéticos animales.

Según Mariante y Cavalcante (2006), los objetivos de la conservación de los recursos genéticos animales de Brasil, son los siguientes:

1. Identificar y caracterizar fenotípicamente, núcleos de conservación, estableciendo los centros de “origen”, diversidad y variabilidad genética, para los grupos animales amenazados de extinción.
2. Monitorizar los núcleos de conservación animal, ya existentes.
3. Implantar nuevos núcleos de conservación de razas que por ventura vengan a ser identificadas como amenazadas de extinción.
4. Conservar ex situ el material genético por medio de la crio-preservación del semen y de los embriones.
5. Caracterizar genéticamente las razas contempladas en el programa.
6. Ampliar, entre los diversos segmentos de la sociedad, la concienciación sobre la importancia de la conservación de los recursos genéticos animales.

Los Núcleos de conservación, organizados en forma de Proyectos de Investigación, están difundidos por todo Brasil y los proyectos en su mayoría son desarrollados en Centros de Investigación próximos a los habitats, donde los animales fueron seleccionados al largo de estos últimos siglos. Esta ha sido la solución encontrada, en la tentativa de salvar los pequeños efectivos poblacionales de cada una de estas razas amenazadas de extinción.

La articulación del CENARGEN con estos núcleos de conservación o BGA (Bancos de Germoplasma Animal), se realiza por medio de contactos entre los responsables del germoplasma de productos, con la oficina central en el CENARGEN y los responsables del banco de germoplasma, normalmente los líderes de los Proyectos de Investigación.

En la actual estructura del sistema del centro de administración del Proyecto, existen dos responsables trabajando con animales domésticos en el CENARGEN; uno para animales de grande tamaño (Bovinos, Bufalinos, Equinos y Asnos), y uno para animales de pequeño tamaño (Ovinos, Caprinos y Porcinos).

Los responsables del germoplasma, son investigadores del CENARGEN, con atribuciones de asesoramiento para el investigador principal del Proyecto de Investigación y Desarrollo, en relación al germoplasma considerado relevante para la agricultura y la ganadería nacionales. Actúan en ámbito nacional e internacional en asuntos relativos al enriquecimiento, conocimiento y conservación del germoplasma.

El responsable del germoplasma, tiene las atribuciones de promover, accionar y acompañar las actividades relativas a conservación, multiplicación y/o regeneración de germoplasmas debajo de su responsabilidad.

Los encargados de los BGA, a su vez, tienen la responsabilidad de mantener, multiplicar, regenerar y distribuir el germoplasma.

De una manera general, los núcleos de conservación, están siendo mantenidos en los ecosistemas donde los animales fueron naturalmente seleccionados al largo de los últimos cinco siglos. En un país tan grande como Brasil, con tantas diferencias climáticas, no tendría ningún sentido en conservar los animales en ambientes distintos de aquellos donde se adaptaron.

Actualmente, el Programa de Conservación de los Recursos Genéticos Animales, cuenta con diversas razas "Naturalizadas", de entre ellas, la "Oveja Criolla Lanada Serrana", (Mariante y Cavalcante, 2006).

De acuerdo con el documento elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), en una escala de clasificación de grado de amenaza de extinción a la que una raza está sujeta, los ovinos como la Oveja Criolla Lanada Serrana, están posicionadas entre las categorías 'crítico' o en 'peligro' (Scherf, 1997:503-504).

Aún según la FAO, existen estrategias de manejo para poblaciones que requieren preservación, de acuerdo con el número de hembras reproductoras. La Federación Europea de Zootecnia, estableció que la clasificación "en peligro" se otorgue cuando la cifra sea inferior a 1000 vacas, 500 ovejas o cabras y 200 cerdas. (Rev. Biomed. 2001; 12:119).

Con el objetivo de frenar la desaparición de estas razas, en 1973 se establece a nivel mundial, el “Año de la Promoción, Protección y Conservación de Animales y Plantas”, lo que lleva a celebrar la Reunión Internacional de Roma (1974), en la cual se acuerda iniciar las siguientes acciones:

- Retomar los dispositivos anteriores para evitar nuevas pérdidas genéticas.
- Identificación de razas y tipos.
- Evaluación de características fisiológicas, físicas y de rendimiento de todas las razas.
- Implantación de medidas de conservación de las razas.
- Implantación de programas de mejora, con el objetivo de hacer un uso eficaz de los recursos genéticos.
- Establecimiento de las directrices, en lo que concierne a adecuación de las razas para diferentes niveles de explotación, en diferentes condiciones climáticas y de terrenos, así como la identificación de las razas y tipos que merezcan su estudio.
- Coordinación inter-regional y/o internacional de las actividades, orientadas a la conservación y ordenación de los recursos zoogenéticos.

Sin embargo, las razones de conservación de las razas autóctonas, esta en el espectro de diferencias genéticas dentro de cada raza, o a través de todas las razas dentro de las especies de animales domésticos, proporciona la variación o diversidad de las especies. Esta diversidad se ha desarrollado durante millones de años de evolución, formando y estabilizando cada una de las especies. En las especies domésticas, la mayor parte de la diversidad se forma a partir de las diferencias genéticas entre razas, así que la conservación de las razas, no solamente de las especies, es de crucial importancia (Anónimo, 1993).

Mariante et al. (1999), cita que la decisión final en la elección de las razas e individuos que serán conservados, debe llevar en cuenta cualquier información viable, sobre:

- Características de interés económico;
- Características de adaptación;
- Presencia de genes únicos;
- Importancia de la raza en los sistemas de producción local o regional.

Como la conservación de los recursos genéticos animales es un asunto relativamente reciente, hasta algunos años atrás, raras eran las oportunidades de discutir el tema, en congresos o simposios, y los investigadores que se aventuraban a hacerlo eran tratados como filósofos; se llegaba a decir que las razas consideradas “Naturales”, se deberían conservar en jardines zoológicos (Mariante y Cavalcante, 2006).

Felizmente, esta situación ha cambiado rápidamente y los más importantes eventos en el área animal pasaron a incluir, en su programación, sesiones o simposios específicos sobre el tema.

Finalmente las características de adaptación, rusticidad, resistencia a enfermedades y a los parásitos que gran parte de estas razas presenta, pasaron a ser reconocidas y valoradas por los investigadores que trabajan en el área de mejora animal.

El Prof. Jonas Pereira, de la Universidad Federal de Minas Gerais (UFMG), concluyó un capítulo de su libro sobre mejoramiento animal, reflejando con perfección el sentimiento de los conservacionistas:

*“En una economía altamente competitiva, que exige alta eficiencia de la actividad, es difícil acreditar que la iniciativa particular pueda ser sensible con los argumentos de preservación de las razas nativas en vías de extinción. Comúnmente se asocia a la creación de razas nativas a la pobreza de los productores y al retraso genético de la explotación. En verdad, del punto de vista estrictamente económico, es insustentable la defensa de la creación de razas nativas frente a limitada potencialidad genética de estos germoplasmas, cuando comparados con los mejorados y más rentables. Por lo tanto, la preservación de estos agrupamientos genéticos, tienen su lado histórico, que es la ‘Memoria Genética’ de los animales que ayudaran a colonizar nuestro país. De forma más intensa o no, aún hay vestigios genéticos de todas estas razas, a través de sus mestizos. Hay que reconocer que si estas razas fueron capaces de superar, tras decenas de generaciones de selección natural, las adversidades del medio ambiente, es porque agregan genótipos compatibles con las condiciones más diversas de explotación. Otro aspecto que merece consideración, respecto a la propia dinámica de los procesos de selección artificial, que se tornan estos germoplasmas nativos auténticas reservas génicas, especialmente cuando la selección provoca agotamiento de la variación genética adictiva y no hay respuesta a los programas de mejoramiento genético. El estupendo desarrollo de la biología molecular y las posibilidades futuras de esta biotecnología en la inserción de genes de razas nativas en las especializadas, las modificaciones*

*para mejorar su desempeño en ambientes más hostiles a los germoplasmas exóticos, por ello, ya justifica su conservación (Pereira, 1996:392)."*

### III. 6. OVEJA CRIOLLA

Traída de la Península Ibérica por los colonizadores, la "Oveja Criolla", se encuentra no sólo en el sur de Brasil, sino en casi todos los países sur-americanos, del Perú hasta Uruguay, lo que demuestra tener el mismo origen, tras la colonización de América.

Desde hace cuatro siglos esta población de ovinos sobrevive a las adversidades climáticas y nutricionales aquí encontradas, siendo sometidas a un proceso de selección natural por rusticidad. Por lo tanto, este patrimonio genético se encuentra seriamente amenazado de extinción, como consecuencia de la substitución de esta por otras razas más productivas en lana, carne y piel, o por los cruzamientos indiscriminados con animales de razas exóticas (Vaz, 2000).

La Oveja Criolla es considerada una raza "Local", con características propias, dispersa en toda la América Latina y Caribe. El rebaño original también sufrió influencia ambiental, resultando rebaños de animales con características semejantes que se conservaron limitados por el topografía o por la acción humana (Vaz, 2000).

En Brasil han sido identificadas cuatro variedades de ovejas criollas en diferentes regiones, siendo la "Frontera" criada en la mitad sur del estado de Rio Grande do Sul, la "Serrana" o "Criolla Negra", en el nordeste del estado de Rio Grande do Sul y en el Planalto Catarinense, la "Criolla Zebua" o "Oveja de Presépio" criada en el sur del estado de Paraná y la "Criolla Común" o "Oveja Ordinaria", encontrada en el sur del Estado de Paraná, en los Estados de São Paulo, de Minas Gerais, de Mato Grosso do Sul, y en el Estado de Goiás hasta el de Acre (Vaz et al., 1999).

Las diferentes variedades tienen en común la cara y las extremidades descubiertas, el vellón está formado por mechones de aspecto cónico, que se abren en la línea dorsal, cayendo lateralmente al cuerpo como una capa.

Son animales dóciles y de comportamiento gregario (viven en bandos), rústicos y sobresalen sobre las otras razas en cuanto a la resistencia a los endoparasitos (Borba et al., 1997; Bricarello et al., 1999).



Una característica bastante importante es el alto número de corderos destetados, tanto en condiciones adversas como cuando son amamantados con leche artificial (Vaz et al., 1999).

### III.6.1. OVEJA CRIOLLA LANADA SERRANA O CRIOLLA NEGRA

Así denominada para hacer diferencia de la variedad Frontera. Fue observada al norte del estado de Rio Grande del Sul y Planalto Catarinense con origen probable en las estancias Jesuíticas llamadas de Vacaria de los Pinhais.

Los ovinos criollos presentan ventajas como la mayor precocidad, fertilidad y resistencia a los endo y ectoparásitos. La Oveja Criolla Lanada Serrana, criada en el Planalto Serrano Catarinense, es descendiente del cruzamiento desordenado entre los animales que quedaron de las misiones jesuíticas, cuya origen está en la raza Portuguesa Bordaleira y en las razas Españolas Churra y Lacha, con otras razas importadas como Romney March y Corriedale (Henkes et al., 1993; Costa, 1922; Primo, 2000).

Explotada intensiva o semi intensivamente por un número mayor de pequeños criadores siempre asociado con la plantación o en locales poco adecuados para el mantenimiento de ovejas, explotación clasificada como de régimen de la economía familiar.

Al rebaño normalmente se suplementa y presenta dos épocas de parición; en el verano (enero) y en el invierno (julio).

La tendencia es el fortalecimiento de la variedad, con aumento de lo número de criadores y de animales.

Son ovinos de porte medio, vellon de coloración oscura (negra) presentan extensión de la mecha variable de 20 a 36 cm, orejas de tamaño mediano insertadas horizontalmente. Las mucosas son pigmentadas, las crías recién nacidas presentan la lana negra, algunos muestran una mancha blanca en la nuca y en la punta de la cola.

El primer vellon es siempre negro, cambiando para el color grisáceo con la edad.

Esta variedad es criada para consumo domestico de la carne, manta y lana o para comercio de los productos finales. La manta negra tiene gran demanda nacional. La

lana presenta un precio diferenciado para atender las demandas de la región turística de la Serra Catarinense, es procesada de forma artesanal y comercializada o elaborada en artículos típicos como vestuario en lana pura o en forma de tejidos (bichará o cochonilho).

Volmar Pelizzaro, ganadero de la raza criolla desde 1978, y actualmente preside el núcleo de criadores de ovinos de la ciudad de Curitibanos, Estado de Santa Catarina. Respecto a las características de la oveja criolla lanada serrana, Volmar destaca que la raza está muy bien adaptada a Serra Catarinense, es muy resistente a los parásitos, es prolifera, produce hasta 100% de corderos destetados al año, es de pequeño tamaño comparada con otras razas, no es exigente en la calidad de los pastizales, buena madre, difícilmente abandona sus corderos y puede ser cruzada con otras razas. Aún, otro ganadero de la ciudad de Lages, Estado de Santa Catarina, Benjamin Küse de Faria, afirma que “el bicho es pequeño pero el asunto es grande”, referindóse al ganado ovino en general (EPAGRI, 2007).

Fabrício de Almeida Costa es criador de la raza criolla lanada serrana desde hace cinco años y la opción por la raza fue por gusto personal y para mantener la tradición, y también por algunas características muy importantes de la raza, “como la rusticidad, la facilidad de adaptación a región, por poder ser creada a pasto, es muy resistente a los parásitos, tiene baja mortalidad de corderos (sólo 4%), es una raza mixta, produce carne muy sabrosa y lana de calidad, lo que agrega valor al precio final de la artesanía, las hembras producen corderos todo el año, con mucha habilidad materna”. Normalmente para la producción de corderos, las hembras criollas son cubiertas dos veces por año, en diciembre a enero y en septiembre a octubre. Las estaciones de monta son organizadas para que los carneros permanezcan con las hembras, 60 días por año, con esto se alcanza una cría cada 8 meses, lo que lleva a 3 corderos por hembra cada 2 años (EPAGRI, 2007).

Su lana, naturalmente coloreada, varía del blanco al negro, pasando por numerosas tonalidades de gris y beis, siendo muy utilizada en la industria artesana, aunque sea considerada de calidad inferior cuando se compara con la lana de las razas especializadas, es utilizada en la confección de artículos que exijan fibras gruesas y poco elásticas.

Su piel se usa como manta (pelego) y su carne es bastante apreciada por ser muy blanda. Creo que la reducción del efectivo de la población, fue en razón de su

substitución por razas especializadas en la producción de carne y lana, mediante el cruzamiento indiscriminado con otras razas.

### III.6.1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA OVEJA CRIOLLA LANADA SERRANA

OBSERVACIÓN	CRIOLLA LANADA SERRANA
Peso del vellon sucio (Kg)	2,00
Extensión de la mecha (cm)	36,0
Color del vellon	Negro o obscuro
Suavidad de la lana	Moderada
Porte	Medio
Área para producción (ha)	≤ 100
Sistema de Creador	Intensivo o semi
Finalidad de creación	Carne, piel y lana
Temperatura (° C)	20
Altitud media (m)	500 - 1000
Latitud Sur (°)	27 - 30
Longitud Oeste (°)	50 - 52

Valores Medios según (Vaz, 2000)

Estimativa de razas ovinas criadas en el Estado de Santa Catarina y su respectiva aptitud:

Raza	Índice Relativo	Aptitud
Ille de France	35%	60 % carne, 40 % lana
Texel	30%	70 % carne, 30 % lana
Hampshire Down	15%	90 % carne, 10 % lana
Criolla	8%	50 % carne, 50 % piel y lana
Santa Inês	7%	90 % carne, 10 % piel
Sufolk	4%	90 % carne, 10 % lana
Romney Marsh	1%	60 % carne, 40 % lana

Adaptada de (EPAGRI, 2007).

A continuación se reflejan, la Morfología y Aptitud de la Oveja Criolla Lanada Serrana, conforme el documento de número 22 (2000) del Ministério de Agricultura y Abastecimiento - Governo Federal (EMBRAPA) - Brasil, y de la página Web de la Associação Brasileira de Criadores de Ovinos - ARCO ([www.arcoovinos.com.br](http://www.arcoovinos.com.br)), que describe los patrones raciales de la Oveja Criolla Lanada en general y de la variedad Serrana.

### III.6.1.2. APTITUD

La Oveja Criolla Lanada posee aptitud mixta (carne, piel y lana), siendo la piel y la lana naturalmente coloreadas y utilizadas para la artesanía, el uso de la lana criolla en la tapicería industrial es limitado debido a la resistencia de las fibras que pueden comprometer la integridad de las maquinas.

Según (Martins et al., 1997) por ser naturalmente coloreada la lana pura posee el precio agregado en determinadas regiones ya que no necesita de costos de mano de obra y colorantes para teñirla, siendo el rendimiento medio de la lana lavada de 68,5% (Vaz et al., 1999).

Los animales de la raza Criolla Lanada poseen la carne magra, muy blanda y sabor diferenciados, muy apreciada. La carne es utilizada en el consumo domestico por 94,74% de los criadores, mientras algunos (38,89%) la dedican también a la comercialización (Vaz et al., 1999).

El rendimiento de la canal ya fría, a los siete meses de edad de los animales creados en el campo natural, alcanza una variación de entre el 42,06% (Osório et al., 1997) al 40,69% (Loguercio, 1998).

Cuando los corderos de raza Criolla fueron estabulados y evaluados en situación de parasitosis se obtuvo un rendimiento de la canal ya fría de 40,4%, siendo solo en 2,09% inferiores a los animales de la raza Corriedale, que es la raza especializada en la producción de carne y lana (Vaz et al., 1999). Pero cuando la evaluación ocurre en ambiente de campo natural, los corderos Criollos fueron más eficientes en la conversión alimentaria, con una superioridad de 2,4% sobre el rendimiento de la canal de la raza Corriedale.

La piel es de calidad industrial superior en lo que se refiere a la resistencia y suavidad. Por la gran variedad de colores naturales y acentuadas extensiones de las mechas, los cueros para montura presentan una demanda muy grande, los criadores (57,14%), los venden in natura o zurrado por un precio muy bueno y competitivo.

### III.6.1.3. ASPECTO GENERAL

Las diferentes variedades presentan tronco sin revestimiento adiposo, las extremidades corporales libres de lana y vellon primitivo, el vellon esta formado por dos variedades de fibras.

Las fibras son externamente largas, gruesas, secas, lisas o ligeramente onduladas y ásperas. Internamente las fibras son cortas, blandas, con muchas ondulaciones irregulares, enmarañadas en la base de las primeras y son denominadas lanillas. Ambas forman una mecha con aspecto de cono que termina en punta, que se denomina “lana de punta.”

El vellon se abre en la región dorso-lumbar cayendo lateralmente como una capa, la lana del vientre es escasa (Vaz, 2000).

### III.6.1.4 CABEZA

Tamaño proporcional al cuerpo, el perfil es recto o semi-convexo, siendo más acentuado en los machos. La mucosa generalmente pigmentada o intermediaria, siendo rara la despigmentación. En los machos con frecuencia se observa un acumulo de grasa en la nuca.

Las orejas son de tamaño mediano, con inserción horizontal y ligera inclinación en la variedad Serrana, los Ovinos Criollos pueden ser aspados, las hembras normalmente no poseen cuernos, o son de tamaño discreto en relación a los machos.

Los cuernos pueden ser pigmentados y presentar la superficie rugosa o lisa, en la sección el cuerno puede ser cilíndrico o triangular. Los animales aspados pueden presentar un par de cuernos que se abren lateralmente a la cara.

En todas las variedades fueron encontrados carneros mochos. Los animales mochos tienden a presentar topete. Presentan ojos vivos, pudiendo el párpado superior estar partido, el pelaje que cubre la cara presentan diversas tonalidades brillantes, siendo siempre oscuro en la variedad Serrana (Vaz, 2000).

#### **III.6.1.5. CUELLO**

Es delgado, de tamaño proporcional al cuerpo, mantiene la cabeza elevada en relación a la línea del lomo (Vaz, 2000).

#### **III. 6.1.6. TRONCO**

El pecho es estrecho en relación al tren posterior al igual que en las variedades Frontera, y común.

La línea dorso-lumbar es recta, con ligera inclinación en dirección a las cruces, destacando estas.

La variedad Serrana puede presentar el vientre cubierto de vello (Vaz, 2000).

#### **III.6.1.7. ANCA**

Es corta, con poca inclinación y generalmente angulosa (Vaz, 2000).

#### **III.6.1.8. COLA**

Es delgada, permitiendo la palpación de las vertebrae en cualquier condicione corporal (Vaz, 2000).

### **III. 6.1.9. ESCROTO**

Es de tamaño discreto en la variedad Frontera y desenvuelto en las otras variedades (Vaz, 2000).

### **III. 6.1.10. MAMAS**

Son desenvueltas, en las ovejas de la variedad Serrana, no es raro presentar pezones supranumerarios (Vaz, 2000).

### **III. 6.1.11. MIEMBROS**

Bien aplomados, delgados, muy fuertes, y pezuñas generalmente oscuras. En la Serrana la cobertura de lana de la región del tarso está por encima de ella, mientras que por debajo presenta pelo corto.

### **III. 6.1.12. LANA**

Está formado por mechass de poca densidad, al tacto es moderadamente suave en la variedad Serrana. El peso del vellon sucio varia de 1,2 a 2,5 kg, el color puede variar de negro a blanco, incluyendo tonalidades intermediarias como amarillo, gris, marron, ocre y grisáceo, es decir que varia hacia el blanco según aumenta la edad.

Independiente del color, en la variedad Serrana puede presentarse manchado, con cintas diferentes en la mecha, pudiendo ser negra, gris, gris mesclado, castaño o marron.

Los corderos generalmente presentan la lana ensortijada y pelo largo, lo que debe desaparecer después de la primer esquila, cuando la color de la lana de estos también puede cambiar (Vaz, 2000).

### III. 6.1.13. DEFECTOS

Las malformaciones mandibulares como agnathia, prognathia, el perfil ultra convexo, exoftalmia, defectos genitales como criptorquidia, hipoplasia, monorquidia. Anca muy inclinada, cola muy ancha, exceso de cobertura de la lana en la cara y en los miembros delanteros, acentuada falta de uniformidad, y falta de espesura de la lana entre las diferentes regiones del vellon (Vaz, 2000).

La Oveja Criolla Lanada esta considerada una raza rara debido las características primitivas que presenta. Aunque guarde uniformidad en la morfología general, cada variedad presenta características especiales.

Pero como los trabajos de mejoramiento son desconocidos y el efecto del ambiente contribuye para moldear el animal, bajo de determinadas condiciones, hace estas variaciones sean permitidas hasta la caracterización genética y la evaluación productiva de las variedades no estudiadas.

Pero este trabajo servira como base para otras personas, profesionales, técnicos o creadores, ya que otros ovinos naturalmente coloridos, cita es de raza Karakul y sus cruzamientos, en que son fácilmente confundidos con las Ovejas Criollas Lanada Serrana.

Los animales de la raza Criolla Lanada Serrana son de temperamento muy activo, con acentuado comportamiento gregario y aguzado instinto de defensa, pero muy fáciles de manejar (Fernández, 2000).

En consecuencia de la rusticidad, ocurre la resistencia a los parásitos internos (Borba et al., 1997; Bricarello et al., 1999) y externos (Prates et al., 1999).

También presentan la pubertad precoz, longevidad y acentuada proliferación (Fernández, 2000) y grande número de corderos destetados (Vaz et al., 1999) debido al gran vigor de estos (Rota et al., 2002) y a muy buena habilidad materna (Vaz et al., 2002).

Aunque poseen gran importancia social en las comunidades en que otros animales de la especie no sobreviven, contribuyendo para la manutención del hombre en el campo, pues se adaptan a las diferentes condiciones del clima, suelo y vegetación, teniendo destacada opción del desarrollo rural (Vaz, 2000).



### III.7. REGIÓN PLANALTO CATARINENSE

Según Martins et al., (2009), las explotaciones están localizadas en el Planalto Sur Catarinense, en la porción central de la provincia de Santa Catarina, situándose entre los paralelos 26° 10' y 28° 40' de latitud sur y los meridianos 49° 10' y 51° 50' de longitud oeste. Las altitudes oscilan entre 700 y 1800 metros arriba del nivel del mar, con gradiente altitudinal declinando en sentido este-oeste (Gomes et al., 1990).

El clima, según la clasificación de Köppen es del tipo Cfb (Templado, húmedo sin estiaje), lluvioso, caracterizado por inviernos fríos, con gran incidencia de escarchas y veranos blandos.

La temperatura media anual es de 15,7°C, en los meses más fríos la temperatura media es de 6,6°C, con ocurrencia de temperaturas inferiores a 0°C

La humedad relativa media oscila entre 78 y 80% y la precipitación pluviométrica media anual está en torno de 1300 a 1500 mm (Córdova et al., 2004).

En esta región ocurre la formación de redes hidrográficas importantes, con excelente protección ambiental como la de los ríos Canoas y Pelotas, que al confluír forman la cuenca del río Uruguay; en la región también están identificados muchos puntos de abastecimiento del Acuífero Guarani (Martins et al., 2009).

De acuerdo con EPAGRI (2003), esta región del estado de Santa Catarina esta subdividida en zonas agroecológicas distintas y debido a las características combinadas del clima, suelo, relieves, precipitaciones pluviométricas, localización etc, predominantes en la región, la ganadería se presenta como la principal actividad económica desde los tiempos de su colonización (Córdova et al., 2004).

Martins et al., (2009), cita que en las áreas donde se encuentran los campos naturales, los suelos son en su mayoría clasificados como Cambisuelos (tipo de suelo con menor profundidad de 0,5 a 1,5 metros, aunque en proceso de desarrollo y con elevada cantidad de materia orgánica - suelo húmico, pudiendo o no presentar piedras en su superficie); Latosuelos (necesariamente suelos con textura arcillosa o muy arcillosa) y Neosuelos Litólicos (son originados de diferentes materiales, presentan como principales limitaciones muchas rocas, muchas piedras y relieve muy acentuado, son áreas con restricciones a la ocupación). Por causa de las bajas

temperaturas, estos suelos presentan elevada cantidad de materia orgánica, una vez que las temperaturas no permiten la mineralización completa de la materia orgánica, siendo común la presencia de humus.

También se caracterizan por la alta proporción de arcilla, elevado poder tampón y acidez elevada, con bajas cantidades de fosforo y niveles tóxicos de aluminio cambiante (Gomes et al., 1990). Los Cambisuelos representan la principal clase de suelos del Planalto Sur de Santa Catarina y ocupan aproximadamente 46% del área total.

### III.8. VEGETACIÓN Y TIPOS DE CAMPOS DEL PLANALTO CATARINENSE

La región del Planalto Sur Catarinense, es formada por la floresta de Araucarias, intercalándose con las matas, que representan una adaptación de la Mata Atlántica al clima subtropical más templado (Cfb), encontrándose los campos limpios del Planalto Meridional Brasileño (Mariante y Cavalcante, 2006).

Debido a las características climáticas de la región, que presenta inviernos rigurosos, con gran incidencia de escarchas, el principal recurso forrajero son las pastizales naturales o campos nativos, que presentan buena producción durante los periodos de la primavera y verano, pero en el otoño e invierno la producción de forraje es escasa o no existe (Martins et al., 2009).

De manera general los campos del Planalto Sur Catarinense fueron definidos como “Campos del Brasil Central”, donde predominan las especies forrajeras más groseras, siendo encontrados principalmente los géneros *Aristida*, *Andropogon*, *Schizachyrium*, *Elyonuros* y *Trachypogon* (Córdova et al., 2004).

En el estudio realizado por Gomes et al., (1990), basado en estudios fisionómicos, el Planalto Sur Catarinense fue clasificado según sus diferentes “Tipos de Campo” de la siguiente manera:

- Campo Paja Grossa: campo limpio, con predominio de *Antropogon lateralis* (Capim Caninha), relieve de ondulado suave hasta ondulado, suelo de origen sedimentar.

- Campo Paja Fina: predominio de *Schizachyrium tenerum* (Capim Mimoso), con presencia de *Schizachyrium* spp., *Aristida* spp. (Barba de Bode), *Stipa* (Capim Flechilla), *Axonopus siccus*, *Axonopus affinis* (Grama Tapete) y *Paspalum notatum* (Grama Forquilla). El campo es limpio, con relieve ondulado suave hasta ondulado, suelos oriundos de rocas intermediarias y rocas basálticas, rasos y con afloramiento de rocas.
- Campo Mixto de *Andropogon lateralis* y *Schizachyrium tenerum*: campo limpio, formado por dos estratos de vegetación, con *A. lateralis*, *Sorghastrum* spp. (Macega Mansa) y *Baccharis trimera* (Carqueja) en el estrato superior y *S. tenerum*, *Paspalum pumilum* (Grama Baja), *P. notatum*, *Piptochaetium montevidensis* (Capim Cabelo de Porco) y *Adesmia punctata* (Babosinha), en el estrato inferior. El relieve es ondulado hasta fuerte ondulado con afloramiento de rocas.
- Campo Mixto de *Andropogon lateralis* y *Paspalum pumilum*: campo limpio, caracterizado por dos estratos de vegetación, presentando predominio de *A. lateralis* en el estrato superior y *P. pumilum* en el estrato inferior. El relieve es ondulado, suelo raso, con afloramiento de rocas.
- Campo Paja Fina con Tendencia al Gramado: campos con *S. tenerum* seguidos por *Paspalum notatum* (Grama Forquilla), con gran ocurrencia de *Baccharis trimera* (Carqueja), *Baccharis* spp. (Vassouras) y capotes de *Myrcia bombycina* (Guamirim del Campo). Por ser muy semejante con el relieve, especie común y proximidad con las áreas de Campo de Paja Fina, es probable que el tipo de campo estuviera en diferente grado debido la mayor intensidad de la actividad agropecuaria de la región, con muchos campos alterados, con predominio de *P. notatum*. Los suelos son oriundos de rocas intermediarias, sin ocurrencia de capotes de *Myrcia bombycina*. El relieve es ondulado y los suelos son oriundos de rocas basálticas.
- Campo de *Paspalum notatum* y *Aristida* spp. : área intensamente cultivada, con suelo y topografía favorables y propias para pastoreo, presentando campos bajos, con predominio de *P. notatum* y machotes de *Aristida* spp. Los suelos son profundos, de origen basáltico, con relieve ondulado.
- Campo Sucio: con predominio de *Baccharis* spp. (Carqueja) y con *P. notatum*. Área de vegetación original probablemente de la mata eliminada para el cultivo de subsistencia, seguido de la utilización de vegetación secundaria como pastaje. El

relieve es ondulado hasta fuertemente ondulado, los suelos son profundos y de origen basáltica.

- Campo Paja Fina con Mata: campo de *S. tenerum*, con áreas de topografía accidentada y Floresta de Araucaria. Campo sucio con las especies *Sorghastrum* spp., *P. pumilum*, *P. notatum*, *A. affinis* (Grama Tapete), *P. montevidenses*, *Trifolium riograndensis* (Trevo Serrano o Riograndense), babosinhas, carquejas, vassouras y cravo-del-campo.

Según Córdova et al., (2004), la gran región Serrana de Santa Catarina, considerándose los campos de Lages y los campos de Curitibanos, estando compuesta por 1.238.245 ha; con áreas cubiertas por el campo nativo hasta 1970, mientras que en el último censo agropecuario de 1995, esta área sufrió una reducción a 900.590 ha.

Según datos del Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 1997), según Córdova et al., (2004), en el año de 1995, los campos naturales cubrían 51,8% de la área de esta región, pero Ritter y Sorrenson (1985), relataron que en el inicio de la década de 80, los campos representaban 64% de el área del Planalto Sur Catarinense. Resultando que esta gran reducción de las áreas cubiertas con campo nativo en gran parte se debe a la intensa sustitución de las áreas antes utilizadas para ganadería, por otras actividades y principalmente por el monocultivo de florestas exóticas como el *Pinnus* spp.

El conjunto formado por la vegetación de campos y florestas naturales en un relieve ondulado, expresa un paisaje de rara belleza, que en el pasado inspiró al nombre de la comunidad general de “Coxilha Rica”.

Según Martins et al., (2009), la explotación pecuaria en la región ocurre desde el inicio de la ocupación territorial, estos recursos ambientales naturales aún existen debido la cultura tradicionalista y conservacionista de los habitantes de la región, que hace siglos cultivan la ganadería.

Las condiciones climáticas extremas, durante los inviernos rigurosos de la región del Planalto Catarinense, las sucesivas escarchas y nevadas, la escasez de los alimentos y los ataques de los predadores (León Baio), termino por imponerse un gran desafío por la supervivencia de los animales en la región, bovinos y ovinos. Junto con las condiciones adversas, el propio abandono de animales en grandes extensiones territoriales de tiempos pasados, contribuyó a la formación de un grupo genético

adaptado a las condiciones ambientales de las regiones, hoy reconocidos oficialmente como raza ovina Criolla Lanada Serrana.

En lo siglo pasado, estos animales fueron cruzados con animales de razas europeas y los buenos resultados obtenidos terminaron por incentivar las importaciones de reproductores de razas especializadas, causando una reducción drástica de los ovinos Criollos (Mariante y Cavalcante, 2006).

Según Martins et al., (2009), la análisis de la creciente sustitución de áreas de campo nativo por otras actividades, principalmente el cultivo de bosques exóticos, determina una gran preocupación con relación a la preservación de este importante patrimonio genético de valor socio-económico y productivo y que aún poco se conoce. La biodiversidad de las especies existentes en el campo nativo es inestimable.

De acuerdo con Mariante y Cavalcante (2006), en los campos naturales del subtrópico brasileño, se estima que existen aproximadamente 800 especies de gramíneas y más de 200 especies de leguminosas, sin contar con otras especies que pertenecen a otras familias.

Con la expansión de la ganadería en otras regiones del Estado, los campos nativos de lo Planalto Catarinense, aún representan la principal alternativa para la ganadería del Estado y el más importante recurso forrajero que se tiene (Córdova et al., 2004).

Para Vicenzi (1987), el desarrollo de la ganadería en régimen de campo nativo aún es la alternativa más interesante para la producción animal en Brasil, porque necesita menos tecnología, además es una forma de protección a este patrimonio nacional, cuya riqueza aún no fue suficientemente evaluada.

### III. 9. CARACTERIZACIÓN GENÉTICA

Las características que las razas “Naturalizadas”, desarrollaran a partir de la selección natural a que estuvieron sometidas en los últimos cuatro o cinco siglos, les permitieron una buena adaptación a los ambientes tropicales. Se acepta por lo tanto,

la premisa de que estas razas mantienen un conjunto génico que les permitió sobrevivir en determinadas regiones tropicales.

El estudio profundo de las razas “Naturalizadas”, mediante la caracterización genética de sus poblaciones podrá auxiliar en el desarrollo y acompañamiento racional de futuros programas de mejora animal, bien como en la preservación y conservación de este importante germoplasma.

Los logros en la eficiencia económica, los cuales pueden ser resultado de la utilización de este material genético, pueden superar los costes de conservación de estas razas/poblaciones.

Durante mucho tiempo en Brasil, la caracterización de las diferentes razas de animales domésticos existentes, se basaron casi que exclusivamente, en características morfológicas y productivas, estando estas influenciadas por el medio ambiente y siendo insuficientes para distinguir razas puras.

Lo que se refiere a caracterización genética, hasta el momento la mayoría de los trabajos han sido hechos con animales de razas comerciales. Los escasos trabajos desarrollados con las razas “Naturalizadas”, incluyen fundamentalmente estudios citogenéticos, agrupamientos sanguíneos y polimorfismo proteico.

Se sabe que algunas razas “Naturalizadas”, reciben denominaciones diferentes y habitan regiones distintas, sin embargo presentan fenotipos semejantes, lo que genera dudas con relación a sus identidades como un grupo racial o un tipo nativo distinto.

Estas poblaciones pueden ser o no genéticamente similares, incluso que pertenezcan a la misma raza; por el aislamiento geográfico y su adaptación a los nichos ecológicos diferentes, podrán tener acumulado diferentes alelos, debido a derivación genética.

Este es el objetivo de la caracterización genética, permitir la identificación de agrupamientos genéticos únicos, que por mucho tiempo, permanecieron aislados en su medio ambiente.

Según Mariante y Cavalcante (2000), como la obtención de una descripción completa de las diferencias entre dos razas/o poblaciones es inviable. El primero paso a tomar en la caracterización genética de las razas “Naturalizadas”, es estimar la unidad genética de estas poblaciones.

La mensuración de la distancia genética entre las poblaciones es uno de los criterios que pueden ser utilizados con esta finalidad, siendo considerada una descripción objetiva y viable para la diferenciación de las poblaciones.

La determinación del grado de similaridad o de disimilaridad genética entre las poblaciones puede auxiliar en las decisiones cuanto a las poblaciones que serán conservadas, especialmente cuando los recursos financieros son escasos, evitando así la duplicación de esfuerzos en el mantenimiento de razas que pueden esencialmente, ser las mismas.

El principal objetivo que se persigue en un programa de conservación de animales vivos “in situ” es el Mantenimiento de la máxima cantidad de Diversidad Genética con el Mínimo incremento posible de Consanguinidad por Generación. Para ello una de las primeras etapas de un programa de conservación de razas, consiste en la evaluación de su variabilidad genética y la distribución de ésta entre sus poblaciones, así como la posible detección de alelos raros que nos indiquen la presencia de variantes genéticas únicas (González-Candelas y Montolio, 2000).

Según Dekkers (2004), la incorporación en los programas de mejora de la información que proporcionan los avances en genómica comienza a ser una realidad en especies de animales de renta como el porcino, el ovino y el bovino, tanto de carne como lechero, y se lleva a cabo mediante herramientas de genética cuantitativa, lo que se denomina de una forma genérica selección asistida por marcadores (MAS: Marker Assisted Selection).

La MAS puede ser aplicada para aumentar la velocidad del progreso genético en programas de selección dentro de poblaciones, o para explotar la variabilidad genética entre poblaciones en programas de cruzamiento o de introgresión genética (introducir en una población, genes de otra diferente).

Los programas tradicionales de selección se basan en la utilización de medidas fenotípicas, registradas en el propio candidato a selección, o en parentes suyos, con las que se predice su mérito genético para una o varias características. En la medida que exista la posibilidad de registrar con un coste bajo fenotipos en el propio candidato a selección, que estos fenotipos puedan ser obtenidos pronto en la vida del animal y constituyan un buen reflejo de su mérito genético, entenderemos que la utilización de información adicional, como son los marcadores genéticos, tendrá un escaso impacto en el progreso genético. Por el contrario, cuando los caracteres de

interés manifiesten heredabilidades bajas, sean el resultado de acciones génicas no aditivas o de interacciones epistáticas, se registren tarde en la vida del animal o después de su sacrificio (caracteres de canal y calidad de carne), sean costosos de medir o sólo se puedan medir en uno de los dos sexos (caracteres lecheros), la posibilidad de utilizar marcadores de ADN puede representar una alternativa de gran interés para aumentar el progreso genético por unidad de tiempo (Lande y Thompson, 1990).

### III.9.1. Utilización de la Información Molecular para el Control de Paternidad y utilización de microsatélites.

Aunque hasta ahora los controles de paternidad se han llevado a cabo mediante el análisis de un conjunto de marcadores específicamente seleccionados para esta tarea, es posible que en un próximo futuro la disponibilidad de los abundantes marcadores sean también utilizados para garantizar la veracidad de las genealogías reduciendo enormemente los costes. La información genealógica es, junto con los fenotipos, las piezas requeridas para una eficiente evaluación genética. En muchos programas de mejora la principal fuente de información para conocer el mérito genético de un semental es la proporcionada por sus hijos/as, de tal forma que una incorrecta paternidad introducirá errores en la estimación de dichos méritos genéticos (Dekkers, 2004).

Teniendo en cuenta el carácter acumulativo y permanente de la acción de la mejora genética, el coste de genotipado para reducir los errores de paternidad resultan económicamente muy rentables (Weller, 1994).

No que se refiere a las estrategias del control de rendimiento y registro de información con el desarrollo de la genómica, el mayor impacto que se está produciendo es lo cambio de propietario de la información disponible para tomar decisiones de selección de reproductores. Un ejemplo simple de lo que queremos decir lo constituyen dos enfermedades hereditarias en ganado bovino lechero: La primera es la deficiencia de adhesión leucocitaria (BLAD: Bovine Leukocyte Adhesion Deficiency) (Shuster et al., 1992) que apareció hace algo más de una década, cuyos resultados se hicieron públicos e inmediatamente se pudo disponer por multitud de laboratorios, tanto públicos como privados, de un método molecular de diagnóstico. El segundo caso es el complejo de malformación vertebral (CVM: Complex Vertebral



Malformation) (Thomsen et al., 2006) patología descubierta hace unos 8 años y de la que la información sobre el gen responsable se mantuvo confidencial para explotar las pruebas correspondientes de ADN. Si hasta ahora ha existido disponibilidad de pruebas de ADN para defectos genéticos, de tal manera que se han creado bases de datos públicas, normalmente gestionadas por las asociaciones de ganaderos, es muy probable que no siga siendo así en el futuro, y que una empresa privada o incluso un laboratorio de un centro público se guarde esta información o no la proporcione a otros posibles competidores (Dekkers, 2004).

La creación de bancos de ADN, incluso el genotipado de las muestras de animales de interés, es eficiente y desde un punto de vista económico, asequible. La rentabilidad de estos análisis se verá incrementada con el número de caracteres registrados. En la actualidad en vacuno lechero, por ejemplo, los fenotipos de producción están prácticamente limitados a cantidad y calidad de leche y células somáticas, existiendo registros incompletos o poco precisos sobre caracteres de fertilidad, eficiencia en la transformación de alimentos, incidencia de patologías, etc. Es urgente la necesidad de estandarizar los métodos de diagnóstico y de tratamiento para establecer bases de datos con información sobre determinadas patologías, inseminaciones, tratamientos veterinarios y otros manejos rutinarios, de tal manera que la información pueda ser fácilmente centralizada.

Cada vez parece más improbable que los tradicionales agentes implicados en la mejora genética, asociaciones de criadores y centros nacionales o regionales de evaluación genética, vayan a tener en el futuro acceso a los resultados de los estudios de genética molecular, pero incluso aunque tuvieron acceso, sería difícil para ellos utilizarla. Es posible que sigan jugando un papel similar al que actualmente tienen, proporcionar estimaciones del mérito genético para los fenotipos de interés basadas en el modelo infinitesimal, de tal forma que, para aumentar la eficiencia de sus programas de mejora, las empresas privadas combinarán esta información con la información molecular que tengan disponible. Posteriormente los clientes utilizarán los reproductores de estas empresas, en función, por un lado del porcentaje que sitúen entre los mejores en una clasificación internacional, y por otro del coste de adquisición de estos reproductores. Se crearán así posibilidades para empresas que obtengan información de genes que estén implicados en la calidad del producto final o en aspectos tecnológicos relacionados con la eficiencia de su procesado. La posibilidad adicional para algunas asociaciones de ganaderos, de registrar fenotipos en determinadas condiciones ambientales, como

puede ser el caso de los sistemas de producción en las áreas tropicales, pueden añadir un valor a esa información que resulte de gran interés para las empresas de genética molecular, de tal manera que la utilización conjunta de fenotipos y genes, genere un beneficio para ambos sectores (Dekkers, 2004).

Sin embargo, cuando los registros genealógicos de asociaciones de creadores de razas y centros regionales o nacionales de evaluación genética no son fiables o simplemente no existen, se deberían buscar otras estrategias, que nos permitieran prevenir ese riesgo de pérdidas. En la actualidad, muchos de estos estudios sobre conservación de razas se basan en los análisis genéticos, los marcadores de ADN, y en especial los microsatélites, están rápidamente reemplazando o complementando a otros marcadores o metodologías genéticas en las aplicaciones evolutivas y la conservación de las especies. Dado su elevado nivel de polimorfismo, resultan útiles para definir un único genotipo multi locus, de particular interés en estudios donde se requiera una escala muy fina de resolución y en los cuáles otros tipos de marcadores podrían presentar algunas limitaciones, siendo especialmente estos estudios los referidos a: análisis de paternidades, parentescos, asignación de individuos a raza, planificación de apareamientos y otros aspectos de índole reproductiva (Jones et al., 1986).

Para efectuar estos estudios, ha sido de gran importancia el desarrollo de la técnica de la reacción en cadena de polimerasa (PCR) por Mullis et al. (1986), la cuál es una reacción enzimática catalizada por una ADN polimerasa, que permite la amplificación o reproducción «in vitro» de grandes cantidades de una región particular del ADN, a partir de una pequeña cantidad original de ADN (molde), y con el uso de dos secuencias cortas e informativas de oligos, denominados “primers” que resultan ser específicos de la región de interés y que garantizan que sólo esa parte, y ninguna otra, va a amplificar, se han ido desarrollando una serie de técnicas para realizar estudios de variabilidad genética en las especies animales.

La PCR consiste en hacer una gran cantidad de copias de un fragmento específico de Ácido Desoxirribonucleico (DNA o ADN) utilizando los elementos básicos del proceso natural de la replicación (Mc Pherson y Moller, 2000).

Un buen marcador molecular debe reunir una serie de características para maximizar su utilidad, entre ellas, debe tener una buena distribución a lo largo del genoma y alto grado de polimorfismo. La técnica para analizar el marcador debe ser rápida,

práctica, segura y debe repetirse con fiabilidad en otros laboratorios (Cheng y Crittenden, 1994).

El elevado polimorfismo que presentan los microsatélites y la posibilidad de identificar ambos alelos, los hace muy útiles para identificaciones individuales, porque es muy poco probable que dos individuos elegidos al azar, si son analizados para una serie de estos marcadores, compartan todos sus alelos.

Una de las principales utilidades de este tipo de marcador, es la posibilidad de estimar los niveles de variabilidad genética dentro de las poblaciones y analizar las relaciones genéticas existentes entre las mismas. Estos tipos de estudios, son de gran importancia para realizar estimaciones de la diversidad genética y de la consanguinidad existente en poblaciones de animales domésticos en peligro de extinción.

Durante los últimos años se han realizado muchos estudios que han utilizado los microsatélites para análisis filogenéticos, concluyendo que, con un buen número de loci investigados y con apropiadas tasas de mutación, los microsatélites pueden dar una buena aproximación de la filogenia (Takezi y Nei, 1996).

Probablemente este es el campo en el cual han sido más extensamente utilizados, mientras que su otro gran campo de acción ha sido para la construcción de mapas genéticos (proyecto del genoma humano y deiferentes proyectos de mapas en animales domésticos).

En los estudios de genética poblacional, estos marcadores permiten la identificación de cada alelo por locus, y obtener datos poblacionales, calcular las frecuencias alélicas y a partir de estas estimar las distancias genéticas entre las poblaciones o individuos (Bowcock et al., 1994; Ponsuksili et al., 1999).

La diversidad o variabilidad genética se puede definir como la “habilidad genética para variar”, la capacidad a responder tanto a variaciones de índole ambiental como a cambios en los objetivos de selección. Es así, que la variabilidad genética constituye la base del progreso genético (Rochambeau et al., 2000), los valores pueden ser medidos, a través de una gran variedad de estudios estadísticos que cuantifican la variabilidad genética y resumen la información a términos más manejables. Cada uno de ellos aprecia diferentes aspectos de la variabilidad y su utilidad práctica estará en función del propósito del estudio.

Si lo que pretendemos es analizar las diferencias existentes dentro de las poblaciones, la variabilidad detectada por medio de microsatélites se convierte en un instrumento eficaz de estudio e información. Esto puede hacerse de diversas formas, pero se utiliza generalmente la tasa o índice de contenido polimórfico (PIC), número medio de alelos por locus, la heterocigosidad, la probabilidad de exclusión (PE), etc. (Wright, 1965; Nei, 1977; Weir y Cockerham, 1984).

Cuando escogemos razas para ser conservadas, es muy importante además de considerar sus características taxonómicas, peculiaridades fenotípicas o variaciones entre poblaciones, tomar en cuenta otras medidas de diversidad, sobre todo dentro de la población, y para la cual los estudios con microsatélites nos aportan una gran información al respecto (Aranguren-Méndez y Jordana, 2001).

### III. 10. VARIABILIDAD GENÉTICA Y METODOS DE DETECCIÓN

Desde la aparición de la PCR se han desarrollado una serie de técnicas utilizadas para los estudios de variabilidad genética en las especies animales. Entre ellas se cita el uso de los marcadores genéticos, la cual se basa en la clonación y secuenciación de fragmentos de ADN, mientras que otros, más aleatorios, se basan en la detección de polimorfismos al azar (fingerprint markers o huellas digitales moleculares) (Dodgson et al., 1997).

La variabilidad genética puede entenderse como cualquier cambio espontáneo que se produzca en la secuencia nucleotídica de un organismo. Dichos cambios se denominan mutaciones y pueden ser puntuales, si se produce la sustitución de un único nucleótido llamado Single Nucleotide Polymorphism (SNP), o bien regionales, si la sustitución es de varios nucleótidos, Shorth Tandem Repeats (STR), Variable Number Tandem Repeats (VNTR), Short Interspersed Element (SINE), etc. Para estudiar la variabilidad genética, una de las técnicas más utilizadas han sido los marcadores genéticos.

Según Dodgson et al. (1997), los marcadores genéticos pueden clasificarse en dos categorías. Por un lado, los marcadores basados en la clonación-secuenciación, que se fundamentan en la clonación y secuenciación de un fragmento de ADN conocido Shorth Tandem Repeats (STR), Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP), Second Template Swich (STS), Expressed Sequence Tag (EST), Alozymas, etc; y por

otro lado, los marcadores fingerprint, que no requieren a priori el conocimiento de la secuencia de la región polimórfica, sino que se basan en la detección de polimorfismos al azar Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Variable Number of Tandem Repeats (VNTR), Amplified Fragment Length Polymorphism ( AFLP), etc.

Algunas características y particularidades notables de los principales marcadores moleculares más utilizados en genética de poblaciones se detallan a continuación:

### III. 10.1. Alosimas

Son las variantes de una misma enzima, codificadas por diferentes alelos de un mismo locus (Mueller y Wolfenberger, 1999).

### III. 10.2. SNP (Polimorfismo de Base Única)

Es un tipo de polimorfismo que corresponde a la diferencia en una simple posición nucleotídica, por ejemplo sustituciones, deleciones o inserciones de un solo nucleótido. La mayoría de este tipo de polimorfismo presenta sólo dos tipos de alelos (bialélica), y por ello son referidas algunas veces como marcadores bialélicos. Con la presencia solamente de dos alelos, la máxima heterocigosidad esperada para cada SNP es de solamente 50%, siendo por lo tanto menos informativo que las regiones satélites de ADN (minisatélites y microsátélites), las cuales generalmente presentan múltiples alelos y sus valores de heterocigosis superan el 70%. En forma general, para la construcción de mapas genéticos a partir de SNP son requeridos hasta 3 veces mas marcadores comparativamente que con los STRP's (Kwok et al., 1996).

Aunque muchos de los SNP's se localizan en regiones no codificantes, un número importante de estas mutaciones que corresponden a sitios de genes (codificantes) se han asociado a enfermedades o otra expresión fenotípica. Su alta frecuencia en el genoma y su baja tasa de mutación, hacen que se constituyan como elementos deseables para la construcción de mapas genéticos. En el caso del genoma humano,

donde mayoritariamente se han estudiado los SNP's, se estima que un SNP con una heterocigosis por encima del 30% se espera que se presente cada 1.3 kb (Kwok et al., 1996).

### III.10.3. Minisatélites o Número de Secuencias de Tamaño Variables - Variable Number of Tandem Repeats (VNTR).

Marcadores polimórficos descubiertos por Jeffreys et al. (1985), en el que ciertas pruebas de hibridación para secuencias repetitivas generaban un complejo patrón de bandas que contenían un polimorfismo heredable. Los VNTR son repeticiones al azar en tándem de 10 a 60 pb, altamente polimórficos y con elevadas tasas de heterocigosis en las poblaciones (Vance y Othmane, 1998).

Son repeticiones en tándem de una secuencia pequeña y los polimorfismos resultan de las diferencias alélicas en el número de repeticiones (Jeffreys et al., 1998).

### III.10.4. Polimorfismo de Longitud de Fragmentos de Restricción - Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

Es una de las primeras técnicas descritas (Botstein et al., 1980), desde la aparición de la PCR, y consiste en visualizar las diferencias al nivel de la estructura del ADN, basándose en el uso de enzimas de restricción que cortan el ADN en sitios donde se encuentran una secuencia específica de nucleótidos de reconocimiento y generan fragmentos de ADN de diferentes tamaños cuando las mutaciones han creado o destruido los sitios de restricción (Parker et al., 1998).

La identificación de los fragmentos (RFLPs) requiere del uso de geles de electroforesis que permitan separar los fragmentos que difieren en tamaño. La limitación de esta técnica es que únicamente identifica dos alelos por locus, por lo que la variabilidad obtenida es reducida. Otra limitación es que la aproximación con RFLPs, para la búsqueda de polimorfismo en productos de PCR no es metodológicamente efectiva al 100%, ya que muchos SNPs potenciales podrían no cambiar un sitio de restricción, y por tanto no serían detectados por ella (Vance y Othmane, 1998).

### III.10.5. Polimorfismo Amplificado Aleatoriamente - Randomly Amplified Polymorphic DNA (RAPD).

El método consiste en usar fragmentos de ADN molde, aleatorios para amplificar el ADN. Los productos generados se separan mediante electroforesis y las bandas visualizadas representan los distintos loci (Becerra y Paredes, 2000).

Representan los marcadores que se basan en el uso de oligonucleótidos (iniciadores) cortos, los cuáles a través de una reacción PCR, que se caracteriza por temperaturas de «annealing» bajas, lo cual genera una serie de fragmentos de amplio espectro a partir del ADN molde. La habilidad consiste entonces en encontrar aquellos fragmentos amplificados y que resulten ser polimórficos, los cuáles pueden posteriormente ser mapeados. Una de las principales limitaciones del uso de los RAPDs es la baja repetibilidad de los análisis, y la necesidad de usar un gran panel de RAPDs, lo que representa un elevado valor económico y un laborioso trabajo analítico. Asimismo, y dado que es un marcador genético de tipo dominante, no podemos discriminar la existencia de heterocigotos, subestimando la cantidad de polimorfismo existente (Levin et al., 1994).

### III.11. MARCADORES MICROSATÉLITES

#### III.11.1. Microsatélites o Secuencias Repetidas Cortas - Shorth Sequence Repeat (SSR) - Short Tandem Repeats (STR)

En 1989, tres equipos de investigación descubrieron unos marcadores genéticos llamados microsatélites o Short Tandem Repeats (STR). Los marcadores microsatélites o “Short-Sequence Repeat Tandem” (SSRT), son segmentos cortos de ADN de 1 a 6 pares de bases (pb), que se repiten en tándem y de forma aleatoria en el genoma de los seres vivos. Según numerosos autores, poseen ciertas características que los hacen atractivos y preferibles a otros marcadores como alozimas, RFLP o RAPD, ya que: son multialélicos, altamente polimórficos, codominantes (pudiéndose diferenciar los individuos homocigotos de los heterocigotos), tienen herencia mendeliana simple, su análisis se basa en la PCR y es rápido, sencillo y fiable y son

repetibles en otros laboratorios con total fiabilidad (Cheng y Crittenden, 1994; Goldstein y Schlötterer, 1999; Becerra y Paredes, 2000).

Es por ello que la FAO (Baker et al., 1993) propuso un programa global para el manejo de los recursos genéticos de los animales domésticos usando dicha metodología.

Los STR cumplen las propiedades mencionadas por Cheng y Crittenden (1994), según las cuales son buenos marcadores moleculares y pueden ser de gran utilidad como tales.

Suelen localizarse en regiones no codificantes del genoma y los más frecuentes son las repeticiones de los dinucleótidos AC (Adenina-Citosina) y TG (Timina-Guanina) (Figura1.) (Goldstein y Schlötterer, 1999).



Figura 1. Microsatélites. Ejemplo de un di-nucleótido A-C.

Los microsatélites tienen varias aplicaciones y una de las más destacables pertenece al ámbito de la genética de poblaciones. Así pues, el estudio de los microsatélites permite estimar los niveles de variabilidad genética entre poblaciones, así como analizar las relaciones existentes entre las mismas (Aranguren-Méndez, 2002). Además, este tipo de análisis permite inferir estimaciones de la diversidad genética y de la consanguinidad presente en las poblaciones. Por ello, los microsatélites han sido muy utilizados y, especialmente, son de vital importancia en el caso de animales domésticos en peligro de extinción. Por otro lado, a lo largo de los últimos años se han utilizado los marcadores microsatélites para realizar estudios filogenéticos.

En el caso de la raza Criolla Lanada Serrana y con objeto del presente estudio, los microsatélites van a ser el marcador molecular elegido para determinar las relaciones genéticas existentes entre las tres poblaciones seleccionadas. De este



modo, se pretende estudiar el nivel de variabilidad genética presente en la raza, así como determinar la influencia que ha tenido la separación de los rebaños en haciendas diferentes.

Los microsatélites también son útiles para realizar identificación individual y pruebas de paternidad. Para ello, se asume que cada individuo tiene dos alelos por locus, que se puede analizar con estos marcadores, y que un alelo proviene de la madre y el otro del padre. En ambos análisis necesitamos contar con un número suficiente de microsatélites, éstos deben ser polimórficos y se debe tener en cuenta que segregan independientemente. Así pues, para la identificación individual podemos caracterizar cada individuo, ya que es muy poco probable que dos individuos seleccionados aleatoriamente compartan los mismos alelos para los microsatélites elegidos. En el caso de las pruebas de paternidad se trata de contrastar la información obtenida de los posibles progenitores con los datos de la descendencia. Por otro lado, los microsatélites también pueden utilizarse para la elaboración de mapas de ligamiento, que pueden ser de gran utilidad en la identificación de genes responsables de caracteres de interés (Cheng et al., 1995).

Dado que los microsatélites están más o menos distribuidos a lo largo de todo el genoma de los eucariotas, aunque con baja frecuencia en las regiones codificantes y, quizás también en los telómeros, su presencia en estas regiones se ha descrito asociada a enfermedades (Armour et al., 1994; Hancock, 1999; Tautz y Schlotterer, 1994). Sin embargo, aún se desconoce el significado funcional de estas secuencias, a pesar de que la hipótesis más aceptada apunta a que pueden estar relacionados con el empaquetamiento y la condensación del ADN en los cromosomas (Vanhala et al., 1998).

Debido a particulares ventajas, el uso de microsatélites ha tenido un gran impacto en el estudio de la genética de animales y plantas. Desde su descubrimiento en 1989 (Litt y Luty, 1989, Tautz, 1989, Weber y May, 1989). El análisis con microsatélites involucra la detección de fragmentos específicos de ADN y nos da la medida de los alelos (en pares de bases, pb) en cada una de las regiones.

### III.12. APLICACIONES DE LOS MICROSATÉLITES

#### III.12.1. Identificación Individual y Pruebas de Paternidades

El principio de las pruebas de paternidad utilizando marcadores genéticos consiste en la comparación del genotipo y/o fenotipo de la descendencia con el de sus progenitores. Como principio «mendeliano», uno de los alelos que presenta un individuo proviene del padre y el otro de la madre. En dicho análisis, al igual que la identificación individual, la identificación del (os) testigo (s), tanto a nivel fenotípico como genotípico debe ser perfectamente conocida y concordante con la información obtenida en los análisis realizados al individuo.

El elevado polimorfismo que presentan estos marcadores y la posibilidad de poder detectar ambos alelos, los hace muy útiles para identificaciones individuales, ya que resulta muy poco probable que dos individuos elegidos al azar, si son analizados para una serie de marcadores, compartan todos sus alelos. Para seleccionar los marcadores a utilizar, estos deberían reunir las características descritas anteriormente y presentar además: alta variabilidad, herencia estable (baja tasa de mutación), elevada reproductividad y precisión, la no presencia de alelos «nulos», ser un procedimiento fácil, rápido, económico, potencialmente automatizable, que la información del genotipo pueda ser transferida rápidamente, que la fuente de ADN no esté limitada únicamente a muestras sanguíneas frescas ni a grandes cantidades de ADN y por último, presente una segregación independiente con otros marcadores al ser combinados en la prueba.

Durante las últimas décadas las pruebas de paternidad en équidos (específicamente en caballos) se han venido realizando principalmente a través de la tipificación sanguínea, incluyendo tanto pruebas serológicas como grupos sanguíneos (hemotipados); así como, análisis electroforéticos del polimorfismo de proteínas y enzimas sanguíneas (alozimas). Siete sistemas de grupos sanguíneos y 16 polimorfismos bioquímicos han sido reconocidos internacionalmente y utilizados rutinariamente a nivel mundial, como herramientas oficiales para la prueba de paternidad (ISAG, International Society of Animal Genetics). La combinación de estos sistemas proporciona un 97% de probabilidad de detectar o asignar un padre o una madre incorrecta y cerca del 100% de probabilidad para un cruzamiento entre individuos de otras razas (Bowling y Clark, 1985, Bowling, 2001). Actualmente, con un conjunto aproximado de 10-12 marcadores microsátélites, se obtiene una

efectividad teórica para detectar parentescos incorrectos (PE) por el orden del 99.99% (Aranguren-Méndez et al., 2001; Bowling et al., 1997).

### III.12.2. Mapas Genéticos y Genómica Comparativa

Otra aplicación, de los microsatélites es la construcción de mapas de ligamiento más completos y detallados; así como la identificación de genes de interés (QTL's).

Todos los marcadores pueden ser utilizados para mapas de ligamiento; sin embargo, se requiere, que los alelos se segreguen independientemente y que además puedan ser monitoreados a través del pedigrí. La descendencia puede ser informativa si los progenitores son doble heterocigotos en los loci analizados. Los loci situados en cromosomas distintos podrían recombinarse libremente durante la gametogénesis parental hasta un 50% (segregación independiente); mientras que, si se encuentran en el mismo cromosoma recombinarían con una frecuencia que oscila entre 0 a 50% dependiendo de la distancia en centi-morgans (cM) presente entre ellos.

Así, un mapa genético bien surtido de marcadores se convierte en una herramienta muy útil para identificar genes responsables de caracteres de interés. Se trata de buscar asociación entre varios alelos, en cualquiera de los marcadores, segregando en poblaciones que presentan el carácter de interés, para identificar regiones del genoma donde es más probable que se encuentre el gen responsable de ese carácter (Cheng et al., 1995).

Actualmente existen proyectos internacionales para elaborar mapas genéticos en las principales especies domésticas (Roslin Institute, <http://www.ri.bbsrc.ac.uk/>), los cuales describen abundantes marcadores de este tipo.

### III.12.3. Estudios de Genética Poblacional

Representa una de las áreas en donde los microsatélites han sido más ampliamente utilizados, ya que nos permite estimar los niveles de variabilidad genética dentro de las poblaciones y analizar las relaciones genéticas existentes entre las mismas. Este tipo de estudio es de gran importancia para realizar estimaciones de la diversidad

genética y de la consanguinidad existente en poblaciones de animales domésticos en peligro de extinción.

Durante los últimos años se han realizado muchos estudios que han utilizado los microsatélites para análisis filogenéticos, concluyendo que, con un buen número de loci analizados y con apropiadas tasas de mutación, los microsatélites pueden dar una buena aproximación de la filogenia (Aranguren-Méndez et al., 2001, 2002(a), 2002(b), 2002(c), 2002(d); Farid et al., 2000; Ishida et al., 1994; Ishida et al., 1994; Loftus et al., 1994; Peelman et al., 1998; Saitbekova et al., 1998; Takezaki y Nei, 1996).

En los estudios de genética de poblaciones, los marcadores permiten la identificación de cada alelo por locus, la obtención de datos poblacionales, y el cálculo de las frecuencias alélicas. De esta manera podemos estimar las distancias genéticas entre poblaciones o entre individuos (Bowcock et al., 1995, Ponsuksili et al., 1999); así como también realizar análisis filogenéticos y de estructura de la población.

#### **III.12.4. Asignación de Individuos a Raza**

Diferentes procedimientos han sido informados para este propósito, indicando una gran variedad de aplicaciones y de metodologías para la correcta identificación de la fuente poblacional (Cornuet et al., 1999, Paetkau et al., 1995, Rannala y Mountain, 1997).

Los dos métodos más utilizados para asignar individuos a poblaciones o razas son: basados en probabilidades y basados en distancias genéticas. En los primeros, los individuos son asignados a aquella población en la que su genotipo presenta una mayor probabilidad de pertenencia; mientras que, en los segundos, los individuos son asignados a la población que genéticamente sea más cercana.

### III.13. MUTACIÓN, ALELOS NULOS y HOMOPLASIA en los MICROSATÉLITES

#### III.13.1. Mutación

Las mutaciones son alteraciones del material genético y en ellas se incluyen desde simples sustituciones de un solo nucleótido hasta las deleciones o inserciones de uno o más nucleótidos. La mayoría de las mutaciones en animales no conllevan a cambios en el fenotipo, ya que, ocurren en regiones no codificantes (mutaciones silentes). De forma general, las regiones o secuencias codificantes muestran una baja tasa de mutación que se ve reflejada en la escasa variabilidad existente dentro de especies y el alto grado de conservación que presentan estas regiones entre especies (Eisen, 1999). El elevado grado de conservación de estas regiones se pueden explicar muchas veces por el hecho de que las mutaciones dentro de esta región son deletéreas, ya que causan la pérdida de una función importante y por lo tanto son eliminadas por selección purificadora.

Entender el proceso mutacional de los microsatélites es esencial antes de inferir las relaciones existentes entre la variación observada y las distancias genéticas o la estructura de una población. Los microsatélites, a diferencia de otros marcadores, tales como proteínas o enzimas, presentan un patrón diferente de mutación, ya que en primer lugar, la mayoría de las mutaciones están involucradas por la ganancia o pérdida de una simple unidad de repetición (Weber y Wong, 1993), además de la propia presencia de homoplasia, la cuál a su vez causa una subestimación de la cantidad total de variación entre poblaciones y por ende de las distancias genéticas; por lo tanto, ocurre una sobreestimación de las similitudes entre las poblaciones.

La tasa de mutación en los microsatélites ha sido estimada en un rango que oscila entre  $10^{-3}$  y  $10^{-5}$  mutaciones por gameto (Bowcock et al., 1995, Forbes et al., 1995); sin embargo, el mecanismo cómo los microsatélites mutan es aún desconocido. Dos mecanismos son los que principalmente han sido propuestos: en primer lugar se cita un desigual cruce en la meiosis y en segundo lugar un desliz de la hebra del ADN durante la replicación, siendo al parecer esta última, la principal causa de mutación de los microsatélites (Goldstein y Schlotterer, 1999).

In vitro, algunos factores intrínsecos, tales como, la longitud de la repetición y la composición (tipo de base nitrogenada) han demostrado que pueden afectar la tasa de mutación de los microsatélites. Es así como los dinucleótidos presentan tasas de

mutación más elevadas que los trinucleótidos, y las secuencias con alto grado de AT (adenina-timina) en su composición mutan a mayores tasas que las que presentan altas combinaciones de GC (guanina-citosina) (Schlotterer y Tautz, 1992).

### III.13.2. Alelos Nulos

Se habla de alelos nulos cuando estos no pueden ser amplificados por PCR, debido principalmente a una mutación en el punto de hibridación del iniciador. Uno de los alelos no amplifica y por lo tanto el individuo es catalogado como homocigoto para el otro alelo (Dawson et al., 1997). La existencia de alelos nulos es especialmente difícil de detectar cuando su frecuencia en la población es baja y cuando no se dispone de información genealógica fiable. Su determinación sería posible si se presentara en homocigosis, ya que no obtendríamos producto amplificado de un determinado individuo para ese locus.

En los casos de verificación de paternidades, podemos sospechar la presencia de alelos nulos en un marcador cuando todos los demás marcadores apuntan a un progenitor y sin embargo, es homocigoto para ese marcador excluyente, siendo el descendiente homocigoto para ese marcador para uno de los alelos parentales. Un alelo nulo podría llevarnos a interpretaciones erróneas y excluir a estos animales como posibles progenitores en un análisis de paternidad, además de sesgar las estimaciones de las frecuencias alélicas en las poblaciones. Otra manera para detectar la presencia de alelos nulos sería a partir del cálculo del déficit de heterocigotos para el equilibrio Hardy-Weinberg (Neuman y Wetton, 1996).

Para solucionar el problema de los alelos nulos se pueden diseñar cebadores alternativos fuera del punto de mutación y volver a analizar los individuos clasificados como homocigotos. Asimismo, esto se puede evitar no utilizando marcadores que han sido reportados como portadores de alelos nulos en ciertas poblaciones o razas, ya que pueden darnos problemas de esta índole (Dawson et al., 1997, Mundy y Woodruff, 1996).

### III.13.3. Homoplasia

Originalmente, el término «homoplasia» fue utilizado por los evolucionistas para referirse al hecho de que un mismo carácter, presente en dos especies, no siempre ha derivado del mismo carácter ancestral. A nivel genético, se dice que dos alelos son homoplásicos cuando poseen un estado idéntico, aunque no sea por descendencia (Estoup y Cornuet, 1999).

La homoplasia se refiere al hecho de que dos alelos tengan el mismo tamaño (pb) pero no es debida a que sean idénticos. Se toma como idénticos por tener el mismo tamaño pero intrínsecamente existen claras diferencias en cuanto a su estructura, presencia de inserciones y/o deleciones, cambios de bases o variaciones en la región flanqueante (Primmer y Ellergren, 1998).

Éste es un tipo de polimorfismo que puede detectarse únicamente por secuenciación, y puede pasar inadvertido en caso de analizar individuos mediante amplificación por PCR y electroforesis para asignar tamaños. La homoplasia en las pruebas de paternidad y parentesco nos supone una relación cuando no la hay o viceversa. También puede ser fuente de error en estudios poblacionales o de evolución porque la tasa de mutación de los microsatélites está relacionada de forma compleja con el tamaño y composición del alelo. Por ejemplo, los alelos interrumpidos o compuestos conllevan con más frecuencia a casos de homoplasia (Tautz y Schlotterer, 1994).

### III.14. ANÁLISIS de la VARIABILIDAD GENÉTICA

Existe una gran diversidad de estadísticas para cuantificar la variabilidad genética y resumir la información a términos más manejables. Los estadísticos más empleados son: porcentaje de loci polimórficos, el número medio de alelos por locus, la heterocigosidad esperada (HE) y observada (HO) y el índice de contenido de polimórfico (PIC) (ArangurenMéndez et al., 2001, 2002(b)).

#### III.14.1 Porcentaje de loci polimórficos

Un locus se considera polimórfico si podemos detectar más de un alelo en una población. General-mente el criterio más utilizado es el del 1%, es decir, un locus

será polimórfico si el alelo más común presenta una frecuencia menor al 99% en la población bajo estudio.

### III.14.2 Número medio de alelos por locus

Esta estadística indica el número medio de alelos que presenta un locus en una población. Sin embargo, dicha medida depende mucho del número de individuos analizados, ya que cuando el número es grande, mayor es la probabilidad de detectar alelos suplementarios. No obstante, este estadístico es útil para estudiar la existencia de variabilidad críptica en los loci.

### III.14.3. Heterocigosidad (H)

Representa una mejor medida de la variación genética, ya que es precisa y no arbitraria. La heterocigosidad la podemos estudiar como HO y HE.

La HO se define como la frecuencia relativa de individuos heterocigotos observados en la muestra para cualquiera de los loci y se calcula por cómputo directo. Mientras que la HE, desde el punto de vista matemático, es la probabilidad de que dos alelos tomados al azar de la población sean diferentes (Crow y Kimura, 1970). En una población en equilibrio H-W, la frecuencia de los heterocigotos viene dada por la ecuación  $2pq$ .

El cálculo de la HE en la población puede realizarse a través de:  $HE = 1 - \sum p_i^2$

siendo  $\sum p_i^2$  = (homocigosidad) o también su equivalente:  $HE = \sum p_i (1 - p_i)$  siendo este término también conocido como diversidad génica de Nei (1977).

Según Zapata (1987), la HE es un buen estimador de la variabilidad, dado que se aplica a cualquier especie, independientemente de su estructura reproductiva o genética, pudiéndose por tanto realizar comparaciones entre ellas.



### III.14.4. Índice de Contenido Polimórfico (PIC)

El PIC es similar al valor de heterocigosidad y oscila entre 0 y 1. Este índice evalúa la informatividad de un marcador en la población de acuerdo a las frecuencias de los alelos. Para su cálculo se multiplica la probabilidad de cada posible cruzamiento (estimado a partir de las frecuencias alélicas) por la probabilidad que sean informativos, es decir, que se pueda identificar al progenitor del que procede el alelo (Botsein et al., 1980).

$$PIC = 1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n 2 p_i^2 p_j^2$$

Donde  $p_1 \dots p_n$  son las frecuencias de los  $n$  alelos.

### III.14.5. Probabilidad de exclusión (PE)

Expresa la probabilidad de que la asignación errónea de un progenitor sea detectada por el análisis (Jamieson, 1994).

$$PE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \left[ p_i^2 p_j^2 + 2 p_i^3 p_j^2 + 2 p_i^4 p_j - 3 p_i^5 p_j - 2 (p_i^2)^2 + 3 p_i^2 p_j^3 \right]$$

ó

$$PE = \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n \left[ p_i (1-p_i)^2 - (p_i p_j)^2 (4 - 3(p_i + p_j)) \right];$$

donde  $i > j$  y  $p_1 \dots p_n$  son las frecuencias de los alelos.

$PE_{tot} = 1 - ((1-PE_1) (1-PE_2) \dots (1-PE_n))$ ; a la probabilidad global de un conjunto de marcadores.

### III.14.6. Equilibrio Hardy-Weinberg (H-W)

La ley de Hardy-Weinberg (Hardy, 1908; Weinberg, 1908) representa a una población grande de individuos diploides, con reproducción sexual aleatoria, sin selección, mutación y migración, las frecuencias génicas y genotípicas permanecen constantes de generación en generación y, además, existe una relación simple entre ambas. Así,

una población con frecuencias génicas y genotípicas constantes, se dice que está en equilibrio H-W.

Cuando la población se desvía de manera significativa de estas proporciones se habla de desequilibrio H-W, y se puede medir mediante el índice de fijación F (Wright, 1965), el cuál se expresa para un locus cualquiera como:

$$F = (H_E - H_O) / (H_E)$$

Siendo  $H_E$  y  $H_O$  la heterocigosidad esperada y observada para ese locus, respectivamente. Cuando el índice de fijación F es igual a cero se indica que la población está en equilibrio; mientras que si F es diferente de cero, ya sea en forma positiva o negativa, indicaría que existe un déficit o exceso de heterocigotos, respectivamente.

### III.15. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS

El estudio de las variables hematológicas y de sus desviaciones permite conocer las anomalías que pueden afectar a los órganos. Además, es importante definir los parámetros hematológicos medios propios de cada raza y, dada la inexistencia de estudios a este respecto en la raza CRIOLLA LANADA SERRANA, resulta oportuno el estudio de las variables hematológicas consideradas de mayor interés. A continuación se definen las características, funciones y particularidades de los parámetros hematológicos analizados en este trabajo.

#### III.15.1. ERITROCITOS (Glóbulos rojos o Hematíes)

Los eritrocitos, hematíes o glóbulos rojos del sangre (del griego erythros: rojo), son las células más numerosas del sangre.

Según Thrall (2006), la membrana permeable que contiene a los hematíes esta compuesta por lípidos, proteínas y carbohidratos; anomalías en la composición de los lípidos de membrana, principalmente fosfolípidos y colesterol, pueden suponer alteración en la forma de los hematíes.

La morfología normal de los hematíes es variable entre las diferentes especies, los hematíes de los mamíferos no tienen núcleo, siendo redondeadas y relativamente bicóncavas. En las especies que presentan hematíes menores como es el caso de los ovinos, se nota menor grado de concavidad y poca palidez central (Thrall, 2006).

La forma de disco bicóncavo de los hematíes favorece el intercambio de oxígeno y permite que la célula se deforme a medida que tiene que moverse en los vasos con diámetro menor que la célula (Kerr, 2003).

Su vida media es de 60 a 120 días en las diversas especies y su volumen corpuscular medio (VCM), varía entre  $16\mu^3$  (cabra y oveja) y  $95\mu^3$  (humano). En condiciones normales, los eritrocitos corresponden aproximadamente al 40% de todo el volumen sanguíneo; este índice llamado hematocrito es más o menos constante para todas las especies, independiente del tamaño del eritrocito. Así las especies que tienen eritrocitos menores, como la caprina y la ovina, tienen un volumen eritrocitario entre 16 e  $40\mu^3$ , llegando a poseer más del doble de eritrocitos circulantes, que otras especies animales. La función de los eritrocitos es desempeñada por su componente principal, la hemoglobina, y consiste en el transporte de oxígeno de los pulmones hacia los tejidos y de gas carbónico en el sentido inverso. (García-Navarro y Pachaly, 1994).

La eritrocitemia en los animales domésticos, difiere en las diferentes especies, así como entre individuos de misma especie. La edad, sexo, ejercicio, estado nutricional, gestación, lactación, excitación, fase del ciclo estral, raza, hora del día, temperatura ambiental, altitud y otros factores climáticos también pueden alterar la cantidad de hematíes circulantes (Doxey, 1987; Kolb, 1987; Swenson, 1988).

Aún según Castillo (1994), las situaciones estresantes, tales como el ejercicio, excitación o aprehensividad aumentan notablemente los valores de la eritrocitemia, el volumen de las células aglomeradas y la cantidad de hemoglobina, es consecuencia de los efectos que la actividad simpática produce sobre el bazo, liberando en ocasiones hasta un 50% de las células de la serie roja almacenadas.

En ovinos el número de eritrocitos se puede situar entre 6 y 15,63 millones/ $\mu\text{l}$  (González, 1992). Según García-Navarro y Pachaly (1994), los valores normales de eritrocitos en millones/ $\mu\text{l}$  de sangre en ovinos es 9,0 a 15,0.

Según Coles (1989) entre los ovinos los contajes de eritrocitos cambian con la edad y siguen el mismo padrón descrito para los bovinos. La hematimetría aumenta cerca

de 7,5 millones/ $\mu$ l en la primera semana de vida, para alcanzar más de 14 millones/ $\mu$ l en la octava semana (Littleton et al, 1968). El eritrocito del recién nacido es mayor que el de los animales adultos.

Con relación a la edad, Doxey (1987) presenta datos de diversos autores indicando que el número de eritrocitos sufre disminución con la edad, conclusiones estas compartidas por Di Michele et al., (1977), Benjamin (1984), Shaffer et al., (1981) y Birgel et al., (2001).

Según Coles (1989) estos valores se ven influidos por la edad y estado fisiológico, así se produce una elevación de los valores medios con la edad. Jelinek et al., (1984) comprueban que los eritrocitos disminuyen con la edad durante el primer año, y Oduye (1976) comprueba esta evolución a lo largo de dos años. También se ha indicado la aparición de valores más bajos, en el anestro y al final de la gestación y parto, puesto que se produce un descenso paulatino a lo largo de la gestación (González, 1992).

El efecto relativo al sexo se debe a la influencia ejercida por las hormonas andrógenicas, que estimulan la producción de eritropoyetina. Así los machos no castrados poseen niveles mayores de eritrocitos que las hembras (Ducan, 1982; Birgel et al., 2001; Kerr, 2003).

Rebar et al., (2003), afirman que los cambios en el volumen plasmático, la velocidad de la destrucción o la pérdida de eritrocitos, la concentración esplénica de eritrocitos, la secreción de eritropoyetina y la tasa de producción de la médula ósea, también pueden afectar el número de hematíes circulantes.

La vida media de estas células varía de acuerdo con la especie animal. Para Kerr (2003), las ovejas son peculiares, presentando dos poblaciones de hematíes, una de vida corta (70 días) y otra de vida más larga (150 días).

González (1992), cita que otros autores señalan la vida media en ovinos adultos, de 70 a 153 días y entre los 46 días y los tres meses de edad.

Barbosa (1977) realizó estudios en ovinos parasitados, teniendo en cuenta la alimentación, indicando cifras entre 7,002 y 10,91 millones/ $\mu$ l que son similares a los valores obtenidos por Kolb (1987) para animales adultos y sanos.

González (1992), señala las citas de Talegón Heras (1974) que encuentra cifras entre 3 y 5 millones/ $\mu$ l en animales con parasitación grave, de 6 millones en menos graves y de 9 millones en ovinos sanos, y Morros (1967) que obtiene un mínimo valor de 10 millones/ $\mu$ l

Aún según González (1992), las diferencias entre machos y hembras han sido señaladas por Scheunert y Trautman (1942), los cuales dan valores entre 6 y 11 millones/ $\mu$ l y de 9,51 millones/ $\mu$ l respectivamente. Ojeda Sahagún et al. (1967) estudiando ovejas de raza Manchega, Lincoln y Karakul comprueban que los machos en las dos primeras razas presentan mayor número de hematíes que en la tercera.

Los estudios de González (1992), describen que la gestación influye poderosamente en la tasa de eritrocitos, con disminución en gestantes frente a las no gestantes, Oduye (1976) da cifras de  $12,2 \pm 2,2$  y  $11,3 \pm 2,0$  millones/ $\mu$ l en raza Ovina Nigeriana y de  $7,70 \pm 2,00$  y  $7,40 \pm 1,90$  millones/ $\mu$ l en raza West African. Este descenso se debe a un fenómeno de hemoconcentración por la acidosis que aparece al avanzar la gestación (Dukes y Swenson, 1981) y que se intenta compensar eliminando electrolitos por orina y por tanto agua, y por la menor ingestión hídrica debido a la compresión que el útero gestante produce sobre el rumen. También, observa la influencia conjunta de la gestación y parasitosis, así en hembras ovinas gestantes con infestación experimental aparece una disminución del número de hematíes, que conduce a una anemia grave.

Alonso (1986) en ovejas Merinas de campo obtiene valores que oscilan entre  $8,46 \pm 1,1$  millones/ $\mu$ l en trasandoscas en anestro y  $10,14 \pm 0,38$  millones/ $\mu$ l en corderas en estro; para ovejas de esta misma raza, estabuladas, los valores oscilan entre  $8,9 \pm 2,3$ ;  $8,58 \pm 0,57$  y  $8,72 \pm 0,07$  millones/ $\mu$ l para hembras vacías, estro y gestación respectivamente.

Según Coop et al. (2002) el efecto tiempo es significativo para la disminución de eritrocitos, la cual atribuyeron al menor ingreso de nutrientes propio del empobrecimiento de los pastizales de invierno.

Según Swenson (1988), la excitación puede aumentar el número de eritrocitos circulantes. Esto está relacionado con la liberación de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina) causando aumento de la presión sanguínea y contracción esplénica, lo que moviliza los eritrocitos hacia la circulación, lo que se corrobora con las citas de Doxey en 1987, confirmadas por Coles en 1989.

Según Thrall (2006), el factor racial también determina distintos valores eritrocitarios.

La destrucción de los hematíes se puede producir por fraccionamiento, en pedazos suficientemente pequeños, para que sean capturados por el sistema retículo-endotelial, por agotamiento de las enzimas intracelulares haciéndolas frágiles, o rompiéndose fácilmente cuando pasan a través de capilares muy angostos, o incluso pueden ser fagocitados enteros (Kerr, 2003).

Para la raza Gallega el valor medio obtenido por Barreiro (1989) fue de 9,01 millones/mm<sup>3</sup>, inferior al registrado por Castillo (1994) de 10,75 millones/mm<sup>3</sup>.

Torío (1998), cita que la eritrocitemia basal media para ovejas de raza Gallega es de 8,63 millones/ $\mu$ l.

Los valores registrados en la especie ovina oscilan entre 6,6 y 15 millones/mm<sup>3</sup> (Dukes y Swenson, 1981; Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Martin, 1988; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992).

Fernández del Palacio (1986), registra los valores de eritrocitos de  $13,75 \pm 0,24$  millones/mm<sup>3</sup> en las Cabras de raza Murciano-Granadina, hasta  $16,16 \pm 0,27$  millones/mm<sup>3</sup> en Cabras de raza Del Guadarrama.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en millones/ $\mu$ l, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	9 a 15
García-Navarro y Pachaly	1994	9 a 15
Meyer <i>et al.</i>	1995	8 a 15
Allen y Borkowski	1999	9 a 15
Radostits <i>et al.</i>	2002	9 a 15
Pugh	2004	9 a 17,5
Antón y Mayayo	2007	9 a 14
Aceña <i>et al.</i>	2008	9 a 14

### III.15.2. HEMATOCRITO

Do griego krit de krino, juzgar. También llamado de Volumen Globular. Se habla de dos tipos, el macrohematocrito o hematocrito de Wintrobe y el microhematocrito.

El hematocrito mide la relación entre los glóbulos rojos y el plasma, o sea, mide el porcentaje de sangre ocupada por eritrocitos. Valores abajo de normal indican anemia e arriba indican poliglobulia. (García-Navarro y Pachaly, 1994).

El hematocrito o volumen globular expresa el porcentaje de células en la sangre (Guyton, 1992).

Castillo (1994), cita que algunos autores señalan que este parámetro es un indicador de la cantidad de elementos formes en relación al volumen de sangre, y da una idea aproximada del estado eritrocitario del paciente, al tener mayor sensibilidad y reproductibilidad que el conteo eritrocitario.

Kerr (2003) define el hematocrito como una mensuración primaria de los hematíes que suministra una evaluación del tamaño del eritron (circulante).

Según Meyer et al. (1995) los contadores automatizados evitan el problema de aprisionamiento del plasma en el interior de la columna de hematíes, problema que ocurre con la centrifugación y, como consecuencia los valores analizados por este último método pueden incrementarse de un 1 a un 3%.

Debido a que los eritrocitos venosos son mayores que los arteriales, el hematocrito venoso será superior al arterial, la razón es que los hematíes venosos presentan un mayor tamaño por el mayor contenido en agua al penetrar en ellos iones Cl<sup>-</sup> (Kolb, 1987).

En relación con el sexo Doornenbal et al. (1988) describe que los valores del hematocrito son significativamente diferentes entre los sexos.

El estado fisiológico puede alterar los niveles del hematocrito, (Sabogal et al., 1994).

El hematocrito puede sufrir modificaciones con la edad de los animales, y en muchos casos no es recomendable interpretar el hematocrito de animales jóvenes utilizando las variaciones normales para adultos (Benjamin, 1984). Los animales jóvenes poseen

un hematocrito más elevado que el animal adulto (Di Michele et al., 1977; Meneses et al., 1980; Birgel et al., 2001).

Según Barbosa et al. (1977) en ovejas normales el hematocrito está comprendido entre 30 y 40%, para Idris et al. (1976) está entre 18 y 39%, Kolb (1987) y Marek y Mocsy (1973) dan valores entre 32 y 35%, Vallejo et al. (1976) da cifras entre 27,57 y 37,40% dependiendo de la raza.

Para Coles (1989) los valores se hallan entre 24 y 45%. González (1992) señala que otros autores indican valores entre 27 y 42%.

Según García-Navarro y Pachaly (1994), los valores normales de hematocrito o volumen globular en ovinos esta entre 27 a 45%.

El hematocrito se puede elevar en condiciones estresantes, según la excitación, debido al aumento en la eritrocitemia, bien sea por estimulación de la eritropoyetina con aumento de la síntesis, o por contracción esplénica, con liberación de eritrocitos almacenados, situaciones apreciadas en procesos de ansiedad o en adaptación a zonas de gran altura, bien como en patologías pulmonares que interfieran en la oxigenación tisular, o en ejercicio intenso y en el manejo de los animales. El valor del hematocrito sufre una disminución cuando los animales son sometidos a una restricción alimentaria o en procesos que cursan con pérdida de sangre, tales como shock hemorrágico (Castillo, 1994).

Turner y Hodgetts (1989) afirman que puede incrementarse en un 25% debido a la capacidad de reserva del bazo; si este se eliminase se normalizarían los valores hemáticos. También se incrementa tras la ingestión de alimentos, ya que disminuye el volumen plasmático, debido a que parte del líquido se desvía hacia secreciones del aparato digestivo. En cambio disminuye al eliminarse líquidos corporales para compensar la acidosis que aparece al avanzar la gestación, un efecto similar provoca la menor ingestión de agua como ocurre en la oveja preñada por presión del feto sobre el rumen, al restarse espacio abdominal (Dukes, 1981).

Alonso (1986) señala valores entre 29,2 y 31,2% en la raza Merina, coincidiendo con los hallados por Alonso Vega (1984).

El parto conduce a una caída del hematocrito que se establece a los 7 días, en ovejas Nali (Kaushish, 1977).



Del Valle et al. (1983) señalan, al estudiar los parámetros de ovejas Romney Marsh para establecer parámetros medios, que la concentraciones del hematocrito son  $37,2 \pm 3,2$  % en el parto y  $31,2 \pm 3,7$  % en el postparto con una variación significativa, modificándose desde 38,8 a 29,3% desde el segundo mes de gestación hasta el postparto, lo cual interpretan que se debe tanto a la gestación como a los niveles de alimentación, dándose la circunstancia que este descenso tiene una correlación directa con la pérdida de peso vivo de los animales, si bien la disminución más importante se produce en el período de mayores requerimientos, como ocurre al inicio de la lactancia.

El valor medio descrito para la raza Gallega es de 32,80% y 41,94% por Barreiro (1989) y Castillo (1994) respectivamente.

El hematocrito medio en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 30,60%.

En la especie ovina los valores oscilan entre 24 y 49% (Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992).

Fernández del Palacio (1986), registra los valores de hematocrito de  $23,62 \pm 0,25$  % en las Cabras de raza Retinta, hasta  $34,53 \pm 0,30$ % en Cabras de raza Del Guadarrama.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en %, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	27 a 45%.
García-Navarro y Pachaly	1994	27 a 45%.
Meyer <i>et al.</i>	1995	24 a 49%
Allen y Borkowski	1999	27 a 45%
Radostits <i>et al.</i>	2002	27 a 45%.
Pugh	2004	27 a 45%.
Antón y Mayayo	2007	28 a 40%.
Aceña <i>et al.</i>	2008	27 a 50%.

### III.15.3. HEMOGLOBINA

#### III.15.3.1. ESTRUCTURA MOLECULAR Y FUNCIÓN DE LA HEMOGLOBINA:

La hemoglobina (Hb) es una proteína tetramero globular, con peso molecular que varía de 66.000 a 69.000 Daltons. Está compuesta por cuatro cadenas polipeptídicas denominadas globinas, estando cada una de ellas conectada con enlace covalente a un grupo hemo, que contiene una molécula de hierro divalente (ferroso). Está especializada para fijar el oxígeno de forma reversible (Benjamin, 1984; Kolb, 1987; Lamb et al., 1988; Gartner y Hiatt, 1999). En la membrana del eritrocito se encuentra una solución concentrada de hemoglobina, siendo la unidad funcional de transporte de O<sup>2</sup> y CO<sup>2</sup> (Benjamin, 1984).

La época del año, con sus variaciones de temperatura, puede influir en los niveles séricos de la hemoglobina. Así Shaffer et al. (1981), observaron niveles ligeramente disminuidos durante los meses cálidos cuando los compararon con valores de meses de temperaturas intermedias.

A las mismas conclusiones llegaron Ravarotto et al. (2000) cuando compararon invierno y verano.

Broucek et al. (1987) compararon los resultados obtenidos entre grupos de animales mantenidos en diferentes condiciones ambientales, uno de ellos en establos con temperatura constante y otro sometido a temperaturas extremas entre 30°C y -5°C; estos investigadores observaron un ligero descenso de la hemoglobina sérica en aquellos animales sometidos a cambios de temperatura.

Para Coopó et al. (2002) el empobrecimiento de los pastizales de invierno reduce los aportes nutricionales, reduciendo significativamente los valores de la hemoglobina, si bien consideran que este efecto puede ser modificado con suplementación de alimento.

En las regiones geográficas con diferencias de altitud, temperatura y humedad se pueden provocar variaciones en los parámetros hematológicos, teniendo en cuenta que en zonas de mayor altitud los valores son siempre mayores (Coles, 1989).

Castillo (1994), cita que diversos autores registran entre otros mecanismos compensatorios, aumento en los niveles de hemoglobina cuando un individuo se halla sometido a zonas de gran altitud, con presión barométrica baja. La hipoxia presente, junto con el acumulo de CO<sup>2</sup>, produce un descenso del pH sanguíneo, tras la estimulación del centro respiratorio, se produce el periodo de aclimatación y en cual, la hipoxia estimula la producción de eritrocitos con aumento en la concentración de hemoglobina.

También el sexo tiene influencia sobre los valores normales de hemoglobina, siendo los machos quienes presentan valores mayores que las hembras (Doornenbal et al., 1988; Henry et al., 1980).

La hemoglobina es responsable por hasta 90% del peso seco del eritrocito adulto y de aproximadamente 1/3 de su contenido celular, y su síntesis se hace en lo citoplasma de los precursores nucleados de los eritrocitos, (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Swenson (1988) detalla que la excitación también aumenta los niveles de hemoglobina, debido a la liberación de catecolaminas.

Según Coles (1989) el valor medio de la hemoglobina es de 12g/dl oscilando entre 8 y 16. González Montaña (1992) señala que otros autores dan valores entre 7 y 15g/dl.

Para Kolb (1987), la tasa de hemoglobina permanece constante en cada especie animal con valores entre 10 y 15g/dl, situando la media en 12,5g/dl.

Al igual que sucede con otros parámetros hemáticos, tras el nacimiento se produce una disminución de la hemoglobina entre los días 14 y 18 (Ullrey et al., 1965); aumenta hacia la mitad del primer año de vida para posteriormente descender al final del año (Jelinek et al., 1984). Este descenso no ha sido comprobado por Oduye (1976), quien sin embargo, sí observa el descenso que se prolonga durante el segundo año.

Castillo (1994), cita que la gestación influye poderosamente en la tasa de hemoglobina, con disminución en hembras preñadas según los criterios de Jain (1993), acompañado con un descenso en la cantidad de eritrocitos. Cita que la tasa de hemoglobina decrece de forma considerable durante y tras la gestación, con la caída en el momento del parto, para normalizarse siete días después. El descenso en la eritrocitemia durante la gestación, es atribuido al fenómeno de hemodilución, por la acidosis metabólica que se presenta al avanzar este estado y que intenta ser

compensado eliminando electrolitos por orina y por tanto, agua, así como debido a la menor ingestión hídrica por la compresión que el utero gestante produce sobre el rumen.

En relación con el número de fetos que porte la madre durante este periodo, solo contamos con los estudios de Gonzalez (1992), para quien las ovejas de parto doble presentan una hemoglobinemia significativamente inferior que las de parto único.

Las parasitaciones afectan en gran medida la tasa de hemoglobina; para Gomez Piquer et al. (1980), desciende cuando la parasitosis es elevada y aumenta cuando esta disminuye, lo cual suele variar en función de la estación del año; estos hechos corroboran con los estudios de Holman (1956), quien obtuvo valores de 9,6; 11,7; 10,6 y 11,7g/dl desde primavera a invierno, en función de la estación anual, presentando un valor mínimo en primavera, que coincide con la época de mayor parasitación y en cual el animal está más delgado.

La altitud influye en la tasa de hemoglobina, así los ovinos de Perú, si se localizan a nivel del mar, presentan una concentración de 8 a 10g/dl, mientras que si estos óvidos se trasladan a 3.400 - 3.600 metros de altitud, la tasa de hemoglobina se incrementa hasta 16g/dl (Guyton, 1992; Jain, 1993).

Alonso (1986), señala en raza Merina, valores entre  $9,22 \pm 0,45$  g/dl para corderas en anestro y  $11,71 \pm 1,02$  g/dl para ovejas en estro.

Del Valle et al. (1983) indican que la variación de hemoglobina oscila desde  $13,0 \pm 1,3$ g/dl en el parto, hasta  $10,1 \pm 1,3$  g/dl en el posparto y tiene carácter significativo.

Trastornos metabólicos como la hipocalcemia, hipomagnesemia y la toxemia de la gestación, son estudiados por Vihan y Rai en ovejas y cabras, observando una disminución de la hemoglobina en los tres procesos, apareciendo en los animales toxémicos valores de  $7,97 \pm 0,42$ g/dl (Vihan y Rai, 1984).

Egan en 1971 también comprueba una disminución de la hemoglobina en ocho animales con cuadros clínicos de cetosis, obteniendo valores de 9,01g/dl frente a valores de 10,19 en ovejas sanas y 10,39 en ovejas pretoxémicas, a las que intenta inducir una toxemia de la gestación.

Los niveles medios de hemoglobina observados por Barreiro (1989) fueron de 11,19g/dl, valores algo superiores a los descritos por Castillo (1994), de 10,15g/dl, ambos en ovejas de la raza Gallega.

Torío (1998), cita que los valores basales medios de hemoglobina para ovejas de raza Gallega son de 11,28 g/dl.

Los niveles medios de hemoglobina para la especie ovina oscilan entre 7,4g/dl y 16g/dl (Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Barzanji y Daniel, 1988; Martin, 1988; Yaman et al., 1988; Coles, 1989; Jephcott et al., 1990; Joshi et al., 1990; McNeil et al., 1991; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992; Mundie et al., 1992).

Fernández del Palacio (1986), registra los valores de hemoglobina de  $8,4 \pm 0,08$  g/dl en las Cabras de raza Verata, hasta  $10,44 \pm 0,11$  g/dl en Cabras de raza Del Guadarrama.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en g/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	9 a 15
Garcia-Navarro y Pachaly	1994	9 a 15
Meyer <i>et al.</i>	1995	8 a 16
Allen y Borkowski	1999	9 a 15
Radostits <i>et al.</i>	2002	9 a 15
Pugh	2004	9 a 15,8
Antón y Mayayo	2007	8 a 15
Aceña <i>et al.</i>	2008	8 a 14

### III.15.4. PLAQUETAS

El coagulograma es el conjunto de exámenes utilizados para identificar alteraciones en el proceso de coagulación de la sangre, con la finalidad de diagnosticar la naturaleza de las enfermedades hemorrágicas.

Según García-Navarro y Pachaly (1994), los valores normales de plaquetas/ $\mu\text{l}$  de sangre en ovinos oscila entre 250.000 y 750.000.

Las plaquetas son las partículas más pequeñas del frotis sanguíneo. Son pequeños fragmentos de células, no nucleadas, en forma de disco, productos de la maduración del citoplasma de megacariocitos en la médula ósea, que son liberadas en la sangre periférica (Gartner y Hiatt, 1999; Heckner et al., 1989).

El pulmón y el bazo también son fuentes de plaquetas (Kaneko et al., 1997). La producción y la diferenciación de las células-madre hasta las plaquetas, tarda cerca de 3 días, permaneciendo aproximadamente 10 días en la circulación (Kerr, 2003).

Las plaquetas son metabólicamente activas en los procesos bioquímicos, fisiológicos y patológicos (Kaneko et al., 1997).

Las plaquetas son funcionalmente importantes en la homeostasis, siendo esta función la más sobresaliente. Otras funciones son la medición de la vasoconstricción en virtud de su contenido en serotonina, como opsoninas conectándose a bacterias o virus y favoreciendo así la fagocitosis (Banks, 1992), y en producción y liberación del factor de proliferación de células de la musculatura lisa y endotelial (Kaneko 1989).

Las plaquetas difieren de otros tipos de células sanguíneas y así mantienen el mismo número durante todo el periodo gestacional (Doxey, 1987).

Para mantener la hemostasia, los capilares necesitan de la presencia y funcionamiento normal de las plaquetas, responsables por la hemostasia primaria, o por la formación de un tampón o plug plaquetario provisorio, que procura evitar una hemorragia mayor, en cuanto la fibrina se forma. La formación del plug se da por la adhesión de las plaquetas a la pared vascular, que se hace principalmente sobre las fibrilas de colágeno; en seguida, las plaquetas mudan su conformación, pasando de la forma discoide normal para una más esférica con emisión de pseudópodos, que tienen la función de aumentar la adhesividad plaquetaria y facilitar la agregación entre ellas y de ellas con la pared lesionada. En este momento, las plaquetas inician

la secreción de varias sustancias de tipo fosfolipídico, que potencializan su agregación y participan en el proceso de la coagulación (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .
García-Navarro y Pachaly	1994	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .
Meyer <i>et al.</i>	1995	300000 a 800000/ $\mu\text{l}$ .
Allen y Borkowski	1999	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	240000 a 700000/ $\mu\text{l}$
Antón y Mayayo	2007	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .
Aceña <i>et al.</i>	2008	250000 a 750000/ $\mu\text{l}$ .

### III.15.5. ÍNDICES ERITROCITARIOS

Según Kerr (2003) en el estudio de los hematíes, otros parámetros, diferentes y relacionados, pueden ser realizados de tal forma que generan nuevas cifras que son capaces de describir algunas situaciones relacionadas con estas células en el organismo animal.

#### III.15.5.1. Volumen Corpuscular Medio (VCM)

Según Meyer *et al.* (1995), el VCM se refiere al tamaño de cada célula (eritrocito), que puede ser normal (normocítico), menor que el normal (microcítico) y mayor que el normal (macrocítico). El VCM es obtenido por simple cálculo aritmético a partir del hematocrito y del recuento de eritrocitos de la muestra. Se expresa en femtolitros (fl) o micras cúbicas ( $\mu^3$ ), considerando que 1 fl es  $10^{-15}$  litros.

$$\text{VCM (fl, } \mu^3): \frac{\text{Hematócrita (\%)}}{\text{Eritrocitos (10}^6/\mu\text{l)}} \times 10$$

Benjamin (1984) y Coles (1989) indican que los valores del VCM están comprendidos entre 23 y 48 fl, citando como valor medio 32 y 33 respectivamente.

González (1992) señala que otros autores citan que el VCM pasa de 37 a 29 fl desde la primera semana de vida del cordero hasta las ocho semanas.

Immelman et al. (1981), cita que, hacia los cinco meses el VCM disminuye para aumentar considerablemente en el tercio final del año; por el contrario Oduye (1976), estudiando un lote de ovejas de Nigeria, comprueba que el VCM aumenta desde el periodo del nacimiento hasta los 6 meses con un valor medio de 34,3 fl hasta 43,8 fl cuando los animales tienen más de 48 meses.

González (1992) dice que valores comprendidos entre 24 y 56 fl son citadas por varios autores.

El clima puede influir en el VCM, Rowlands et al. (1975 y 1977) describen un descenso en meses cálidos frente a los meses fríos. Sin embargo, Coop et al. (2002) afirma que la disminución de los valores del VCM durante los meses de invierno se debe a la reducción de aportes nutricionales en los pastizales invernales.

Para Shaffer et al. (1981) en las estaciones intermedias, los valores de VCM son mayores que en las estaciones cálidas. Esta reducción según algunos autores, estaría relacionada con la necesidad orgánica de reducir el calentamiento metabólico, por la reducción del requerimiento de oxígeno celular para compensar el calor ambiental.

Larson et al. (1980) relacionan la reducción en los meses de mayor temperatura con una hemodilución, debido a la mayor ingesta de agua en estos meses, asociado además a diferencias en la alimentación y en el manejo.

La influencia de la gestación sobre este parámetro queda reflejada en los estudios de González (1992) en los cuales el VCM tras mantenerse en valores similares durante los dos primeros meses, asciende de forma continua hasta el momento del parto, con valores superiores siempre en individuos de gestación gemelar.



La determinación del VCM se realiza a partir de los valores obtenidos en el recuento de glóbulos rojos y hematocrito, por tanto cualquier factor que actúe modificando estos se traducirá en alteración en su cálculo.

Según García-Navarro y Pachaly (1994), los índices eritrocitarios del VCM para ovinos están entre 28 a 40 fl., mientras Kerr (2003), cita el volumen medio aproximado de los hematíes de los ovinos igual a 30 fl.

Los valores de 36,51 fl y 39,4 fl se describen como fisiológicos para la oveja Gallega por Barreiro (1989) y Castillo (1994), respectivamente.

El VCM medio en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 35,59 fl.

En la especie ovina oscilan entre 19,3 fl y 48,1 fl (Dukes y Swenson, 1981; Brooks et al., 1984; Martin, 1988; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en fl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	28 a 40 fl.
García-Navarro y Pachaly	1994	28 a 40 fl.
Meyer <i>et al.</i>	1995	23 a 48 fl.
Allen y Borkowski	1999	28 a 40 fl.
Radostits <i>et al.</i>	2002	28 a 40 fl.
Pugh	2004	28 a 40 fl.
Antón y Mayayo	2007	28 a 42 fl.
Aceña <i>et al.</i>	2008	28 a 40 fl.

### III.15.5.2. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM).

La HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos, medida en picogramos (pg, equivalente a  $10^{-12}$  g). Es calculada dividiendo la concentración

de hemoglobina por la cantidad de eritrocitos (en millones) y multiplicado por 10 (Hendrix, 2002).

$$\text{HCM (pg)} : \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)}}{\text{Eritrocitos (10}^6\text{/}\mu\text{l)}} \times 10$$

Este parámetro varía conforme al tamaño celular y con la especie (Kerr, 2003).

Según Coles (1989) la HCM es la cantidad media de hemoglobina en peso, por eritrocito, o bien la proporción de peso de la hemoglobina y el volumen en que está contenida. Las variaciones producidas en los niveles de hemoglobina y eritrocitos circulantes se manifestarán en cambios en la HCM.

En su investigación Birgel et al. (2001) afirma que el HCM aumenta gradualmente con la edad.

González (1992) señala que se considera como valor medio 10 pg y como valores aceptables los comprendidos entre 9 y 13 pg; aunque otros autores citan que pueden aparecer valores extremos de 8 y 17 pg. Aún cita que el valor de HCM sufre un incremento conforme avanza la gestación, para alcanzar sus valores máximos en el último mes de la misma, decayendo posteriormente una semana ante-parto y posteriormente, durante el parto.

La edad, según Castillo (1994), influye en dicho parámetro, con un aumento del mismo, de hecho aprecian en corderos rangos comprendidos entre 8 y 10,6 pg que se elevan hasta la edad adulta, con niveles comprendidos entre 8,7 y 12 pg.

Los valores reflejados por los distintos investigadores para la especie ovina oscilan entre 8 y 12 picogramos (Brooks et al., 1984; Barreiro, 1989; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Castillo, 1994).

El HCM medio en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 13,09 pg.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en pg, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	8 a 12 pg.
Allen y Borkowski	1999	8 a 12 pg.
Radostits <i>et al.</i>	2002	8 a 12 pg.
Antón y Mayayo	2007	8 a 12 pg.
Aceña <i>et al.</i>	2008	8 a 12 pg.

### III.15.5.3. Concentración Media de Hemoglobina Corpuscular (CHCM)

La CHCM es la concentración media de hemoglobina por eritrocito.

Se obtiene aritméticamente a partir del hematocrito (%) y de la concentración total de hemoglobina de la muestra (g/dl) (Meyer et al., 1995).

$$\text{CHCM (g/dl eritrocitos)} = \frac{\text{Hemoglobina (g/dl)}}{\text{Hematócrito (10}^6/\mu\text{l)}} \times 10$$

Según Banks (1992), la CHCM es usada para distinguir las anemias normocrómicas de las hipocrómicas.

El valor normal está alrededor de 35 g/dl independientemente de la especie animal y del tamaño del eritrocito, esto es, para cualquier valor de hematocrito encontrado, la cantidad total de hemoglobina por unidad de volumen es la misma, independiente de la especie. En la oveja, la hemoglobina está contenida en un gran número de pequeños envoltorios (Kerr, 2003).

Según Kerr (2003), no son comunes los valores anormalmente altos, debiendo levantar sospechas de un error de laboratorio en la determinación del hematocrito o en la medición de la hemoglobina. También puede modificarse por la hemolisis, por sustancias que interfieren en el plasma (plasma lipémico), por disminución del tamaño de los hematíes causada por el aumento de la presión osmótica, raro in vivo, pero común por exceso de EDTA en la muestra.

Coles (1989) y Benjamin (1984) coinciden en los valores, los cuales oscilan entre 29 y 35g/dl de eritrocitos dando un valor medio de 32g/dl; si bien que González (1992) cita aún varios estudios de diferentes autores con valores extremos entre 23 y 42 g/dl.

Jelinek (1984), al estudiar los parámetros hematológicos en corderos durante el primer año de vida, comprobó que la CHCM aumenta con la edad y al realizar estos mismos estudios en ovejas Merinas, se confirma lo dicho, e incluso se produce un descenso hacia los diez meses de edad.

Los valores indicados como fisiológicos para la especie ovina oscilan entre 24 y 51 g/dl (Brooks et al., 1984; Barreiro, 1989; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Castillo, 1994).

El CHCM medio en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 36,85 g/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en g/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	31 a 34 g/dl.
Garcia-Navarro y Pachaly	1994	31 a 34 g/dl.
Meyer <i>et al.</i>	1995	29 a 35 g/dl.
Allen y Borkowski	1999	31 a 34 g/dl.
Radostits <i>et al.</i>	2002	31 a 34 g/dl.
Pugh	2004	31 a 34 g/dl.
Antón y Mayayo	2007	30 a 34 g/dl.
Aceña <i>et al.</i>	2008	31 a 34 g/dl.

#### III.15.5.4. Ancho de Distribución de los Eritrocitos (RDW)

El RDW (Red Cell Distribution Width) es el índice de la variación del tamaño celular entre la población de glóbulos rojos. Es una medida electrónica de la anisocitosis o heterogeneidad del volumen eritrocítico (Meyer y Harvey, 2000).

El RDW aumenta su valor según aumenta el grado de anisocitosis. En casos de anemia, los resultados del RDW han de darse junto a los del VCM (Volumen corpuscular Medio) para aproximarse a la causa de anemia. En anemias regenerativas, este índice aumenta cuando se liberan células de mayor tamaño (policromatófilos, reticulocitos) o cuando se producen eritrocitos pequeños (microcitos) como en el caso de la anemia ferropénica (Myers, 2002).

El histograma revela una curva que se aproxima a la distribución gaussiana, en consecuencia, se puede calcular el grado de la variación del tamaño determinando el desvío o desviación estándar (DE) de los volúmenes eritrocíticos. El DE depende del tamaño celular, así como también del grado de variación de tamaño alrededor del VCM. Para obtener una medida de la variación del tamaño que no dependa de cuán grandes sean las células, se calcula el coeficiente de variación del volumen eritrocitario dividiendo el DE por el VCM y luego multiplicando por 100. En resumen, el RDW es el DE de los volúmenes de glóbulos rojos expresado como un porcentaje de la media (Meyer y Harvey, 2000).

Matemáticamente responde a la formula:

$$\text{RDW: } \frac{\text{Desviación estándar del VCM}}{\text{VCM}} \times 10$$

Dado que es un índice que se ha comenzado a emplear recientemente en la rutina de laboratorio, no existen datos relevantes en la literatura consultada, Meyer et al (1995) señala que los valores normales de RDW dependen del laboratorio y muchos de ellos no resultan de gran utilidad.

Meyer y Harvey (2000), citan que los valores de referencia varían dependiendo de la instrumentación empleada para medir el RDW, y su utilidad no fue evaluada con

mucho detalle en medicina veterinaria, sin embargo, se aguarda que esté aumentando en los casos donde incrementa el grado de anisocitosis.

Normalmente los eritrocitos circulantes tienen un tamaño similar, pero ciertas situaciones pueden alterar estos tamaños. El RDW se incrementa en la deficiencia de hierro donde se generan glóbulos rojos más pequeños que los normales. Igual a las anemias regenerativas, el incremento es más probable durante la fase de la enfermedad cuando existe un número significativo de células de tamaño normal y anormal. Otra etiología de incremento del RDW comprende condiciones donde existe una marcada fragmentación eritrocitaria y luego las transfusiones sanguíneas, si el VCM de la sangre dadora es muy diferente al de la receptora (Meyer y Harvey, 2000).

Radostits et al. (2002), cita los siguientes valores de RDW para la especie ovina; 18 a 24,6%.

### III.16. GLOBULOS BLANCOS

#### III.16.1. LEUCOCITOS

Los Leucocitos, del griego leukos: blanco, o glóbulos blancos del sangre, comprenden tres tipos; los granulocitos, los monocitos y los linfocitos. Los dos primeros son producidos en la medula ósea, siendo por esto también conocidos como mielocitos.

Los linfocitos, a su vez, son producidos en timo, Bursa de Fabrício, gánglios y nódulos linfáticos. En conjunto, los leucocitos son células que desempeñan su actividad en los procesos inflamatorio e inmunológico de los tejidos, constituyéndose en los llamados elementos celulares de la inflamación.

Los granulocitos por su vez, comprenden los neutrofilos, los eosinofilos y los basofilos; ellos son llamados también polinucleares, porque tienen un núcleo polisegmentado cuando son adultos. En contrapartida, los monócitos y los linfocitos son llamados mononucleares o agranulocitos, porque tienen un núcleo único y no presentan gránulos en lo citoplasma.

Esta clasificación es por lo tanto puramente morfológica, hoy la clasificación más cierta divide los leucocitos en el grupo formado en la medula ósea (granulócitos y

monocitos), que tienen la misma célula de origen, y los formados en los órganos linfáticos, que son los linfocitos, (García-Navarro y Pachaly, 1994).

El número total oscila entre 4.000 y 12.000 leucocitos/ $\mu$ l para la especie ovina, dando Coles (1989) un promedio de 8.000/ $\mu$ l. Según Benjamin (1984) los límites se hallan entre 3.000 y 9.000/ $\mu$ l.

Según Coles (1989), la leucometria global considerada normal para los ovinos es similar a los bovinos, la franja de normalidad está entre 4.000 y 12.000/ $\mu$ l, con medias cerca de 7.000 y 8.000/ $\mu$ l. Cambios en los parámetros para leucocitos de corderos recién nacidos fueron estudiados por Upcott et al. (1971), señalando que el contaje absoluto de los neutrofilos maduros tiene un descenso de 2.700/ $\mu$ l en el nacimiento para alcanzar 1.700/ $\mu$ l tres a ocho días después y la relación linfocitos/neutrofilos tiene un descenso ligero de 1,61 en el primero día de vida, para alcanzar 3,15 en los 35 a 38 días de edad.

Según García-Navarro y Pachaly (1994), los valores normales de leucocitos/ $\mu$ l de sangre para ovinos es de 4.000 a 12.000.

Alonso (1986) cita que se debe tener en cuenta que la actividad muscular, aunque sea moderada con aumento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, eleva el número de leucocitos circulantes (leucocitosis fisiológica), quedando secuestrados de nuevo en los lechos capilares colapsados en los periodos de inactividad (Schalm et al., 1981).

Coles (1989) cita, la variabilidad de los valores hematológicos en diferentes grupos de ovinos fue realizada por los datos presentados por Jones (1985), en sus estudios con más de 700 ovinos divididos en seis grupos, estos autores verificaron que las medias de leucometria global, variaron de un mínimo de 7.140/ $\mu$ l en un grupo hasta máximo de 8.620/ $\mu$ l en otro. El contaje granulocítico total también varía de un mínimo de 1.640/ $\mu$ l hasta un máximo de 2.630/ $\mu$ l, lo mismo ocurre con las células mononucleares, con variaciones medias entre 4.510/ $\mu$ l a 6.850/ $\mu$ l. Schalm et al. (1981) investigó estas oscilaciones a partir de un grupo de doce corderos en crecimiento, libres de parásitos, entre 60 y 240 días de edad, viendo que la leucometria global aumento durante este periodo y fue relacionada con cambios en los índices de neutrofilos/linfocitos, de 0,67/1,00 a 0,33/1,00.

González (1992), cita que otros autores señalan que a medida que el animal envejece hay una ligera tendencia a la disminución, lo cual se atribuye al descenso de linfocitos, pero sin cambios significativos en los monocitos, eosinófilos y basófilos, y

Oduye (1976) diferencia el número total de leucocitos según distintos estados fisiológicos en dos razas ovinas, así indica valores de  $13.096 \pm 4.407/\mu\text{l}$  para ovejas gestantes de raza Nigeria, frente a  $17.221 \pm 2.615/\mu\text{l}$  en ovejas en igual estado de raza West African y da valores más altos para ovejas gestantes de ambas razas. Schalm (1981) señala que se produce un aumento hasta el cuarto mes de gestación para descender hasta el momento de producirse el parto.

Según Benjamin (1984), el estado fisiológico altera los niveles de leucocitos, así en animales preñados se observa una leucocitosis hasta al tercer mes de gestación, ocurriendo posteriormente una caída gradual, apareciendo una segunda leucocitosis en las dos semanas que anteceden el parto.

Doxey (1987) describe un marcado aumento el día del parto y una caída rápida semejante en 24 - 48 horas después del parto, con retorno a la normalidad en 4 a 6 días. De la misma forma Goicoa (1989) describe el aumento progresivo de leucocitos en los dos primeros tercios de la gestación, con posterior disminución hasta volver a los valores iniciales.

Alonso (1986) en Merina, obtiene valores entre  $9.070 \pm 790/\mu\text{l}$  en ovejas en estro y  $10.900 \pm 880/\mu\text{l}$  en corderas en estro, de  $9.410 \pm 150$  en ovejas vacías y  $9.260 \pm 480$  en ovejas gestantes; lo cual coincide con los datos aportados por Fernández Gómez et al. (1984), en ovejas Fleischaff, con un valor medio de  $8.500 \pm 400/\mu\text{l}$ , oscilando entre valores extremos de 5.000 y 13.900 leucocitos/ $\mu\text{l}$ .

Las parasitosis conducen a un aumento importante en el número de leucocitos según Meyer et al. (1995).

Torío (1998) cita cifras de  $7,34 \times 10^3/\mu\text{l}$ , como media basal de leucocitos en sangre.

Fernández del Palacio (1986), registra los valores de leucocitos totales en Cabras, de  $7,84 \pm 0,17 \times 10^3/\text{mm}^3$  en la raza Blanca Andaluza, hasta  $11,4 \pm 0,20 \times 10^3/\text{mm}^3$  en la raza Retinta.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:



AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	4000 a 12000/ $\mu$ l.
García-Navarro y Pachaly	1994	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Meyer <i>et al.</i>	1995	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Allen y Borkowski	1999	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Radostits <i>et al.</i>	2002	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Pugh	2004	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Antón y Mayayo	2007	4000 a 12000/ $\mu$ l.
Aceña <i>et al.</i>	2008	4000 a 12000/ $\mu$ l.

### III.16.2. FORMULA LEUCOCITARIA O RECUESTO DIFERENCIAL DE LEUCOCITOS

La contaje diferencial de los leucocitos, también llamada de fórmula leucocitaria, tiene por finalidad establecer cual es el valor porcentual de cada tipo de leucocito circulante en la sangre, para después de conocer el total de leucocitos circulantes, saber el total de cada tipo de leucocito (García-Navarro y Pachaly, 1994).

El ejercicio muscular y el estrés alteran tanto el número total como el recuento diferencial de leucocitos, que suele aumentar por incremento de la tasa de neutrófilos, según Coles (1989), como sucede en aquellas circunstancias en las cuales al recolectar la muestra no se realiza en las condiciones adecuadas, tales como situaciones de estrés.

El recuento total de leucocitos es fundamental para el diagnóstico de enfermedades inflamatorias y/o infecciosas en la mayoría de las especies (Rebar *et al.*, 2003).

El recuento diferencial está considerado como un método más adecuado, expresa la cantidad de cada grupo celular, granulocitos o agranulocitos, presentes en la muestra. Los resultados pueden ser presentados en porcentaje o en valores relativos (que pueden conducir a errores de interpretación), o representar el número de células/ $\mu$ l que corresponderá al llamado valor absoluto (Benjamin, 1984).

Según Kerr (2003), las células predominantes son los linfocitos, con una relación neutrófilos/linfocitos de 30/70. Para este autor el número absoluto de cada tipo celular es muy importante, ya que los leucocitos tienden a reaccionar de forma independiente en diferentes cuadros morbosos. Los neutrófilos son más numerosos que los linfocitos el día del nacimiento debido al estrés, pero a partir de las 24 horas los neutrófilos comienzan a decrecer y los linfocitos aumentan. Así se mantienen durante el primer año de vida (Benjamin, 1984).

Coles (1989) describe que de forma general ocurre una disminución de los neutrofilos conforme avanza la edad.

Kaneko et al. (1997) afirman que el estrés puede inducir la secreción de ACTH (Hormona Adrenocorticotrópica) elevando los niveles de corticoides plasmáticos que lleva a su vez a una depresión del número de eosinofilos.

La linfocitosis puede aparecer en estados de ansiedad, excitación, esfuerzo físico, crisis convulsivas o en estrés, debido a la liberación de epinefrina y al aumento del flujo sanguíneo, que lleva a la liberación de neutrofilos desde las reservas marginales (Benjamin, 1984; Meyer et al., 1995).

Después de injurias en tejidos, con respuesta inflamatoria, los rumiantes responden con la leucopenia inicial con desvío a la izquierda. Esta leucopenia está relacionada con la pérdida de linfocitos, que son las células más abundantes en la sangre de los rumiantes, por la migración de neutrofilos al área inflamada y por la liberación marginal por la médula ósea de neutrofilos maduros (Hirvonen, 1999).

Las parasitosis modifican considerablemente este recuento diferencial; así García Partida et al. (1977), en parasitaciones hepáticas en ganado bovino, observan una elevación marcada de los eosinófilos hasta el 19,66%, lo cual puede hacerse extensivo al ganado ovino.

Fernández Gómez et al. (1984) realizan un estudio de la fórmula leucocitaria en ovejas Fleischaff, llegando a la conclusión que varían notablemente de unos animales a otros con valores medios del 23% de neutrofilos, 71% de linfocitos, 4% de monocitos, 2% de eosinófilos y sin detección apreciable de basófilos.

Alonso (1986) en oveja Merina, en diferentes momentos de su fisiologismo reproductivo, da los siguientes valores porcentuales (%):

	Ovejas de campo		Ovejas Estabuladas		Ovejas gestación
	Primalas gestación	Andoscas anoestro	Ovejas anoestro	Ovejas estro	
Linfocitos %	42,00 ± 7,79	52,69±7,79	48,81± 1,86	43,25 ± 6,12	48,64 ± 2,38
Monocitos %	1,77± 0,97	5,50±0,50	3,29 ± 0,39	5,58 ± 0,86	3,13 ± 0,32
Eosinofilos %	3,81± 1,37	6,33±2,0			
Basofilos %			0,07± 0,13		0,06 ± ^E,09
Neutrofilos %	49,60 ± 7,25	40,50 ± 3,95	44,40 ± 1,76	46,58 ± 5,31	44,37± 2,73

Para Fraser (1979) los neutrófilos dentro del período peripartal oscilan desde 58,2% en el parto hasta 51,2% 24 horas después.

La gestación conduce a una leucocitosis neutrofilica en el periodo final; se observa una leve eosinofilia durante toda la preñez, que cae rápidamente con el parto, los monocitos y el basofilos son constantes y los linfocitos disminuyen en proporción con el aumento de los neutrofilos (Benjamin, 1984).

Para Radostits et al. (2002), existe eosinofilia, linfocitosis y neutropenia; mientras que el recuento de neutrófilos puede dar cifras inferiores al 10%, los linfocitos pueden estar elevados hasta el 60 y 80% y los eosinófilos pasan del 15 al 40%.

Vihan y Rai (1984), al estudiar un grupo de ovejas con toxemia de la gestación, comprueban que en este proceso se produce una disminución de la tasa de neutrófilos, no modificándose de forma significativa la cantidad de monocitos y basófilos y en cambio sí se produce una marcada elevación de los eosinófilos.

Fernández del Palacio (1986) al estudiar distintas razas Caprinas, encontró los siguientes recuentos: linfocitos entre 41,07 ± 1,07% en la raza Verata y 50,87 ± 1,21% en la raza Malagueña; neutrofilos entre 41,76 ± 1,25% en la raza Malagueña y 51,9 ± 1,06% en la raza Verata; eosinofilos en la raza Pirenaica (parasitada) se elevan a 14,24 ± 0,78%; basofilos oscilaron entre 0% en las razas Verata y Murciano-Granadina y 0,19 ± 0,05% en la raza Blanca Andaluza y los monocitos oscilaron entre 1,39 ± 0,15% en la raza Canaria y 4,19 ± 0,32% en la raza Malagueña.

### III.16.2.1. NEUTROFILOS

Los neutrófilos circulantes son células con un núcleo formado por entre dos y cinco segmentos, unidos por filamentos de cromatina y gránulos en el citoplasma, que toman una coloración neutra. La segmentación del núcleo acompaña el envejecimiento de la célula, así los neutrófilos jóvenes tienen el núcleo aún en forma de bastón no segmentado y son llamados de cayados. Los adultos tienen el núcleo formado por varios segmentos unidos por filamentos de cromatina y son llamados segmentados, normalmente menos de 6% dos neutrófilos circulantes son bastonetes (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Los neutrófilos son esenciales en la defensa contra los microorganismos invasores, en particular bacterias. Para ser eficaces, deben reconocer señales inflamatorias, abandonar la sangre, migrar a través de tejidos hasta un sitio donde haya bacterias y luego neutralizarlas. Los neutrófilos exhiben moléculas de adhesión glucoproteicas sobre sus superficies que son necesarias para diversas funciones dependientes de la adhesión incluyendo la adhesión al endotelio y estructuras subendoteliales, diseminación, quimiotaxis y fagocitosis (Meyer y Harvey, 2000).

Según Thrall (2006), los neutrófilos participan de la respuesta inflamatoria por medio de quimiotaxis positiva al tejido inflamado y fagocitosis de microorganismos y materiales extraños.

La neutrofilia puede desarrollarse como resultado de la hiperproducción de neutrófilos y/o mayor liberación de los mismos desde la médula ósea, menor movimiento de los neutrófilos desde la sangre hacia los tejidos o movimiento neto desde el conjunto marginal hacia el circulante. La neutrofilia se presenta con rapidez en la sangre luego de la liberación de epinefrina, como ocurre durante la actividad física, miedo o excitación (leucocitosis fisiológica). El efecto de la epinefrina se observa con mayor regularidad en los animales jóvenes. El aumento de la liberación endógena o administración exógena de los glucocorticoides producen el leucograma de estrés, las causas potenciales de una aumentada liberación endógena de los glucocorticoides comprenden dolor, estrés emocional prolongado, temperatura corporal anormal e hiperadrenocorticismos (Meyer y Harvey, 2000).

Aumento en el número de neutrófilos o neutrofilia, ocurre en todas aquellas situaciones que determinen estrés en el animal o incremento en la producción de corticoides como en las enfermedades crónicas, enfermedades neoplásicas, intensas

sobrecargas, tratamiento con glucocorticoides y hiperadrenocorticismo, o bien en enfermedades inflamatorias como en infecciones bacterianas y en lesiones tisulares extensas (en estas se producen desviación izquierda) que es lo aumento en el número de neutrófilos inmaduros (Aceña et al., 2008).

La neutropenia se puede desarrollar por una menor liberación de neutrófilos desde la médula ósea, mayor egresso desde la sangre, destrucción de neutrófilos dentro de la sangre o un desvío de células desde el conjunto circulante hacia el conjunto marginal como acontece durante el choque. La neutropenia puede desarrollarse en leucemias mieloides agudas, en condiciones inflamatorias agudas, septicemias y endotoxemias (Meyer y Harvey, 2000).

Disminución en el número de neutrófilos o neutropenia, puede producirse como consecuencia de una excesiva demanda de neutrófilos como en las infecciones sobreagudas, por disminución en la producción en la médula ósea o granulopoyesis por efecto de agentes infecciosos, fármacos, mieloptisis y neutropenia inmunomediada, o por aumento en la marginación que ocurre en la anafilaxia (Aceña et al., 2008).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .
Garcia-Navarro y Pachaly	1994	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .
Meyer <i>et al.</i>	1995	1000 a 5000/ $\mu\text{l}$ .
Allen y Borkowski	1999	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	1500 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Antón y Mayayo	2007	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .
Aceña <i>et al.</i>	2008	700 a 6000/ $\mu\text{l}$ .

### III.16.2.2. LINFOCITOS

Son células generalmente redondas o ovaladas, con un citoplasma basófilo e un núcleo que acompaña la forma de la célula cuyo diámetro tiene entre 60% y casi 100% del diámetro de lo citoplasma. Lo tamaño de los linfocitos es variable, los menores son un poco mayores que los eritrocitos y los mayores llegan a si igualar a los monocitos, con los cuales son frecuentemente confundidos. Algunos linfocitos pueden aún tener una forma irregular poliédrica, esto, se cree que ocurre por la acción de la presión de las células al su redor. Existen dos poblaciones de linfocitos: los T (tímicos) y los B (búrsicos).

La diferenciación, hecha por medios inmunocitoquímicos, es imposible de ser vista en lo frotis sanguíneo, ya que ambas las células, morfológicamente son indistintas (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Las células producidas en la medula ósea pueden dar origen a dos tipos de células hijas. Una de estas células migra hasta o timo, sufre una diferenciación en este órgano y después se dirige a los órganos linfáticos donde origina una población de linfocitos T o Timo dependientes. La otra célula deja la medula ósea, migra hasta la bolsa de Fabrício (en las aves), sufre una diferenciación en este órgano y después va se instalar en los órganos linfáticos, donde da origen a población de linfocitos B o burso dependientes. Lo equivalente de lo bolso en los mamíferos aún no está perfectamente definido, y es mismo probable que ella no exista e que estas células sean diferenciadas en la propia medula ósea.

Los linfócitos, al contrario de los otros leucocitos, pueden entrar y salir de la corriente sanguínea varias veces y tienen una vida mucho más longa. Otra particularidad de los linfocitos es que las células adultas cuando estimuladas por un antígeno determinado, pueden sufrir una transformación blástica y volver a se dividir, aumentando la población (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Según Coles (1989) los linfocitos de los ovinos cambian en dimensiones pero la amplitud de la variación es menor que la que ocurre en bovinos.

Las cantidades de linfocitos en sangre varían con la edad, dependiendo de la especie. Normalmente la linfocitosis está asociada a presencia de virus, sea por infección o por vacuna. A menudo los linfocitos granulosos pueden incrementar en respuesta a

Los agentes infecciosos o en asociación con procesos neoplásicos de estas células (Meyer y Harvey, 2000).

Aumento en el número de linfocitos o linfocitosis, debemos recordar que en algunas especies es fisiológica como en los perros, gatos y potros. Puede encontrarse linfocitosis en la fase de recuperación de enfermedades infecciosas, en el hipoadrenocorticismo, y en neoplasias linfoides sobre todo en la leucemia linfocítica crónica (Aceña et al., 2008).

En la linfopenia, los linfocitos son secuestrados en la médula ósea, ganglios linfáticos y bazo por acción de los glucocorticoides endógenos o exógenos. La linfopenia a menudo acompaña a las infecciones bacterianas y virales sistémicas graves debido a la liberación de los glucocorticoides endógenos, y a menudo se presenta luego del empleo de drogas inmunosupresoras e irradiación, que provocan la destrucción de los linfocitos (Meyer y Harvey, 2000).

Disminución en el número de linfocitos o linfopenia, puede encontrarse en algunas enfermedades infecciosas agudas y en el hiperadrenocorticismo (Aceña et al., 2008).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
García-Navarro y Pachaly	1994	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Meyer <i>et al.</i>	1995	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Allen y Borkowski	1999	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Antón y Mayayo	2007	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .
Aceña <i>et al.</i>	2008	2000 a 9000/ $\mu\text{l}$ .

### III.16.2.3. EOSINOFILOS

Los eosinofilos son también células con núcleo segmentado y gránulos en lo citoplasma, teniendo afinidad por los colorantes ácidos como la eosina, y toman por lo tanto una coloración amarilla, naranja o castaña, cuando son teñidos por los colorantes como o Wright o el Giemsa; de la coloración de estos gránulos viene el nombre, eosinos, del griego, alvorada (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Según Thrall (2006), las funciones de los eosinofilos no son bien comprendidas, aunque haya una cantidad considerable de estudios y observaciones. Los eosinofilos contienen proteínas que se ligan y lesionan las membranas de los parásitos, siendo responsables por el mecanismo de defensa contra los estadios larvarios de los parásitos, estando también envueltos en la modulación de reacciones alérgicas inflamatorias y de inmunocomplejos.

Meyer y Harvey (2000), citan que los eosinófilos tienen limitada capacidad fagocítica y representan una mínima defensa contra las bacterias o agentes virales, pero son activos en la destrucción de parásitos metazoarios (trematodos y estadios tisulares de helmintos) que tienen anticuerpos y/o complemento unidos a sus superficies.

La eosinofilia se puede presentar en las enfermedades parasitarias, de manera especial las causadas por trematodos y nematodos. La eosinofilia es más probable cuando los nematodos intestinales están migrando dentro del cuerpo, que cuando sólo se encuentran dentro del intestino. LA eosinofilia puede ocurrir en asociación con procesos inflamatorios en la piel, pulmón, intestino y útero, órganos que normalmente contienen numerosas células cebadas. Pueden presentarse en los animales con reacciones de hipersensibilidad alérgica mediada por IgE como p.ej. picaduras de pulga (Meyer y Harvey, 2000).

Aumento en el número de eosinófilos o eosinofilia es característica de las alergias (alimentarias, medicamentosas, ambientales...) y de las parasitosis que supongan una invasión tisular. Puede encontrarse también en el hipoadrenocorticismismo y en diversos procesos que suponen infiltrados tisulares de eosinófilos como enteritis eosinofílica, miositis eosinofílica, complejo granuloma eosinofílico, etc (Aceña et al., 2008).

Eosinopenia: el recuento absoluto de eosinófilos puede ser de cero en algunos animales normales, haciendo que la eosinopenia sea de poco interés. Los



glucocorticoides producen con rapidez eosinopenia secundaria al secuestro de los eosinófilos dentro de la médula ósea (Meyer y Harvey, 2000).

Disminución en el número de eosinófilos o eosinopenia no tiene un significado clínico importante, pero puede producirse en el hiperadrenocorticismismo y en enfermedades infecciosas agudas (Aceña et al., 2008).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
García-Navarro y Pachaly	1994	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
Meyer <i>et al.</i>	1995	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
Allen y Borkowski	1999	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
Antón y Mayayo	2007	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .
Aceña <i>et al.</i>	2008	0 a 1000/ $\mu\text{l}$ .

#### III.16.2.4. MONOCITOS

Antiguamente los monocitos eran clasificados juntamente con los linfocitos, en un grupo llamado de mononucleares de la sangre. Hoy, se sabe que ellos dividen la Unidad Formadora de Colonia (UFC) con los granulocitos, a pesar que después sigan una ramificación separada. Son células mayores que los granulocitos, con núcleo que siendo segmentado, puede presentar considerable polimorfismo. La UFCmm da origen al monoblasto, que se divide y origina el promonocito, que madura y se torna monocito (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Thrall (2006) cita que los monocitos también participan de la respuesta inflamatoria y son considerados células intermediarias de un proceso de maduración continuo; ellos migran para los tejidos donde continúan a desarrollarse, llegando hasta la forma de macrófagos. Pueden fagocitar bacterias, grandes microorganismos

complejos como hongos y protozoarios, células dañificadas, restos celulares y residuos de partículas extrañas. Estas células aún desempeñan importante función inmunoregladora por presentar el antígeno procesado a los linfocitos T, siendo también responsables por la destrucción normal de hematíes, con reciclaje metabólica del hierro y por la mayoría de los casos de hemólisis patológica.

La monocitosis puede ocurrir en condiciones que también cursan con neutrofilia. Puede presentarse en los procesos inflamatorios agudos y crónicos. Los animales domésticos normales pueden tener pocos monocitos o ninguno en la sangre; en consecuencia, el término monocitopenia no suele aplicarse (Meyer y Harvey, 2000).

Aumento en el número de monocitos o monocitosis aparece en todas aquellas situaciones que supongan una presencia tisular de macrófagos como en las enfermedades granulomatosas, necrosis tisulares, infecciones crónicas y algunas enfermedades inmunomediadas (Aceña et al., 2008).

Disminución en el número de monocitos o monocitopenia carece de significación clínica (Aceña et al., 2008).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
García-Navarro y Pachaly	1994	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
Meyer <i>et al.</i>	1995	0 a 800/ $\mu\text{l}$ .
Allen y Borkowski	1999	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	0 a 600/ $\mu\text{l}$ .
Antón y Mayayo	2007	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .
Aceña <i>et al.</i>	2008	0 a 750/ $\mu\text{l}$ .

### III.16.2.5. BASÓFILOS

También son células de núcleo segmentado y gránulos citoplasmáticos; estos gránulos son basófilos, adquiriendo una coloración azul oscuro, cuando son teñidos por los colorantes utilizados en hematología (García-Navarro y Pachaly, 1994).

Según Thrall (2006), la función de los basófilos es prácticamente desconocida, ellos contienen histamina y heparina, la membrana citoplasmática contiene inmunoglobulina E, semejante a los mastocitos; pero su función fisiopatológica en la circulación es desconocida. La cantidad de basófilos en la circulación es muy pequeña y generalmente no son encontrados en la contaje diferencial de rutina.

La basofilia en general se asocia con los trastornos mediados por la IgE. Cuando se presenta, la basofilia suele acompañar a la eosinofilia. Puede ocurrir en animales con alteración del metabolismo lipoproteico como p. ej. el hipotiroidismo (Meyer y Harvey, 2000).

Aumento en el número de basófilos o basofilia se encuentra en algunas hiperlipidemias y puede aparecer en la filariosis (Aceña et al., 2008).

Disminución en el número de basófilos o basopenia, no tiene significado clínico. Debemos recordar que los basófilos son los leucocitos menos abundantes, y es muy frecuente no encontrar ninguno al realizar la fórmula leucocitaria al microscopio, por tanto difícilmente podremos valorar su disminución (Aceña et al., 2008).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en  $\mu\text{l}$ , se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Jain	1993	0 a 300/ $\mu\text{l}$ .
Garcia-Navarro y Pachaly	1994	Raros
Meyer <i>et al.</i>	1995	Raros
Allen y Borkowski	1999	0 a 300/ $\mu\text{l}$ .
Radostits <i>et al.</i>	2002	0 a 300/ $\mu\text{l}$ .
Pugh	2004	0 a 300/ $\mu\text{l}$ .
Antón y Mayayo	2007	Raros
Aceña <i>et al.</i>	2008	0 a 100/ $\mu\text{l}$ .

### III.17. PARÁMETROS BIOQUÍMICOS SÉRICOS

#### III.17.1. PROTEÍNAS TOTALES

Las proteínas son cadenas polipeptídicas constituidas por aminoácidos y en algunos casos por compuestos químicos como lípidos, hidratos de carbono o ácidos nucleicos (Kaplan y Pesce, 1990).

Intervienen en prácticamente todos aquellos procesos que acontecen en el ser vivo, desde la coagulación de la sangre hasta la herencia de los animales, y son constituyentes de estructuras fundamentales. Las funciones de las proteínas son innumerables, siendo su actividad biológica dependiente de su estructura (Kaneko et al., 1997).

En general en el plasma sanguíneo existe un 5-7% de proteína, y la sangre entera posee un 20% o más al incluirse la hemoglobina. Las proteínas totales se pueden dividir en dos grandes fracciones, albúminas y globulinas (Kaneko et al., 1997).

Estas proteínas poseen diferentes funciones, entre otras participan en el transporte de sustancias, en el mantenimiento de la presión oncótica, en la inmunidad humoral y en el mantenimiento de la homeostasis (Ganong, 1998).

Las características químicas y los pesos moleculares de estas proteínas han permitido clasificarlas en: albúminas, globulinas y fibrinógeno. Las globulinas, de acuerdo con su movilidad en un campo eléctrico, se clasifican en alfa, beta y gammaglobulinas, sintetizadas en su mayoría a nivel hepático con excepción de las gammaglobulinas (Ganong, 1998).

El plasma difiere del suero en que el fibrinógeno y algunas de las proteínas de la coagulación están ausentes en el suero pero presentes en el plasma. Este hecho supone una variación de aproximadamente el 5% de las proteínas totales al retener el coágulo entre 1 - 4 g/dl de las mismas (Meyer et al., 1992).

Han sido descritas y cuantificadas alrededor de cien proteínas contenidas en sangre en el hombre y los animales. En esencia, la totalidad de la albúmina y el 60-80% de las globulinas plasmáticas se sintetizan en el hígado. El resto de éstas son elaboradas por las células plasmáticas y linfocitos B de los tejidos linfoides en respuesta al estímulo antigénico y son, sobre todo, gammaglobulinas que constituyen los anticuerpos (Guyton, 1996; Kaneko et al., 1997).

Radostits et al. (2002) cita que la deshidratación, entre otros efectos en el metabolismo tisular, aumenta la desintegración de las grasas, seguidamente, de los carbohidratos, y por último de las proteínas, en un intento de suministrar agua al organismo. Este aumento del metabolismo endógeno en condiciones relativamente anaerobias, trae como consecuencia la formación de metabolitos ácidos, aumento de la urea en sangre y de las proteínas circulantes, que junto a la pérdida entérica de bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), agrava el cuadro de acidosis. La pérdida de agua por su parte, provoca un aumento en la viscosidad sanguínea, con hemoconcentración e insuficiencia circulatoria periférica, que se manifiesta también con disminución en la formación de orina.

El descenso en la concentración de proteínas de la sangre se puede deber a un aporte insuficiente en la dieta, a una mala absorción proteica, a una deficiencia en la síntesis de albúmina por el hígado, a una huída de la albúmina hacia el espacio intersticial y a un aumento de la permeabilidad capilar en los procesos inflamatorios agudos y en enfermedades crónicas como las neoplasias. Además el estado fisiológico del animal puede influir en la variación del proteinograma (Coles, 1989).

Según Navamuel et al. (2002) no se describen alteraciones significativas en los niveles de proteínas totales en animales sometidos a una suplementación proteínica con torta de algodón (34% de proteína cruda) en la dieta, concluyendo que las proteínas totales y sus fracciones seroproteicas no responden al aporte de proteínas dietéticas suplementarias.

Existen algunos factores que pueden modificar de forma fisiológica, el valor de la proteinemia y podrán auxiliarnos en la interpretación de los resultados laboratoriales. Así situaciones patológicas como deficiencia proteica severa, malnutrición, maladigestión, malaabsorción, enfermedades hepáticas y renales, entre otras causas pueden ser diagnosticadas mediante la cuantificación de las proteínas plasmáticas totales o fraccionadas, albúminas y distintas fracciones de globulinas (Larson et al., 1980).

Según Plonait (1984) la existencia de lipemia, hemólisis, y concentraciones extremas de glucosa o colesterol en sangre lleva a lecturas demasiado elevadas de las proteínas plasmáticas.

La edad es un factor que modifica la proteinemia, produciéndose un aumento conforme avanza aquella (Kaneko et al., 1997) y atribuible al progresivo aumento en

los niveles de globulinas, ya que parece ser que las ovejas adultas poseen una mayor capacidad para estabilizar sus proteínas séricas, con el propósito de mantener la presión oncótica coloidal, respecto a los individuos jóvenes.

Green et al. (1982) registran en ovejas, a las que estudian durante 6 años, valores de proteínas séricas que van desde 57g/l al inicio de la experiencia hasta 72 g/l al final de la misma.

Gutiérrez Panizo et al. (1988) observan, en ganado ovino de raza Churra y Manchega, un aumento de las proteínas séricas en los primeros días, para disminuir posteriormente entre el primer y segundo mes de vida, recuperándose a partir de los cuatro meses siguientes. Por el contrario, Alonso et al. (1997) encuentran un descenso en los valores de proteínas totales en la raza Merina a medida que avanza la edad, pasando de  $80,67 \pm 5,3$  g/l en corderas a  $78,70 \pm 8,4$  g/l en animales entre 2,5 - 3,5 años, hasta  $74,95 \pm 11,18$  g/l para ovejas maduras, de edad superior a los 4,5 años.

El estado fisiológico del individuo es otra fuente de variación de la proteinemia; Alonso, (1986) en ovejas Merinas obtiene un valor mínimo de 74,8 g/l y máximo de 89,0 g/l, sin hallar diferencias significativas, en función del estado de anestro, estro o gestación. Sin embargo, si encuentra significación en un grupo de primíparas, quienes aportan los valores más altos, respecto al grupo de corderas, andoscas, trasandoscas y ovejas.

Velasco (2004) cita que diversos autores señalan que el factor que más influye a la hora de variar la proteinemia durante la gestación es el incremento en el volumen plasmático, pues este aumento lleva implícito un incremento en la movilización de la albúmina para mantener constante la presión oncótica. Durante la gestación la vida media de la albúmina es más corta y su síntesis está limitada por el tránsito de aminoácidos al útero gestante, lo que conduce a una redistribución de las proteínas maternas, con disminución de la masa muscular y aumento de los órganos del sistema digestivo. La proteinemia disminuye conforme avanza la gestación debido al aumento en los requerimientos fetales para formar proteína fetal, así como en lactación, donde se necesitan para formar proteínas lácteas.

Los estudios de Gonzalez (1992), muestran que no existen diferencias significativas en los niveles de proteinemia entre hembras vacías y preñadas hasta el cuarto mes de gestación. A partir de entonces se aprecian diferencias entre estos grupos, y a su

vez entre las portadoras de uno o dos fetos. El autor aprecia que las hembras vacías mantienen niveles de proteinemia superiores a las gestantes, siendo las de gestación gemelar las que ofrecen la proteinemia más baja. Tras el parto se aprecia, en ambos tipos de ovejas, una recuperación de los valores, pero sin alcanzar los niveles hallados al inicio de la gestación y claramente inferiores a las cifras medias aportadas por las hembras vacías.

Según Henry et al. (1980) el ejercicio físico, aunque de breve duración, puede producir un aumento de un 6 a un 12% en los niveles de proteinemia.

Según Arruda (2006), diversos autores citan que la época del año, con sus variaciones climáticas y de cubierta vegetal, ejercen una importante influencia sobre los niveles proteicos plasmáticos. Así como el factor edad influye en la concentración sanguínea, donde las proteínas aumentan con la edad.

En la raza ovina Gallega la proteinemia total registrada por Barreiro (1989) fue de 6,72 g/dl, mientras que Castillo (1994) registra valores de 7,1 g/dl.

González (1992) cita que varios autores señalan una variación en la concentración de las proteínas totales en ovinos, entre 3,6 y 9,5 g/dl.

Kessabi y Lamnaover (1981) obtienen valores de  $5,84 \pm 0,21$ ;  $6,42 \pm 0,16$  y  $6,9 \pm 0,29$  g/dl al estudiar la relación edad-nivel de proteínas totales a los seis meses, dos años y cuatro años respectivamente. Un estudio similar es realizado por Green et al (1982) hallando cifras que oscilan desde 5,7 hasta 7,2 g/dl a lo largo de un período de seis años.

González (1992), cita que Ojeda et al. (1967), estudiaron en ovinos interrelacionando la influencia del sexo, edad y raza sobre los niveles de proteínas totales, se ha llegado a la conclusión que los mayores valores de proteinemia aparecen en machos de más de dos años de raza Karakul, comparándolos con la raza Manchega, y los más bajos en hembras de raza Karakul menores de dos años, y López Gorge et al. (1967), realizaron investigaciones en ovinos y obtienen cifras de proteínas totales de  $6,15 \pm 0,15$  y  $6,76 \pm 0,49$  g/dl, que son valores similares a los obtenidos por Babin (1982) en ovejas de raza Manchega sanas, mantenidas en régimen de pastoreo, desparasitadas y con edades que oscilan entre 2 y 4 años de edad, con cifras extremas entre 3,6 y 7,8 g/dl. Procesos patológicos, como infecciones, pueden dar lugar a un incremento del catabolismo proteico que a la larga, conduce a una alteración del equilibrio proteico sanguíneo

Los niveles de proteínas totales se ven influidos por efecto de la parasitosis, ya que además de las pérdidas sanguíneas que producen ciertos parásitos hematófagos intestinales, se produce una hipoproteïnemia nutricional debido a que disminuye el consumo de agua y alimento. Por otra parte se produce una pérdida de agua por las heces, lo que conduce a una dificultad de reabsorción de proteínas a partir del intestino, como también ocurre en la paratuberculosis de los rumiantes, por la alteración de la mucosa intestinal.

González (1992) cita aún, que Albala (1975) relacionando la toxoplasmosis con parámetros séricos en ovinos jóvenes obtiene niveles de proteínas totales que oscilan entre 7 y 8,9 g/dl.

Prieto Montaña et al. (1980) obtienen valores más bajos de proteínas en vacas parasitadas que en vacas sanas.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 7,66g/dl.

Los valores fisiológicos para oveja Gallega citados por Barreiro (1989) y Castillo (1994), son respectivamente 6,72 g/dl y 7,10 g/dl.

Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 7,14 g/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en g/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Fubini <i>et al.</i>	1991	8,2g/dl
Pieragostini <i>et al.</i>	1991	6,83g/dl
González Montaña	1992	6,93 g/dl
Meyer <i>et al.</i>	1995	6 a 7,9 g/dl.
Allen y Borkowski	1999	6 a 8 g/dl.
Radostits <i>et al.</i>	2002	6 a 7,9 g/dl.
Martin y Aitken	2002	6 a 7,9 g/dl
Pugh	2004	6 a 7,9 g/dl
Antón y Mayayo	2007	6 a 8g/dl.



### III.17.2. ALBÚMINA

La albúmina es una proteína de estructura terciaria globular o elipsoide sintetizada por el hígado a partir de aminoácidos con un ritmo de entre 0,15 y 0,2g/kg p.v./día y catabolizada por todos los tejidos metabólicamente activos. Normalmente supone entre el 30 y 50% del total de las proteínas plasmáticas. Según Burtis y Ashwood (1998), la albúmina es la proteína más abundante en el plasma, representando de un 40 a un 60% de las proteínas totales. Es la albúmina el mayor almacén reservorio de proteínas y transportador de aminoácidos (Torío, 1998).

Es sintetizada en el hígado, a una velocidad dependiente de la ingestión de proteínas, pero sujeta a una regulación retroactiva por sus niveles en el plasma. Sus principales funciones biológicas son el transporte y almacenamiento de gran variedad de sustancias, el mantenimiento de la presión oncótica del plasma y como fuente de aminoácidos endógenos.

La mayor parte de las globulinas son producidas por el hígado, sólo una pequeña parte de las gammaglobulinas son producidas en el tejido reticuloendotelial (Benjamin, 1984).

Así como su participación en la desintoxicación y la inactivación de compuestos tóxicos, en el transporte de ácidos grasos y de algunos minerales (Kaneko, 1989). En situaciones de disfunción hepática crónica y grave puede haber hipoalbuminemia. Este mismo efecto es observado en casos de desnutrición, caquexia, nefrosis, nefritis y enfermedades inflamatorias. El exceso (hiperalbuminemia) es detectado en casos de deshidratación aguda y choque, una vez que no hay constancia del aumento de la síntesis de albúmina (Kaneko et al., 1997).

La determinación de la proteína total, por si sola, no refleja con precisión el estado del metabolismo proteico, por esto es de particular importancia la determinación de la albúmina y de las globulinas (Coles, 1989).

Con el conocimiento del cociente albúmina/globulinas los errores de interpretación de los valores plasmáticos de las proteínas pueden ser minimizados (Jain, 1993).

Los niveles de albúmina plasmática pueden alterarse por efectos de la función hepática, por la ingestión de proteínas y energía, por la edad y por pérdida de proteína durante ciertas enfermedades, como parasitarias (Alves et al., 2004).

La albúmina, además, es la proteína plasmática más activa osmóticamente debido a su abundancia y a su pequeño tamaño, responsable del 75% de la actividad osmótica del plasma. Otra de sus funciones principales es la de ser una proteína ligadora y transportadora general. Todos los constituyentes del plasma, no ligados o transportados por una proteína transportadora específica, e incluso muchas que sí lo son, serán vehiculados por albúminas. Permite solubilizar sustancias en plasma al ligarlas promoviendo así su transporte efectivo. Esta capacidad ligadora también inhibe la pérdida de constituyentes, fundamentalmente bilirrubina, ácidos grasos y minerales, a través del riñón (Torío, 1998).

La albúmina tiene un peso molecular más bajo que otras proteínas plasmáticas y es frecuente el intercambio de albúmina entre el plasma y el fluido intersticial, retornando cierta cantidad de la misma a la sangre mediante la circulación linfática (Bush, 1991; Kaneko et al., 1997).

El manejo alimentario y el estado nutricional de los animales influyen en los niveles de proteínas totales y en la albúmina (Rowlands et al., 1977; Peterson y Waldern, 1981; Zardo, 1989; Sabogal et al., 1994; Ravarotto et al., 2000; Ferreira et al., 2001).

El estado fisiológico es capaz de modificar los valores séricos de albúmina, así Peterson y Waldern (1981) encontraron concentraciones de 3,87 g/dl en hembras bovinas lactantes no gestantes y de 4,17 g/dl en hembras bovinas lactantes y en gestación. También observaron pequeñas alteraciones, pero significativas, entre la edad y tiempo de lactación con no lactantes y no preñadas. En contrapartida, Hernández (1992) concluye que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los períodos de gestación y lactación.

La concentración sérica de las globulinas en animales gestantes fueron evaluadas en los trabajos de D'Angelino et al. (1975); Rowlands et al. (1975 e 1977); Fagliari et al. (1987) y Pereira et al. (1988), encontrando un descenso en su concentración a finales de la gestación, debido a una hipoproteinemia por la salida de globulinas séricas hacia el calostro, con tendencia a aumentar en el puerperio. Para Shaffer et al. (1981) la relación albúmina/globulinas decrece con la edad.

Los niveles medios de albuminemia registrados en la oveja Gallega por Barreiro (1989) fueron de 3,27 g/dl y de 3,71 g/dl los obtenidos por Castillo (1994).

Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 2,90 g/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en g/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Pieragostini <i>et al.</i>	1991	3,73 g/dl
Gómez Piquer <i>et al.</i>	1992	2,96 g/dl
Meyer <i>et al.</i>	1995	2,4 a 3,9 g/dl.;
Allen y Borkowski	1999	3,5 a 4,5 g/dl.
Radostits <i>et al.</i>	2002	2,4 a 3 g/dl.
Martin y Aitken	2002	2,8 a 3,4 g/dl.
Pugh	2004	2,4 a 3 g/dl.
Antón y Mayayo	2007	3 a 4,5 g/dl.

### III.17.3. GLUCOSA

González (1992), cita que otros autores señalan que en los rumiantes la principal fuente energética está representada por los ácidos grasos volátiles procedentes de la degradación de los hidratos de carbono o a partir de otras fuentes diferentes como proteínas, aminoácidos, etc, por ello sólo una pequeña parte de la glucosa es absorbida como tal a nivel ruminal. Por tanto, la glucosa corporal de los rumiantes proviene de la síntesis endógena de precursores como el propionato, glicerol, aminoácidos, lactatos y piruvato.

Según Torío (1998) en las especies mamíferas el azúcar característico de la sangre y de otros líquidos tisulares es la glucosa. Ocasionalmente pueden encontrarse cantidades muy pequeñas de galactosa y fructosa después de la absorción intestinal y antes de su conversión en glucosa, que tiene lugar fundamentalmente en la mucosa intestinal e hígado. La fuente principal de este monosacárido en sangre proviene de la digestión de los carbohidratos de la dieta, si bien las velocidades de ingestión y absorción pueden ser muy variables, incluso en animales de la misma especie. Una segunda fuente para el azúcar sanguíneo es la glucosa-6-fosfato, presente en hígado, riñones y mucosa intestinal. Este compuesto deriva a su vez de la degradación de glucógeno, de los carbohidratos de la dieta y del ácido pirúvico (gliconeogénesis) y será hidrolizado en los órganos mencionados para la formación de glucosa que saldrá libremente a la sangre.

Los carbohidratos en forma de glucosa son la principal fuente de energía para los procesos vitales de las células de los mamíferos. Todas las células requieren un aporte constante de este nutriente indispensable, y sólo pueden ser tolerados cambios relativamente pequeños sin efectos adversos sobre la salud del animal. La glucosa sanguínea es captada por las células del organismo con la ayuda de una proteína transportadora y en virtud de su gradiente de concentración. Una vez en el citoplasma precisa ser fosforilada por una hexocinasa transformándose en glucosa-6-fosfato que ya no podrá salir de la célula a no ser que ésta pertenezca al hígado, riñón o mucosa intestinal. Este derivado de la glucosa podrá ser utilizado en numerosos procesos: ser almacenado en forma de glucógeno celular; ser metabolizado por la vía del ácido pirúvico y el ciclo del ácido cítrico para suministrar energía a la célula; ser metabolizado en la ruta de las pentosas fosfato; ser utilizado en la síntesis de otros derivados de los carbohidratos o ser convertido en lípidos para su almacenamiento (Torío, 1998).

La glucosa va a participar en multitud de reacciones energéticas en las cuales se degrada; o bien, participa en la degradación de otras sustancias y resulta vital en el metabolismo fetal, en la formación de leche materna y en la nutrición del sistema nervioso (Payne, 1981).

La glucosa es el único azúcar presente en la sangre de forma fisiológica. Se forma principalmente a partir del ácido propiónico y de las proteínas mediante neoglucogénesis, quedando almacenada de manera reversible en compartimentos intracelulares, en forma de glucógeno, principalmente en hígado y músculos (Braun et al., 1980).

La glucosa sanguínea y de ciertos líquidos tisulares es utilizada por todas las células del organismo para la producción de energía. El sistema nervioso central depende más estrechamente de la glucosa sanguínea, ya que este compuesto es la principal fuente de energía capaz de atravesar la barrera hematoencefálica a una velocidad suficiente para mantener la función normal del tejido. Otros tejidos, como el músculo esquelético, son capaces de obtener cantidades importantes de su energía química de otros nutrientes (ej. ácidos grasos) y no son tan dependientes de los niveles glucémicos.

Los glúcidos representan para Blain (1990) la fracción energética predominante en la ración de los rumiantes, por un lado porque gracias a la digestión microbiana todos

los glúcidos (citoplasmáticos y parietales) son potencialmente utilizables y por otro lado, porque las raciones clásicas de los rumiantes son muy pobres en lípidos.

La glucemia o glicemia, resulta de un equilibrio entre el aporte a través de una alimentación, de la glucogenolisis, de la neoglucogénesis y del consumo, resultante tanto del catabolismo, como del almacenamiento en forma de glucógeno y de la utilización de la glucosa como precursor en la síntesis de otros compuestos (Braun et al., 1980).

La concentración de glucosa en sangre es mayor en los animales jóvenes y particularmente en el recién nacido, en cambio la glucosa está muy disminuida al final de la gestación, mientras que el sexo del animal no parece tener repercusión en los niveles de glucemia (Braun et al., 1980).

La forma principal de reserva de glucosa es el glucógeno localizado en numerosas células del organismo pero sobre todo en hígado y músculo. Su metabolismo se regula fundamentalmente por la acción de dos hormonas, la insulina y el glucagón, si bien otras sustancias como las catecolaminas y los glucocorticoides intervienen decisivamente en su síntesis y degradación (Dukes y Swenson, 1981; Lehninger, 1984; McGilvery, 1987; Kaneko et al., 1997).

El hígado desempeña un papel importante en la homeostasis glucídica de los rumiantes. Para Blain (1990) y Church (1993) este órgano posee una gran capacidad para adaptar la intensidad de la gluconeogénesis, en función de las necesidades de glucosa del organismo.

En los rumiantes la gluconeogénesis aumenta después de ingerir alimentos y desciende durante el ayuno, debido principalmente a la cantidad del precursor disponible por parte del hígado. Esto contrasta con los animales no rumiantes, en los que solamente se produce la gluconeogénesis máxima si no han consumido recientemente una toma de pienso (Church, 1993).

En los rumiantes, el aporte de glucosa que podríamos denominar “directa” es muy escaso, la mayor parte de la glucosa necesaria para el organismo se produce mediante la neoglucogénesis hepática. Esta ruta metabólica para Blain (1990) y Cunningham (1992), funciona perfectamente en los rumiantes en contraste con lo que sucede en los monogástricos.

El precursor más importante es el propionato, procedente de la digestión de los glúcidos; los aminoácidos participan en la síntesis de glucosa en un 30 - 35%; el resto procede del lactato resultante de la transformación de una parte del propionato en la pared ruminal o del lactato endógeno de origen; así como del glicerol liberado a la circulación sanguínea durante la movilización lipídica. Otros ácidos grasos volátiles como el acetato y el butirato también entran en el ciclo de Krebs, pero no lo hacen como Acetil -CoA, el cual no genera una producción neta de oxalacetato o glucosa (Benedito, 1992; Cunningham, 1992; Church, 1993).

El hígado y el riñón son las únicas fuentes endógenas de glucosa sanguínea. Ambos órganos contienen glucosa-6-fosfatasa necesaria para convertir la glucosa-6-fosfato en glucosa (Coles, 1989).

Según Miller (1989) en condiciones normales, el contenido de glucosa sanguínea se mantiene dentro de los límites bastante angostos. Esto se debe a la intervención de un mecanismo regulador hormonal extremadamente sensible y delicado, representado por la insulina (agente hipoglucemiante) y por las hormonas adrenocorticotropas, adrenalina y glucagón (que son agentes hiperglucemiantes).

El metabolismo del rumiante se caracteriza por elevada demanda de glucosa, por esta razón los principales disturbios relacionados con el metabolismo glucídico se caracterizan por hipoglucemia, como en la cetosis y en la toxemia ovina. Sin embargo, en situaciones de estrés y en patologías pancreáticas ocurre hiperglucemia, así como tras la liberación de catecolaminas y de glucocorticoides endógenos (Coles, 1989).

La glucosa es el metabolito más importante para el feto y para el crecimiento de la placenta (Schlumbohm y Harmeyer, 2004).

Después de la ingestión de carbohidratos en monogástricos, la glucemia puede elevarse hasta 6,5 - 7,2 mmol/l, mientras que tras periodos de inanición puede disminuir hasta 3,3 - 3,9 mmol/l. La glucemia en aves es más elevada 14,0 mmol/l, por el contrario en los rumiantes es mucho más baja, siendo en ovinos aproximadamente 2,2 mmol/l y en bovinos 3,3 mmol/l. Estos niveles fisiológicamente bajos aparecen como consecuencia de que los rumiantes fermentan los carbohidratos de la dieta hasta ácidos grasos volátiles y éstos en gran medida, sustituyen a la glucosa como principal combustible metabólico de los tejidos (Muray et al., 2004).

Para Pechova et al. (2002) el déficit de energía se manifiesta por una baja concentración de glucosa sanguínea (inferior a los niveles fisiológicos de 3,0 a 3,9 mmol/l) y por un aumento de la concentración de cuerpos cetónicos por encima de los valores fisiológicos (0,1 a 1,0 mmol/l).

A partir de la revisión bibliográfica realizada hemos podido comprobar que los valores de glucosa en rumiantes son extremadamente variables, siendo normal si tenemos en cuenta que los niveles son muy sensibles a diferentes factores, tales como la edad, alimentación, estado fisiológico, estrés, etc; pero en general presentan niveles de glucosa en sangre inferior al resto de los animales domésticos (García Partida, 1976).

La glucosa sanguínea es el parámetro más utilizado como indicador de estatus energético, por considerarse el principal metabolito de la oxidación respiratoria. Recordemos que es vital para el metabolismo cerebral, para la producción de lactosa durante la lactación, para el metabolismo hepático y para el crecimiento fetal de los rumiantes (Miró et al., 1992; Diez Monforte et al., 1992).

Según Braun et al. (1980), el estado emocional, el frío y el ejercicio muscular provocan una ligera hiperglucemia, señalando que los rumiantes degradan la glucosa en la panza para formar ácidos grasos volátiles de cadena corta, que tras atravesar la pared ruminal, pasan al hígado donde pueden dar de nuevo lugar a la formación de glucosa.

Según estudios de González (1992), en los rumiantes es uno de los parámetros analíticos más importantes para averiguar las alteraciones del metabolismo energético, y sobre todo de las cetosis. Los niveles de glucosa presentes en la sangre son el reflejo del estado emocional, nutricional y endocrino de un animal (Kronfeld et al., 1982). Los factores de estrés, como son los climáticos, cambios bruscos de alimentación, transportes etc., previamente tienen un efecto negativo sobre la alimentación y absorción de nutrientes, originando modificaciones en la flora ruminal, lo que ocasiona un desgaste excesivo de los glúcidos y secundariamente, movilización de las reservas energéticas lipídicas y proteicas (Jean-Blain, 1990; Baldwin et al., 1992; Benedito, 1992).

La concentración de glucosa en sangre es mayor en los animales jóvenes y en especial en el recién nacido (Gómez Piquer et al., 1992; Kaneko et al., 1997). El descenso de la glucemia con la edad es atribuido por el último investigador, al

desarrollo de los preestómagos e incremento en importancia de los ácidos grasos volátiles.

Existe una controversia entre los autores revisados sobre la influencia de la edad en los niveles de glucosa sanguínea. Shaffer et al. (1981) afirman que la glucosa decrece con la edad, así también Plonait (1984) describe valores de 4,9 - 6,2 mmol/l para jóvenes y de 2,5 - 3,3 mmol/l para animales adultos. Por el contrario Diez Monforte et al. (1992) afirma que generalmente la edad no afecta la glicemia.

El estado fisiológico puede alterar los niveles de glucosa sanguínea (Garcia et al., 1988; Ramirez-Iglesia et al., 2001).

El papel de la glucosa, como sustrato para el metabolismo fetal y placentario ha sido destacado desde hace años. En la oveja, las demandas de glucosa con este fin se llegan a incrementar hasta 6 veces en el último tramo de la gestación, justo cuando el feto comienza a crecer de manera exponencial, llegando a triplicar su peso en los últimos 30 días (Benedito, 1992).

Sabogal et al. (1994) describen un leve aumento de la glucosa en el parto, lo que atribuyó a la liberación de adrenalina y noradrenalina. En su investigación Diez Monforte et al. (1992) verificaron que en la última fase de la gestación y en el principio de la lactación el consumo de glucosa aumenta considerablemente, siendo parte de ella destinada a la producción de lactosa.

En el trabajo de Peterson y Waldern (1981), los estados fisiológicos no alteraron las concentraciones de glucosa, lo cual es corroborado posteriormente por Schlumbohm y Harmeyer (2004) en ovejas lactantes no preñadas, ovejas gestantes y ovejas en lactación.

Para Benedito (1986 y 1992), en la oveja, las demandas de glucosa se llegan a incrementar hasta 6 veces en el último tramo de la gestación, justo cuando el feto comienza a crecer de manera exponencial, llegando a triplicar su peso en los últimos 30 días, siendo mayor esta demanda en los casos de partos múltiples. Además el volumen de alimentos que tiene el rumen en la última etapa de la preñez se ve disminuído, ya que el desarrollo útero-fetal, al ser elevado, comprime éste lo que provocará que el animal recurra a movilizar sus reservas energéticas a partir de las grasas del tejido adiposo y de la proteína del musculo esquelético. Como consecuencia, las hembras gestantes tienden a presentar valores inferiores de



glucosa respecto a las vacías, paralelo al incremento en la concentración de triglicéridos a nivel hepático.

González (1992) observa en ovejas Merinas gestantes, que la glucemia cae de forma leve pero continuada a medida que avanza la gestación, siendo esta caída más marcada en las ovejas con dos fetos. Tras el parto se eleva de forma ligera, tanto en ovejas con gestación simple como gemelar. Sin embargo, Castillo et al. (2001), en ovejas de raza Gallega, encontraron una evolución diferente con valores de glucosa dentro de la normalidad durante toda la preñez, incrementándose en el último mes de gestación y que se mantenía en lactación. Además, observaron que el tamaño de la camada adiposa, no influía negativamente en el balance glucídico. La razón de tal comportamiento puede atribuirse al carácter rústico de esta raza, de manera que sus reducidos requerimientos productivos, y por tanto la poca influencia que conlleva el manejo asociado a ellos, condiciona una mayor estabilidad del metabolismo de la glucosa, en consecuencia, una menor sensibilidad o predisposición al padecimiento de toxemias gestacionales.

La estacionalidad sí parece tener efecto sobre la glucemia, siendo el invierno el que determina una reducción más o menos acentuada de este parámetro (Diez Monforte et al., 1992).

Resultados semejantes encontraron Morais et al. (2000), observando mayores concentraciones en el periodo de lluvias (noviembre a marzo), menores en los meses de sequía (julio y agosto) y al inicio de la primavera (octubre).

Braun et al. (1980) afirman que no existe repercusión del sexo sobre la glucemia, sin embargo, Otto et al. (2000) describen que machos de la raza vacuna Ongoli de Mozambique presentaron niveles séricos de glucosa significativamente superiores a los presentados por las hembras de esta raza.

Aricada et al. (2004), observaron diferencias significativas según el sistema productivo, encontrando en vacas mantenidas en pastoreo intensivo y suplementadas concentraciones de glucosa superiores a las mantenidas en pastoreo tradicional y sin suplementación.

Silva Filho et al. (1997) de acuerdo con otros autores por él citados establecen una relación entre los niveles de glucosa en el plasma y la movilización de Pi (Fósforo inorgánico) en el organismo, comprobando una influencia recíproca, es decir que la glucosa estimula el aprovechamiento de los iones fosfato y viceversa.

Todos los valores descritos por los autores investigados, debieron ser convertidos en unidades del SI (Sistema Internacional), utilizando como factor de conversión 0,056 según Kerr, (2003).

Los valores obtenidos por diferentes autores como señalaremos a continuación oscilan entre 30 y 73,66 mg/dl, si bien para Kolb (1987) las cifras normales están entre 30 y 50 mg/dl.

El nivel de glucemia en ovino de raza Merina oscila entre  $49,28 \pm 8,44$  y  $62,22 \pm 18,25$  mg/dl, siendo en ambos casos animales en gestación (Alonso, 1986)

Rosa di Michele (1972) diferenciando la glucemia según diversas razas de ovino da los siguientes valores (mg/dl):

RAZA	Media $\pm$ Error Estándar	Valores Extremos
Persa Cabeza Negra	$73,66 \pm 9,60$	58 - 88
West African	$64,08 \pm 10,40$	58 - 91
Barbado Barriga Negra	$61,08 \pm 4,03$	55 - 66
Criolla	$72,41 \pm 7,00$	55 - 93

González (1992) cita que según diversos autores, existe una clara dependencia con la edad, apareciendo una disminución con el envejecimiento, dando como cifra media entre varios grupos de ovinos, la de 56,91 mg/dl. Este descenso de la glucosa con la edad lo atribuyen al desarrollo de los preestómagos y al incremento en importancia de los ácidos grasos volátiles. Según Ross y Kitts (1969), también existe variación de la glucemia considerando diferentes estados fisiológicos del ganado ovino. Las ovejas gestantes tienen un valor medio inferior al que presentan cuando no están gestantes, pasando de  $57 \pm 4,2$  mg/dl a  $63 \pm 4,2$  mg/dl.

Según Bas et al. (1980) a su vez también se producen variaciones de la glucosa en sangre a lo largo del día, la concentración de glucosa está aumentada entre las 7 y 10 horas de la mañana, estabilizándose a las 13 horas y disminuyendo hasta las 16 horas, debido a que al comienzo de la comida se libera insulina, con actividad hipoglucemiante; por la otra parte se comprueba una elevación posprandial como consecuencia del aumento de los ácidos grasos volátiles en rumen tras la ingestión del alimento, lo que produce a un efecto hiperglucemiante.

A la misma conclusión llegan Ali et al. (1984) al estudiar un lote de cabras de raza Nubiana encontrando cifras de  $44,3 \pm 4,5$  mg/dl en animales sometidos a ayuno durante siete días, contrastando con valores de  $53 \pm 4,48$  mg/dl en animales testigo.

Según Contreras et al. (1990), el promedio general de la concentración de la glucosa gestando mellizos es significativamente inferior que en aquellas ovejas que gestan un único cordero. Para llegar a estos resultados se extrajeron muestras de ovinos Finnish x Romney, semanalmente en los dos últimos meses de gestación y diferenciando según se tratase de hembras que portaban uno o dos fetos en su preñez, dando un valor medio de  $61,02 \pm 9,18$  mg/dl en gestaciones únicas y de  $55,08 \pm 13,33$  mg/dl en gestación gemelar. Esta diferencia venía dada, en gran medida, por la menor concentración observada en el muestreo inmediatamente posterior al parto.

Fernández del Palacio (1986), cita valores séricos de glucosa en Cabras que oscilan entre  $45,76 \pm 0,83$  mg/dl en la raza Murciano-Granadina y  $53,27 \pm 1,08$  mg/dl en la raza Pirenaica.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de  $46,79$  mg/dl.

El valor fisiológico medio registrado por Barreiro (1989) para la raza Gallega fue de  $59,81$ mg/dl, valor superior a los registrados por Castillo (1994), de  $49,80$ mg/dl. Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de  $53,41$  mg/dl.

Según Torío (1998), diferentes investigadores registran valores medios basales en Ovinos de  $36,36$  hasta  $80,72$ mg/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	50 a 80 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	50 a 79,2 mg/dl
Radostits <i>et al.</i>	2002	30,6 a 64,8 mg/dl
Martin y Aitken	2002	36 a 54 mg/dl
Pugh	2004	50 a 80 mg/dl
Antón y Mayayo	2007	55 a 95 mg/dl.

### III.17.4. TRIGLICÉRIDOS

Los triglicéridos, el glicerol y los ácidos grasos libres (AGL) son de mensuración importante en casos de muchas enfermedades.

Los ácidos grasos libres constituyen los principales sustratos energéticos para los animales, tanto en lo que se refiere a su aporte directo a través de los alimentos, como al aporte secundario debido a su formación a partir de otros componentes de la alimentación. Estos ácidos grasos se almacenan dentro de las células, como triglicéridos, y posteriormente se liberan hacia la corriente sanguínea para satisfacer las demandas de diversos tejidos, en especial los músculos (McGilvery, 1987).

Los triglicéridos circulantes en plasma tienen orígenes fundamentales: por una parte están los triglicéridos en las células de la mucosa intestinal a partir de los monoglicéridos y ácidos grasos de la digestión de los lípidos ingeridos. Estos triglicéridos son transportados en forma de quilomicrones, que por su origen dietético son denominados triglicéridos exógenos. Por otro lado están aquellos triglicéridos sintetizados fundamentalmente en el hígado y que se vehiculan al compartimento vascular como componente mayoritario de las lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), y a los que nos referimos como triglicéridos endógenos (Bush, 1991).

La principal función de los triglicéridos radica en ser sustancias de reserva, al estar mejor adaptados a esta función que el glucógeno, ya que además de almacenarse en gran cantidad, rinden casi el doble de energía que los carbohidratos.

Para Herdt (1988) los períodos de hipoglucemia, la disponibilidad del glicerol para formar triglicéridos queda reducida, incrementándose incluso la degradación de éstos para formar ácidos grasos libres (AGL) y glicerol a nivel adiposo, desplazando el equilibrio metabólico hacia la liberación de AGL, con incremento de sus niveles en sangre.

Según Kerr (2003), el glicerol libre normalmente está por debajo de  $100\mu\text{mol/l}$ . En los depósitos adiposos, la grasa es almacenada como triglicéridos, que consiste en tres residuos de ácidos grasos esterificados en una unidad de glicerol. La movilización lipídica normal es estimulada por la adrenalina y precisa de lipasas y esterases actuando en el depósito de grasa para romper los ácidos grasos; AGL y glicerol son

liberados para el plasma. La concentración plasmática de triglicéridos baja es normal, por lo tanto no es afectada por la lipólisis.

El aumento de los niveles plasmáticos de triglicéridos ocurre en varios casos de enfermedades y debe ser sospechosa cuando se observa en el plasma una suspensión blanca o lechosa (lipemia).

La edad es un factor capaz de modificar las concentraciones de estos compuestos en sangre si nos atenemos a los estudios efectuados por Jenkins et al. (1982) quienes aprecian en ovejas los máximos valores (58 mg/dl) en periodos comprendidos entre los 15 y 16 meses de vida.

Durante la gestación e inicio de la lactación ovinas se produce un incremento en la concentración sérica de triglicéridos, retornando a la normalidad en el periodo lactante, ya que en esta fase se asiste a un balance energético negativo con la conseguinte lipomovilización de las sustancias de reserva (Benedito, 1992).

Gonzalez (1992) halla en ovejas que los valores de triglicéridos en sangre disminuyen a medida que avanza la gestación, cayendo a cifras mínimas en el momento de producirse el parto, elevándose ligeramente en el inicio de la lactación, contrariamente a los señalados por Gradinski-Urbanc (1986). En ovejas de gestación gemelar, el autor aprecia un incremento en la trigliceronemia al inicio de la misma, manteniéndose hasta la mitad de la preñez, para caer de forma brusca en el tercer mes, recuperándose de nuevo hasta el parto. Tras este, la gestación gemelar se caracteriza por presentar una disminución no significativa en la trigliceronemia respecto a las sencillas.

Durante la gestación e inicio de la lactación en ovejas el contenido sérico de triglicéridos es elevado, pero desciende durante el transcurso de la lactación (Gradinski-Urbanc et al., 1986).

Castillo (1994) en ovejas de raza Gallega aprecia un aumento de la trigliceronemia durante la gestación, especialmente en las de parto gemelar, atribuye al estado de lipomovilización necesario para la producción de energía. Tras el parto, los niveles descienden hasta alcanzar valores inferiores incluso a los basales, debido a la metabolización de éstos hacia la grasa láctea.

Como podemos apreciar, el momento peripartal, seguido de la lactación, constituyen períodos muy activos en el equilibrio del metabolismo lipídico, así como en la actividad del hígado, órgano fundamental en su homeostasis.

La influencia de la alimentación sobre la concentración sérica de triglicéridos es variada si nos atenemos a los criterios de los diferentes autores, citados por Velasco (2004), quienes consideran que dietas con un contenido proteico y energético bajo, tanto a nivel cualitativo como cuantitativo, conducen a un incremento en la trigliceronemia de los animales, con incremento de los ácidos grasos libres y disminución paralela de la glucemia por movilización de las reservas orgánicas, con el objetivo de cubrir las necesidades energéticas de los animales.

Los valores obtenidos en la bibliografía son extremadamente variables, oscilando entre 6 y 61mg/dl (Kaneko, 1989), siendo el valor medio 23,1 mg/dl (Desco et al., 1989).

En ovejas afectadas de toxemia de la gestación, Bickhardt et al. (1988) indican un incremento significativo de los valores de triglicéridos. Esta teoría es confirmada por Hallford y Sanson (1983) quienes obtienen valores medios de 48,6mg/dl en suero de animales afectados de este proceso, frente a 39,4mg/dl en animales sanos.

Según Bickhardt (1988), en muestras obtenidas por biopsia hepática, las concentraciones de triglicéridos son más elevadas en ovejas preñadas, que en no gestantes, apareciendo niveles mucho más altos en ovejas cetósicas.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 70,06 mg/dl.

Los valores fisiológicos medios de trigliceronemia recogido por Castillo (1994), para la oveja de raza Gallega fueron de 36,84mg/dl.

Diferentes investigadores (Jenkins et al., 1982; Desco et al., 1989; Ulvund, 1990; González, 1992; Kaneko et al., 1997), registran valores basales medios entre 23,02mg/dl y 70,85mg/dl.

Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 42,25 mg/dl.

Martin y Aitken (2002), citan los valores normales para la especie ovina; 17,7 a 88,5 mg/dl.

### III.17.5. COLESTEROL

Según Kerr (2003), la concentración plasmática del colesterol en herbívoros es menor que 2 - 3 mmol/l. Es un componente de la membrana celular, aumentando la rigidez de la estructura de la membrana. El exceso del colesterol es excretado en la bilis, parte como ácidos y sales biliares y parte como colesterol inalterado (que puede ser reabsorbido). Las sales biliares son necesarias para la absorción del colesterol asociado o reciclado en el intestino.

Rosenberger (1983) cita que la colesterolemia en los rumiantes se ve influida poderosamente por diversos factores tanto internos como externos al animal, entre los cuales destaca la gestación, la lactación y la dieta.

Reid (1983), indica que en aquellas situaciones que desembocan en un proceso de degeneración hepática consecuente con un engrasamiento, que suele darse en periodos finales de la gestación y tras el parto, los niveles de colesterol se ven afectados aumentando su tasa.

González (1992) cita que otros autores señalan que la colesterolemia se incrementa al avanzar la gestación y es más elevada en las fechas cercanas al parto, decayendo tras éste, lo que no concuerda con los resultados de Benedito (1986) quien afirma que la depleción del colesterol sérico a los 30 días posparto es muy discreta.

Los valores que hemos recogido en la bibliografía son muy variables, así Kaneko (1989) indica valores medios en ovejas de 70 mg/dl ( $64 \pm 12$ ), sin establecer su estado fisiológico, si bien explica que su metabolismo se ve influido directamente por las hormonas tiroideas.

Desco et al. (1989), en 30 ovejas (*Ovis aries ligeriensis*) indica un valor medio de 75,4 mg/dl, con valores que oscilan entre 35 y 118.

Doxey (1987) da valores para los herbívoros que oscilan entre 77,33 y 116,01 mg/dl.

En ovejas con gestaciones gemelares el promedio de concentraciones plasmáticas de colesterol fueron significativamente superiores a las de gestación simple y esta diferencia se aprecia sobre todo desde la quinta semana preparto hasta la primera

semana postparto, lo cual se explica por el efecto de la gestación doble sobre el metabolismo de las grasas y su control endocrino (Contreras et al., 1990).

Los valores hallados son de  $76,95 \pm 22,42$  y  $86,23 \pm 14,30$  mg/dl en gestación única y gemelar respectivamente.

En animales afectados con toxemia de la gestación, el colesterol en suero ovino desciende considerablemente, así Hallford y Sanson (1983) dan valores de 59,0 mg/dl en los animales afectados y de 77,6 mg/dl en ovinos sanos.

Nagy et al. (1984) hacen referencia a la colesteronemia a lo largo de la gestación y la lactación en vacuno, indicando valores medios de 125 mg/dl 50 días antes del parto, bajando a 95 mg/dl en el momento del parto y volviendo a subir hasta 170 mg/dl a los 50 días de lactación.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 96,30 mg/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	50 a 140 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	42,57 a 89,01 mg/dl
Radostits <i>et al.</i>	2002	40,63 a 58,05 mg/dl
Martin y Aitken	2002	38,7 a 100,62 mg/dl
Pugh	2004	52 a 76 mg/dl.
Antón y Mayayo	2007	31 a 212 mg/dl.

### III.17.6. CREATININA

La creatinina es el ácido metilguanidinacético y se encuentra principalmente en el músculo esquelético. Deriva de la interacción entre dos aminoácidos, la glicina y la arginina, en el riñón, para producir ácido guanidinacético y ornitina, bien como en páncreas e intestino delgado para producir guanidinoacetato. En el hígado se transforma el guanidinoacetato en creatina por interacción con metionina activada



que cede un grupo metilo. La creatinina circula en el plasma y es llevada hacia los músculos como fuente de energía en la forma de fosfocreatinina (Kaneko et al., 1997).

La creatinina se forma del metabolismo de la creatinina muscular y la fosfocreatina, y se relaciona con cambios de la actividad muscular, o con daños a este nivel, y en estos casos la creatinina es vehiculada vía plasmática, para detoxicarse en el riñón, por lo cual tiene una gran importancia en pruebas laboratoriales relacionadas con problemas musculares y trastornos renales (Coles, 1989).

La creatinina, así como la urea, es un producto de la degradación nitrogenada en su camino de excreción hacia los riñones, pero no es un producto de la rotura de aminoácidos. Hay un catabolismo lento y constante de la creatinina en cantidad directamente proporcional a la masa muscular del individuo. Así hay una salida constante de creatinina hacia el plasma, que es independiente de cambios en la actividad o en lesiones musculares. Las alteraciones plasmáticas de la creatinina son principalmente debidas a alteraciones en la excreción, reflejando la función renal (Kerr, 2003).

González (1992), cita que una elevación neta de la creatinina en suero indica grave daño orgánico o funcional, sin embargo para Benjamin (1984) una disminución de los niveles de creatinina en sangre no tiene importancia.

La concentración plasmática de creatinina no está afectada por la dieta, ni siquiera en dietas hiperproteicas, ni por hemorragias intestinales o por cualquiera otro factor que afecte al metabolismo hepático o al ciclo de la urea (Meyer et al., 1995; Hendrix, 2002; Kerr, 2003).

La dieta no influye en la concentración de creatinina, la cantidad de esta substancia producida durante 24 horas por el metabolismo muscular es relativamente constante, y la producción no se suele ver alterada por factores metabólicos, por tanto la fiebre, la toxemia, las infecciones y ciertos fármacos no afectan los niveles de creatinina; siendo la concentración normal en suero y para diferentes especies de 1 a 2mg/dl, por lo que se recomienda realizar análisis en animales sanos para comprobar los verdaderos niveles (Coles, 1989).

Con respecto al estado fisiológico Peterson y Waldern (1981) no verificaron diferencias significativas en los valores de creatinina entre gestación y vacías, y entre lactación y secas. Por otro lado Rosenberger (1983) observó un aumento de la

creatinina en la segunda mitad de la gestación y en animales en lactación inversamente proporcional a la cantidad de leche producida.

Kaneko (1980), en ovinos cita valores de 1,2 a 1,9 mg/dl y Popof (1979) en ovejas afectadas de toxemia de la gestación encuentra valores de 1,49 pudiendo oscilar entre 1 y 5,4 mg/dl

Los valores presentados han sido convertidos en unidades del SI (Sistema Internacional de Unidades) desde  $\mu\text{mol/l}$  hasta mg/dl (factor de conversión 88,4) según lo indicado por Kerr (2003).

El origen de esta molécula es esencialmente endógena (Benjamin, 1984), pero como admite Kaneko et al. (1997) aunque pueda tener origen exógeno, como tras la ingestión de tejidos animales, esta vía carece de relevancia en rumiantes.

Dado que existe una correlación entre la creatinina y la masa muscular, los valores de referencia son mayores en aquellas especies con una proporción muscular mayor en relación con la masa corporal total y dentro de una determinada especie. Un individuo particularmente musculoso puede tener un valor normal por encima del límite del valor de referencia (Kerr, 2003), así los machos presentan valores mayores de creatinina que las hembras (Miller et al., 2005).

La creatinina es exclusivamente excretada por vía renal, aunque Kaneko et al. (1997) describe la posibilidad de excreción por el sudor. La concentración de este elemento es comúnmente utilizada en Medicina Veterinaria como un indicador de la tasa de filtración glomerular y para estimar la función renal (Miller et al., 2005).

Estudiando la relación estacional y los niveles de creatinina, Peterson y Waldern (1981) obtuvieron resultados de  $84,07\mu\text{mol/l}$  durante las estaciones de pastoreo y de  $93,70\mu\text{mol/l}$  durante el invierno.

Para Morais et al. (2000) el nivel elevado de creatinina en el periodo seco (invierno) coincide con una discreta deshidratación de los animales.

En lo que respecta a la tasa de creatinina sérica con relación a la edad Gregory et al. (2004) observaron que animales jóvenes, de hasta 12 meses de edad, presentaron valores séricos menores que los adultos.

En cuanto al comportamiento de este metabolito durante la gestación y fases posteriores, González (1992) describe en la especie ovina un descenso de la

concentración sérica de creatinina durante los cuatro primeros meses de preñez, alcanzando los valores más bajos al inicio del último mes de la misma, así como a los 10 días post-parto.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 0,92 mg/dl.

Castillo (1994), cita los valores de creatinina sérica de 1,92 mg/dl para la raza Gallega, coincidiendo con González (1992) para la especie ovina. Torío (1998) cita para la raza Gallega valores de 0,89 mg/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	1,2 a 1,9 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	1,06 a 1,68 mg/dl
Radostits <i>et al.</i>	2002	0,7 a 1,05 mg/dl.
Pugh	2004	1,2 a 1,9 md/dl
Antón y Mayayo	2007	0,9 a 1,7 mg/dl.
Aceña <i>et al.</i>	2008	1,2 a 1,9 mg/dl.

### III.17.7. UREA y BUN (Nitrógeno Ureico en Sangre)

La urea es un producto metabólico nitrogenado que es formado en el hígado como producto final de la degradación de los aminoácidos. Después de su formación en el hígado, es transportada por la sangre hasta los riñones, donde es excretada a través de la orina (Kerr, 2003).

Este metabolito constituye un índice de funcionalidad renal (Rosenberger, 1983; Kaneko et al., 1997), aunque otros autores matizan esta afirmación; así Radostits et al. (2002) la consideran un parámetro que sirve para la estimación de la filtración glomerular, ya que su concentración en sangre no se incrementa considerablemente por encima del rango normal hasta que un 60-75% de las nefronas están dañadas; por otra parte Kaneko et al., (1997) señalan que la flora ruminal metaboliza un porcentaje importante de la urea de los rumiantes, de tal forma que los valores de

uremia no se elevan en situaciones de fallo renal, e incluso anorexia, pudiendo existir niveles mayores en lesiones prerrenales que en fallos renales, por la existencia de esa metabolización ruminal.

La estimación de la urea sanguínea es comúnmente utilizada como indicador de la función renal. Sin embargo otros factores pueden provocar una elevación de la urea sanguínea, como es una alta ingestión de proteínas o un aumento del catabolismo proteico, así como en situaciones de deficiencias cardíacas, en hipotensión sanguínea o en reducción del volumen sanguíneo circulante (Campbell y Watts, 1970). En rumiantes, la medida del BUN es poco seguro como indicador de la función renal, porque el nitrógeno ureico es metabolizado por la microflora ruminal (Bradford, 1996).

En opinión de Kerr (2003) existen dos opciones para medir la concentración de urea, ambos expresados en mg/dl. Una es directamente en miligramos de urea/dl de sangre, y la otra en miligramos de nitrógeno de la urea/dl, lo que equivale al BUN (Blood Nitrogenic Ureic = Nitrógeno Ureico Sanguíneo).

El nitrógeno ureico representa aproximadamente un 45% del total del Nitrógeno No Proteico Total (NNP) en el suero o el plasma (Henry et al., 1980).

Para homogeneizar y siguiendo la recomendación de Kerr (2003) todos los valores expresados en este trabajo fueron convertidos al SI (Sistema Internacional); (mmol de urea por litro), transformando los datos encontrados en unidades de urea (factor de conversión 0,17) y unidades de BUN (factor de conversión 0,36).

Velasco (2004) cita, que diversos autores señalan que la urea sérica, también se considera un indicador del estado de nutrición proteica de los animales, aunque esta relación se mantiene en rumiantes sólo por la mañana y no por la noche, debido quizás al tiempo que discurre entre la comida nocturna y la de la mañana, indicando que este parámetro está sometido a un ritmo circadiano. Por tanto la concentración de urea en sangre va a depender no sólo del grado de desaminación proteica en rumen sino también de la intensidad de la síntesis y descomposición que tenga lugar, justificando así sus fluctuaciones.

En resumen, la cantidad de urea en sangre varía según la tasa de catabolismo proteico y no depende sólo de la función renal. Al ser un componente de la fase del catabolismo, puede utilizarse para evaluar el grado de deshidratación y para diferenciar entre uremia prerrenal, renal y pósrenal (Radostits et al., 2002).

Cualquier proceso que induzca un aumento de la degradación de proteínas puede dar como resultado un incremento de urea en sangre (Kaneko et al., 1997).

El manejo y por supuesto la alimentación, puede influenciar los niveles séricos de la urea en los rumiantes. Para Folman et al. (1981) el aumento de la ingestión de proteínas puede elevar las tasas sanguíneas de urea. Estos datos son confirmados por Vasconcelos et al. (2004) quienes, en novillos alimentados con un 13% de proteína bruta en la dieta presentaron niveles de BUN con valores medios de 4,98 mmol/l (29,3 mg/dl), mientras que los alimentados con 11,5% de proteína bruta presentaron valores de 4,34 mmol/l (25,5 mg/dl), y que los alimentados con 10% de proteína bruta presentaron valores medios de 3,61 mmol/l (21,2 mg/dl).

Según Kolb (1987), en las deficiencias de proteína bruta la concentración de urea sanguínea se sitúa entre 0,34 y 1,53 mmol/l (2 a 9 mg/dl), mientras que en los excesos los valores oscilan entre 3,4 y 5,1 mmol/l (20 a 30 mg/dl).

En cabras, la urea en sangre oscila a lo largo del día aumentando entre las 7 y las 10 horas para disminuir lentamente hacia las 16 horas, lo que se explica por el horario de ingestión de la comida Bas et al., (1980).

Desco et al., (1989) al estudiar un lote de 30 animales de *Ovis aries ligeriensis* obtienen un valor medio de 34,6 mg/dl con un rango entre 18 y 67.

Ovejas de raza Charmoise, con pesos conocidos entre 50 y 60 kg, las cuales se someten a una dieta parcial desde el inicio del último mes de gestación hasta al momento del parto, se obtienen valores para la uremia de 10 a 30 mg/dl (30,0 - 60,1 entre los días 61 y 109 de preñez); idénticos resultados obtiene con otro lote de animales a los cuales someten a dieta durante toda la gestación Rémésy y Demigné (1979).

En cambio en los animales en los cuales se administra una dieta normal, equilibrada, se hallan valores entre 30 y 50 mg/dl. Para Klein et al. (1987) la elevación de la urea sérica que aparece en la gestación es debida a un incremento del anabolismo proteico que se produce, sobre todo, en las fases avanzadas de la gestación, mientras que Goicoa (1989) indica que no se produce un aumento de la uremia en la fase final de preñez por estar limitada la ingestión por el aumento del volumen fetal que presiona sobre el rumen materno, continuándose esta caída tras el parto y la lactación como consecuencia de un balance energético negativo por la producción de proteínas lácteas Hilary (1988).

Kaneko et al. (1997) citan que todos aquellos estados que cursen con un incremento del catabolismo proteico, tales como hemorragias, hipertermia o estrés, producen una elevación de la tasa de urea en sangre. Pero también encontramos otros procesos que podrían definirse como extrarrenales y que cursan con un incremento en la proteinemia, desembocando en un aumento en la uremia. Entre éstos destacan la deshidratación, insuficiencia cardíaca y parálisis vesical, o incluso la estenosis pilórica, que generará secundariamente una hipovolemia con incremento en los valores de urea sanguínea.

Respecto a la edad, Jenkins et al. (1982) describen una estrecha correlación entre la uremia de los animales y ésta, manifestando los mayores valores en el periodo comprendido entre los 15 y 16 meses de vida. Knowles et al. (2000) observaron un patrón de variación de la urea donde existía un rápido descenso desde el nacimiento hasta el sexto día, y después los niveles aumentaban hasta los 81 días.

González (1992) en hembras ovinas de raza Merina, aprecia una caída significativa en las concentraciones séricas de urea en el primer mes de gestación, si bien el autor lo atribuye a factores alimentarios y de manejo, para posteriormente elevarse de manera continua hasta el final de este estagio, donde se estabiliza o cae levemente, coincidiendo con lo señalado por Klein (1987) y Goicoa (1989). Tras el parto continúa la caída, justificándolo el autor en base al balance proteico negativo ante la mayor demanda proteica para la formación de leche y otras necesidades puerperales.

Ruiz et al. (1997) observaron, en ovejas Corriedale, un aumento en la uremia asociado a la gestación, pero este aumento está estrechamente correlacionado con el descenso en la glucemia, siendo atribuido a la movilización de la reserva lábil de proteína, cedida por los tejidos viscerales, para suplir el déficit de energía de la ración, caracterizada por forraje de baja calidad y escaso aporte de concentrado.

Castillo (1994), en ovejas de raza Gallega, observa sin embargo que la uremia desciende progresivamente a partir del primer mes de gestación, afectando por igual a las hembras de gestación sencilla y gemelar. Todo ello a consecuencia de la elevada demanda fetal de aminoácidos maternos para la síntesis de proteína fetal.

Según Velasco (2004), se han desarrollado considerables esfuerzos para determinar hasta que punto la modificación bacteriana de la proteína dietética constituye una ventaja para el rumiante sometido a las modernas condiciones de explotación ganadera intensiva. Las dietas que contienen proteína de alta calidad pueden aportar

desventajas, ya que buena parte de lo nitrógeno se transforma en amoníaco y posteriormente en urea con el consiguiente incremento del metabolito tanto sérico como urinario.

Peterson y Waldern (1981) constataron una interacción entre el estado fisiológico y el régimen de alimentación con las concentraciones de BUN. Los rumiantes presentan una concentración más alta durante el verano (estación de pastoreo) que en invierno, esta relación está comúnmente relacionada con el consumo mayor de nitrógeno en los pastizales, ya que las plantas son ricas en este elemento.

Las variaciones de temperatura estacionales pueden afectar a los niveles fisiológicos de urea, que se encuentran aumentada en las estaciones intermedias y más baja en los meses más calidos (Shaffer et al., 1981; Ravarotto et al., 2000).

Los contenidos séricos de la urea aumentan progresiva y significativamente con la edad, así como los factores sexuales pueden modificar los valores de este parámetro, normalmente siendo más altos en machos que en hembras (Shaffer et al., 1981; Gregory et al., 2004).

Fernández del Palacio (1986), cita valores séricos de urea en Cabras que oscilan entre  $28,34 \pm 0,68$  mg/dl en la raza Retinta y  $45,62 \pm 0,67$  mg/dl en la raza Murciano-Granadina.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 42,85 mg/dl.

Castillo (1994), encuentra en la oveja Gallega, valores de 45,14 mg/dl, dentro del rango normal indicado para la especie ovina por distintos investigadores (de 10 a 45,14 mg/dl) (Jenkins et al., 1982; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992).

Torío (1998), obtiene valores de urea sérica en ovijas de raza Gallega de 29,32 mg/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	18 a 31 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	17,4 a 42,6 mg/dl
Radostits <i>et al.</i>	2002	8 a 20 mg/dl.
Martin y Aitken	2002	17,4 a 42,6 mg/dl
Pugh	2004	8 a 20 mg/dl
Antón y Mayayo	2007	8,4 a 30,8 mg/dl.
Aceña <i>et al.</i>	2008	8 a 20 mg/dl.

### III.18. ENZIMOLOGIA

Según Burtis y Ashwood (1998) las enzimas son proteínas con propiedades catalíticas por la su capacidad de activación específica de algunos sustratos.

Adicionalmente a su alta especificidad, las enzimas también son catalizadoras específicas para determinados tipos de reacciones enzimáticas y para algún sustrato único o un pequeño grupo de sustratos. La presencia y mantenimiento de un completo y balanceado nivel de enzimas es esencial para la movilidad celular, para la contracción muscular y para determinadas reacciones bioquímicas de síntesis de proteínas, ADN, membranas, células y tejidos (Murray et al., 2004).

Las enzimas son producidas en todas las células del organismo, siendo liberadas hacia el plasma y hacia otros líquidos corporales, donde pueden ser medidas sus actividades por su capacidad de acelerar las reacciones químicas que catalizan (Benjamin, 1984). Pueden formar parte tanto de la membrana celular, como de diversas organelas o del contenido citoplasmático.

Estas enzimas son liberadas constantemente en la corriente sanguínea y, de la misma forma, son retiradas de la sangre. En condiciones normales, existe un equilibrio entre la velocidad de liberación por los tejidos y su eliminación o catabolismo. La actividad catalítica sólo tiene significado clínico cuando los valores encontrados quedan fuera de los rangos normales de referencia (Scheffer y González, 2005).

Sin embargo, todas las células tienen el mismo DNA, ni todos los genes están expresados en todas las células, por el contrario, las proteínas propias para el funcionamiento de la célula son sintetizadas, en cuanto otros genes son suprimidos,



por esto cada tipo celular (p.ej. hepatocito, o fibra muscular) contienen su propia “impresión digital” de enzimas. Bajos niveles de estas enzimas parecen en el plasma, reflejando el equilibrio entre la liberación de enzimas durante la renovación celular normal y su catabolismo y excreción (Kerr, 2003).

Generalmente y en opinión de Benjamin (1984) es preferible hacer las mediciones en el suero que en el plasma, pues algunos anticoagulantes usados para la recolección de plasma interfieren con la actividad enzimática o con el color de la muestra.

Según Kerr (2003), un aumento en los niveles plasmáticos de una enzima ocurre principalmente por lesión, ruptura o necrosis de las células del órgano o tejido que contiene esta enzima. En menor extensión, la proliferación celular también puede llevar al aumento plasmático de las enzimas. Los niveles reales alcanzados dependen de la tasa y de la extensión de la lesión celular, contrabalanceadas con la tasa de catabolismo o excreción. Esto significa que niveles relativamente altos pueden ser alcanzados transitoriamente, cuando ocurre una pequeña lesión de forma aguda, sin embargo durante la enfermedad crónica, con una lesión más extensa y potencialmente más grave, puede llevar a un pequeño o ningún aumento en los niveles plasmáticos enzimáticos. Las enzimas con vida media más corta manifiestan los menores aumentos, mientras que, las de vida media más larga ofrecen informaciones más útiles.

Para Kerr (2003), la disminución de la excreción enzimática puede ocasionalmente llevar a niveles plasmáticos elevados, en la ausencia de lesión primaria del tejido, que puede ser por sí sólo de importancia diagnóstica, como en el gran aumento de la fosfatasa alcalina que acompaña a la oclusión del ducto biliar, o puede ser un hallazgo accidental como un discreto aumento de los niveles de amilasa o lipasa que pueden ser observados, a veces en la insuficiencia renal.

El nombre común de la mayoría de las enzimas deriva de su principal característica o su habilidad para catalizar una reacción química específica. En general, el nombre de una enzima consiste en un término que identifique el tipo de reacción química catalizada seguida del sufijo -asa (Benjamin, 1984; Murray et al., 2004).

Existen enzimas que desempeñan varias funciones en el organismo animal; su producción y por consiguiente su actividad se modifica por diversos factores ambientales y fisiológicos. Entre estos factores está la estación del año, la edad y el peso corporal (Boots, 1970).

Han sido usadas varias pruebas para detectar la actividad enzimática, cada prueba utiliza una medida específica lo que dificulta las correlaciones entre las diferentes analíticas.

Para Doornenbal et al., (1988) y Yasuda (1999) los valores normales referidos en la literatura pueden ser bastante dispares, por lo que puede deberse a la metodología utilizada, al tiempo transcurrido y a la temperatura de incubación.

Según Kerr (2003) ocurren aumentos inespecíficos en la actividad enzimática, que incluyen varios factores, entre ellos están la edad; los neonatos y animales jóvenes tienen niveles más altos de muchas enzimas. Antes del cierre de los discos epifisarios, tienen niveles plasmáticos de fosfatasa alcalina más altos que los animales adultos. La inducción enzimática, pueden ser estimuladas por algunas drogas, así los barbitúricos pueden aumentar la actividad de la fosfatasa alcalina.

### III.18.1. FOSFATASA ALCALINA (FAL, FA)

La fosfatasa alcalina es una de las enzimas más ampliamente distribuida por el organismo, consiste en una dentro de un grupo de varias isoenzimas que hidrolizan fosfatos en pH alcalino y son encontradas principalmente en los huesos (osteoblastos), hígado e pared intestinal. La franja de valores normales es muy variable, en torno de 300UI/l en la mayoría de las especies. Niveles más altos son encontrados en jóvenes con alta actividad osteoblástica; después del cierre de los discos epifisarios los niveles son menores, en la mayoría de origen hepática (Kerr, 2003)

La fosfatasa alcalina o fosfatasas alcalinas son un grupo de isoformas y de enzimas no específicas que hidrolizan muchos tipos de ésteres fosfatos a un pH alcalino (aproximadamente 9 -10) (Benjamin, 1984; Kaneko et al., 1997).

Las fosfatasas alcalinas son importantes para el transporte de azúcar y de fosfatos en la mucosa intestinal, túbulos renales, huesos y placenta. Todas las células orgánicas que utilizan glucosa para obtener energía precisan de una fosfatasa (Benjamin, 1984).

La fosfatasa alcalina está presente en prácticamente todos los tejidos del organismo, especialmente en las membranas celulares, y con niveles particularmente elevados

en el epitelio intestinal, en los túbulos renales, en huesos (osteoblastos), en hígado y en placenta durante la gestación (Burtis y Ashwood, 1998).

Son consideradas fosfomonoesterasas no específicas, porque pueden catalizar la hidrólisis de fosfomonoesterasas para formar fosfato inorgánico y alcohol, fenol o la molécula de azúcar correspondiente (Leung et al., 1989).

Normalmente están localizadas en los espacios intracelulares. Los osteoblastos presentan estas enzimas en los espacios extracelulares, donde ejercen sus funciones en la regulación del tejido óseo (Banks, 1992).

Esta enzima es utilizada como marcador en obstrucciones intra o extrahepáticas del sistema biliar. También es liberada por los osteoblastos en la actividad metabólica ósea (Bradford, 1996).

La fosfatasa alcalina es una enzima zinc-dependiente, que se reduce substancialmente en el plasma de animales con deficiencia de Zn (Wyatt et al., 1985; Alonso, 1984; Rejas, 1990). El ión metálico  $Zn^{2+}$  es parte constituyente de la fosfatasa alcalina (Burtis y Ashwood, 1998).

La actividad de esta enzima está relacionada con la cantidad de calcio presente en la dieta; en deficiencias se incrementa la fosfatasa alcalina, pero no está relacionada con el fósforo. En los óvulos, la actividad de la fosfatasa alcalina sérica varía de acuerdo con el individuo, la edad, la fase de gravidez, etc. Se producen incrementos en la actividad de la enzima en osteopatías, hepatopatías, artritis y en hiperparatireidismo y en fenómenos de tipo mecánico que conlleven estasis biliar (Barreiro, 1989).

Lopes et al. (1972) citan que no observaron variaciones significativas en los contenidos séricos de la fosfatasa después de la administración de harina de hueso, sin embargo, Lopes et al. (1973), verificaron que la fosfatasa alcalina disminuye significativamente después de la administración de harina de hueso, desde 49,6 UI/l hasta 32,9 UI/l, contrariamente a lo que ocurrió con el fósforo, afirmando que existe una correlación inversa con estos dos elementos.

Los niveles séricos normales de esta enzima oscilan mucho, por tanto solamente desvíos muy acentuados pueden ser valiosos (Plonait, 1984).

Según Kaneko et al. (1997), debido al gran número de métodos utilizados en la determinación de la actividad sérica de la fosfatasa alcalina, es preciso tener cuidado en la comparación de los valores de referencia de la enzima, una vez que su actividad varía mucho, dependiendo del sustrato tampón, de la temperatura, del pH y de los co-factores empleados. De acuerdo con el mismo autor, la detección de colestasis en los rumiantes por medio de la fosfatasa alcalina no es demasiado fiable debida a la amplia fluctuación de la actividad normal de esta enzima.

Las cifras halladas en la literatura son muy variadas, tanto en valores, como en unidades que expresan su actividad. El valor de la fosfatasa alcalina en suero de ovejas sin diferenciación de razas es de 4 UB (Unidades Bodares)/dl. Kolb (1987) da valores de 17,8 U King-Armstrong, equivalentes a 81,88UI/l, sin especificar la raza. Mendes y Ferreira (1977) estudian la actividad de esta enzima en suero de ovinos con diferentes programas de alimentación, obteniendo valores comprendidos entre 5,37 y 11,58 UM Bodansky.

En este trabajo hemos convertido los datos encontrados a UI según las recomendaciones de Hendrix (2002). Se han utilizado los siguientes factores de conversión: Bodansky Units: 0,537; Shinowara-Jones-Reinhart Units: 0,537; King-Armstrong: 7,1; Bessey-Lowry-Brock: 16,67 y Babson Units y Bowers-McComb Units: 1,0.

Jones (1985) estudiando la estabilidad de la enzima, da valores de  $127 \pm 81$  UI/l, pero demuestra que la actividad se modifica en función de la temperatura de conservación de la muestra y del anticoagulante empleado.

Rosa Di Michele (1972) valora la fosfatasa alcalina en diferentes razas ovinas, obteniendo resultados comprendidos entre  $55,44 \pm 14,86$  UI/l y  $94,18 \pm 11,52$  UI/l.

También sufre variaciones estacionales la fosfatasa alcalina, los valores más altos se localizan en invierno y por el contrario, los más bajos en otoño (Amarjit y Rattan, 1981). Morais et al., (2000) no describe alteraciones significativas en la actividad de la fosfatasa alcalina con los cambios estacionales, conclusiones compartidas por Ravarotto et al. (2000).

El estado fisiológico puede afectar a la actividad de la fosfatasa alcalina. Durante la gestación y debido a las contribuciones de los huesos fetales y de la placenta puede encontrarse aumentada (Benjamin, 1984). El estado fisiológico también repercute en los niveles de fosfatasa alcalina, como comprueba Alonso (1986), estudiando ovejas

de raza Merino Español, encuentra niveles extremos de  $26,56 \pm 8,13$  UI/l y  $147,42 \pm 17,48$  UI/l, obteniendo los valores más elevados en hembras gestantes.

Según Shaffer et al. (1981) los animales jóvenes poseen valores normales más elevados; con el aumento de la edad los valores séricos se reducen. El aumento de la fosfatasa alcalina en los jóvenes con crecimiento normal está relacionado con el aumento del número y la actividad de los osteoblastos. Esto también explica los niveles elevados de esta enzima en las enfermedades óseas en las que la actividad osteoblástica está aumentada como sucede en raquitismo y en tumores óseos (Benjamin, 1984; Plonait, 1984; Burtis y Ashwood, 1998).

Fernández del Palacio (1986), cita valores séricos de FA en Cabras que oscilan entre  $90,99 \pm 5,35$  UI/l en la raza Verata y  $244,02 \pm 10,80$  UI/l en la raza Canaria.

Para la fosfatasa alcalina (FA), Barreiro (1989) determina unos valores fisiológicos medios de 43,59 UI/l para la raza Gallega, si bien indica valores muy variables para esta enzima en la especie ovina. En este mismo sentido diferentes investigadores reflejan cifras entre 9,29 UI/l y 387 UI/l para esta especie (André, 1981; Desco et al., 1989; Kaneko, 1989; González, 1992; Kaneko et al., 1997).

Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 131,64 U/l.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en UI/l, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
<i>Meyer et al.</i>	1995	68 a 387UI/l
Allen y Borkowski	1999	50 a 300 UI/l.
Radostits <i>et al.</i>	2002	70 a 390 UI/l.
Martin y Aitken	2002	> 250 UI/l.
Pugh	2004	68 a 387 UI/l.
Antón y Mayayo	2007	44 a 355 UI/l.

### III.18.2. ALANINO AMINOTRANSFERASA (ALAT, ALT)

La Alanino Aminotransferasa, cataliza la transaminación reversible de la L-alanina y 2-Oxiglutarato hasta piruvato y glutamato en el citoplasma de las células (Kaneko 1989).

Esta enzima se presenta tanto a nivel intracitoplasmático como extracelular (Benjamin, 1984; Kaneko et al., 1997).

La actividad de la ALAT se valora normalmente en suero y fluido espinal y no se suele encontrar en orina (Kaneko et al., 1997).

Esta enzima es relativamente estable en el medio ambiente, bajo refrigeración o congelación (Kaneko et al., 1997).

Para Kaneko et al. (1997) la ALAT no tiene demasiado valor diagnóstico para bovinos, equinos, suínos, ovinos y caprinos, siendo más utilizada como indicador en patologías hepáticas en animales de laboratorio y animales de compañía.

Esta enzima como las otras son intracelulares, y están localizadas en las mitocondrias, citoplasma o en ambos y por lo tanto, los niveles circulantes aumentan solamente cuando hay lesión o destrucción celular, en este caso las enzimas son liberadas, esto significa que niveles circulantes muy elevados son observados en los casos de lesión celular extensa y aguda (Doxey, 1987).

En los casos más crónicos, cuando el número de células destruidas a cualquier tiempo es bajo, los niveles enzimáticos circulantes también serán relativamente bajos. En la medida que las enzimas van siendo destruidas en la circulación, los niveles séricos declinan con rapidez después de la fase aguda y los niveles enzimáticos séricos presentan grandes desvíos de lo normal, siendo validos para el diagnóstico de los procesos iniciales y de la fase aguda de cualquier lesión de los tejidos (Doxey, 1987).

González (1992), señala que diversos autores citan que el aumento de ALAT depende de la fase y de la intensidad de la enfermedad. En la congestión hepática, encontraran valores del ALAT superiores a 20UI/l en 4% de los casos leves y en 70% de los casos graves. En los rumiantes, los niveles hepáticos de ALAT son más bajos, de manera que lesiones hepáticas solamente muestran ligeras elevaciones de los niveles de ALAT; este tipo de alteración ocurre también en lesiones musculares e intestinales. En los grandes animales la ALAT es una enzima muscular.

El factor racial parece influir en la actividad enzimática de la ALAT, Boots et al. (1970) observaron una relación de la actividad de la ALAT con la edad, con significativas diferencias y presentando los valores más elevados en los animales más jóvenes.

Boots et al. (1970) no observaron alteraciones significativas en la ALAT con relación a la gestación.

Según González (1992) la actividad de la ALAT se incrementa en enfermedades hepáticas humanas, sin embargo esto no sucede en caballos, vacas, cerdos y ovejas, donde los niveles en hígado son bajos, mientras que en músculo poseen valores elevados, lo que se traduce por una elevación en casos de degeneraciones musculares.

La ALAT, estudiada por Ford (1986) en ovinos tratados con tetracloruro de carbono, experimentó un aumento considerable, sirviendo como valor diagnóstico de las hepatopatías ovinas.

González (1992) cita que los valores hallados entre los diversos autores revisados están comprendidos entre 6 y 39 UI/l. Los valores medios obtenidos en suero por Barreiro (1989) fueron de 6,07 UI/l.

Jenkins et al. (1982) observan que se produce variaciones en relación con la edad, aumentando en la mitad del segundo año de vida, para disminuir hasta los 6 años.

Gutiérrez Panizo et al. (1988) estudian corderos de raza Churra obteniendo valores medios de 6 a 9,13 UI/l en los cuatro primeros meses de vida.

Alonso (1986), en ovejas Merinas, encuentra como valor mínimo  $5,75 \pm 1,48$  UI/l en corderas en estro, frente  $16,37 \pm 2,23$  UI/l en ovejas en estro.

Se ha observado una elevación de la ALAT en la estación primaveral, que se explica por un aumento en esta época de la glucemia, quizás inducido por la tasa de corticoides, a su vez relacionado con los fotoperíodos.

González (1992) cita que Boyd (1984) valora los niveles de ALAT relacionándolos con la gestación, llegando a la conclusión que las ovejas gestantes presentan cifras más altas que las no gestantes; aumentando a lo largo de la gestación y presentando los mayores valores en momento del parto.

Montes Cepeda et al. (1983) estudiando un lote de ovejas Churras afectadas de paratuberculosis obtienen cifras medias de  $4,10 \pm 0,55$  UI/l.

Los valores de la ALAT disminuyen en la toxemia de la gestación de la oveja; Hallford y Sanson (1983) obtienen cifras de 16,2 UI/l frente a 31,2 UI/l para animales testigo.

Los valores registrados para ovejas Gallegas por Barreiro (1989) son de 6,07 UI/l. Dentro de los límites considerados normales en ovinos por otros investigadores (6 UI/l a 39UI/l) (Desco et al., 1989; González, 1992; Kaneko et al., 1997).

Fernández del Palacio (1986), cita valores séricos de ALAT en Cabras que oscilan entre  $7,06 \pm 0,24$  UI/l en la raza Retinta y  $12,72 \pm 0,41$  UI/l en la raza Murciano-Granadina.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 12,13 UI/l. Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 26,78 U/l.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en UI/l, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	60 a 84 UI/l
Radostits <i>et al.</i>	2002	22 a 38 UI/l.
Martin y Aitken	2002	0 a 38 UI/l.
Antón y Mayayo	2007	11 a 33 UI/l.

### III.19. MINERALES SÉRICOS

Además de las biomoléculas orgánicas, los tejidos animales también poseen elementos inorgánicos que forman parte de sus tejidos y que se encuentran en una proporción entre el 2 y el 5% del peso total. Entre estos elementos destacan los minerales (González, 2000).

Los minerales son partes integrales de todas las funciones biológicas esenciales, tanto en la estructura de los tejidos y biomoléculas como en el propio metabolismo de los animales, participando como expresión y reglamentación de genes, como



cofactores enzimáticos que regulan la función celular, como activadores de la acción hormonal, son responsables del balance osmótico, del equilibrio ácido-base, de fenómenos detoxicantes y otros papeles estructurales (Block, 1994).

Aquellos que se encuentran en grandes cantidades son denominados como macrominerales y en este grupo se incluyen el calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre. Los elementos presentes en cantidades muy pequeñas (miligramos o en microgramos) son los denominados minerales de traza, elementos traza o oligoelementos, e incluyen cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio, zinc y tal vez el cromo y el flúor (Buchanan-Smith et al., 2000).

Los macroelementos minerales calcio, fósforo, potasio y sodio, por estar en mayor concentración en el organismo, han sido los elementos elegidos para esta revisión.

El sodio, potasio y cloro son los tres electrólitos más comúnmente evaluados en veterinaria, mientras que el bicarbonato es mensurado con menor frecuencia. Estas iones están libremente difusos por todo el Fluido Extracelular (FEC) que es el líquido intersticial y la linfa. Cuando ocurre un disturbio del equilibrio electrolítico, esto está invariablemente relacionado de alguna forma a un problema de hidratación corpórea, por eso lo tratamos como equilibrio o balance hidro-electrolítico. Concentraciones normales de electrólitos en FEC y en el plasma son necesarias para el funcionamiento normal de las actividades eléctricas de las membranas celulares y para la manutención de los compartimientos hídricos del cuerpo en volúmenes correctos (Kerr, 2003).

Aún según Kerr (2003), todos los electrólitos están normalmente presentes en exceso en la dieta y en animales saludables, este exceso es simplemente excretado vía riñón y/o intestino. La capacidad excretora de un animal normal es tal que en casos de ingestiones excesivas y brutales, no ocurren problemas clínicos al menos que haya restricción de agua. Esto significa que problemas hidro-electrolíticos no están asociados con factores alimentarios, y sí con pérdidas anormales de líquidos, es la cantidad y la composición del líquido que está siendo perdido quien determinará la dirección de cualquier anormalidad electrolítica encontrada.

Para Kerr (2003), el calcio y el fósforo son los dos minerales de importancia diagnóstica en todas las especies. Así como los electrólitos, los minerales son importantes en la manutención de la actividad eléctrica, y sus anormalidades con frecuencia levan a síntomas tanto nerviosos cuanto de dificultad de la contracción

muscular. Ellos también son elementos estructurales importantes, principalmente el calcio y el fosfato en los huesos. Al contrario de los electrolitos, la corrección de los niveles dietéticos son de extrema importancia en la manutención del balanceo mineral correcto y de las deficiencias alimentarias son muy comunes y generalmente son la causa básica de los problemas minerales. Los reguladores más importantes del metabolismo calcio/fósforo son la hormona paratireoideana, la calcitonina y la vitamina D.

### III.19.1. CALCIO (Ca)

Según Bacilla (1980), el calcio es el elemento mineral más abundante en el organismo. Aproximadamente un 99% del calcio orgánico está localizado en la matriz inorgánica de los huesos y dientes en forma de hidroxiapatita (componente estructural inorgánico del esqueleto), donde entre otras misiones cumple la de reserva para la pequeña y vital proporción en % que contienen los líquidos orgánicos y los tejidos blandos (Bacilla, 1980; Coles, 1989).

Cerca de un 0,9% está concentrado en las membranas plasmáticas y retículo endoplasmático de las células y el 0,1% restante se encuentra en los fluidos corporales (Kaneko et al., 1997). En el plasma, el calcio puede ser encontrado de tres formas distintas, ionizada, ligada a proteínas y compleja.

El calcio sérico total se sitúa entre 8,5 a 10,5 mg/dl (alrededor de 5 mEq/l o de 2,5 mmol/l), distribuidos de forma equitativa entre las formas difusivas y no difusivas (Bhagavan, 1977).

Según Murray et al. (2004), la concentración de iones calcio en los fluidos extracelulares en la mayoría de los mamíferos, aves y peces está entre 1,1 y 1,3 mEq/l (4,4 - 5,2 mg/dl), y Kaneko et al. (1997) cita, entre 1,25 e 1,6 mEq/l (5,0 - 6,4 mg/dl).

El organismo posee poca tolerancia para desvíos de estas tasas; si el nivel de calcio ionizado se reduce el animal puede comenzar a presentar hiperexcitabilidad y desarrollar convulsiones. Un aumento significativo y rápido en las concentraciones plasmáticas puede dar lugar a parálisis y coma (Murray et al., 2004).

Según Thrall (2006), estas señales clínicas de hipocalcemia relacionados con el sistema musculoesquelético, incluyen tetania en la mayoría de las especies, excepto en los rumiantes que manifiestan paresia, aparentemente esto se debe a las diferentes funciones del calcio en el control de la liberación de acetilcolina y en el estímulo de la propagación de las señales en la transmisión neuromuscular.

El calcio se consume de los fluidos extracelulares durante la formación ósea, en las secreciones digestivas, en el sudor y en la orina. Una especial pérdida ocurre por la leche durante el período de lactación en hembras. La reposición de estas pérdidas puede darse a través de la dieta, de la reabsorción del calcio óseo, y de la reabsorción de este mineral en los glomérulos renales. Sin embargo, si la pérdida de calcio de los fluidos extracelulares excede a su aporte, la concentración de calcio plasmático disminuirá sensiblemente (Buchanan-Smith et al., 2000).

Alteraciones de la concentración plasmática de proteínas pueden dar lugar a alteraciones de los niveles de  $\text{Ca}^{2+}$  plasmático (Granner, 1998).

Así según Meyer et al. (1995) la hipoalbuminemia colabora en la reducción del calcio sérico.

Según Thrall (2006) cerca de 50% del calcio total de la sangre están ligados a las proteínas plasmáticas, principalmente a la albúmina, menos de 10% están en los complejos minerales ligados a los fosfatos inorgánicos y el restante permanece en la forma ionizada. Hay una relación entre el producto de la solubilidad dependiente del pH del calcio y del fósforo, de este modo, la ionización relativa del calcio en la sangre depende del pH. En la acidosis, la mayor cantidad de protones compite con iones  $\text{Ca}^{2+}$  y con otros cationes en las ligazones de las uniones aniónicas de las proteínas plasmáticas como la albúmina. Esto aumenta el contenido de Ca ligado a las proteínas en la solución, elevando el tenor de Ca ionizado, por otro lado la alcalosis disminuye el tenor de Ca ionizado.

El disturbio más frecuente en la homeostasis del calcio en bovinos, principalmente en las razas especializadas en la producción de leche, está relacionado con la hipocalcemia asociada al parto y al inicio de la lactación. En este estado ocurre un descenso fisiológico de los niveles séricos de calcio (Alonso y González, 1997; Bigras-Poulin y Tremblay, 1998; Yamagishi et al., 2000).

Según Kerr (2003) es común la aparición de este síndrome en animales después del parto, que ocurre debido a combinación de diversos factores alimentarios y

hormonales y la alta demanda de calcio para a lactación; particularmente en los ovinos, ocurre generalmente antes del parto.

En virtud de las experiencias de Erb (1988), confirmadas por Blas et al. (1999) y Del Claro et al. (2002) la hipocalcemia puede estar relacionada con cetosis, desplazamiento de abomaso, mastitis, retención de placenta y toxemia de la gestación en ovinos.

Oetzel (1988) incluye en las causas de hipocalcemia, el estrés extremo y otras alteraciones en los mecanismos de homeostasis del calcio.

Para Coles (1989) la alimentación que reciben los animales puede provocar cambios en la calcemia, así la ingestión elevada de proteínas puede llevar a una disminución del calcio sanguíneo. La suplementación con calcio o con vitamina D, no modifica los niveles séricos de calcio de los animales (Gaynor et al., 1989; Prestes et al., 2003), pero según los investigadores Blas et al. (1999); Dijk y Lourens (2001) y Del Claro et al. (2002), el suministro de dietas aniónicas (suplementadas con sulfato o cloruro) pueden llevar a un aumento en los niveles séricos de calcio, corrigiendo las hipocalcemias.

La interacción del calcio y el fósforo en la dieta es muy importante (National Research Council, 1993). Meyer et al. (1995) relacionan la hipocalcemia con una dieta rica en fósforo, que lleva a hiperfosfatemia, que por su parte reduce la absorción intestinal de calcio.

De acuerdo con Coles (1989) la cantidad absorbida depende de los niveles en el alimento, de calcio, de fósforo, de vitamina D, de hierro, de aluminio y de manganeso, además de las grasas, de la fuente de los minerales, del pH intestinal y de la absorción de azúcares.

Según Kaneko et al. (1997) cuando los niveles de calcio en la dieta son elevados, la absorción es disminuida hasta 40% y cuando son bajos, la absorción está aumentada hasta 95%.

Los principales mecanismos responsables por la homeostasis del  $\text{Ca}^{2+}$  sérico son las hormonas paratohormona, calcitonina y el metabolito de la vitamina D calcitriol (1,25 dihidroxicolecalciferol). La glándula paratiroides monitoriza la concentración de calcio en la sangre arterial de la carótida, y secreta la paratohormona (PTH) inmediatamente cuando percibe la caída de los niveles sanguíneos. La PTH aumenta

inmediatamente la reabsorción renal, mecanismo que reduce la pérdida urinaria de calcio, estimula el proceso de absorción intestinal y la reabsorción ósea del calcio (Buchanan-Smith et al., 2000).

La calcitonina antagoniza los efectos de la paratohormona si los niveles sanguíneos de calcio estuviesen altos, esta hormona actúa en el sentido de fijar el calcio en los huesos, por inhibición de la reabsorción ósea. La actividad de la vitamina D en el control de los niveles séricos de calcio y fosfato se asemejan a la acción de la paratohormona, aunque su principal órgano-diana sea la mucosa intestinal (Coles, 1989).

Después del parto el calcio sufre una rápida depleción, pasando del plasma hacia la glándula mamaria. La disminución normal de la calcemia es cerca de un 2% (Alonso y González, 1997).

La producción de leche no altera los niveles de calcio sanguíneo, por el contrario Claypool (1976) verificó un incremento positivo conforme avanzan los días de lactación en vacas lecheras y siendo Jones et al. (1982) quien concluyó que vacas de alta producción lechera poseen concentraciones mayores que aquellas de baja producción. Este aumento es explicado por Kaneko et al. (1997), quien afirma que se produce un aumento de la absorción intestinal durante la gestación, la lactación y el crecimiento, así como en aquellos animales con dietas deficitarias en calcio.

En el inicio de la lactación, para la producción del calostro se precisan altos índices de calcio, que deberán estar disponibles en la glándula mamaria. Este calcio muchas veces, no puede ser absorbido por el intestino o movilizadado desde las reservas óseas, llevando a una hipocalcemia (8 mg/dl), lo que en consecuencia conducirá a una paresia puerperal o fiebre de la leche, en vacas después del parto, y en ovejas generalmente antes del parto (Blas, 1999).

Claypool (1976) verificó variaciones de los niveles séricos de la calcemia en diferentes estaciones del año, justificado por los diferentes factores programas de alimentación y de otros factores ambientales.

Morais et al. (2000) observaron una pequeña variación estacional del calcio sanguíneo a lo largo del año. El contenido más elevado de calcio (9,68 mg/dl) fue obtenido en otoño (abril), reduciéndose en invierno (9,03 mg/dl), hasta alcanzar los niveles más bajos en primavera (noviembre), 7,55 mg/dl, época del inicio de las lluvias.

Otros investigadores como Lebdosoekojo et al. (1980) registraron contenidos séricos de calcio de 9,99mg/dl (al inicio de las lluvias) y de 9,34 mg/dl (al final de las lluvias y en la sequía). Por otro lado Lee (1978) y Shaffer et al. (1981) afirman que variaciones de temperatura en las diferentes estaciones del año, no influyen en los niveles sanguíneos de este mineral.

Según Shaffer et al. (1981) los cambios de calcio con el aumento de la edad están asociados con los cambios en la producción hormonal. En animales con más edad, debido a su menor capacidad para movilizar el calcio óseo y a las pérdidas durante los partos anteriores sin la debida reposición, los niveles séricos de calcio están reducidos (Blas, 1999).

Según Castillo (1994), la edad es capaz de modificar los niveles de calcio del individuo. La calcemia sufre un descenso con la edad debido al descenso en la absorción intestinal del mineral, si bien no podemos dejar de lado la influencia que, sobre este comportamiento, ejerce el descenso en los niveles de osteocalcina, y que va dificultar la fijación del mineral a nivel óseo.

Gutierrez Panizo et al. (1988) aprecian en corderos de raza Churra y Manchega en periodo de crecimiento una disminución en los niveles de calcio sérico conforme avanza la edad, describiendo que la calcemia de corderos de menos de 1 mes de vida es más elevada que en los animales con 2 a 4 meses, atribuyéndolo al mayor metabolismo calcico de los primeros. El descenso encontrado posteriormente es, para los investigadores, consecuencia del cambio en la alimentación que sufren los animales al pasar de una dieta básicamente láctea a otra a base de grano. No podemos excluir la existencia de factores raciales dentro de este apartado, pues los estudios de Alonso et al. (1997) en ovejas Merinas arroja resultados opuestos a los anteriores, ya que estos autores encuentran diferencias marcadas en la calcemia conforme avanza la edad del animal, con ascenso significativo en los valores, desde 10,04 mg/dl cuando se trata de corderos hasta 10.88 mg/dl en el caso de ovejas adultas.

Según Shaffer et al. (1981) el patrón racial puede influir en las variaciones séricas de calcio, este autor concluyó que las razas con aptitud lechera presentan mayores niveles de calcio sérico que las razas con aptitud para carne o lana. Por otro lado, autores como Lopes (1973), Lourenço y Sartini (1982) y Hernández (1992) no observaron variaciones significantes del calcio sérico entre las razas que

investigaron, estando siempre este elemento dentro de las franjas consideradas normales.

Castillo (1994), cita que otros autores señalan que durante el periodo gestante, el ritmo de absorción cálcica a nivel intestinal aumenta rápidamente, pero resulta insuficiente para cubrir todas las necesidades correspondientes al final de la gestación e inicio de la lactación. El déficit de este mineral queda compensado por la reabsorción esquelética, con un balance de calcio negativo, que retorna posteriormente a la positividad, al final de la lactación, instaurándose los niveles normales. Por otro lado, en este comportamiento juega un papel relevante la proteína osteocalcina, que durante la gestación se produce un descenso en los niveles de osteocalcina, pudiendo llegar a presentar concentraciones de hasta mitad respecto a ovejas no gestantes, estos niveles permanecerán bajos hasta el día 10-14 postparto. Este descenso parece implicar que la renovación ósea se lentifica, sobre todo al final de la gestación con el propósito de suministrar elementos que contribuyan al crecimiento del feto, que en la última etapa de la preñez es de carácter exponencial.

Fernández del Palacio (1986), cita valores séricos de Ca en cabras de diferentes razas, que oscilan entre  $7,73 \pm 0,09$  mg/dl en la raza Blanca Andaluza;  $7,97 \pm 0,14$  mg/dl en la raza Canaria;  $8,12 \pm 0,15$  mg/dl en la raza Retinta;  $8,17 \pm 0,14$  mg/dl en la raza Malagueña;  $9,85 \pm 0,10$  mg/dl en la raza Guadarrama;  $10,26 \pm 0,14$  mg/dl en la raza Murciano-Granadina y  $10,38 \pm 0,15$  mg/dl en la raza Pirenaica.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de  $9,96$  mg/dl.

Castillo (1993) cita el valor medio de calcio sérico total en hembras de raza Gallega de  $9,946 \pm 0,226$  mg/dl, siendo para las de gestación sencilla de  $9,953 \pm 0,138$  mg/dl, y para las de gestación doble, de  $9,934 \pm 0,127$  mg/dl.

Los valores medios de calcio sérico descritos para la raza Ovina Gallega, fueron de  $2,34$  mmol/l y  $2,47$  mmol/l por Barreiro (1989) y Castillo (1994), respectivamente. Los valores medios registrados por los distintos investigadores en la especie ovina oscilan entre  $1,90$  y  $2,86$  mmol/l (Alonso de Vega, 1984; Brooks et al., 1984; Gómez Piquer et al., 1992; Meyer et al., 1992).

Torío (1998) cita los niveles basales medios de calcio sérico en ovejas Gallegas de  $2,34$  mmol/l.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
<i>Meyer et al.</i>	1995	10,4 a 13 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	11,6 a 12,8 mg/dl
<i>Radostits et al.</i>	2002	5,6 a 6,4 mg/dl
Martin y Aitken	2002	6 a 12 mg/dl
Pugh	2004	11,5 a 12,8 mg/dl.
Antón y Mayayo	2007	7,1 a 9,8 mg/dl.

### III.19.2. FÓSFORO (P)

El fósforo es un macroelemento esencial para el organismo animal, es el segundo mineral más abundante en el organismo, participando de la mayoría de las reacciones bioquímicas celulares, además de, junto con el calcio, constituye la materia básica de los huesos y dientes (Dayrell y Resz, 1984).

Es parte integrante de los ácidos nucleicos, auxilia en el mantenimiento del equilibrio ácido-básico, participa en la bomba de sodio/potasio, en el mantenimiento de la integridad de la membrana celular, participa activamente en el metabolismo energético en la utilización y transferencia de energía vía Trifosfato de Adenosina (ATP), Difosfato de Adenosina (ADP) y Monofosfato de Adenosina (AMP); así como en la síntesis proteica, de carbohidratos y de lípidos (Dayrell y Resz, 1984; Underwood y Suttle, 1999; Nacional Research Council, 2001).

El fósforo también es requerido por los microorganismos ruminales para la digestión de la celulosa y para síntesis microbiana de proteínas (Buchanan-Smith et al., 2000).

Este elemento nunca está presente en forma libre en los sistemas biológicos (Brody, 1994). Cerca de un 75 a un 80% del fósforo orgánico se localiza en la matriz de los huesos y dientes como fosfato inorgánico, en forma de hidroxapatita, el fósforo restante aparece en los tejidos (eritrocitos, musculos y tejido nervioso) y en fluidos (Kolb, 1987).



El fosfato es el mayor anión intracelular, existiendo en las formas orgánica e inorgánica (Kaneko et al., 1997).

El fósforo está presente principalmente en el Fluido Intracelular (FIC), como un componente de hidroxiapatita de los huesos, en unidades fosforil de alta energía que participan de varias reacciones metabólicas intermediarias y como parte integrante de fosfolípidos y fosfoproteínas estructurales (Thrall, 2006).

La deficiencia de fósforo es una de las más frecuentes en Brasil (Dayrell y Resz, 1984), McDowell (1999) y González et al. (2000), esta deficiencia es el disturbio mineral más común y económicamente más importante en rumiantes en régimen extensivo.

En rumiantes los niveles sanguíneos de P son variables dado que hay un proceso de reciclaje por la saliva y que su absorción se produce en el rumen y el intestino. La presencia de este elemento en el rumen es fundamental para la síntesis de proteínas microbianas y para mantenimiento de la microflora ruminal (McDowell, 1999; Underwood y Suttle, 1999; González et al., 2000; Buchanan-Smith et al., 2000).

Castillo (1994), cita que además de la función amortiguadora del fósforo no se limita a un papel meramente sanguíneo, en los rumiantes, puede encontrarse fósforo en la saliva, interviniendo a dos niveles: 1) en la regulación del pH ruminal, fundamental para el mantenimiento de la flora y fauna del rumen y 2) constituyendo una fuente de reserva de fosfatos para el organismo. La saliva de las ovejas contiene aproximadamente tres veces el nivel de fósforo con respecto a las vacas, y señala que aparentemente la secreción de este mineral con la saliva se ve estimulada por la hormona paratiroidea. El fósforo también influye en cierta medida sobre el apetito del animal, quizá por la influencia que tiene sobre la cantidad y calidad de la saliva de los rumiantes.

Normalmente la pérdida de P en las secreciones digestivas llega a 10g/día (González et al., 2000).

Las concentraciones plasmáticas son controladas por la hormona paratiroidea y la vitamina D. La hormona actúa directamente sobre los osteoclastos para liberar sales óseas en la circulación, que aumentarán tanto el calcio como el fósforo en el plasma, también actúa sobre las células tubulares renales para aumentar la excreción de fosfato, lo que tiende a disminuir su concentración plasmática que, por su parte, aumenta la liberación de fosfato y de calcio desde el hueso (Kerr, 2003).

Según Underwood y Suttle (1999) no hay un riguroso control hormonal del fósforo y por eso, las concentraciones en la corriente sanguínea y en el suero varían libremente. El exceso de P en la alimentación provoca mayor excreción renal y un aumento de la concentración del elemento en la saliva lo que provoca elevación de la pérdida fecal de fósforo.

Cuando los niveles de P en la dieta no suplen las necesidades del animal, inicialmente las células de los tejidos son afectadas. Si la deficiencia persiste por periodos prolongados, se produce la aparición de síntomas clínicos que incluyen pérdida de apetito, pérdida de peso, caída de la producción de leche y afección del desarrollo del animal (Underwood y Suttle, 1999).

Los cambios bioquímicos de P en los tejidos y fluidos animales son constantes y varían de intensidad en función de, entre otros factores, la edad y el estado fisiológico, siendo importante en el diagnóstico de la carencia de este mineral. Niveles dietéticos insuficientes y/o absorción dificultada por elementos antagónicos pueden provocar una disminución de su concentración en el organismo (Underwood y Suttle, 1999).

La edad de los animales va a inducir una respuesta negativa sobre la concentración sérica de este elemento, como consecuencia de la rápida movilización del tejido óseo en animales en crecimiento (Doornenbal et al., 1988; Kaneko, 1989; Meyer et al., 1995; Underwood y Suttle, 1999; González et al., 2000).

Arruda (2006) describe para ovinos niveles de 7 a 9 mg/dl para animales en crecimiento y de 3 a 5 mg/dl para adultos.

El estado fisiológico, el régimen de alimentación y la interacción entre estado fisiológico y régimen alimentario afectan a los niveles séricos de fósforo (Peterson y Waldern, 1981; Shaffer et al., 1981).

Gutierrez Panizo et al. (1988) no registran, en corderos de raza Churra y Manchega, diferencias en las concentraciones séricas de fósforo durante los cuatro primeros meses de vida, aportando unas cifras comprendidas entre 5,62 y 6,66 mg/dl. Hecho contrario al señalado por Alonso (1986), y en cuyo trabajo observa que son las corderas Merinas, frente a las primaras, andoscas, trasandoscas y ovejas, quienes presentan las mayores fosfatemias con valores de 5,35 mg/dl, en comparación con las ovejas adultas para las que registra concentraciones de 4,52 mg/dl.

González et al. (2000) coincide con el estudio anterior, al comparar los valores de fósforo entre raza Merina y cruces de Churra x Awassi encuentra valores más altos en los corderos (7,8 mg/dl) que en los adultos (4,98 mg/dl).

El comportamiento del fósforo durante la gestación ha sido abordado por diferentes investigadores, encontrándose un incremento en los niveles del mineral en suero, paralelo al aumento en los valores de calcio, y siendo esto más señalado en corderas y primiparas, además que en la lactación se produce un descenso significativo en los niveles séricos de fósforo. En el momento del parto se produce una disminución fisiológica de la fosfatemia entre 1 y un 2% (Alonso y González, 1997).

Velasco (2004) cita los mismos hallazgos señalado por diversos autores, y observa que si bien la fosfatemia se incrementa en los primeros meses de la preñez, desciende a medida que esta avanza, todo ello acorde al comportamiento renal. Al final de la gestación, tiene lugar un descenso en la fosfatemia, por aumento en la eliminación urinaria, siendo atribuido a la acción de la PTH, para conservar calcio.

Prestes et al. (2003), explican que el equilibrio en los niveles de P plasmático entre rebaños suplementados y no suplementados, se debe a la capacidad de adaptación de los rumiantes a la deficiencia de P, por medio del aumento de la absorción de ese elemento en el intestino, además de la constante movilización y remodelación ósea.

La ingestión deficiente de fósforo en las dietas de vacas productoras de leche, afectan la producción de esta, en la tasa láctea, en la ingestión de alimentos y en la eficiencia del alimento en la producción lechera (Nacional Research Council, 2001). Por otro lado, la suplementación en exceso, y de acuerdo con Carstairs (1981), en rumiantes, también puede llevar a la reducción de la leche, porque el exceso de P puede interferir en la digestibilidad del alimento y en su metabolización.

Hurley et al. (1982), no encontraron evidencias de que animales con dietas deficientes de P, tuvieran predisposición a la reducción de su eficiencia reproductiva, ya que estos animales presentaron niveles séricos de P considerados normales. Tampoco verificó alteraciones hormonales con diferentes dietas (con bajo, medio y altos contenidos de fósforo) que tengan llevado a alteraciones del comportamiento en el estro en novillas.

Prestes et al. (2003) concluyeron que en las condiciones de su experimento, con animales de campo en el estado de Rio Grande do Sul - Brasil, no encontró evidencias de deficiencias de este elemento en animales no suplementados, y que la

suplementación no era eficaz para elevar significativamente los niveles plasmáticos y óseos de este mineral. Sus resultados para el P fueron de 4,15 mg/dl para animales no suplementados y de 4,59 mg/dl para los animales suplementados.

Las variaciones estacionales, modifican los contenidos de fósforo presentes en los pastizales, lo que se refleja en las concentraciones sanguíneas de este elemento (Dayrell y Resz, 1984, Silva Filho, 1997; Morais et al., 2000).

Según Silva Filho (1997), pastizales nuevos y tiernos poseen, en general, niveles de P más elevados y biodisponibles, comparados con vegetación más vieja, en la cual las hojas están más lignificadas y son más escasas y especialmente en las épocas de sequía (invierno).

Velasco (2004) señala que diferentes autores citan, que en ganado ovino en régimen extensivo, que en los meses de primavera-verano los animales presentan un descenso gradual y progresivo en la fosfatemia, iniciándose a partir del otoño un incremento en las concentraciones, alcanzando su punto máximo al comienzo de la primavera siguiente, con el inicio de un nuevo ciclo. Este comportamiento es atribuido por los autores al hecho de que en los meses estivales las concentraciones de macroelementos, salvo calcio y magnesio, disminuyen en los pastos; de hecho Church (1993) señala que el contenido de fósforo en los vegetales pueden descender desde el 0,3% (base la sustancia seca), en los inicios de la primavera hasta el 0,15% al madurar las plantas.

Estas conclusiones coinciden con lo destacado por González et al. (2000) quienes encuentran valores de fósforo más elevado en otoño que en primavera (6,09 y 5,85 mg/dl, respectivamente).

Los niveles de fósforo en el suelo poseen una importante correlación con la media anual de fósforo inorgánico sérico en los rumiantes (Dayrell y Resz, 1984).

Por otro lado, Valle (2002) describe que la correlación entre los contenidos de fósforo en los forrajes y en el plasma no presentó carácter significativo, afirmando que los niveles de P en el plasma varían más en función de las demandas metabólicas que por los niveles del elemento en los pastizales.

Velasco (2004) señala que varios autores citan que la principal fuente dietética de fósforo la constituyen los cereales. Por el contrario, los forrajes secos y maduros son pobres en este elemento, aunque los bajos niveles de fósforo en pastos y forrajes

están muy difundidos, particularmente en regiones áridas y tropicales por lo que la deficiencia de este mineral, junto a la del sodio, son las carencias más frecuentes en rumiantes alimentados en pastizales. Al considerar el contenido de fósforo en los alimentos hay que tener en cuenta en qué grado este mineral es utilizado por el animal. La mayor parte del que existe en los cereales está en forma de fitatos, que son sales del ácido fítico derivado del ácido fosfórico. En los rumiantes gracias a la acción de la fitasa, enzima presente en los alimentos de origen vegetal, se verifica la hidrólisis de los fitatos, indicando así que estos animales son capaces de utilizar el fósforo de los fitatos con relativa facilidad.

Fernández del Palacio (1986) cita valores de Fósforo sérico para Cabras que osciló entre  $4,10 \pm 0,10$  mg/dl en la raza Malagueña y  $6,04 \pm 0,08$  mg/dl en la raza Murciano-Granadina.

Sotillo (1992), cita valores séricos en cabras de raza Murciano-Granadina, de 6,73 mg/dl

Castillo (1993) cita el valor medio de fósforo sérico inorgánico en hembras de raza Gallega de  $5,27 \pm 0,493$  mg/dl, siendo para las de gestación sencilla de  $5,294 \pm 0,527$  mg/dl, y para las de gestación doble, de  $5,230 \pm 0,437$  mg/dl.

En condiciones fisiológicas Barreiro (1989) cita las concentraciones séricas de fósforo de 1,56 mmol/l y Castillo (1994) de 1,70 mmol/l. Torío (1998) cita valores de 1,59 mmol/l, para ovejas de raza Gallega.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mg/dl, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	4,96 a 7,44 mg/dl
Allen y Borkowski	1999	4,96 a 7,44 mg/dl
Radostits <i>et al.</i>	2002	5,0 a 7,3 mg/dl
Martin y Aitken	2002	6,2 a 12,4 mg/dl
Pugh	2004	5,0 a 7,3 mg/dl
Antón y Mayayo	2007	3,5 a 7,3 mg/dl.

### III.19.3. SODIO (Na)

El sodio es el principal catión en los fluidos extracelulares como son el plasma sanguíneo, el líquido intercelular y el líquido cefalorraquídeo (Miró et al., 1992).

Cerca de los dos tercios del sodio disponible del organismo se encuentra en el fluido extracelular. La mayoría del sodio restante se localiza en el tejido óseo, asociado a cristales de hidroxapatita (Kaneko et al., 1997).

La concentración sérica de sodio está en función de los contenidos de cationes permutables (Bradford, 1996).

El sodio está presente en los animales fundamentalmente como ion sódico (Na<sup>+</sup>). Las funciones principales de este ion se relacionan con la regulación de la presión osmótica, el equilibrio ácido-base, el mantenimiento de los potenciales de membrana y la transmisión de los impulsos nerviosos (Dukes y Swenson, 1981).

La osmolaridad de los líquidos extracelulares depende casi totalmente de la concentración del ion sódico, al ser éste, con mucho, el catión más abundante del líquido extracelular (Guyton, 1992).

La homeostasis de este electrolito es controlada, a nivel renal, por varios mecanismos entre los que se destacan los factores osmóticos y la acción de la aldosterona. A esta regulación contribuyen el efecto del sistema nervioso sobre el riñón y el factor arterial natriurético (Kaneko, 1989).

Es el principal determinante del volumen del fluido extracelular. La deficiencia de sodio está entre las principales causas de la reducción del volumen extracelular, y su exceso puede llevar a la expansión de los fluidos, provocando hipertensión y/o formación de edemas (Kaneko et al., 1997).

El sodio, conjuntamente con los iones K<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>, es responsable de mantener la presión osmótica, regular el equilibrio ácido-básico y controlar el metabolismo del agua en el organismo. Por tanto la mayoría de los disturbios de este elemento tienden a tener repercusiones en el balance hídrico. Los síntomas generalmente están relacionados con cambios en el volumen de los compartimentos acuosos del cuerpo (Bradford, 1996; Kerr, 2003).

Adicionalmente, la función cardiaca y la conducción y transmisión de impulsos nerviosos son dependientes del propio balance del sodio y potasio (Buchanan-Smith et al., 2000).

En los rumiantes la absorción del sodio se produce en el tracto digestivo (retículo, omaso, abomaso y duodeno) por transporte activo. Una absorción pasiva también ocurre a través de la pared intestinal, existiendo la tendencia a igualar las concentraciones de sodio en el intestino y en las heces. Sin embargo, una activa absorción contra gradiente de concentración, se produce en la porción final del intestino delgado y en el intestino grueso. Consecuentemente muy poco sodio es excretado por las heces y especialmente en animales deficientes (Buchanan-Smith et al., 2000).

Según Castillo (1994), el sodio del rumen resulta esencial por sí mismo para que dicho órgano pueda ejecutar sus funciones habituales, es decir, en primer lugar mantiene un nivel óptimo de humedad con el fin de que prosiga el desarrollo de las fermentaciones que asientan en la panza, y en segundo, neutraliza los ácidos grasos volátiles: acético, propiónico y butírico, que constituyen productos finales de la digestión de la celulosa y restantes hidratos de carbono.

El sodio plasmático y tisular se mantiene principalmente por reabsorción en los riñones, siendo filtrado por el glomérulo renal, y la mayor parte es reabsorbido por los túbulos renales proximales y distales. La permutación tubular distal de sodio y potasio es acelerada por la aldosterona, promoviendo la retención de sodio y la excreción de potasio (Meyer et al., 1995; Buchanan-Smith et al., 2000).

Para Castillo (1994), la época del año ya es recogida como posible causa de variación en la natremia de los animales, al describir valores inferiores de sodio sérico en épocas estivales, atribuyéndolo a un descenso del mineral en los pastos.

La deficiencia de sodio es una de las deficiencias minerales más comunes en los rumiantes, sobre todo en los animales en régimen de pastoreo, debido a que los vegetales, en general, contienen bajas cantidades de este mineral (González et al., 2000).

Deficiencias crónicas de sodio han sido descritas en rumiantes en lactación, con dietas pobres en sal, sin embargo el déficit más probable se produce por la pérdida del mineral por la leche (Kaneko et al., 1997).

El manejo puede alterar los niveles séricos de sodio. Según González et al., (2000) los animales en fase de crecimiento alimentados con cereales o forrajes con bajo contenido en Na<sup>+</sup>, son más propensos a sufrir deficiencias.

La edad es otro factor a considerar como origen de variaciones fisiológicas de la natremia. Alonso (1986) registra una disminución progresiva de la concentración sérica de sodio, con valores superiores en trasandoscas e inferiores en ovejas Merinas. Sin embargo, Gutierrez Panizo et al. (1988), estudiando la evolución de este elemento en corderos de raza Churra y Manchega, entre los 15 y 120 días de vida, aprecian en los primeros un incremento en la natremia ya al mes, con posterior descenso y mantenimiento de unos valores constantes desde entonces. Pero en los ovinos Manchegos el comportamiento es diferente, descendiendo en el primer mes e incrementándose gradualmente hasta el cuarto.

Miró et al. (1992), afirma que la deficiencia de sodio puede aumentar la incidencia de retención de placenta y de partos prematuros, al mismo tiempo que señala una correlación entre la deficiencia de sodio y la infertilidad en rumiantes. De todas las maneras, este autor señala que estos efectos pueden ser consecuencia de la reducción del apetito que acompaña a estas patologías.

En general se observa una escasa variabilidad de los niveles séricos de sodio. Sin embargo, en función del estado fisiológico, puede haber un ligero aumento en la fase final de la gestación y un descenso tras el parto, que puede ser atribuido a la gran pérdida de líquidos en el parto (Miró et al., 1992).

Por último y en relación con el estado fisiológico, Alonso (1986), obtiene incrementos en la natremia en andoscas, trasandoscas y ovejas Merinas gestantes, mientras que en corderas y primas en el mismo estado se manifiesta un descenso. Ello coincide con las apreciaciones obtenidas por Pastor (1992), quien en hembras de raza Aragonesa cita durante la preñez un ligero incremento en la natremia, haciéndose más acusado en lactación.

González (1992) cita que según Doornenbal et al. (1988) existen diferencias significativas en relación al sexo en los niveles sanguíneos de sodio, observando que las hembras presentan mayores contenidos que los machos.

El estrés, como factor capaz de modificar la natremia de los animales, ha sido considerada en rumiantes, aún que las variaciones son fugaces y transitorias, con ligero incremento en la natremia que en ningún caso superan las 24 horas. La



explicación consiste en la estimulación simpática, con activación del sistema renina-angiotensina (Castillo, 1994).

Fernández del Palacio (1986) cita valores de Sodio sérico para Cabras que osciló entre  $139,47 \pm 0,92$  mmol/l en la raza Blanca Andaluza y  $146,38 \pm 0,03$  mmol/l en la raza Canaria.

Castillo (1993) cita el valor medio de sodio en hembras de raza Gallega de  $146,445 \pm 5,478$  mmol/l, siendo para las de gestación sencilla de  $146,780 \pm 5,271$  mmol/l, y para las de gestación doble, de  $146,64 \pm 5,367$  mmol/l.

Con respecto a la oveja Gallega, Castillo (1994) indica, en condiciones normales, una concentración media de 146,44 mmol/l, inferiores por los aportados por Barreiro (1989) de 163,95 - 165,81 mmol/l.

Los niveles basales medios de sodio sérico en la especie ovina oscilan entre 136,0 y 161,0 mmol/l (Garry et al., 1990; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Meyer et al., 1992).

Torío (1998) cita valores de 161,87 mmol/l, para la raza Gallega.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mmol/l, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
Meyer <i>et al.</i>	1995	139 a 152 mmol/l.
Allen y Borkowski	1999	139 a 152 mmol/l.
Radostits <i>et al.</i>	2002	145 a 152 mmol/l.
Martin y Aitken	2002	142 a 160 mmol/l.
Pugh	2004	139 a 152 mmol/l.
Antón y Mayayo	2007	139 a 152 mmol/l.

### III.19.4. POTASIO (K)

El potasio es el tercer mineral más abundante del cuerpo. Está involucrado en la presión osmótica y en la regulación ácido-básica, en el equilibrio hídrico, en la contracción muscular, en el transporte de oxígeno y de dióxido de carbono, en la fosforilación de la creatinina, como activador o cofactor en muchas reacciones enzimáticas, en la transmisión de impulsos nerviosos, en el metabolismo de carbohidratos, en la síntesis de proteínas y en el mantenimiento de la funcionalidad del tejido cardíaco y renal (Buchanan-Smith et al., 2000; Hendrix, 2002).

A diferencia del calcio y del fósforo, el potasio no se acumula de forma abundante en el tejido óseo, es un ión principalmente intracelular y sus concentraciones en el espacio extracelular son bajas. Está menos íntimamente ligado al balance hídrico que el sodio y la mayoría de las alteraciones tienden a producirse directamente en función de pérdidas excesivas o en ausencia de excreción, independientemente del estado de hidratación (Kerr, 2003).

El potasio se encuentra en el organismo animal, fundamentalmente como un constituyente intracelular. Sirve como principal catión de las células orgánicas y es utilizado para mantener el equilibrio ácido-base, regular la presión osmótica y desarrollar los potenciales de membrana celulares. El potasio influye también en la contractibilidad de los músculos liso, esquelético y cardíaco; ayuda a la transferencia del fosfato desde ATP al ácido pirúvico y probablemente interviene en numerosas reacciones enzimáticas básicas (Dukes y Swenson, 1981).

El control de su homeostasis tiene lugar a nivel renal influenciado por numerosos factores que incluyen; la acción de la aldosterona, la excreción de hidrogeniones, la presencia de aniones no reabsorbibles en la nefrona distal, el flujo urinario y la acción de los glucocorticoides, ADH y catecolaminas, entre otros. Así como este balance interno puede también se modificar por la administración de glucosa o insulina, y por el ejercicio (Kaneko et al., 1997)

La absorción del potasio se da principalmente en el duodeno por difusión simple, el resto se produce en el yeyuno, íleon e intestino grueso. La principal vía de eliminación del potasio absorbido en exceso es la renal; esta ruta está regulada por la aldosterona que favorece un aumento de la reabsorción de sodio con la consiguiente excreción de potasio (Buchanan-Smith et al., 2000).

Los niveles plasmáticos del potasio pueden estar elevados en los estados acidóticos donde los iones  $K^+$  dejan los espacios intracelulares substituyéndose por iones de hidrógeno. También en presencia de daños celulares o necrosis se genera la liberación de  $K^+$  a los espacios extracelulares (Hendrix, 2002).

La depleción de los niveles plasmáticos de  $K^+$  se desarrolla comúnmente como resultado de pérdidas gastrointestinales, por diarrea o vómitos. La pérdida excesiva por vía renal puede ocurrir como resultado del uso de diuréticos, exceso de mineralocorticoides o por acidosis tubular renal (Kaneko et al., 1997).

Según Buchanan-Smith et al. (2000), las dietas ricas en potasio pueden aumentar las concentraciones plasmáticas de potasio.

La época del año parece ser fuente de variación en la potasemia de los animales, según Patel (1990), en verano, se ingiere y retiene más agua por parte el organismo, con el consiguiente estado de hemodilución y descenso del  $K^+$  sanguíneo. White (1992), observa este mismo efecto, pero atribuye a la poca disponibilidad del mineral en los paastos conforme avanza el estío.

La edad de los animales es otro factor que modifica las concentraciones de  $K^+$  en suero. Alonso (1986) obtiene niveles superiores en ovejas frente a corderas de raza Merina, hecho también apreciado por Gomez Piquer et al. (1992) en animales de raza Aragonesa.

Gutierrez Panizo et al. (1988) estudiando la evolución de la potasemia en corderos de raza Churra y Manchega, entre los 15 días y 4 meses de vida, aprecian en el primer grupo, un aumento progresivo conforme avanza la edad, si bien sin diferencias significativas, mientras que en la raza Manchega, los valores se mantienen más o menos constantes durante el estudio.

El estado fisiológico, condiciona variaciones en el comportamiento del electrolito  $K^+$ . Alonso (1986) registra incrementos en la potasemia en corderas, andoscas, primas y trasandoscas gestantes de raza Merina, mientras que las ovejas de la misma raza presentan niveles constantes durante la preñez.

Pastor (1992) en hembras de raza Aragonesa observa valores inferiores en gestación respecto a un estado no productivo. La lactación se manifiesta con los niveles más bajos de potasio sérico, inferiores incluso a los presentados durante la gestación.

Castillo (1993) cita el valor medio de potasio en hembras de raza Gallega de  $5,407 \pm 0,745$  mg/dl, siendo para las de gestación sencilla de  $5,499 \pm 0,837$  mg/dl, y para las de gestación doble, de  $5,349 \pm 0,735$  mg/dl.

Barreiro (1989) obtiene valores de 5,76 - 6,56 mmol/l y Castillo (1994) de 5,40 mmol/l.

Para la especie ovina, los diferentes investigadores (Garry et al., 1990; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Meyer et al., 1992), registran valores que oscilan entre 3,8 mmol/ y 5,8 mmol/l.

Torío (1998) cita que diferentes investigadores registran una potasemia para la raza Gallega entre 5,4 y 6,5 mmol/l. Torío (1998) cita valores de 5,74 mmol/l, para la raza Gallega.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, expresados en mmol/l, se reflejan a continuación:

AUTOR	AÑO	VALOR
<i>Meyer et al.</i>	1995	4 e 6 mmol/l
Allen y Borkowski	1999	3,9 a 5,4 mmol/l.
Radostits <i>et al.</i>	2002	3,9 a 5,4 mmol/l.
Martin y Aitken	2002	3,9 a 5,4 mmol/l.
Pugh	2004	3,9 a 5,4 mmol/l.
Antón y Mayayo	2007	3,9 a 5,2 mmol/l.

## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**



## IV. MATERIAL Y MÉTODOS

### IV.1. ANIMALES

El material vivo elegido para el desarrollo de este trabajo está constituido de 80 ovinos de la raza Criolla Lanada Serrana, de distintas edades. Fueron recogidas muestras de sangre para la determinación de los Parámetros Hematológicos y Bioquímicos y de esto total, de 68 animales fueron recogidas muestras de material biológico (lana) para la caracterización genética de la raza.

La Oveja Criolla Lanada Serrana, se caracteriza por tener la cara y las extremidades descubiertas y el vellon esta formado por mechass de aspecto cónico, de coloración variable desde el blanco hasta el negro, incluyendo colores intermediarios, que se abren en la línea dorsal, cayendo lateralmente al cuerpo como una capa en contraste con la escasa cubierta ventral. Son ovinos de porte medio, muy activos, de comportamiento gregario y muy dóciles. Presentan aptitud mixta, creadas para consumo domestico de la carne, manta y lana, son de adaptación rustica a diferentes condiciones climáticas, de suelo y vegetación, sobresalen sobre las otras razas en cuanto a la resistencia a los endoparásitos y pederos. Son de pubertad precoz, las corderas a los 7 meses de edad y los machos a partir de los 4 meses, en condiciones naturales de creación, longevos y con alto número de corderos destetados, gran habilidad materna ([www.arcoovinos.com.br](http://www.arcoovinos.com.br); consultado el 02/02/2010), (fotos 5 y 6).

Los animales se identificaron mediante un crotalo donde constaba el número de identificación, con el cual es identificado en la respectiva asociación de creadores, en el caso ACCO (Associação Catarinense de Criadores de Ovinos), donde consta fecha de nacimiento y un número de orden, siendo a su vez tatuados para evitar problemas de pérdida, lo que facilitó su identificación y manejo.

Todos los animales fueron adecuadamente desparasitados frente a parásitos externos, pulmonares, hepáticos y gastrointestinales, fue su estado sanitario, controlado periódicamente, no presentando ningún problema patológico evidente, durante la experiencia. Los animales menores de dos años reciben dos vacunaciones anuales contra *Clostridium spp* y son desparasitados periódicamente en la rutina normal de manejo, evaluados por el método de "famacha"; que consiste en el control por los cuidadores, mediante la observación de las mucosas.

Los animales se mantuvieron en régimen de producción semi-intensiva, sólo recibiendo sal común (cloruro de sodio) a libre disposición. Se alimentan de pastizales naturales y de pastizales mejorados, que son pastizales perenes constituidos de Trevo Blanco (*Trifolium repens*), Trevo Rojo (*Trifolium pratense*), Cornichão (*Lotus corniculatus*), Festuca (*Festuca arundinacea*) y de los pastizales anuales que son mezclados con los citados, pero replantados anualmente en invierno y verano, que son el Azevém (*Lolium multiflorum*), Aveia Preta (*Avena strigosa*) y Ervilhaca (*Vicia sativa*).

Fue realizado a toma de muestras de 100% de los animales mayores de 12 meses, de la hacienda Bom Jesus do Herval y 50% de los animales mayores de 12 meses, de la Hacienda Pelotinhas para la Caracterización Genética.

Para el Perfil Hematológico y Bioquímico, fueron tomadas las muestras de 80% de los animales de la Hacienda Canoas y 50% de los animales de la Hacienda Bom Jesus do Herval.

Para Diez Monforte et al (1992), el perfil metabólico debe representar lo más fielmente posible el conjunto del rebaño, realizado al azar y que el número mínimo de muestras sea próximo a un 25% del colectivo.

## IV.2. EXPLOTACIONES

Las muestras fueron recogidas en tres haciendas creadoras de las Ovejas de la raza Criolla Lanada Serrana, todas localizadas en la región Sur de Brasil, en el estado de Santa Catarina y en las ciudades de Lages y Ponte Alta, todas con lo mismo sistema de creación e inscritos en los libros genealógicos de la Raza Criolla Lanada Serrana.

Los establecimientos pecuarios donde fueron recogidas las muestras, pertenecen:

1) Sr. Antonio Camargo (*in memoriam*) hoy de su hijo Assis Almeida Camargo - Hacienda Canoas, ciudad de Ponte Alta, estado de Santa Catarina. La hacienda posee 1200 ha de campo nativo y pastizales mejoradas, donde son creadas las razas ovina Criolla Lanada Serrana, bovina Criolla Lageana, Cerdos Moura y Caballos Campero, todas razas pertenecientes a programas de preservación, (foto 4).



2) Dr. Edson Martins y Dra. Vera Maria Villamil Martis - Hacienda Bom Jesus do Herval, ciudad de Ponte Alta, estado de Santa Catarina, donde son creadas las razas ovina Criolla Lanada Serrana y bovina Criolla Lageana, también con campo nativo y pastizales mejorados, (foto 4).

Los establecimientos pecuarios están en una región que presenta coordenadas geográficas de 27°49' de latitud sur, 50°40' de longitud oeste de Greenwich y una altitud media de 884 metros.

La temperatura media anual es de 16,05°C (- 4,00°C a 32,30°C, como mínima y máxima absolutas, respectivamente).

La humedad relativa del aire media es de 79,95%, con precipitación pluviométrica mensual media de 154,45mm, con precipitación máxima en 24 horas de 114,45mm y media mensual de los días con lluvia de 11,97mm.

Los datos de localización geográfica, temperatura y humedad fueron citados por Colodel (2005).

3) Sr. Euclides Matioli - Hacienda Pelotinhas, distrito de Morrinhos, ciudad de Lages, estado de Santa Catarina, con altitud media de 1100 m, el clima presenta veranos cálidos con temperaturas medias entre 18 y 22°C, sólo en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo pueden presentarse temperaturas por en cima de 18°C, en los otros meses del año la temperatura media no sobrepasa los 18°C, siendo frecuente la aparición de heladas, lo que representa una limitación importante para el desarrollo de las plantas, (foto 4).

Los datos de localización geográfica y temperatura fueron citados por (Ritter y Sorrenson, 1985).

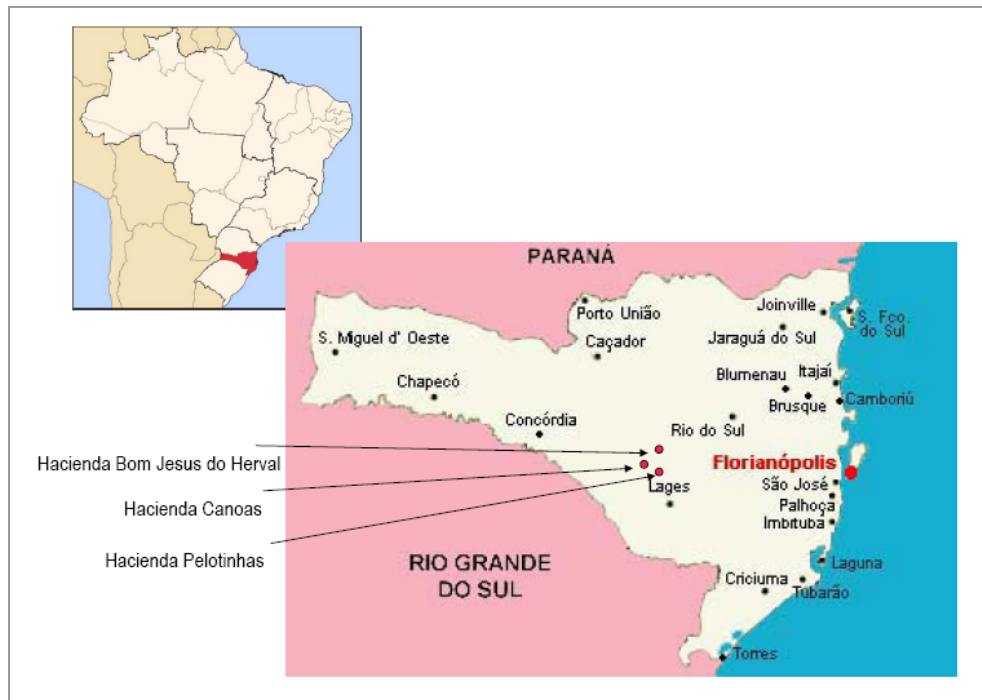


Foto 4. Localización de las explotaciones en el Planalto Catarinense.

El suelo encontrado es de tipo Cambisuelo húmico, raso, pedregoso y de fertilidad natural muy baja, con alto contenido de aluminio intercambiable (o aluminio disponible) (Ritter y Sorrenson, 1985).

Según Ramos (1998), el suelo es prácticamente llano y presenta como cobertura vegetal las plantas nativas, constituidos principalmente por gramíneas, *Schizachyrium tenerum*, *Ichnantus procurrens* y *Eragrostis polytricha*, *Paspalum maculosum* y *Axonopus siccus*. Estas son conocidas en la región como "pastos de paja fina".

La época de la recogida de muestras, fue en el mes de junio, período de invierno en el hemisferio sur, cuando los pastizales de todos los recintos donde se encontraban los animales eran escasos y secos (foto 8).

En las propiedades no existen refugios construidos como protección frente a las inclemencias del tiempo, así los animales se abrigan dentro de pequeños bosques que siguen los cursos del agua o en el nacimiento de los arroyos, que en la región son llamados "capones de mato", (foto 7).

El manejo es mínimo, sólo las hembras en gestación y lactación son suplementadas con concentrados, se atiende el parto cuando los inviernos son muy rigurosos. Los animales son recogidos a un abrigo durante la noche, porque en la región hay la existencia de predadores naturales que son problema de medio ambiente, refiriéndome a la presencia de lo *Puma concolor* o *León Baio* como es conocido en la región.

#### IV.3. TOMA DE MUESTRAS

La recogida de Material Biológico se realizó en un total de 68 animales de la raza *CRIOLLA LANADA SERRANA*, explotada en el Planalto Catarinense, Estado de Santa Catarina - Brasil, pertenecientes a las tres ganaderías citadas.

Los animales presentaban amplia distribución de edades, pertenecían a ambos los sexos y todos ellos inscritos en los libros genealógicos de la Raza Criolla Lanada Serrana.

Las ovejas fueron sujetas una a una, separando las mechas de lana del costillar siendo arrancadas pequeñas cuantías de las mechas (fotos 9 y 10).

Una vez obtenidas las muestras fueron trasladadas al laboratorio de Xenética Molecular, de Xenética Fontao S.A. involucradas en papel absorbente. Desarrollando un protocolo de trabajo capaz de responder a nuestras necesidades, optimizando la metodología empleada para conseguir una gran fiabilidad de los resultados.

La base de esta metodología de trabajo, en ovinos, se asienta en el análisis de 20 marcadores microsatélite de ADN elegidos de la lista propuesta por la ISAG en el Test de Comparación Internacional de ADN Ovino 2008-09.

Se muestran, además, los resultados obtenidos hasta estos momentos, después de haber analizado la correspondiente lista de 20 marcadores microsatélite en 68 ovinos de la raza *CRIOLLA LANADA SERRANA*, explotada en lo Planalto Catarinense, también se indican las condiciones laborales de análisis óptimas y en software diseñado para agilizar la obtención de los resultados.

Las muestras sanguíneas se recogieron por la mañana, entre 6:00h e 10:00h durante el mes de junio por venopunción de la yugular, por la facilidad de sangría en las condiciones de campo y para uniformizar las muestras.

Fueron recogidas las muestras de 80 animales, de la raza **CRIOLLA LANADA SERRANA**, distribuidos en categorías por lo criterio de edad, siendo ellas:

- Corderos de 1 a 3 meses de edad (7 hembras y 10 machos)
- Corderos jóvenes de 6 a 12 meses de edad (6 hembras y 10 machos)
- Corderos jóvenes de 12 a 24 meses de edad (10 hembras y 10 machos)
- Hembras adultas y vacías (20 hembras)
- Machos reproductores (7 machos)

Según Medway *et al.* (1973), en ovejas, la vena yugular es la más usada. Se hace una partición en la lana, a veces previamente cortada, para exponer un área de piel limpia. La yugular se encuentra con frecuencia debajo de la piel, pero puede estar incluida en el tejido adiposo. La piel es blanda y la aguja entra con facilidad y frecuentemente atraviesa el vaso.

La posición adecuada y sujeción efectiva del animal son esenciales para un muestreo con éxito, un poco de tiempo empleado haciendo amigos, ganando la confianza del animal, son generalmente bien recompensados. La práctica apacible y suave deberá minimizar la necesidad de manejo físico humano. No sólo deben ser minimizados los trastornos físicos y psíquicos sobre bases humanitarias, sino también porque la sangre tomada de un animal asustado, animal adrenalinizado, puede originar resultados equivocados en varios análisis; por ejemplo: glucosa y ácidos grasos no esterificados (Medway *et al.*, 1973).

Las ovejas fueron puestas en posición de sentado con la cabeza ladeada, lo que permitía una vez esquilada la lana, acceder a la gotera yugular, y cuando esta se hacía visible por compresión y previa asepsia se tomaron 20ml de sangre por venopunción por sistema vacutainer - BD®. Las agujas utilizadas tenían un calibre de 25x8mm, (Vacutainer - BD®), suficiente según Diez Monforte *et al.* (1992) para evitar la hemólisis, lo que podría llevar a alteraciones de los resultados.

La sangre recogida fue distribuida en 4 tubos, para su procesado específico:

- Tubo A: tubo de vidrio estéril con tapa de goma, conteniendo ácido etilen diamino tetracético (EDTA)- K<sub>3</sub> como anticoagulante. En cada tubo se depositaron 3

ml de sangre recién extraído, mezclándola con el anticoagulante por inversión cuidadosa y evitando así posible hemólisis. Esta muestra fue utilizada para análisis hematológicos.

- Tubo B: tubo de vidrio estéril con tapa de goma, conteniendo una gota de fluoruro de sodio, que recibió 3 ml de sangre y mezclado por inversión.

Esta muestra fue utilizada para el análisis de la glucosa.

- Tubo C: tubo de vidrio estéril siliconado, con tapa de goma, para obtención de suero, que recibió 5 ml de sangre, no siendo necesario los procedimientos de mezcla. El contenido de este tubo fue utilizado para el resto de pruebas bioquímicas.

- Tubo D: lo mismo proceso que el tubo C. Fue utilizado como reserva para las pruebas bioquímicas.

Los tubos C y D fueron mantenidos por 2 a 3 horas en temperatura ambiente hasta lo momento de obtener la coagulación y la retracción del coagulo.

Todas las muestras, correctamente etiquetadas, fueron conservadas a temperatura constante de refrigeración (entre 4°C y 10°C) durante el traslado al laboratorio para su procesamiento.

Los tubos A y B fueron procesados el mismo día de la recogida, teniendo en cuenta que el tiempo entre la recogida y procesado nunca excediera de 12 horas, manteniendo con ello la estabilidad de las muestras.

Los tubos C y D, el día de la recogida, se centrifugaron a 1600 g durante 10 minutos para obtenerse lo suero sanguíneo, y posteriormente fueron congelados a -18°C y almacenados para posteriores análisis bioquímicos.

Según Medway *et al.* (1973), el suero es el líquido de color pajizo claro que se separa de la sangre coagulada. Se obtiene colocando la sangre en un recipiente de vidrio limpio y seco. Formado el coágulo, se decanta el suero y se extrae por aspiración con una pipeta. Se deben evitar los anticoagulantes y el daño mecánico de los eritrocitos. El plasma es el suero que conserva los factores de la coagulación, entre ellos el fibrinógeno y la protrombina. Se obtiene centrifugando la sangre tratada.

## IV.4. METODOLOGÍA ANALÍTICA

Para cada parámetro se utilizaron protocolos y equipamientos específicos, que describiremos a continuación.

### IV.4.1. MATERIAL BIOLÓGICO

**Extracción de ADN:** se llevó a cabo utilizando la 6100 Nucleic Acid PrepStation (Applied Biosystems), siguiendo el protocolo de extracción BloodPrep™ Chemistry o NucPrep™ Chemistry, según el tipo de muestra y usando los reactivos recomendados por el fabricante.

Posteriormente se incuban, a 58°C durante 30 minutos, 50 microlitros de la muestra añadiendo 15 microlitros de Proteinasa K y 85 microlitros de Buffer de digestión.

Tras la incubación se añaden 600 microlitros de solución de purificación y se continúa con el protocolo de extracción, en el que se realizan pasos consecutivos de purificación y lavado para eliminar los restos celulares, para acabar recogiendo el ADN mediante dos soluciones de elución.

**Amplificación de secuencias:** se han diseñado una reaccione de PCR *multiplex*, para ovinos, en las que se amplifican simultáneamente 20 *loci* microsatélite utilizando el *Qiagen® Multiplex PCR kit* suministrado por *Qiagen®* en un *GeneAmp® PCR system 9700* de *Applied Biosystems*.

En la PCR multiplex de ovinos se amplificaron los *loci*: AE129, CP49, CSRD247, FCB11, FCB20, HSC, ILSTS008, INRA006, INRA023, INRA063, INRA132, INRA172, MAF214, MAF65, McM042, McM527, SPS113, SPS115, TGLA53, PrP.

Todos estos marcadores han sido elegidos de la lista propuesta por la ISAG en el Test de Comparación Internacional de ADN Ovino 2008-09.

Las condiciones de amplificación son las que se describen en [http://www.isag.org.uk/pdf/2005\\_PanelsMarkersSheepGoats.pdf](http://www.isag.org.uk/pdf/2005_PanelsMarkersSheepGoats.pdf).

Para el análisis molecular se utilizó el paquete informático Cervus 2.0 (Marshall et 1998 -2001) estimando la potencia de estos microsatélites.

**Análises de los Polimorfismos:** se llevó a cabo mediante electroforesis capilar de fragmentos de ADN marcados por fluorescencia, en el analizador genético *ABI Prism® 3130xl Genetic Analyzer*, empleando el software de análisis *GeneMapper™* de *Applied Biosystems*.

**Base de Datos:** las propuestas de análisis recibidas y los resultados obtenidos del análisis de polimorfismos son, directamente incorporados en una base de datos diseñada específicamente donde se realizan de manera automática las exclusiones de paternidad. La base de datos permite, además, la posibilidad de buscar posibles madres o padres compatibles, además de los propuestos inicialmente por el ganadero. Esta búsqueda se puede hacer entre todos los animales, hembra o macho, según el caso, existentes en la base de datos o limitando la búsqueda a solo animales pertenecientes a la misma ganadería.

#### **IV.4.2. PARÁMETROS HEMATOLÓGICOS**

##### **IV.4.2.1. Recuento de Glóbulos Rojos, Leucocitos totales y Plaquetas.**

En condiciones de refrigeración, las muestras se mantienen estables por dos días. Sin embargo, solamente podrán ser conservadas en buenas condiciones durante un día si se mantienen a temperatura ambiente (Fontaine et al., 1987).

Se utilizó un aparato electrónico de la marca ABX Diagnostics, modelo ABC-Vet, año 2002, equipado para análisis hematológico completamente automatizado y de uso veterinario, con metodología específica para ovinos.

La técnica del recuento está basada en la variación de la impedancia generada por el paso de las células a través de una microapertura calibrada. Las muestras son diluidas en líquido electrolítico (conductor de corriente). La conductividad de este diluyente difiere considerablemente de la no conductividad de las células sanguíneas (Aparato ABX Diagnostics según ABC-Vet /User Manual, 2002).

A partir de todas las muestras sanguíneas fueron realizados frotis que se tiñeron con el colorante de Romanovski modificado (tamponado) y posteriormente fue realizado

un recuento diferencial de leucocitos (% y absoluto) en el microscopio óptico según el método de Meyer et al. (1995).

#### **IV.4.2.2. Hematocrito**

Para la determinación de este parámetro, también fue utilizado el contador hematológico ABC-Vet.

La amplitud de los impulsos generados por el tránsito de las células a través de la microapertura es directamente proporcional al volumen de las células analizadas.

El hematocrito es valorado como una función de la integración numérica del Volumen Corpuscular Medio (VCM). (ABC-Vet / Manual, 2002).

Para el análisis del hematocrito, según Fontaine *et al.* (1987), las muestras conservadas a 4°C se mantienen intactas durante 24 horas.

#### **IV.4.2.3. Hemoglobina**

También se utilizó el contador ABX-Vet. Se añaden 0,52 ml de agente lisante cada 2,5 ml de la dilución 1/250. Este reactivo contiene ferrocianuro potásico y cianuro potásico.

La hemoglobina libre por la lisis de los hematíes se combinan con el cianuro potásico para formar cianometahemoglobina.

Este compuesto, es entonces medido por espectrofotometría, a una longitud de onda de 550 nm (ABC-Vet / Manual, 2002).

Para Fontaine *et al.* (1987), la muestra para la determinación de hemoglobina parece mantenerse estable durante cuatro días, siempre y cuando sea conservada en refrigeración. Sin embargo, a temperatura ambiente se produce una variación estimada en un 1%.



### **IV.4.3. PARÁMETROS SÉRICOS**

#### **IV.4.3.1. Proteínas Totales**

Con la utilización del aparato Cobas Mira Roche, se determinó las proteínas totales de las muestras, utilizando el método Biuret (Reactivas marca GTlab, 1997).

En medio alcalino regulado, las conexiones peptídicas de las proteínas, ( -HN-CO-), reaccionan con los iones cúpricos del reactivo, dando un complejo de coloración violeta, cuya intensidad medida fotométricamente a 540 nm, es proporcional a concentración de proteínas totales de la muestra (GTlab, 1997). Reactivos para uso diagnóstico.

Aunque una moderada hemólisis de las muestras no afecte a los resultados, una marcada hemólisis aumenta falsamente los valores de las proteínas totales; además el calor, la luz ultravioleta, detergentes surfactantes y químicos, pueden quebrar las proteínas y bajar artificialmente los resultados.

Las muestras lipémicas no podrán ser usadas, principalmente en métodos que utilizan la refractometría (Hendrix, 2002).

#### **IV.4.3.2. Albúmina**

Se utilizó un aparato Cobas Mira Roche, a través del método Púrpura de Bromocresol (Reactivas marca GTlab, 1997).

La albúmina posee la propiedad de conectarse a ciertos colorantes, los cuales cambian de color cuando reaccionan, en medio tamponado.

El verde de bromocresol a pH 3,8 presenta color amarillo y cuando es puesto en contacto con la albúmina adquiere color verde, cuya absorbancia medida en 630 nm, es proporcional a la concentración de la albúmina en la muestra (GTlab, 1997). Reactivos para uso diagnóstico.

En opinión de Hendrix (2002), las muestras para la determinación de la albúmina pueden ser almacenadas durante una semana a 20°C, un mes entre 0°C y 4°C, y indefinidamente a -20°C.

#### **IV.4.3.3. Glucosa**

Para la determinación de este metabolito se utilizó el aparato Cobas Mira Roche, con un método enzimático (reactivo de la marca Analiza Diagnóstica, 2003).

La glucosa oxidasa cataliza la oxidación de la glucosa hasta ácido glucurónico y peróxido de hidrógeno.

El peróxido de hidrógeno formado, reacciona con la 4-aminoantipirina y el fenol, a través de una reacción oxidativa de acoplamiento catalizada por la peroxidasa, formando una antipirilquinonina roja.

La intensidad del color es proporcional a la concentración de la glucosa en la muestra analizada (Analiza Diagnóstica, 2003/ Productos y técnicas)

El proceso de separación del suero y plasma de los eritrocitos deben ser inmediatamente después de la colecta, pues los niveles de glucosa pueden rebajarse rápidamente por la utilización de este azúcar por los eritrocitos (Hendrix, 2002).

Las muestras para determinación de la glucosa pueden ser almacenadas durante 8 horas a 20°C y durante 72 horas entre 0°C y 4°C.

La estabilidad en muestras congeladas no está bien determinada. Las muestras no deben ser descongeladas y recongeladas más de una vez (Hendrix, 2002).

#### **IV.4.3.4. Triglicéridos**

Análisis hecho según los métodos utilizados en lo Laboratorio de Análisis y Pesquisas Clínicas, Pacheco Ltda. Lages -SC / Brasil.

El fundamento de esta técnica está basado en que los triglicéridos de una muestra incubados con una lipasa se hidrolizan a glicerol y ácidos grasos.

El glicerol es transformado en glicerol fosfato en presencia de glicerol quinasa y ATP.

El glicerol fosfato es oxidado entonces a dihidroxiacetona fosfato por medio de la glicerol fosfato oxidasa. El peróxido de hidrógeno producido se detecta mediante un aceptor cromogénico de oxígeno (fenol - ampirona), en presencia de peroxidasa. La quinona roja formada es proporcional a la concentración de triglicéridos en la muestra ensayada.

El aumento de los niveles plasmáticos de triglicéridos ocurre en varios cuadros clínicos y debe ser sospecho cuando una suspensión blanco lechosa (lipemia) es observada en el plasma. Si la lipemia es causada por los triglicéridos, el aspecto lechoso continua en suspensión, entretanto si fuera por la presencia de quilomicrones en el plasma, su aspecto lechoso gradualmente se elevará, quedando en la superficie del plasma como la nata sobre el leche (Kerr, 2003).

Además no podemos olvidar que los métodos laboratoriales para los triglicéridos, no miden realmente los triglicéridos, ellos evalúan el glicerol total después de un previo tratamiento de la muestra con lipasa y estearasa. Una alta concentración del glicerol libre también puede ser considerada en este test y puede ser mal interpretada como triglicéridos, al menos que un test paralelo para glicerol libre sea hecho junto (sin lipasa e estearasa) y su valor sea disminuido del glicerol total, el restante serán triglicéridos (Kerr, 2003).

La intensidad del color es proporcional a la concentración de triglicéridos en la muestra analizada (Analiza Diagnóstica, 2003 / Productos y técnicas).

La coloración resultante se puede medir a 500nm y se calcula la cantidad de triglicéridos presentes en la muestra según la siguiente ecuación:

$$\text{Triglicéridos (mg/dl)} = \frac{\text{Extinción del problema} \times \text{Concentración del patrón (mg/dl)}}{\text{Extinción del patrón}}$$

#### IV.4.3.5. Colesterol

Análisis hechas según los métodos utilizados en lo Laboratorio de Análisis y Pesquisas Clínicas, Pacheco Ltda. Lages-SC/Brasil.

La determinación del colesterol se realizó mediante reactivos, con la denominación de "Colesterol HDL"

Este se fundamenta en que las lipoproteínas de baja densidad (LDL) y de muy baja densidad (VLDL) precipitan a temperatura ambiente en presencia de fosfotungstano e iones magnesio. Las lipoproteínas de elevada densidad (HDL) permanecen en solución, pudiéndose cuantificar mediante la determinación de la concentración residual de colesterol en el sobrenadante.

La adición del potenciador de color permite obtener una mayor intensidad de color, adecuado para el pequeño volumen de muestra y el bajo nivel de colesterol que se encuentra en la fracción HDL. Empleado el blanco se ajusta el fotómetro a 0 y se efectúan las lecturas de las extinciones de los tubos patrón y problema a 500nm.

La intensidad del color es proporcional a la concentración de colesterol en la muestra analizada (Analiza Diagnóstica, 2003 / Productos y técnicas)

La cantidad de colesterol presente en la muestra expresada en mg/dl viene dada pela fórmula:

$$\text{Colesterol (mg/dl)} = \frac{\text{Extinción del problema} \times \text{Concentración del patrón (mg/dl)}}{\text{Extinción del patrón}}$$

#### **IV.4.3.6. Creatinina**

La creatinina fue determinada con el aparato Cobas Mira Roche, utilizando el método cinético (reactivo de la marca Analiza Diagnóstica, 2003).

La creatinina y otros componentes del suero reaccionan con el picrato alcalino, formando un complejo de memoria roja (reacción de jeffé) que es medido fotométricamente.

La reacción del picrato con la creatinina es muy rápida, mientras que la reacción del picrato con otras sustancias es más lenta.

Así, la medida de la reacción en los primeros minutos permite la determinación de la creatinina verdadera. (Analiza Diagnóstica, 2003 / productos y técnicas).

En relación con la estabilidad de la muestra Kerr (2003), alerta que la creatinina es más lábil que la mayoría de los sustratos (sustancias no enzimáticas), por eso el tiempo desde la recogida, hasta el procesado influye en gran medida en el resultado, así las muestras frescas, muestran resultados superiores a aquellas que llevan más de un día recolectadas.

#### IV.4.3.7. Urea y BUN

También se usó el aparato Cobas Mira Roche para este metabolito, mediante método cinético UV (Reactivas marca GTlab, 1997).

La urea de la muestra es hidrolizada por la enzima ureasa con producción de dióxido de carbono y amoníaco.

La enzima glutamato deshidrogenase en presencia de NADH, cataliza la condensación del amoníaco con el 2-oxoglutarato, dando L-glutamato y NAD.

El consumo de NADH, medido por la disminución de la absorbancia en 340 ó 365 nm, es proporcional a la concentración de urea en la muestra (GTlab, 1997). Reactivos para uso diagnóstico.

La hemólisis tiene poca influencia en los resultados, sin embargo, dietas ricas en proteína pueden causar elevación de la urea sanguínea, debido al aumento de aminoácidos.

Contaminaciones de las muestras sanguíneas con bacterias productoras de ureasa (*Staphylococcus aureus*, *Proteus spp.*, y *Klebsiella spp.*), pueden alterar los resultados por la descomposición de la urea con la consecuente disminución del BUN (Hendrix, 2002).

Las muestras permanecen estables para la determinación de la urea durante 8 horas a temperatura de 20°C, durante 10 días entre 0°C y 4°C, y durante diversos meses a -20°C (Hendrix, 2002).

#### IV.4.4. ENZIMOLOGIA

La cantidad total de todas las enzimas en el plasma, por peso, es menor que 1g/l. Los resultados, por lo tanto, no son expresos como concentraciones, pero como actividades, básicamente. Es una mensuración de cual velocidad la enzima en la muestra puede convertir el sustrato en un producto en condiciones padrones del análisis.

Por lo tanto, pocos productos de la reacción pueden ser directamente mensurados y algunas series de reacciones normalmente son utilizadas, de modo que el producto final sea una alteración ópticamente mensurable -  $\text{NADH} \rightarrow \text{NAD}^+$  frecuentemente es usado de esta forma e es una reacción fácilmente acompañada a 340nm (Kerr, 2003).

Esto significa que mensuración de enzimas es mucho más dependiente del método do que de otros analizados. La unidad Internacional (UI) de actividad enzimática es definida como "la cantidad de enzima que, debajo de determinadas condiciones de análisis, ira catalizar la conversión de 1mmol de sustrato por minuto". Entretanto, el punto es "debajo de condiciones determinadas", estas condiciones pueden variar considerablemente entre laboratorios e a escolla do sustrato, del iniciador, de los co-factores, de las reacciones secundarias y en particular, la temperatura irá afectar el resultado numérico. La temperatura está estandarizada en 37°C, más resultados entre 25 e 30°C aún pueden ser encontrados (Kerr, 2003).

##### IV.4.4.1. Fosfatasa Alcalina (FAL o FA)

Se valoró utilizando el aparato Cobas Mira Roche con el método del paranitrofenol (Reactivas GTlab, 1997).

El sustrato p-nitrofenilfosfato (p-NFF) es hidrolizado por la fosfatasa alcalina de la muestra con la producción de fosfato y p-nitrofenol.

En medio alcalino, el sustrato es sin color, sin embargo el p-nitrofenol es amarillo con máxima absorbancia a 405 nm.

La velocidad de formación es proporcional la actividad de la fosfatasa en la muestra (GTlab, 1997).

Muestras hemolizadas o conservadas a temperatura ambiente durante 24 horas tienen poca modificación en los resultados.

Sin embargo, muestras a temperatura ambiente por periodos mayores de 24 horas, podrán presentar aumentos en la actividad de la fosfatasa alcalina (Hendrix, 2002).

Con relación a la estabilidad de las muestras, Hendrix (2002), afirma que pueden ser almacenadas durante 8 días a temperatura de 20°C, después de 2 a 3 días pueden producirse ligeros aumentos; el mismo tiempo entre 0°C y 4°C, así como a -20°C.

#### **IV.4.4.2. Alanino aminotransferasa (ALAT, ALT)**

El análisis fue realizado con el aparato Cobas Mira Roche, utilizando la técnica de Reitman y Frankel (Reactiva Analiza Diagnóstica, 2003).

La Alanino aminotransferasa cataliza la transferencia del grupo amino de la alanina hacia el cetoglutarato con formación de glutamato y piruvato.

El piruvato formado reacciona con la 2-4 difenilhidrazina, formando hidrazona que adquiere coloración máxima por la adición de hidróxido de sodio.

La intensidad de la coloración es proporcional a la actividad enzimática de la muestra (Analiza Diagnóstica / Productos y técnicas).

Las muestras hemolizadas o las lipémicas deben ser evitadas, pues pueden aumentar artificialmente la concentración de esta enzima, alterando los resultados (Hendrix, 2002).

En relación con la estabilidad de las muestras Hendrix (2002), considera que a temperatura ambiente o en refrigeración, pueden ser almacenadas hasta 24 horas sin alteraciones en los resultados, o hasta una semana a temperaturas entre 0°C y 4°C. Según este autor las muestras no podrán ser congeladas.

#### **IV.4.5. COMPONENTES MINERALES SÉRICOS**

##### **IV.4.5.1. Calcio**

Para análisis de este elemento se utilizó un analizador de iones selectivo, marca Drake Electrónica do Brasil.

La membrana de ión selectiva es el componente llave de todos los sensores potenciométricos de iones. Si los iones pueden penetrar los límites entre dos fases, es alcanzado un equilibrio electroquímico, formando diferencias de potencial en las dos fases.

Si solamente un tipo de ión puede ser intercambiado entre las dos fases, entonces la diferencia de potencial formada entre las fases es gobernada por la actividad de este ión. Esta diferencia es medida por electrodos idénticos colocados en las dos fases (Dybko y Wroblewski, 2003).

Según Hendrix (2002) los anticoagulantes EDTA y oxalato no deben ser usados, porque quelan el calcio e invalidan los análisis. La hemólisis lleva a una ligera reducción de la concentración de calcio.

Con relación a la estabilidad de las muestras para la determinación del calcio, pueden ser almacenadas durante 10 días a 20°C, entre 0°C y 4°C, o a -20°C.

Un aspecto mucho importante de la interacción Ca-Proteína se refiere a influencia de la concentración de albúmina en el total de Ca de lo sangre. Los analizadores químicos automatizados convencionales determinan la concentración de Ca total en lo plasma. Generalmente, el tenor de Ca ionizado es obtenido por un test especial en analizador específico, separado del perfil bioquímico de rutina. De esta manera, las alteraciones en la concentración de albúmina pueden tener efectos significativos en el tenor de Ca obtenido en el panel de diagnóstico patrón. La hipoalbumemia es la causa más común de hipocalcemia. En esto caso, el nivel de Ca ionizado se mantiene en la faja de normalidad porque es este parámetro que estimula en verdad la liberación de PTH y Calcitonina (Thrall, 2006).

#### **IV.4.5.2. Fósforo**

Para el análisis del fósforo se utilizó un aparato Cobas Mira Roche.

La metodología empleada fue la de fosfomolibdato UV, con (Reactivos Analiza Diagnóstica). El fósforo inorgánico reacciona con el molibdato de amonio en presencia de ácido sulfúrico, formando un complejo de fosfomolibdato de amonio no reducido.



La absorbancia del complejo formado, medida a 340 nm, es proporcional a la concentración de fósforo en la muestra analizada. (Analiza Diagnóstica, 2003).

Las muestras hemolizadas no podrán ser utilizadas, pues el fósforo orgánico liberado por la rotura de los eritrocitos dan lugar a una falsa elevación de la concentración.

Las muestras para la determinación de fósforo pueden ser almacenadas 3 a 4 días a temperaturas de 20°C, una semana entre 0°C y 4°C, y tres semanas a temperaturas de -20°C (Hendrix, 2002).

Las muestras con concentraciones de bilirrubina por encima de 4mg/dl y de triglicéridos superior a 400 mg/dl producen resultados falsamente elevados por interferencia fotométrica (Analiza Diagnóstica, 2003).

#### **IV.4.5.3. Sodio**

Este elemento fue analizado con un equipo Drake Electrónica do Brasil, y la técnica ya descrita para la valoración del calcio.

La heparina no debe ser utilizada como anticoagulante para el análisis de este elemento, pues contienen sales de sodio que pueden dar falsos aumentos.

La hemólisis no altera significativamente los resultados de las muestra, pero pueden diluir las muestras con fluidos de los eritrocitos, causando una disminución artificial de sus valores (Hendrix, 2002).

#### **IV.4.5.4. Potasio**

Este elemento fue valorado con el analizador de iones selectivo de la marca Drake Electrónica do Brasil, utilizando la técnica ya descrita anteriormente para el calcio.

Según Kerr (2003), para obtener un resultado válido del potasio de una muestra sanguínea es esencial minimizar el grado de hemólisis y el plasma debe ser separado de las células, con o máximo 8 horas después de haber realizado la colecta.

Esto se justifica porque, una vez que la bomba de Na / K de la membrana del eritrocito haya agotado la glucosa presente en la muestra, el potasio se difundirá pasivamente desde el espacio intracelular hasta el extracelular.

Las muestras no deben ser refrigeradas antes de la separación de las células porque las temperaturas bajas provocan la pérdida de potasio de las células, aún sin evidencias de hemólisis. Por tanto no se podrá congelar antes de la separación de las células sanguíneas, dado que la hemólisis inutilizará las muestras (Hendrix, 2002).

## IV.5. ESTUDIO ESTADÍSTICO

### IV.5.1. Análisis Estadística del Material Biológico

**Estudios estadísticos:** se estudiaron los siguientes parámetros de variabilidad:

Número de Alelos (Na), Heterocigosidad (H), Heterocigosidad observada (Ho) y Heterocigosidad esperada, Test de Equilibrio Hardy-Weinberg (HW), (Ott,1992).

Contenido de Información Polimórfica (PIC), calculado según la fórmula de Botstein *et. al.*, (1980), Probabilidad de Exclusión de cada marcador (PE) según la expresión propuesta por Jamieson y Taylor (1997) y Probabilidad de Exclusión Global (PEG) del conjunto de los marcadores utilizados. Probabilidad de Exclusión cuando los padres son desconocidos (PEA), cuando se conocen ambos los padres (PEB) y Probabilidad Combinada de Exclusión (PEC), para cada *locus*.

#### IV.5.2. Análisis Estadística de la Hematología y Bioquímica

Todos los análisis fueron elaborados suponiendo normalidad en los datos suministrados y con un nivel de significación del 5%, que según Henry *et al.* (1980) es la más comúnmente aceptada.

Para establecer una gama de valores de referencia para cualquier característica se pueden usar técnicas Gaussianas o técnicas no paramétricas. Es preciso escoger entre intervalos de confianza o percentiles. El intervalo de confianza contiene un 95% de la población con probabilidad de aparecer y los percentiles simplemente calculan los valores entre los cuales caen un 95% de las observaciones (Lumsden y Mullen, 1978).

Para nuestro trabajo hemos utilizado los intervalos de confianza en un 95%, apuntando los intervalos inferiores y superiores observados en los resultados.

Cabe resaltar que el número de muestras de corderos de 1 a 3 meses y de 6 a 12 meses es menor que de los otros grupos y que puede interferir en los resultados, suministrando valores incoherentes, con una muestra de mayor tamaño, posiblemente con los grupos todos uniformes suministraría informaciones más representativas de la población estudiada. El motivo de que el número de muestras sea escaso se debe a la ausencia de más animales de estas edades en las tres haciendas.

El software estadístico utilizado en la elaboración del análisis de ese trabajo fue el programa informático SPSS - Statistics 17.0, mientras que los gráficos fueron elaborados en Excel.

##### IV.5.2.1. ANOVA de un factor:

ANOVA (es un acrónimo inglés de ANAlisys OF VAriance).

Para usar el modelo ANOVA debe poder suponerse que son válidas una serie de condiciones:

La variabilidad de todas las muestras debe ser similar. Está es la condición más importante.

Las muestras deben tener una distribución aproximadamente normal. Cierta alejamiento de esta hipótesis no es muy problemático.

Los tamaños de las muestras no deben ser muy dispares. Esta condición en realidad no es estrictamente necesaria, y además es controlable al realizar un experimento. Pero, si se sospecha una cierta heterogeneidad en la variabilidad en los diferentes grupos (como es razonable esperar en la práctica), el tener grupos desequilibrados en tamaño sólo puede empeorar las cosas. Esta condición simplifica el poder interpretar los resultados.

Si se dan las dos primeras condiciones, el modelo ANOVA traduce la hipótesis nula de que en todos los grupos se obtienen valores similares de las variables por una condición equivalente: Que las medias (como parámetros) en los diferentes grupos son iguales.

En qué se basa el contraste ANOVA:

Si suponemos que la hipótesis nula de igualdad de medias en los diferentes grupos es cierta, podríamos decir que todas las observaciones pueden considerarse que provienen de un único grupo cuya media y variabilidad es la misma que la de cualquiera de los grupos por separado. Por tanto observamos que hay diferentes maneras de estimar la variabilidad en la población. De las discrepancias entre diferentes estimaciones de la variabilidad surge toda una familia de técnicas conocidas como análisis de la varianza, de las cuales el ANOVA de una vía no es más que el representante más simple.

La cuestión es que si alguno de los grupos presenta unos valores que en media se alejan del resto, esto se apreciará en el contraste como una fuente extra de variabilidad no explicable por el azar. La significación del contraste se calcula evaluando si esta variabilidad extra es muy grande con respecto a una variabilidad que sería de esperar si la hipótesis nula fuese cierta. Es por ello, que al realizar un contraste ANOVA siempre veremos varias fuentes de variabilidad. Los detalles son engorrosos, y en esta explicación resumida de la técnica nos limitaremos a tomar la decisión de rechazar o aceptar la hipótesis nula en función de la significación del contraste (que es fácilmente identificable).

Suele llevar en confusión el nombre, pues hace pensar que estamos contrastando igualdad de varianzas, pero en realidad esto es algo que se supone. Lo que contrastamos es la igualdad de medias.

Como se interpreta ANOVA:

Si al realizar la prueba de ANOVA se obtiene una significación baja (p. ej. menor que 0,05) rechazaremos la hipótesis de que en todos los grupos las medias son iguales. La siguiente cuestión que aparece de modo natural en esta situación es la de identificar en qué grupos se han producido las diferencias. Básicamente tenemos la siguiente aproximación para abordar la cuestión:

Cuando no tenemos una idea previa de en qué grupos eran de esperar las mayores diferencias, utilizamos los contrastes no planeados o contrastes post hoc.

Contrastes no planeados o post-hoc:

Bajo ese nombre encontramos múltiples técnicas. Éstas se consideran bastante conservadoras, en el sentido de que intentan reducir la posibilidad de errores de tipo I, a costa de aumentar la posibilidad de errores de tipo II. Dicho de otro modo, es probable que en situaciones donde realmente haya diferencias entre grupos, las pruebas post-hoc no lo detecten. Tienen que ser las diferencias entre grupos realmente grandes para poder ser reconocidas por estas pruebas. Dentro de la categoría de contrastes no planeados, hay muchas técnicas disponibles.

Diferencia Honestamente Significativa de Tukey (HSD de Tukey):

Se puede considerar a la vez como una técnica de comparaciones múltiples y a la vez de rangos. Es un test que suele utilizar cuando se quiere comparar cada grupo con los demás.

#### **IV.5.2.2 Correlaciones entre distintos parámetros:**

Mediante el programa informático SPSS - Statistics 17.0, se estudian las correlaciones (correlación de Pearson), existentes entre los distintos parámetros valorados (glóbulos rojos, hematocrito, hemoglobina, plaquetas, VCM, HCM, CHCM, RDW, % y valor absoluto de neutrófilos, % y valor absoluto de linfocitos, % y valor absoluto de eosinófilos, % y valor absoluto de monocitos, % y valor absoluto de monocitos basófilos, proteínas totales, albúmina, glucosa, triglicéridos, colesterol, creatinina, urea, FAL, ALAT, calcio, fósforo, sodio y potasio).

Teniendo en cuenta que la correlación es significativa al nivel 0,01 y 0,05.



Foto 5. Hembra adulta y cordero del grupo de 1 a 3 meses de edad.



Foto 6. Macho adulto (reproductor).



Foto 7. Pastos de paja fina con “capones de mato”.



Foto 8. Pastos de paja fina, mes de junio (invierno).





Foto 9. Separación de las mechas para colecta.



Foto 10. Mechas de lana colectadas del costillar.



## **V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**



## **V.1. PARÁMETROS DE VARIABILIDAD GENÉTICA**

Los parámetros de variabilidad genética se incluyen en la tabla 1. Los 20 loci de los microsatélites fueron amplificados exitosamente. En los microsatélites analizados fueron identificados un total de 121 alelos. Todos los microsatélites empleados han resultado polimórficos.

### **V.1. 1. Alelos de los microsatélites**

El número de alelos identificados por locus va de 2 (ILSTS008) a 11 (HSC, INRA132) con una media 6.05. Los alelos por locus evidencian un número inferior encontrado por nosotros, si lo comparamos con la raza portuguesa Bordaleira de Entre Douro e Minho (9.4). La Churra Española presenta una media de 8.4 (Oliveira et al., 2003; Quiroz et al., 2007) y la Lacha 8,6 (Legaz et al., 2008). Estos valores indican un mayor grado de variabilidad genética en estas poblaciones de las que originariamente procede la raza Criolla Lanada Serrana.

En el agrupamiento genético ovino localizado en Brasil, adaptado a las condiciones de la región del estado de Mato Grosso del sur y del Pantanal y denominado localmente oveja Pantaneira, Vilarinho et al., (2008) determinan un número medio de alelos de 8.7, también claramente superior a la población que hemos analizado.

Los marcadores más diversos resultaron ser HSC, INRA132 (10 alelos), mientras que MAF214, PrP mostraron el menor número total (3 alelos). Oliveira et al., (2003), que analizaron 19 microsatélites en distintas razas portuguesas, encontraron valores comprendidos entre 4 y 18 para Bordaleira de Entre Douro e Minho y de 4 a 17 en la raza ovina Serra da Estrela. En un estudio que involucra seis razas de ovejas nativas de Portugal, Santos-Silva et al. (2008) proporcionan medias para el total del número efectivo de alelos por locus de 4,2 y 13 respectivamente.

### **V.1. 2. Estimación de la heterocigosidad**

La heterocigosidad esperada averiguada para todos los loci fue de 0,669. El valor mínimo se encuentra en el marcador TGLA53 ( $H_o=0.368$ ), los valores máximos se correspondieron con los marcadores INRA023 y HSC ( $H_o=0.806$ )

La heterocigosidad media que Paiva et al. (1997) determinan para un total de 18 marcadores microsatélites es de 0.7580 en la raza ovina Santa Inês de Brazil. En el agrupamiento genético de ovejas de la región del estado de Mato Grosso del sur y del Pantanal en Brasil, Vilarinho et al. (2008), hallan un valor de heterocigosidad observada de 0.779. Respecto a la estructura poblacional y diversidad genética de 57 razas europeas ubicadas en el Medio Este de Europa, Peter et al. (2007) reportan medias globales de 0.72. Santos-Silva et al. (2008) en seis razas nativas de Portugal también determinan una heterocigosidad media de 0.72.

Con respecto a las razas ovinas que han tenido influencia en la formación de la raza Criolla Lanada Serrana, Oliveira et al., (2003), proporcionan datos de una heterocigosidad media de 0.68 y 0,70 en las razas Bordaleira portuguesa y Churra española respectivamente. Legaz et al., (2008) obtiene valores en ovejas de leche autóctonas de España de 0,761 para la Churra y 0,764 para la Lacha. Los resultados obtenidos son comparables a los niveles de diversidad genética encontrados en nuestro estudio.

### **V.1. 3. Información del contenido polimórfico (PIC).**

Otro parámetro indicativo de variación genética es la estimación de la información del contenido polimórfico (PIC). Los valores de PIC para los 20 loci van de 0.336 (ILSTS008) a 0.795 (FCB20). De los 20 marcadores analizados 16 de ellos (el 80%), presentan valores de PIC (Contenido en Información Polimórfica) superiores a 0,5, lo que los hace altamente informativos. Si consideramos valores medianamente informativos los comprendidos entre 0,25 y 0,5 observamos como el 20% restante está comprendido entre ellos. Ninguno de los marcadores analizados está por debajo de 0,25, valor considerado poco informativo. Por lo tanto la observación de los valores de PIC en los loci revela un panel que es capaz de obtener una alta probabilidad de exclusión de paternidad.

Valores similares de PIC han sido encontrados en las razas de ovejas Lacha (Arranz et al., 2001), Uruguay (Tomasco et al., 2002), Muzzafarnagri (Arora y Bhatia, 2004), Pag Island (Ivankovic et al., 2005), Nali y Chokla (Sodhi et al., 2006) y Magra (Arora y Bhatia, 2006)

El conjunto de marcadores analizados también deberían ser considerados de utilidad en posteriores estudios de la variabilidad genética de la raza.

#### **V.1. 4. Equilibrio Hardy-Weinberg**

En el presente trabajo se testaron las posibles desviaciones para el equilibrio Hardy-Weinberg encontrándose un desequilibrio significativo ( $p < 0.05$ ) en cuatro loci (FCB20, HSC, McM527, TGLA53). Estas desviaciones probablemente estén causadas por el pequeño tamaño efectivo de población. De forma similar, varios autores (Barker et al., 2001; Hassan et al., 2003; Elfawal et al., 2006) informan en diversos trabajos de desviaciones del equilibrio Hardy-Weinberg en varios loci de distintas razas ovinas.

#### **V.1. 5. Probabilidad de exclusión de la paternidad**

Los 20 marcadores utilizados proporcionan una probabilidad elevada de exclusión global (tabla 2). El cálculo de probabilidades de exclusión para dos situaciones comunes en los controles de filiación de las razas ovinas ha dado como resultado unos valores superiores para aquellos casos en los que se conocían los dos progenitores y los valores más bajos para los casos en los que solo se conocía uno de los parentales.

Así, la probabilidad de exclusión de la paternidad de un individuo no emparentado si se desconoce el genotipo del otro parental (PE1) es de 0.998861, lo que se podría utilizar para identificar la correcta asignación de madres. La probabilidad de exclusión de la paternidad de un individuo no emparentado si se conoce el genotipo del otro parental (PE2) es de 0.999994.

La mayor probabilidad de exclusión individual la determinan FCB20 y HSC, microsatélites con un número de alelos mas elevados que la media, y la menor el ILSTS008, que presenta sólo 2 alelos.

El panel de microsatélites estudiado se muestra eficaz para realizar pruebas de paternidad dentro de esta raza. Estos resultados son de utilidad puesto que cuando se tenga conocimiento del genotipo de la madre, será posible obtener una correcta exclusión de paternidad con una mayor rapidez y menor coste.

Tabla 1. Detalles de los 20 microsatélites genotipados en la raza local Criolla Lanada Serrana de Brasil

Locus	Na	N	Ho	He	PIC	HW	Null freq
AE129	4	68	0.721	0.646	0.576	NS	-0.0604
CP49	8	68	0.735	0.736	0.688	NS	-0.0013
CSR247	5	68	0.500	0.510	0.472	NS	-0.0137
FCB11	6	67	0.716	0.737	0.687	NS	+0.0147
FCB20	9	68	0.853	0.826	0.795	NA	-0.0205
HSC	10	68	0.809	0.806	0.771	NA	-0.0040
ILSTS008	2	68	0.353	0.430	0.336	NS	+0.0948
INRA006	7	68	0.838	0.790	0.751	NS	-0.0316
INRA023	8	68	0.853	0.806	0.771	NS	-0.0340
INRA063	8	67	0.731	0.752	0.716	NS	+0.0018
INRA132	10	68	0.794	0.783	0.753	NS	-0.0066
INRA172	5	66	0.485	0.584	0.528	NS	+0.0946
MAF214	3	68	0.338	0.458	0.375	NS	+0.1500
MAF65	6	68	0.574	0.645	0.576	NS	+0.0584
McM042	6	67	0.731	0.778	0.736	NS	+0.0261
McM527	4	31	1.000	0.715	0.645	NA	-0.1772
SPS113	5	67	0.657	0.713	0.657	NS	+0.0334
SPS115	6	68	0.647	0.654	0.590	NS	+0.0037
TGLA53	6	66	0.258	0.368	0.348	NA	+0.1942
PrP	3	26	0.577	0.637	0.554	NS	+0.0391

Na= número de alelos; N = número de animales Ho y He= heterozigosis observada y esperada PIC=Información polimórfica (HW) = test de equilibrio Hardy-Weinberg

Tabla 2. Probabilidad de exclusión cuando los padres son desconocidos (PEA), cuando se conocen ambos padres (PEB) y probabilidad combinada de exclusión (PEC) para cada locus.

Locus	PEA	PEB
AE129	0.217	0.370
CP49	0.327	0.503
CSR247	0.140	0.300
FCB11	0.323	0.498
FCB20	0.468	0.642
HSC	0.431	0.608
ILSTS008	0.091	0.168
INRA006	0.398	0.577
INRA023	0.430	0.608
INRA063	0.364	0.546
INRA132	0.411	0.592
INRA172	0.181	0.338
MAF214	0.104	0.201
MAF65	0.223	0.376
McM042	0.379	0.558
McM527	0.271	0.435
SPS113	0.290	0.460
SPS115	0.233	0.392
TGLA53	0.071	0.208
PrP	0.195	0.341
PEC	0.998861	0.999994

## V.2. Parámetros hematológicos.

## V.2.1. Análisis descriptivo y pruebas para comparación de edad.

Tabla 3. Parámetros hematológicos en ovinos de 1 a 3 meses.					
Parámetros	Nº	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	17	10,4176	3,86818	4,20	18,80
GR	17	9,0512	0,84586	7,99	10,75
Hg	17	11,2118	0,79913	9,20	12,10
Hcto	17	32,2588	2,10388	29,30	35,90
Plaq	17	182,5294	83,69223	76,00	339,00
VCM	17	35,9091	3,94184	30,71	44,93
HCM	17	12,4834	1,43236	10,14	14,56
CHCM	17	34,7798	1,74346	30,87	37,00
RDW	17	14,6471	1,92617	11,30	18,00
%neutr	17	55,7059	10,55204	34,00	71,00
%lin	17	37,2353	10,64501	21,00	59,00
%eos	17	4,2353	2,63461	0,00	11,00
%mon	17	2,4118	1,12132	1,00	5,00
%bas	17	0,4118	0,61835	0,00	2,00
Abs Neutr	17	5854,2353	2539,35889	1764,00	10152,00
Abs Linf	17	3875,4118	1707,72422	966,00	7520,00
Abs Eos	17	408,0588	264,00130	0,00	979,00
Abs Mono	17	240,0588	129,26014	84,00	525,00
Abs Baso	17	39,8824	72,02507	0,00	264,00

Tabla 4. Parámetros hematológicos en ovinos de 6 a 12 meses.					
Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	16	8,8250	4,38094	3,60	21,60
GR	16	9,7369	0,89797	8,02	10,77
Hg	16	10,8313	0,81053	9,10	12,00
Hcto	16	31,6063	2,06510	29,10	35,90
Plaq	16	202,0000	92,38615	63,00	334,00
VCM	16	32,7133	3,57689	27,21	40,19
HCM	16	11,2161	1,32964	8,45	13,64
CHCM	16	34,3086	2,17135	30,36	37,83
RDW	16	13,6812	2,72427	11,20	18,30
%neutr	16	53,1250	9,34434	39,00	67,00
%lin	16	40,8750	9,06918	28,00	57,00
%eos	16	3,2500	2,40832	0,00	9,00
%mon	16	2,3125	1,13835	1,00	4,00
%bas	16	0,4375	0,62915	0,00	2,00
Abs Neutr	16	4745,8125	2638,37625	1548,00	12312,00
Abs Linf	16	3548,7500	1702,67443	1440,00	7560,00
Abs Eos	16	308,5625	369,29879	0,00	1512,00
Abs Mono	16	186,6875	94,02107	61,00	381,00
Abs Baso	16	35,1875	54,08909	0,00	158,00



Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	20	9,3450	3,91037	3,90	21,30
GR	20	9,3240	0,90893	8,04	10,69
Hg	20	11,4950	1,22624	8,40	14,00
Hcto	20	32,6250	2,56923	25,30	35,90
Pla <sub>q</sub>	20	178,0000	87,77183	63,00	359,00
VCM	20	35,1592	3,02161	30,29	41,87
HCM	20	12,3831	1,34182	10,21	15,46
CHCM	20	35,2528	2,80701	28,77	39,53
RDW	20	13,5950	2,12193	9,70	17,80
%neutr	20	41,2500	7,91318	28,00	61,00
%lin	20	52,1000	7,81968	32,00	62,00
%eos	20	4,2000	1,90843	1,00	7,00
%mon	20	1,9500	1,14593	0,00	4,00
%bas	20	0,3500	0,48936	0,00	1,00
Abs Neutr	20	3770,4000	1434,70934	1176,00	7881,00
Abs Linf	20	4952,0500	2360,88791	1872,00	11715,00
Abs Eos	20	399,5500	296,04027	97,00	1278,00
Abs Mono	20	180,7000	123,42485	0,00	426,00
Abs Baso	20	29,4500	42,09197	0,00	99,00

Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	27	10,0037	3,41428	4,70	17,40
GR	27	9,9026	1,07222	7,85	12,31
Hg	27	11,9630	1,06668	10,30	14,10
Hcto	27	34,7000	3,30058	29,40	43,60
Pla <sub>q</sub>	27	224,9259	76,53050	62,00	347,00
VCM	27	35,3470	4,28099	26,87	43,41
HCM	27	12,1918	1,48611	9,41	15,44
CHCM	27	34,5539	2,11984	30,41	37,94
RDW	27	13,6667	2,05220	11,00	18,00
%neutr	27	45,2222	11,44328	19,00	64,00
%lin	27	47,4815	12,38911	23,00	74,00
%eos	27	4,4815	3,01752	0,00	11,00
%mon	27	2,1111	1,55250	0,00	6,00
%bas	27	0,3704	0,49210	0,00	1,00
Abs Neutr	27	4568,1852	2048,66835	1387,00	8874,00
Abs Linf	27	4702,9259	1853,05919	2024,00	7849,00
Abs Eos	27	456,7778	373,90788	0,00	1566,00
Abs Mono	27	211,8889	170,24108	0,00	708,00
Abs Baso	27	31,0000	44,80127	0,00	133,00

Este análisis descriptivo de los datos, suministra algunas estadísticas básicas como son número de observaciones válidas para los cálculos ( $n^\circ$ ), media aritmética (Media), desviación estándar (Desv. estándar), intervalo de confianza mínimo, intervalo de confianza máximo. A continuación, como la intención es comparar los parámetros con relación a la edad, mostramos los resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey cuando fuera necesario.

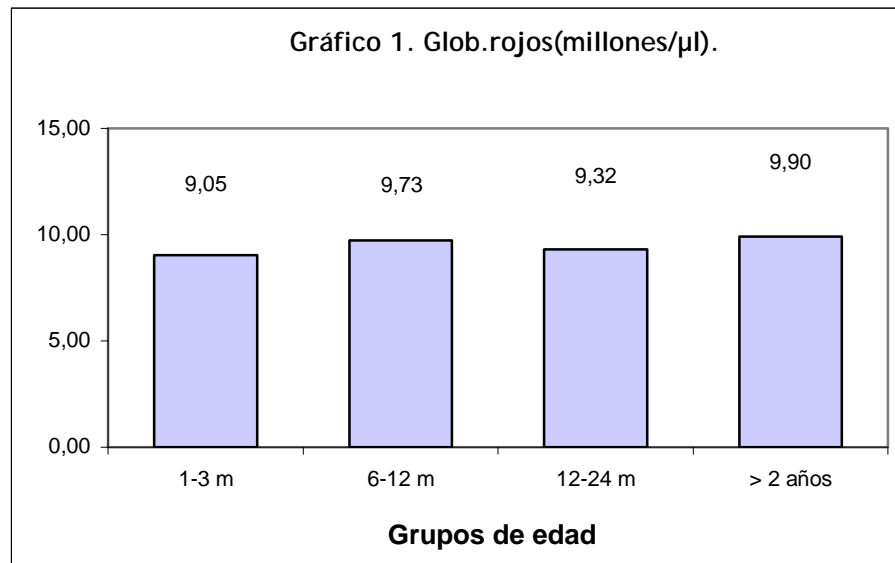
Tabla 7. Parámetros hematológicos registrados para la raza ovina Criolla Lanada Serrana

Parámetros	n°	Media
GB	80	9,69
GR	80	9,54
Hg	80	11,46
Hcto	80	33,04
Plaq	80	199,60
VCM	80	34,89
HCM	80	12,10
CHCM	80	34,72
RDW	80	13,86
% neutr	80	48,03
% linf	80	45,13
% eosin	80	4,11
% mon	80	2,17
% bas	80	0,38
Abs neutr	80	4677,55
Abs linf	80	4358,52
Abs eosin	80	402,47
Abs mon	80	205,03
Abs bas	80	33,33

Tabla 8. Prueba de homogeneidad de las varianzas. Edad

Parámetros	Estadístico de Levene	g. l. 1	g.l. 2	Sig.
GB	0,148	3	76	0,931
GR	0,191	3	76	0,902
Hg	0,893	3	76	0,449
Hcto	0,847	3	76	0,472
Plaq	0,597	3	76	0,619
VCM	0,930	3	76	0,430
HCM	0,176	3	76	0,912
CHCM	2,151	3	76	0,101
RDW	1,900	3	76	0,137
%neutr	1,379	3	76	0,256
%lin	2,088	3	76	0,109
%eos	1,085	3	76	0,361
%mon	0,516	3	76	0,673
%bas	0,939	3	76	0,426
Abs Neutr	2,844	3	76	0,043
Abs Linf	0,933	3	76	0,429
Abs Eos	0,511	3	76	0,676
Abs Mono	0,996	3	76	0,400
Abs Baso	0,816	3	76	0,489

## Eritrocitos, glóbulos rojos o hematíes.



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	9,164	3,055	3,358	0,023
<b>Intra grupos</b>	76	69,131	0,910		
<b>Total</b>	79	78,295			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	9,0512		a
6 a 12 meses	16	9,7369		
12 a 24 meses	20	9,3240		
Adultos	27	9,9026	0,026	a

Comprobamos que las medias de los glóbulos rojos presentan los valores más altos para el grupo de ovinos adultos, mientras que la media más baja se refleja en el grupo de corderos más jóvenes (1 a 3 meses). Las medias de los distintos grupos de edad están expresas en las tablas 3, 4, 5 y 6. Encontramos diferencias significativas entre los corderos más jóvenes y los ovinos adultos, o que podemos observar en lo gráfico 1.

El valor medio de eritrocitos encontrado por nosotros en ovinos de raza Criolla Lanada Serrana es de 9,54 millones/ $\mu$ l (tabla 7).

Los valores son similares a los encontrados por diferentes investigadores para la especie ovina, que citan que estos valores oscilan entre 6,6 y 15 millones/ $\mu$ l (Dukes y Swenson, 1981; Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Martin, 1988; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992; García-Navarro y Pachaly, 1994; Meyer et al., 1995).

Aún otros investigadores como: Allen y Borkowski (1999), Radostits et al., (2002), Pugh (2004), Antón y Mayayo (2007), Aceña et al., (2008), señalan que los valores medios de eritrocitos para la especie ovina están entre 9 a 15 millones/ $\mu$ l.

Sin embargo, nuestros hallazgos son más altos que los descritos por Alonso (1986) en ovejas Merinas de campo, quien obtiene valores que oscilan entre  $8,46 \pm 1,1$  millones/ $\mu$ l en trasandoscas en anestro, para ovejas de esta misma raza, estabuladas, los valores oscilan entre  $8,9 \pm 2,3$ ;  $8,58 \pm 0,57$  y  $8,72 \pm 0,07$  millones/ $\mu$ l para hembras vacías, estro y gestación respectivamente. Pero son más bajos que los resultados encontrados por el mismo investigador, para corderas en estro de  $10,14 \pm 0,38$  millones/ $\mu$ l.

Para la raza Gallega el valor medio obtenido por Barreiro (1989) fue de 9,01 millones/ $\text{mm}^3$ , inferior al registrado por Castillo (1994) de 10,75 millones/ $\text{mm}^3$ .

Torío (1998), cita que la eritrocitemia basal media para ovejas de raza Gallega es de 8,63 millones/ $\mu$ l.

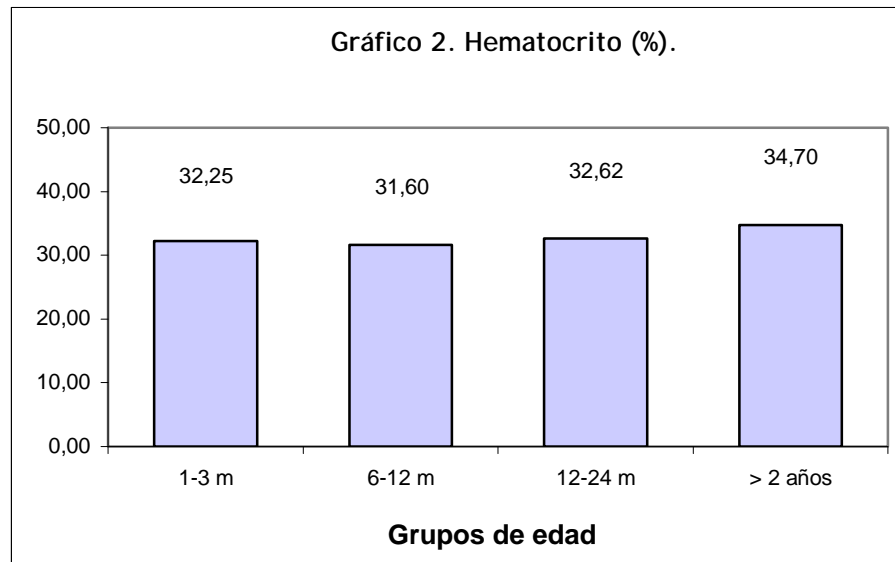
Con relación a la edad, nosotros encontramos valores medios para corderos de 1 a 3 meses de edad, de 9,05 millones/ $\mu$ l, corderos de 6 a 12 meses de edad, 9,73 millones/ $\mu$ l, ovinos de 12 a 24 meses de edad, 9,32 millones/ $\mu$ l y para animales adultos, 9,90 millones/ $\mu$ l, expresados nas tablas 3, 4, 5 y 6.

Doxey (1987) presenta datos de diversos autores indicando que el número de eritrocitos sufre disminución con la edad, conclusiones estas compartidas por Di Michele et al., (1977), Benjamin (1984), Shaffer et al., (1981) y Birgel et al., (2001). Pero, nosotros compartimos las conclusiones de Coles (1989) que señala que estos valores se ven influidos por la edad y estado fisiológico, así se produce una elevación de los valores medios con la edad.

Jelinek et al., (1984) comprueban que los eritrocitos disminuyen con la edad durante el primer año, y Oduye (1976) comprueba esta evolución a lo largo de dos años. También se ha indicado la aparición de valores más bajos, en el anestro y al final de

la gestación y parto, puesto que se produce un descenso paulatino a lo largo de la gestación (González, 1992).

## Hematócrito



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	121,109	40,370	5,646	0,002
<b>Intra grupos</b>	76	543,448	7,151		
<b>Total</b>	79	664,557			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	32,2588		a
6 a 12 meses	16	31,6063	0,003	b
12 a 24 meses	20	32,6250	0,050	c
adultos	27	34,7000	0,022	a,b,c

Las medias de hematocrito se encuentran más altas en el grupo de animales adultos, mientras que las más bajas son del grupo de los animales entre 6 a 12 meses. Comprobamos que hay diferencia significativa entre los corderos más jóvenes (1 a 3 meses) y los ovinos adultos. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos adultos, y entre los animales de 12 a 24 meses y los ovinos adultos o que nos muestra las tablas 3, 4, 5 y 6 y también el gráfico 2.

El valor medio descrito por Barreiro (1989), para la raza Gallega es de 32,80%, siendo similar al encontrado por nosotros en ovinos de raza Criolla Lanada Serrana de 33,04% (tabla 7) y sin embargo más bajos que los encontrados por Castillo (1994) de 41,94%, también para la raza Gallega.

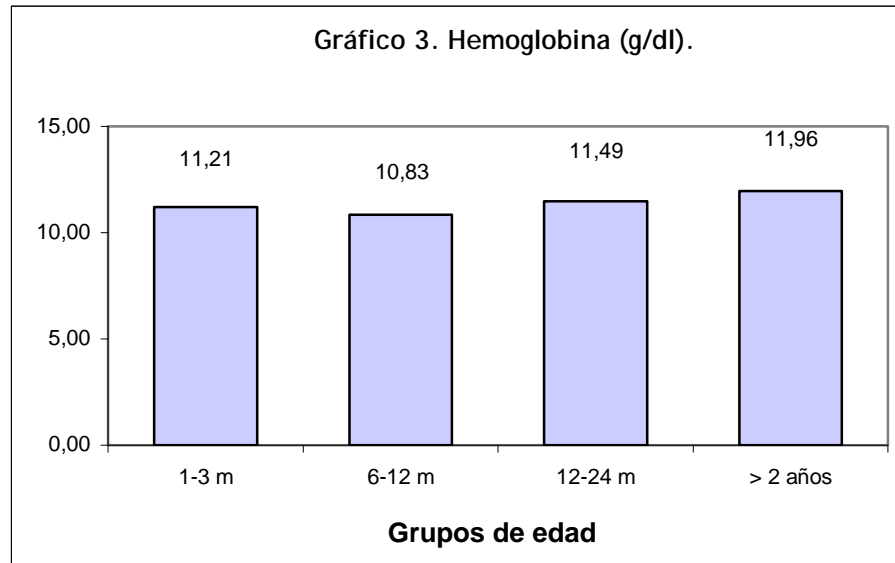
Alonso (1986) señala valores entre 29,2 y 31,2% en la raza Merino, coincidiendo con los hallados por Alonso Vega (1984) todavía son más bajos que nuestros hallazgos pero son similares a los descritos como fisiológico por Torío (1998), de 30,60%.

En la especie ovina los valores oscilan entre 24 y 49% (Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992).

Para Coles (1989) los valores se hallan entre 24 y 45%. González (1992) señala que otros autores indican valores entre 27 y 42%.

El hematocrito puede sufrir modificaciones con la edad de los animales, y en muchos casos no es recomendable interpretar el hematocrito de animales jóvenes utilizando las variaciones normales para adultos (Benjamin, 1984). Los animales jóvenes poseen un hematocrito más elevado que el animal adulto (Di Michele et al., 1977; Meneses et al., 1980; Birgel et al., 2001). Pero, nosotros no encontramos estas variaciones, siendo los valores medios para jóvenes de 1 a 3 meses, de 32,25% y para los adultos de 34,70%.

## Hemoglobina



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	14,228	4,743	4,608	0,005
<b>Intra grupos</b>	76	78,224	1,029		
<b>Total</b>	79	92,452			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	11,2118		
6 a 12 meses	16	10,8313		a
12 a 24 meses	20	11,4950		
adultos	27	11,9630	0,004	a

Con relación a hemoglobina observamos que existen diferencias significativas entre los corderos de 6 a 12 meses y los animales adultos, observados no gráfico 3. Encontramos la menor media para el grupo de corderos de 6 a 12 meses y la mayor media para el grupo de ovinos adultos, descritas en las tablas 3, 4, 5 y 6.

Los niveles medios de hemoglobina para la especie ovina oscilan entre 7,4g/dl y 16g/dl (Brooks et al., 1984; Alonso, 1986; Barzanji y Daniel, 1988; Martin, 1988; Yaman et al., 1988; Coles, 1989; Jephcott et al., 1990; Joshi et al., 1990; McNeil et al., 1991; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992; Mundie et al., 1992).

El valor medio de hemoglobina encontrado por nosotros en ovinos de raza Criolla Lanada Serrana es de 11,46 g/dl (tabla 7), son similares al encontrado por Torío (1998), quien cita que los valores basales medios de hemoglobina para ovejas de raza Gallega son de 11,28 g/dl.

Aún otros investigadores como: Allen y Borkowski (1999), Radostits et al., (2002), Pugh (2004), Antón y Mayayo (2007), Aceña et al., (2008), señalan que los valores medios de hemoglobina para la especie ovina están entre 9 a 15 g/dl.

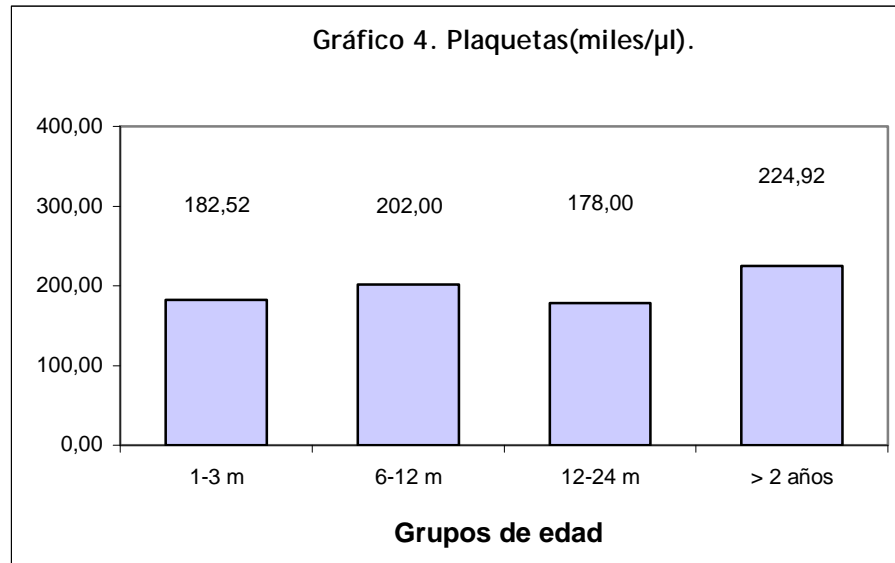
Nuestro hallazgo también es similar a los niveles medios de hemoglobina observados por Barreiro (1989) de 11,19g/dl, pero algo superiores a los descritos por Castillo (1994) de 10,15g/dl, ambos en ovejas de la raza Gallega.

Alonso (1986), señala en raza Merina, valores entre  $9,22 \pm 0,45$  g/dl para corderas en anestro, niveles inferiores a los de nuestra investigación y  $11,71 \pm 1,02$  g/dl para ovejas en estro, que son semejantes a los nuestros.

También no encontramos diferencias significativas con relación a la edad, se observamos el gráfico 3, lo que no coincide con otros autores que citan que al igual que sucede con otros parámetros hemáticos, tras el nacimiento se produce una disminución de la hemoglobina entre los días 14 y 18 (Ullrey et al., 1965); aumenta hacia la mitad del primer año de vida para posteriormente descender al final del año (Jelinek et al., 1984). Este descenso no ha sido comprobado por Oduye (1976), quien sin embargo, sí observa el descenso que se prolonga durante el segundo año.



## Plaquetas



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	31695,113	10565,038	1,490	0,224
<b>Intra grupos</b>	76	538752,087	7088,843		
<b>Total</b>	79	570447,200			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	182,5294	
6 a 12 meses	16	202,0000	
12 a 24 meses	20	178,0000	
adultos	27	224,9259	

Las medias de las plaquetas de los animales de 12 a 24 meses es menor que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales adultos ostenta la mayor media de todos los grupos. Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que desde el punto de vista estadístico, no existen diferencias significativas entre ellos, podemos comprobar a través de las tablas 3, 4, 5 y 6 y del gráfico 4.

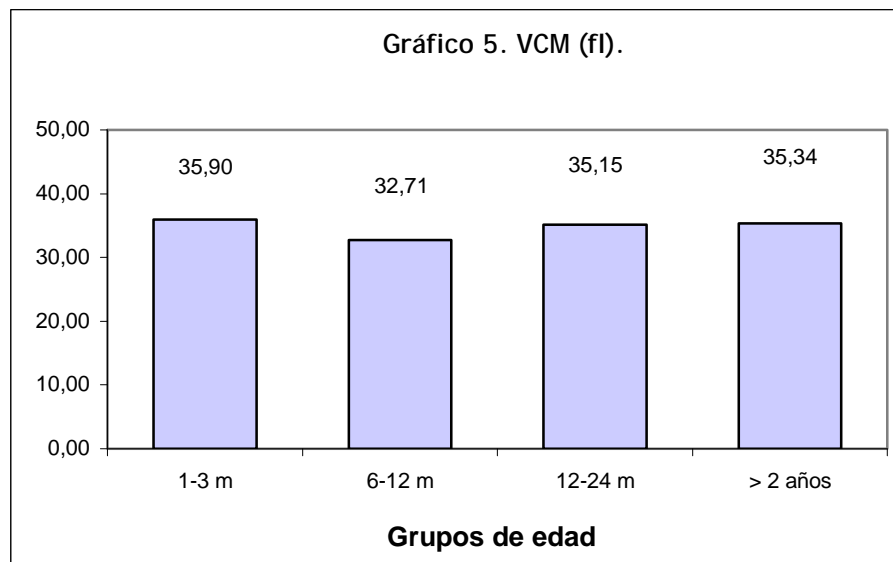
El valor medio de plaquetas encontrado por nosotros en ovinos de raza Criolla Lanada Serrana es de 199,6 mil/ $\mu$ l (tabla 7), siendo más bajos a los citados por diversos autores que está entre 250000 a 750000/ $\mu$ l (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayo, 2007; Aceña et al., 2008).

Las plaquetas son funcionalmente importantes en la homeostasis, siendo esta función la más sobresaliente. Otras funciones son la medición de la vasoconstricción en virtud de su contenido en serotonina, como opsoninas conectándose a bacterias o virus y favoreciendo así la fagocitosis (Banks, 1992), y en producción y liberación del factor de proliferación de células de la musculatura lisa y endotelial (Kaneko 1989).

De manera general, en la extensa revisión bibliográfica, no encontramos referencias de este parámetro como relevante para la mayoría de los investigadores, los datos que hemos citado se refieren a la literatura, creemos que esto se debe al hecho de la importante actuación de las plaquetas en la coagulación sanguínea y por cierto si trata de un valor que tiene relación con individuos aislados.

Los valores más altos encontrados por nosotros es de 224,92 mil/ $\mu$ l (tabla 6), en los animales adultos, siendo aún más bajos que los citados por los diversos autores.

## VCM



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	100,549	33,516	2,336	0,080
<b>Intra grupos</b>	76	1090,494	14,349		
<b>Total</b>	79	1191,043			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	35,9091	
6 a 12 meses	16	32,7133	
12 a 24 meses	20	35,1592	
adultos	27	35,3470	

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que no hay diferencia significativa entre ellos, desde el punto de vista estadístico, lo que se observa en el gráfico 5. La media más baja está en el grupo de animales de 6 a 12 meses y la media más alta está en el grupo de corderos entre 1 a 3 meses, estos valores están expresos en las tablas 3, 4, 5 y 6.

Según García-Navarro y Pachaly (1994), los índices eritrocitarios del VCM para ovinos están entre 28 a 40 fl., mientras Kerr (2003), cita el volumen medio aproximado de los hematíes de los ovinos igual a 30 fl.

Nosotros hemos encontrado el VCM medio para ovinos de raza Criolla Lanada Serrana de 34,89 fl (tabla 7), los valores son más bajos a los descritos como fisiológicos para la oveja Gallega por Barreiro (1989), 36,51 fl, Castillo (1994), 39,4 fl y Torío (1998), 35,59 fl.

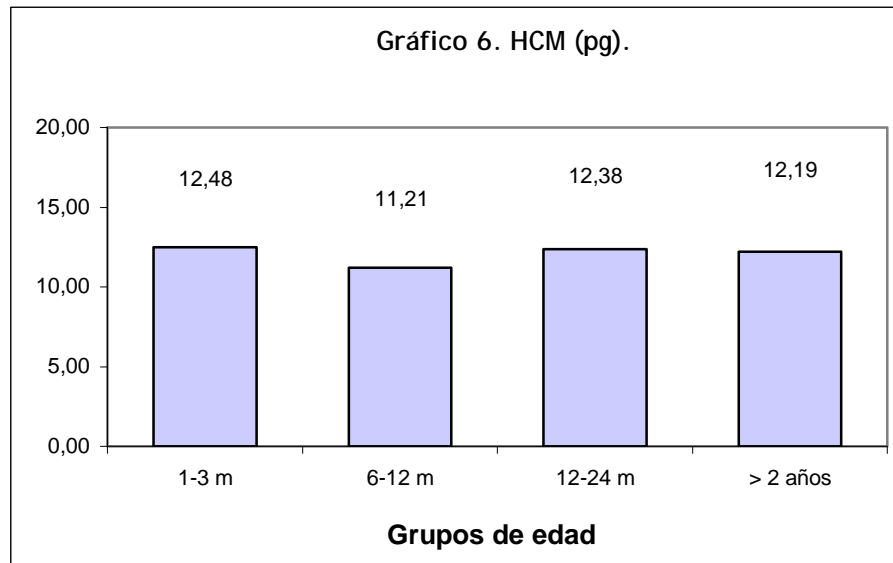
Diversos autores citan que en la especie ovina oscilan entre 19,3 fl y 48,1 fl (Dukes y Swenson, 1981; Brooks et al., 1984; Martin, 1988; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Meyer et al., 1992).

Aún otros investigadores como: Allen y Borkowski (1999), Radostits et al., (2002), Pugh (2004), Antón y Mayayo (2007), Aceña et al., (2008), señalan que los valores medios de lo VCM para la especie ovina están entre 28 a 40 fl.

El clima puede influir en el VCM, Rowlands et al. (1975 y 1977) describen un descenso en meses cálidos frente a los meses fríos. Sin embargo, Coopó et al. (2002) afirma que la disminución de los valores del VCM durante los meses de invierno se debe a la reducción de aportes nutricionales en los pastizales invernales, como nuestro experimento se realizó en el mes de junio, invierno en Brasil y no tenemos los parámetros en verano, no se puede decir se este cambio ocurre en los animales estudiados.

La determinación del VCM se realiza a partir de los valores obtenidos en el recuento de glóbulos rojos y hematocrito, por tanto cualquier factor que actúe modificando estos se traducirá en alteración en su calculo.

## HCM



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	16,825	5,608	2,823	0,044
<b>Intra grupos</b>	76	150,976	1,987		
<b>Total</b>	79	167,801			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	12,4834	
6 a 12 meses	16	11,2161	
12 a 24 meses	20	12,3831	
adultos	27	12,1918	

Con relación al HCM observamos estadísticamente, que no existen diferencias significativas entre los diferentes grupos de edad, o que nos muestra el gráfico 6. La mayor media encontrada fue en el grupo de corderos de 1 a 3 meses y la menor media para el grupo de corderos de 6 a 12 meses, los valores medios por grupos de edad son obtenidos a través de las tablas 3, 4, 5 y 6.

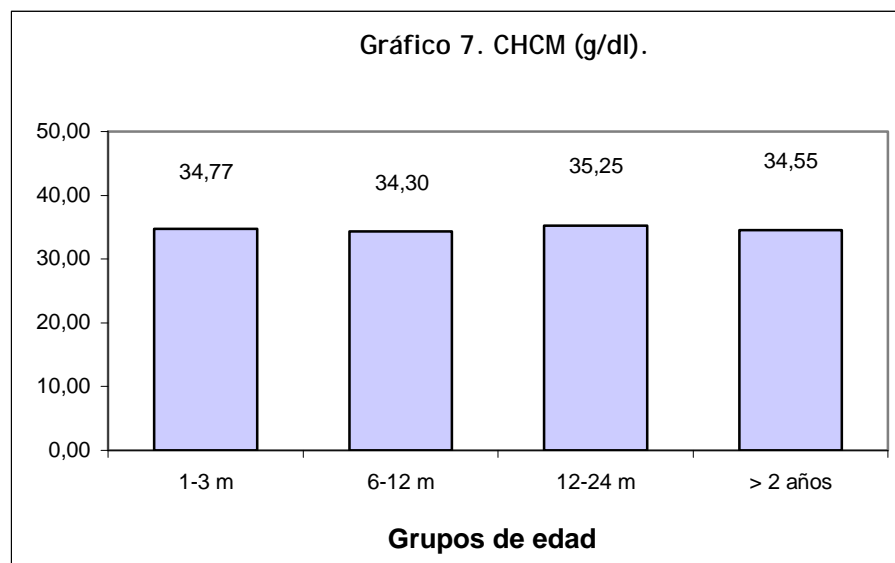
Los valores reflejados por distintos investigadores para la especie ovina oscilan entre 8 y 12 picogramos (Brooks et al., 1984; Barreiro, 1989; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Castillo, 1994).

En nuestro trabajo, comprobamos el valor medio de HCM para la raza ovina Criolla Lanada Serrana de 12,10 pg (tabla 7), estando ligeramente elevado con relación a la media citada por diversos autores, sin embargo el valor en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 13,09 pg.

La edad, de acuerdo a las citaciones de Castillo (1994), influye en dicho parámetro, con un aumento del mismo, de hecho aprecian en corderos rangos comprendidos entre 8 y 10,6 pg que se elevan hasta la edad adulta, con niveles comprendidos entre 8,7 y 12 pg.

En su investigación Birgel et al. (2001) afirman que el HCM aumenta gradualmente con la edad, lo que difiere de los resultados encontrados por nosotros que reflejan en los ovinos de 1 a 3 meses una media de 12,48 pg, en ovinos de 6 a 12 meses, 11,21pg, los animales de 12 a 24 meses presentaran una media de 12,38 pg y los ovinos adultos, 12,19 pg (tablas 3, 4,5 y 6).

## CHCM



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	9,186	3,062	0,603	0,615
<b>Intra grupos</b>	76	385,899	5,078		
<b>Total</b>	79	395,085			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	34,7798	
6 a 12 meses	16	34,3086	
12 a 24 meses	20	35,2528	
adultos	27	34,5539	

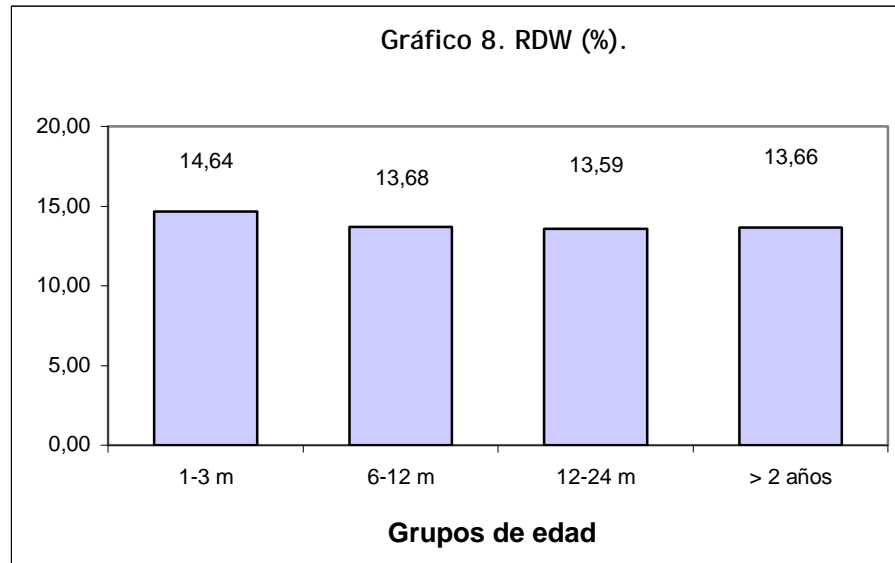
Las medias de CHCM de los animales de 12 a 24 meses son mayores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de corderos de 6 a 12 meses ostenta la menor media de todos los grupos (tablas 3, 4, 5 y 6). Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que estadísticamente, no existen diferencias significativas entre ellos, lo que se observa en el gráfico 7.

El valor medio de CHCM encontrado por nosotros en ovinos de raza Criolla Lanada Serrana es de 34,72 g/dl (tabla 7), similar a los encontrados por diferentes investigadores, Coles (1989) y Benjamin (1984) coinciden en los valores, los cuales oscilan entre 29 y 35g/dl de eritrocitos dando un valor medio de 32g/dl; si bien que González (1992) cita aún varios estudios de diferentes autores con valores extremos entre 23 y 42 g/dl.

Los valores indicados como fisiológicos para la especie ovina oscilan entre 24 y 51 g/dl (Brooks et al., 1984; Barreiro, 1989; Coles, 1989; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992; Castillo, 1994), sin embargo el valor medio en ovejas Gallegas, descrito como fisiológico por Torío (1998), es de 36,85 g/dl.

Jelinek (1984), al estudiar los parámetros hematológicos en corderos durante el primer año de vida, comprobó que la CHCM aumenta con la edad y al realizar estos mismos estudios en ovejas Merinas, se confirma lo dicho, e incluso se produce un descenso hacia los diez meses de edad, entretanto nosotros no hemos constatado diferencias significativas en los diferentes grupos de edad estudiados.

## RDW



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	13,456	4,485	0,932	0,429
<b>Intra grupos</b>	76	365,736	4,812		
<b>Total</b>	79	379,192			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	14,6471	
6 a 12 meses	16	13,6812	
12 a 24 meses	20	13,5950	
adultos	27	13,6667	

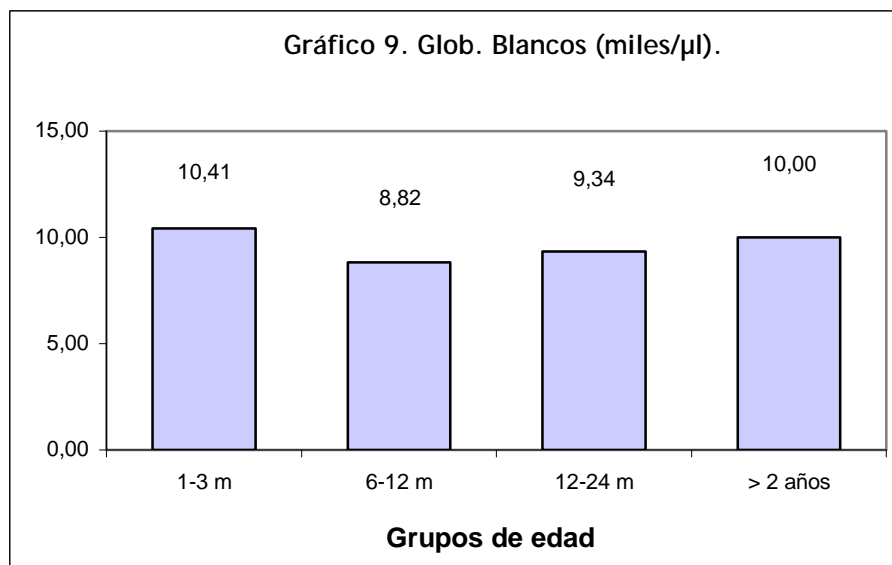
Comparando los grupos entre sí, comprobamos que no hay diferencia significativa desde el punto de vista estadístico (gráfico 8). La media más baja está en el grupo de animales de 12 a 24 meses y la media más alta está en el grupo de corderos entre 1 a 3 meses, los valores medios para los distintos grupos de edad están registrados en las tablas 3, 4, 5 y 6.

En nuestro experimento encontramos valores medios de 13,86% (tabla 7), para la raza ovina Criolla Lanada Serrana.

Radostits et al. (2002), cita los siguientes valores de RDW para la especie ovina; 18 a 24,6%.

Dado que es un índice que se ha comenzado a emplear recientemente en la rutina de laboratorio, no existen datos relevantes en la literatura consultada, Meyer et al (1995) señala que los valores normales de RDW dependen del laboratorio y muchos de ellos no resultan de gran utilidad.

### Glóbulos blancos



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	26,010	8,670	0,588	0,625
<b>Intra grupos</b>	76	1120,914	14,749		
<b>Total</b>	79	1146,924			



### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	10,4176	
6 a 12 meses	16	8,8250	
12 a 24 meses	20	9,3450	
adultos	27	10,0037	

Las medias de glóbulos blancos de 6 a 12 meses son menores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales de 1 a 3 meses ostenta la mayor media de todos los grupos (medias registradas en las tablas 3, 4, 5 y 6). Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que no existen diferencias significativas entre ellos, desde el punto de vista estadístico (gráfico 9).

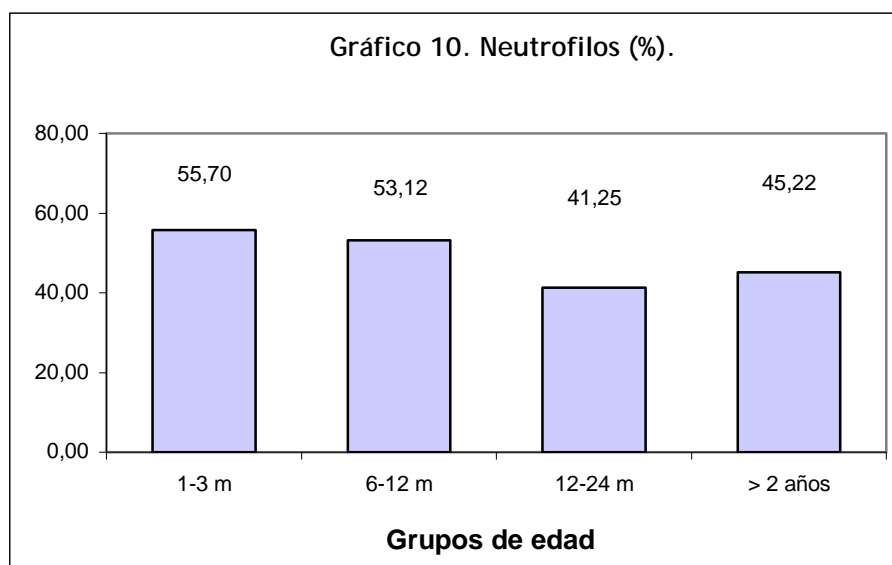
El número total oscila entre 4.000 y 12.000 leucocitos/ $\mu\text{l}$  para la especie ovina, dando Coles (1989) un promedio de 8.000/ $\mu\text{l}$ . Según Benjamin (1984) los límites se hallan entre 3.000 y 9.000/ $\mu\text{l}$ .

Hemos encontrado valores medios de 9,691/ $\mu\text{l}$  (tabla 7), para la raza Criolla Lanada Serrana, siendo 10,417/ $\mu\text{l}$  para jóvenes de 1 a 3 meses, 8,825/ $\mu\text{l}$  para jóvenes de 6 a 12 meses, 9,345/ $\mu\text{l}$  para animales de 12 a 24 meses y 10,003/ $\mu\text{l}$  para los adultos, (tablas 3, 4, 5 y 6).

Alonso (1986) en la raza Merina, obtiene valores entre  $9.070 \pm 790/\mu\text{l}$  en ovejas en estro y  $10.900 \pm 880/\mu\text{l}$  en corderas en estro, de  $9.410 \pm 150$  en ovejas vacías y  $9.260 \pm 480$  en ovejas gestantes; lo cual coincide con los datos aportados por Fernández Gómez et al. (1984), en ovejas Fleischaff, con un valor medio de  $8.500 \pm 400/\mu\text{l}$ , oscilando entre valores extremos de 5.000 y 13.900 leucocitos/ $\mu\text{l}$ .

El recuento total de leucocitos es fundamental para el diagnóstico de enfermedades inflamatorias y/o infecciosas en la mayoría de las especies (Rebar et al., 2003).

## Neutrófilos (en % y valor absoluto)



## Análisis de varianza en función de la edad (neutrófilos, %)

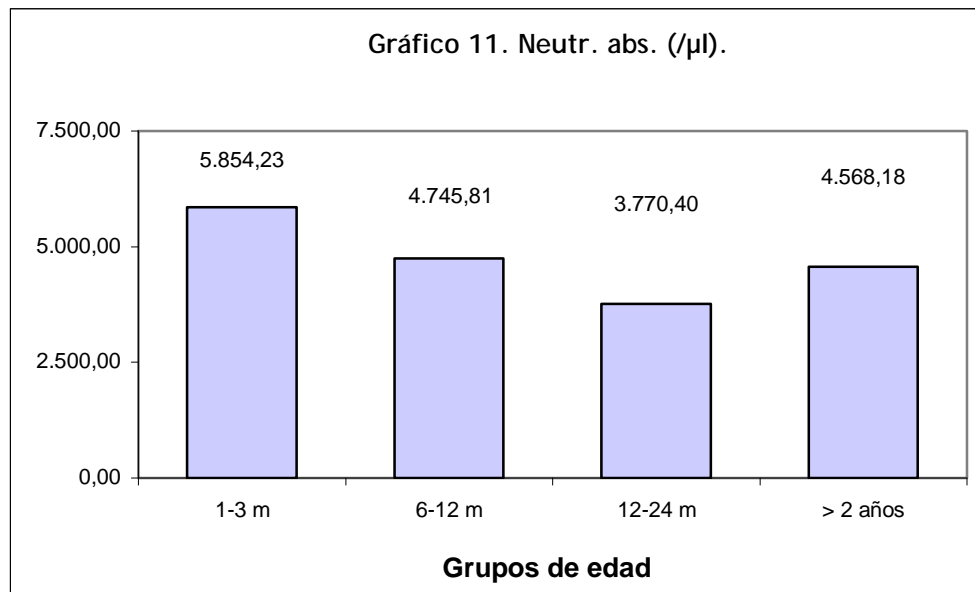
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	2549,191	849,730	8,403	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	7685,696	101,128		
<b>Total</b>	79	10234,887			

## Test de Tukey en función de la edad (neutrófilos, %)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	55,7059		a,b
6 a 12 meses	16	53,1250	0,004	c
12 a 24 meses	20	41,2500	0,000	a,c
adultos	27	45,2222	0,006	b

Con relación al percentual de neutrófilos observamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes y los animales de 12 a 24 meses. También encontramos diferencia significativa entre los corderos más jóvenes y los animales adultos. Comprobamos aún diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los animales de 12 a 24 meses. La mayor media encontrada fue en el grupo de corderos más jóvenes (1 a 3 meses) y la menor media para el grupo de ovinos de 12 a 24 meses (gráfico 10).

Hemos encontrado valores medios de 48,03 % (tabla 7), para los ovinos de raza Criolla Lanada Serrana.



#### Análisis de varianza en función de la edad (neutrófilos, valor absoluto)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	4,039	1,346	2,876	0,042
<b>Intra grupos</b>	76	3,558	4,6818		
<b>Total</b>	79	7,597			

#### Test de Tukey en función de la edad (neutrófilos, valor absoluto)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	5854,2353	a
6 a 12 meses	16	4745,8125	
12 a 24 meses	20	3770,4000	0,023
Adultos	27	4568,1852	a

Con relación al número absoluto de neutrófilos observamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes y los animales de 12 a 24 meses. La mayor media encontrada fue en el grupo de corderos más jóvenes (1 a 3 meses) y la menor media para el grupo de ovinos de 12 a 24 meses (gráfico 11).

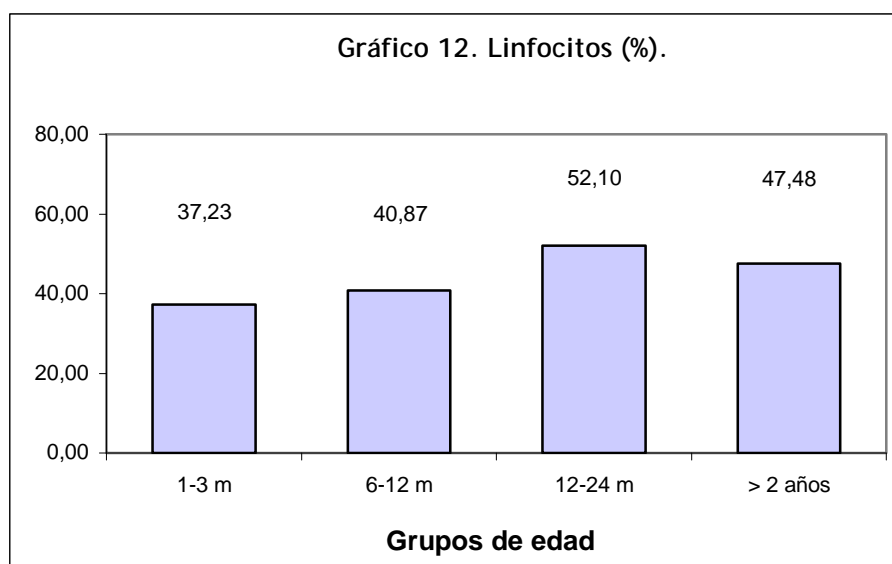
Los valores medios descritos para los distintos grupos de edad, tanto para el porcentual como para los valores absolutos se encuentran en las tablas 3, 4, 5 y 6.

Hemos encontrado valores medios de 4677/ $\mu\text{l}$  para los ovinos de raza Criolla Lanada Serrana (tabla 7).

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, está entre 700 a 6000/ $\mu$ l, (Meyer et al., 1995; Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002) y según Pugh (2004), de 1500 a 9000/ $\mu$ l.

Coles (1989) describe que de forma general ocurre una disminución de los neutrofilos conforme avanza la edad, o que coincide con nuestros hallazgos, los valores medios en jóvenes de 1 a 3 meses es de 5854/ $\mu$ l, en jóvenes de 6 a 12 meses de 4745/ $\mu$ l, en animales de 12 a 24 meses de 3770/ $\mu$ l y en adultos de 4568/ $\mu$ l, (tablas 3, 4, 5 y 6).

### Linfocitos (en % y valor absoluto)



### Análisis de varianza en función de la edad (linfocitos, %)

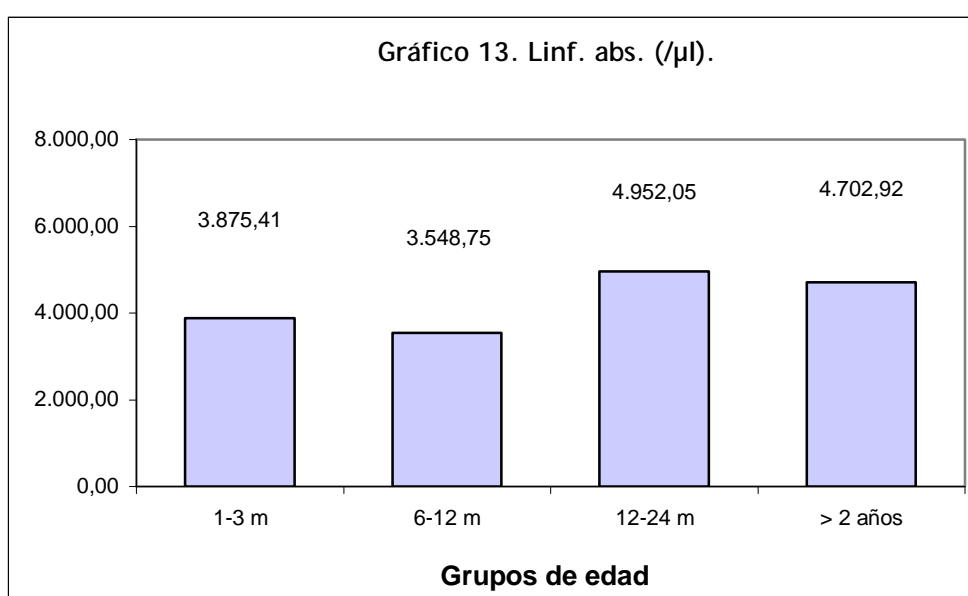
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	2470,138	823,379	7,632	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	8199,350	107,886		
<b>Total</b>	79	10669,488			

### Test de Tukey en función de la edad (linfocitos, %)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	37,2353		a,b
6 a 12 meses	16	40,8750	0,010	c
12 a 24 meses	20	52,1000	0,000	a,c
adultos	27	47,4815	0,011	b

Las medias de percentual de linfocitos de los corderos de 1 a 3 meses son menores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales de 12 a 24 meses presenta la mayor media de todos los grupos (tablas 3, 4, 5 y 6). Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes con los ovinos que tienen de 12 a 24 meses, también los corderos más jóvenes presentan diferencias significativas con los animales adultos. Aún observamos diferencias significativas entre los corderos de 6 a 12 meses con los ovinos de 12 a 24 meses (gráfico 12).

Hemos encontrado valores medios de 45,13 % (tabla 7), para los ovinos de raza Criolla Lanada Serrana.



#### Análisis de varianza en función de la edad (linfocitos, valor absoluto)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	2,471	8,2358	2,194	0,096
<b>Intra grupos</b>	76	2,853	3,7543		
<b>Total</b>	79	5,324			

#### Test de Tukey en función de la edad (linfocitos, valor absoluto)

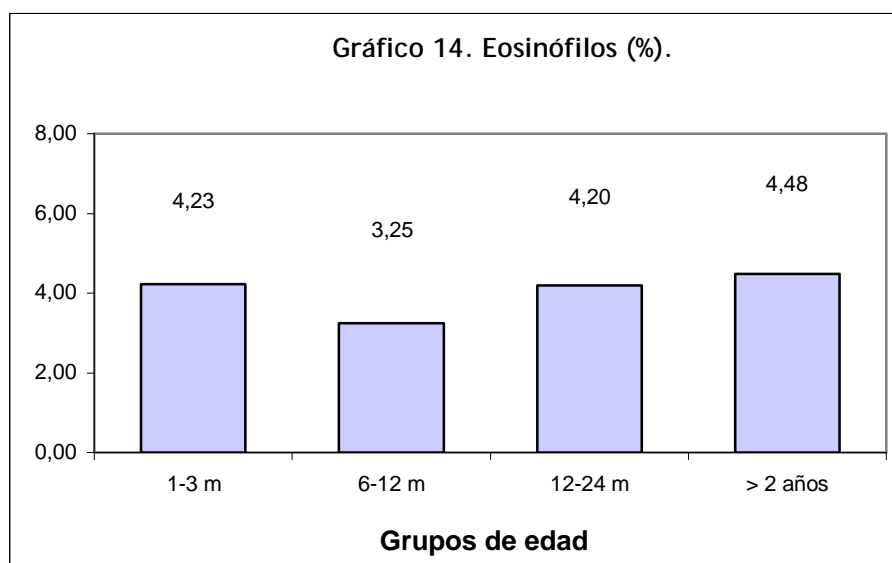
Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	3875,4118	
6 a 12 meses	16	3548,7500	
12 a 24 meses	20	4952,0500	
adultos	27	4702,9259	

Con relación al número absoluto de linfocitos, estadísticamente no observamos diferencias significativas entre los distintos grupos de edad, a pesar del gráfico 13, aparentar que hay diferencia. La menor media encontrada fue en el grupo de ovinos de 6 a 12 meses y la mayor media para el grupo de animales de 12 a 24 meses.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, están entre 2000 a 9000/ $\mu$ l (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007; Aceña et al., 2008).

Nosotros encontramos valores medios de 4358/ $\mu$ l (tabla 7), para la raza Criolla Lanada Serrana, siendo los valores para jóvenes de 1 a 3 meses de edad, 3875/ $\mu$ l, para los jóvenes de 6 a 12 meses de edad, 3548/ $\mu$ l, para animales de 12 a 24 meses de edad, 4952/ $\mu$ l y para los animales mayores de 2 años, 4702/ $\mu$ l (tablas 3, 4, 5 y 6).

#### Eosinófilos (en % y valor absoluto)



#### Análisis de varianza en función de la edad (eosinófilos, %)

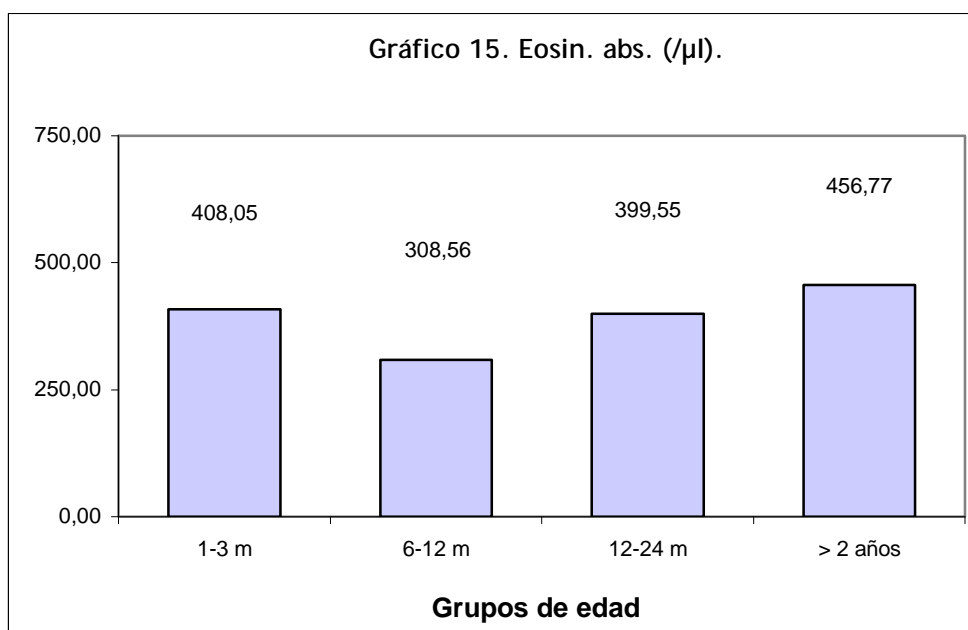
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	15,988	5,329	0,804	0,496
<b>Intra grupos</b>	76	504,000	6,632		
<b>Total</b>	79	519,988			

## Test de Tukey en función de la edad (eosinófilos, %)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	4,2353	
6 a 12 meses	16	3,2500	
12 a 24 meses	20	4,2000	
adultos	27	4,4815	

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que no hay diferencia significativa desde el punto de vista estadístico entre los grupos de animales de distintas edades, a pesar del gráfico 14 nos dar otra impresión. La media más alta está en el grupo de animales adultos y la media más baja está en el grupo de corderos entre 6 a 12 meses.

Hemos encontrado valores medios de 4,11 % (tabla 7), para los ovinos de raza Criolla Lanada Serrana.



## Análisis de varianza en función de la edad (eosinófilos, valor absoluto)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	3	221431,455	73810,485	0,663	0,577
Intra grupos	76	8461012,495	111329,112		
Total	79	8682443,950			

### Test de Tukey en función de la edad (eosinófilos, valor absoluto)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	408,0588	
6 a 12 meses	16	308,5625	
12 a 24 meses	20	399,5500	
Adultos	27	456,7778	

Comparando los grupos entre sí, a pesar del gráfico 15 aparentar lo contrario, comprobamos que no hay diferencia significativa desde el punto de vista estadístico entre los grupos de animales de distintas edades. Encontramos la media más alta en el grupo de animales adultos y la media más baja en el grupo de animales de 6 a 12 meses.

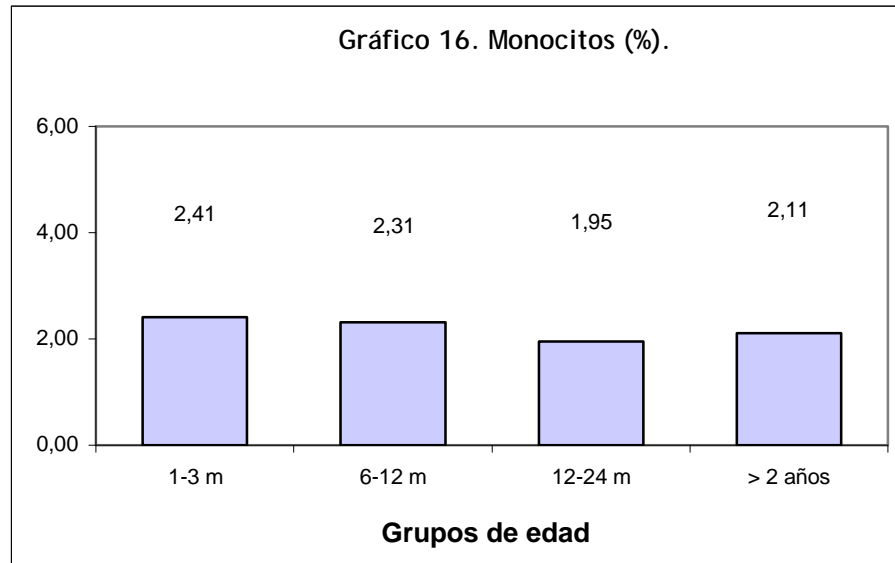
Los valores medios encontrados por nosotros en la raza Criolla Lanada Serrana son de 402 $\mu$ l (tabla 7), estos valores están dentro dos parámetros citados para la especie ovina, de 0 a 1000/ $\mu$ l, por diversos autores (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007; Aceña et al., 2008).

Las parasitosis modifican considerablemente el recuento diferencial de leucocitos; así García Partida et al. (1977), en parasitaciones hepáticas en ganado bovino, observan una elevación marcada de los eosinófilos hasta el 19,66%, lo cual puede hacerse extensivo al ganado ovino.

Los valores medios encontrados en nuestro estudio para los diferentes grupos de edad (tablas 3, 4, 5 y 6), se encuentran dentro de los parámetros descritos para la especie ovina, lo que comprueba que los animales presentan un buen control de parásitos. Para los jóvenes de 1 a 3 meses de edad los valores medios son de 408/ $\mu$ l, para los jóvenes de 6 a 12 meses de 308/ $\mu$ l, para los animales de 12 a 24 meses, 399/ $\mu$ l y para los adultos, 456/ $\mu$ l.



## Monocitos (en % y valor absoluto)



## Análisis de varianza en función de la edad (monocitos, %)

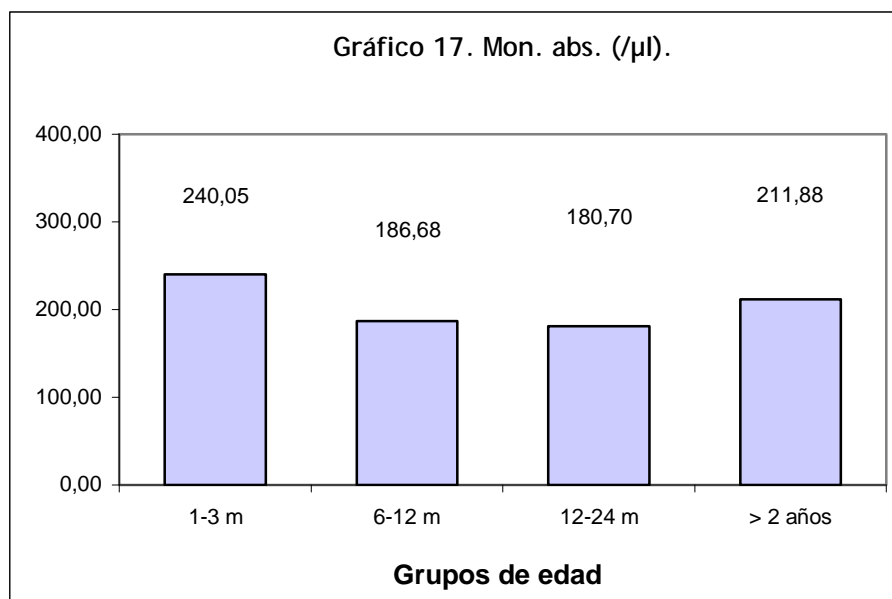
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	2,378	0,793	0,474	0,701
<b>Intra grupos</b>	76	127,172	1,673		
<b>Total</b>	79	129,550			

## Test de Tukey en función de la edad (monocitos, %)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	2,4118	
6 a 12 meses	16	2,3125	
12 a 24 meses	20	1,9500	
adultos	27	2,1111	

Con relación al percentual de monocitos no observamos estadísticamente, diferencias significativas entre los distintos grupos de edad, lo que se comprueba a través del gráfico 16. La menor media encontrada fue en el grupo de ovinos de 12 a 24 meses y la mayor media para el grupo de corderos de 1 a 3 meses.

Hemos encontrado valores medios de 2,17 % (tabla 7), para los ovinos de raza Criolla Lanada Serrana.



#### Análisis de varianza en función de la edad (monocitos, valor absoluto)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	39351,642	13117,214	0,691	0,560
<b>Intra grupos</b>	76	1442903,245	18985,569		
<b>Total</b>	79	1482254,888			

#### Test de Tukey en función de la edad (monocitos, valor absoluto)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	240,0588	
6 a 12 meses	16	186,6875	
12 a 24 meses	20	180,7000	
adultos	27	211,8889	

Con relación al número absoluto de monocitos no observamos diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre los distintos grupos de edad, a pesar del gráfico 17 nos dar otra visión. La menor media encontrada fue en el grupo de ovinos de 12 a 24 meses y la mayor media para el grupo de corderos de 1 a 3 meses.

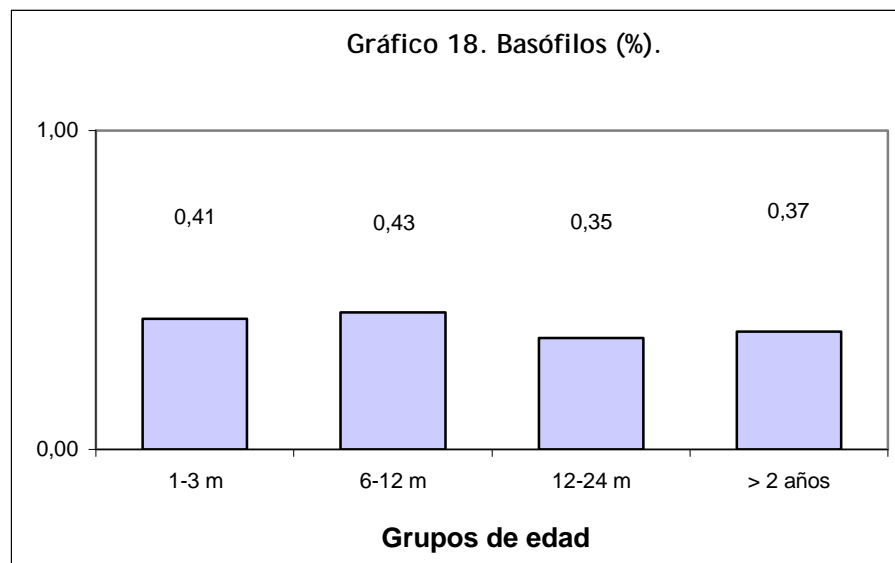
Los valores medios citados por diversos autores para la especie ovina, son de 0 a 750/ $\mu\text{l}$  (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007; Aceña et al., 2008).

Nosotros hemos encontrado valores medios de 205/ $\mu\text{l}$  (tabla 7), para la raza Criolla Lanada Serrana.

Para el grupo de ovinos adultos encontramos los valores medios de 211/ $\mu\text{l}$ , para los animales de 12 a 24 meses, 180/ $\mu\text{l}$ , para los jóvenes de 6 a 12 meses, 186/ $\mu\text{l}$  y para los corderos de 1 a 3 meses, 240/ $\mu\text{l}$ , todos los valores se encuentran dentro de los parámetros descritos por los diversos investigadores consultados, para la especie ovina (tablas 3, 4, 5 y 6).

Aumento en el número de monocitos aparecen en todas aquellas situaciones que supongan una presencia tisular de macrófagos como en las enfermedades granulomatosas, necrosis tisulares, infecciones crónicas y algunas enfermedades inmunomediadas (Aceña et al., 2008), por nuestros hallazgos se puede suponer que los animales de nuestro estudio, estaban sanos.

### Basófilos (en % y valor absoluto)



### Análisis de varianza en función de la edad (basófilos, %)

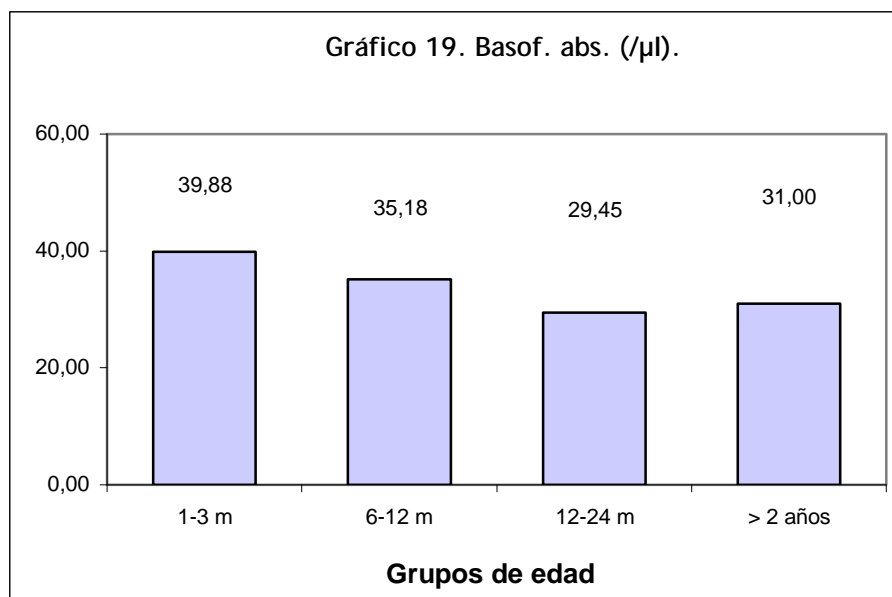
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	0,086	0,029	0,095	0,962
<b>Intra grupos</b>	76	22,901	0,301		
<b>Total</b>	79	22,987			

## Test de Tukey en función de la edad (basófilos, %)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	0,4118	
6 a 12 meses	16	0,4375	
12 a 24 meses	20	0,3500	
adultos	27	0,3704	

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que no hay diferencia significativa desde el punto de vista estadístico entre los grupos de animales de distintas edades, lo que nos muestra el gráfico 18. Encontramos la media más alta en el grupo de animales de 6 a 12 meses y la media más baja en el grupo de animales de 12 a 24 meses.

Nosotros hemos encontrado valores medios de 0,38 % (tabla 7), para la raza Criolla Lanada Serrana.



## Análisis de varianza en función de la edad (basófilos, valor absoluto)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	3	1232,735	410,912	0,147	0,931
Intra grupos	76	212735,152	2799,147		
Total	79	213967,888			

### Test de Tukey en función de la edad (basófilos, valor absoluto)

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.			
Grupos de edad	N	Media	D.S.
1 a 3 meses	17	39,8824	
6 a 12 meses	16	35,1875	
12 a 24 meses	20	29,4500	
adultos	27	31,0000	

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que estadísticamente, no hay diferencia significativa entre los grupos de animales de distintas edades (gráfico 19). Encontramos la media más alta en el grupo de corderos de 1 a 3 meses y la media más baja en el grupo de animales de 12 a 24 meses.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, son considerados "raros" (García-Navarro y Pachaly, 1994; Meyer et al., 1995; Antón y Mayayo, 2007) y de 0 a 300/ $\mu$ l (Jain, 1993; Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Pugh, 2004).

Los valores medios que hemos encontrado en la raza Criolla Lanada Serrana son de 33/ $\mu$ l (tabla 7), siendo estos valores de 31/ $\mu$ l para los animales adultos, 29/ $\mu$ l para los animales de 12 a 24 meses, 35/ $\mu$ l para los jóvenes de 6 a 12 meses y 39/ $\mu$ l para los corderos de 1 a 3 meses (tablas 3, 4, 5 y 6).

## V.3. Parametros bioquímicos

## V.3.1. Análisis descriptivo y pruebas para comparación de edad.

Tabla 9. Parámetros bioquímicos en ovinos de 1 a 3 meses.

Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Prot. totales	17	6,4029	1,20989	4,67	8,58
Albúmina	17	3,8818	0,46078	3,06	4,67
Glucosa	17	107,9412	14,99363	86,00	132,00
Triglicéridos	17	38,6471	16,36284	8,00	69,00
Colesterol	17	147,1765	30,98838	98,00	219,00
Creatinina	17	0,6429	0,07630	0,51	0,79
Urea	17	30,7059	4,52444	25,00	38,00
Fosf. alcalina	17	349,4118	91,65769	123,00	468,00
ALAT	17	9,6471	5,33785	1,00	19,00
Calcio	17	3,4724	0,27578	2,81	3,90
Fósforo	17	7,9853	1,01480	6,80	9,80
Sodio	17	127,9412	2,74933	123,00	133,00
Potasio	17	4,4412	0,32415	3,80	5,00

Tabla 10. Parámetros bioquímicos en ovinos de 6 a 12 meses.

Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Prot. totales	16	8,2050	1,90786	5,76	11,06
Albúmina	16	4,0938	0,64417	2,35	4,92
Glucosa	16	95,0000	32,15380	67,00	203,00
Triglicéridos	16	54,3750	20,78742	29,00	108,00
Colesterol	16	100,9375	63,00737	47,00	316,00
Creatinina	16	0,6556	0,04103	0,53	0,97
Urea	16	55,1250	37,98925	13,00	189,00
Fosf. alcalina	16	263,6663	125,54241	4,66	484,00
ALAT	16	19,9375	6,97107	11,00	40,00
Calcio	16	3,0044	0,54555	2,08	3,95
Fósforo	16	7,7075	2,07311	4,09	11,39
Sodio	16	130,1250	1,89297	127,00	133,00
Potasio	16	4,7750	0,23523	4,40	5,10

Tabla 11. Parámetros bioquímicos en ovinos de 12 a 24 meses.					
Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
<b>Prot. totales</b>	20	7,6185	1,58668	5,84	11,63
<b>Albúmina</b>	20	3,9605	0,79452	2,98	5,57
<b>Glucosa</b>	20	93,8000	48,61405	53,00	287,00
<b>Triglicéridos</b>	20	29,6000	24,18656	8,00	80,00
<b>Colesterol</b>	20	93,9000	20,30789	51,00	131,00
<b>Creatinina</b>	20	0,8870	0,10993	0,67	1,06
<b>Urea</b>	20	39,0000	18,22376	14,00	74,00
<b>Fosf. alcalina</b>	20	208,2000	101,73629	70,00	481,00
<b>ALAT</b>	20	15,9500	4,97864	7,00	24,00
<b>Calcio</b>	20	4,0090	0,42980	3,17	4,68
<b>Fósforo</b>	20	5,1545	2,09879	1,78	8,83
<b>Sodio</b>	20	133,3500	6,03738	127,00	152,00
<b>Potasio</b>	20	4,6400	0,60298	3,70	5,80

Tabla 12. Parámetros bioquímicos en hembras y machos mayores de 2 años.					
Parámetros	n°	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
<b>Prot. totales</b>	27	6,7563	0,90531	4,57	8,25
<b>Albúmina</b>	27	3,4896	0,30502	2,81	4,03
<b>Glucosa</b>	27	71,1111	19,73153	1,00	100,00
<b>Triglicéridos</b>	27	32,6296	25,69967	4,00	86,00
<b>Colesterol</b>	27	88,8148	28,00142	53,00	188,00
<b>Creatinina</b>	27	0,8974	0,17202	0,57	1,43
<b>Urea</b>	27	31,4074	8,72335	19,00	63,00
<b>Fosf. alcalina</b>	27	138,3704	111,45925	38,00	518,00
<b>ALAT</b>	27	13,2963	7,97021	2,00	33,00
<b>Calcio</b>	27	3,8811	0,42153	2,96	4,58
<b>Fósforo</b>	27	4,6933	1,06284	2,68	7,28
<b>Sodio</b>	27	133,4074	5,04029	127,00	148,00
<b>Potasio</b>	27	4,3704	0,47541	3,60	5,60

Este análisis descriptivo de los datos, suministra algunas estadísticas básicas como son número de observaciones válidas para los cálculos (n°), media aritmética (Media), desviación estándar (Desv. Estándar), intervalo de confianza mínimo, intervalo de confianza máximo. A continuación, como la intención es comparar los parámetros con relación a la edad, mostramos los resultados del análisis de varianza y la prueba de Tukey cuando fuera necesario.

Tabla 13. Parámetros bioquímicos registrados para la raza ovina Criolla Lanada Serrana

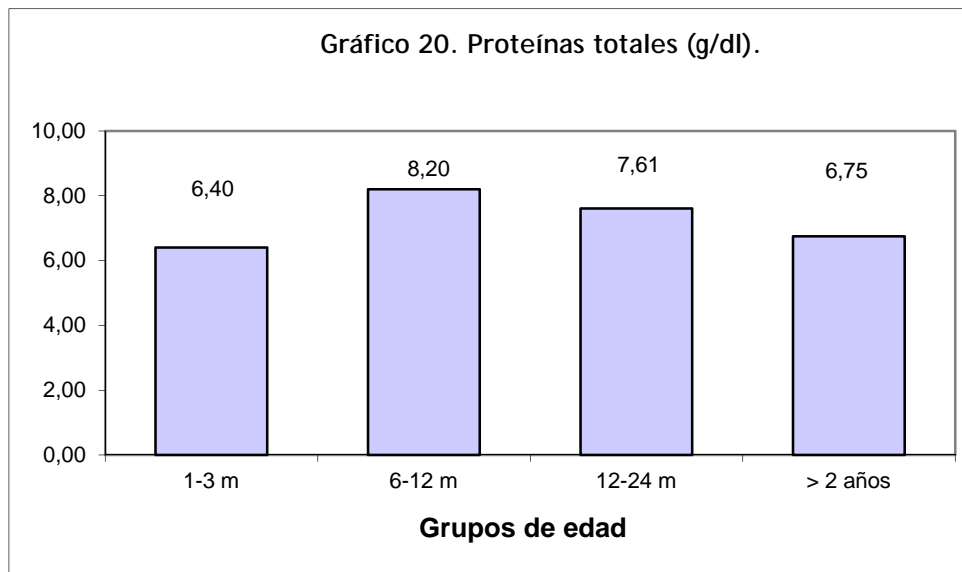
Parámetros	n°	Media
Prot totales	80	7,18
Albúmina	80	3,81
Glucosa	80	89,38
Triglicéridos	80	37,50
Colesterol	80	104,91
Creatinina	80	1,52
Urea	80	37,90
F. Alcalina	80	225,73
ALAT	80	14,51
Calcio	80	3,65
Fósforo	80	6,11
Sodio	80	131,57
Potasio	80	4,53

Tabla 14. Prueba de homogeneidad de las varianzas. Edad

Parámetros	Estadístico de Levene	g. l. 1	g.l. 2	Sig.
Prot. totales	4,851	3	76	0,004
Albúmina	5,011	3	76	0,003
Glucosa	1,167	3	76	0,328
Triglicéridos	1,306	3	76	0,279
Colesterol	1,831	3	76	0,149
Creatinina	3,279	3	76	0,025
Urea	3,278	3	76	0,025
Fosf. alcalina	0,351	3	76	0,789
ALAT	1,485	3	76	0,225
Calcio	3,121	3	76	0,031
Fósforo	6,395	3	76	0,001
Sodio	2,769	3	76	0,047
Potasio	4,121	3	76	0,009



## Proteínas totales



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	35,764	11,921	6,157	0,001
<b>Intra grupos</b>	76	147,163	1,936		
<b>Total</b>	79	182,927			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	6,4029		a
6 a 12 meses	16	8,2050	0,002	a, b
12 a 24 meses	20	7,6185	0,047	a, c
adultos	27	6,7563	0,008	b, c

Las medias de proteínas totales de 6 a 12 meses son mayores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales de 1 a 3 meses ostenta la media inferior de todos los grupos. Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que existen diferencias significativas (gráfico 20), entre los corderos más jóvenes con los corderos que tienen menos de 2 años, pero no muestran diferencias significativas con respecto a los animales adultos. Aún, hemos encontrado diferencias significativas entre los ovinos adultos y los corderos entre 6 a 12 meses y entre los ovinos de 12 a 24 meses y los ovinos adultos.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, están situados entre 6 a 7,9 g/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

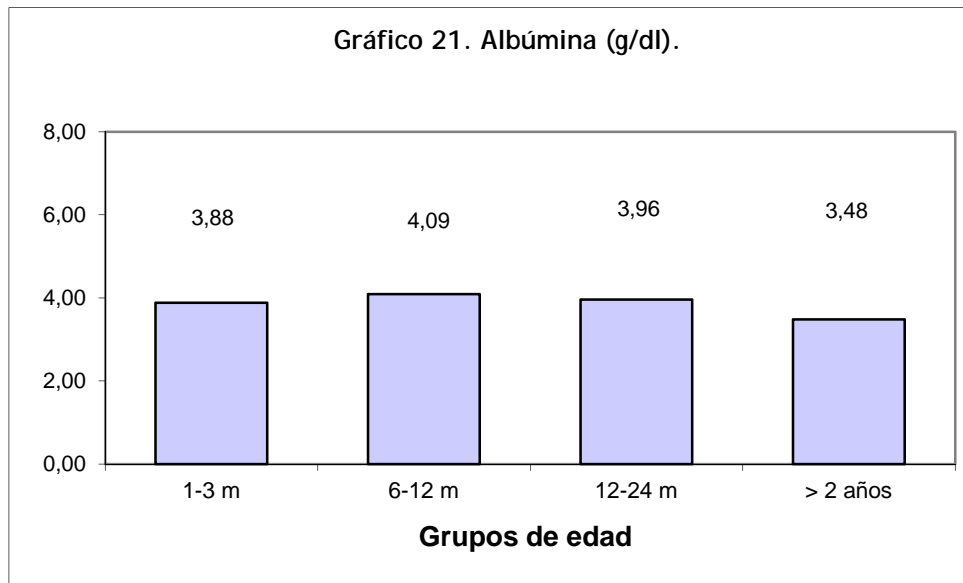
Los valores medios encontrados por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana de 7,18 g/dl (tabla 13), son más altos que los hallados por Barreiro (1989), de 6,72 g/dl, para la raza Gallega, sin embargo son similares a los valores encontrados por Castillo (1994), de 7,10 g/dl y Torío (1998), 7,14 g/dl, también para la raza Gallega.

González (1992) cita que varios autores señalan una variación en la concentración de las proteínas totales en ovinos, entre 3,6 y 9,5 g/dl.

Gutiérrez Panizo et al. (1988) observan, en ganado ovino de raza Churra y Manchega, un aumento de las proteínas séricas en los primeros días, para disminuir posteriormente entre el primer y segundo mes de vida, recuperándose a partir de los cuatro meses siguientes. Por el contrario, Alonso et al. (1997) encuentran un descenso en los valores de proteínas totales en la raza Merina a medida que avanza la edad, pasando de  $80,67 \pm 5,3$  g/l en corderas a  $78,70 \pm 8,4$  g/l en animales entre 2,5 - 3,5 años, hasta  $74,95 \pm 11,18$  g/l para ovejas maduras, de edad superior a los 4,5 años.

Las variaciones de los valores medios encontrados por nosotros son las siguientes; 6,75 g/dl para los animales adultos, 7,61 g/dl para los animales entre 12 a 24 meses, 8,20 g/dl para los jóvenes entre 6 a 12 meses y 6,40 g/dl para los corderos de 1 a 3 meses de edad (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Albúmina



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	4,600	1,533	4,848	0,004
<b>Intra grupos</b>	76	24,034	0,316		
<b>Total</b>	79	28,634			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	3,8818		
6 a 12 meses	16	4,0938	0,006	a
12 a 24 meses	20	3,9605	0,029	b
adultos	27	3,4896	0,006	a, b

Comprobamos que las medias de albúmina presentan los valores más altos para los grupos de corderos entre 6 a 12 meses, mientras que las medias más bajas se reflejan en las ovejas adultas. Encontramos diferencias significativas (gráfico 21), entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos adultos y también entre los ovinos de 12 a 24 meses con los ovinos adultos.

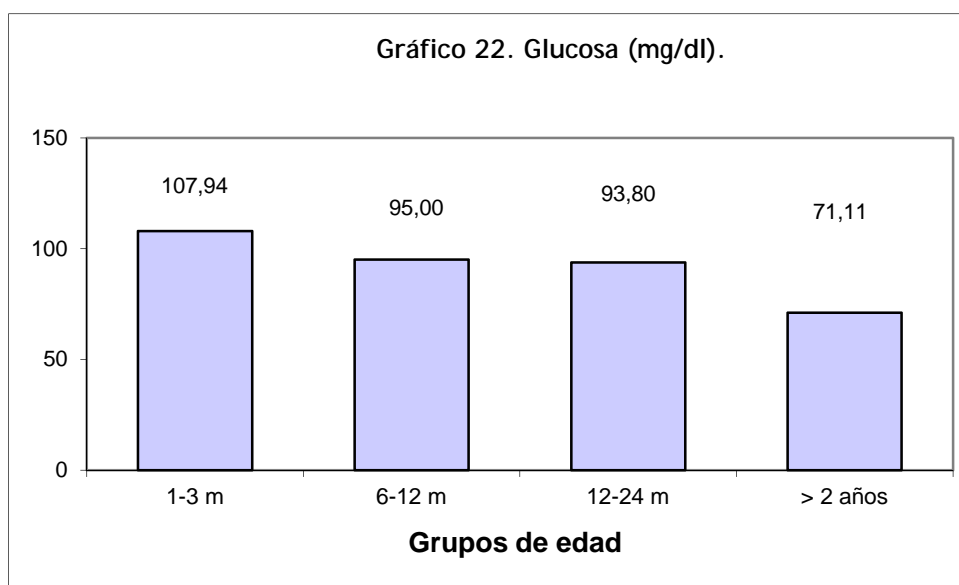
Los valores medios de 3,81 g/dl (tabla 13), encontrados por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana, son similares a los obtenidos por Castillo (1994), de 3,71 g/dl, sin embargo son más altos que los registrados por Barreiro (1989), de 3,27 g/dl y por Torío (1998), de 2,90 g/dl, todos en la oveja Gallega.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan desde 2,4g/dl hasta 4,5g/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

El manejo alimentario y el estado nutricional de los animales influyen en los niveles de proteínas totales y en la albúmina (Rowlands et al., 1977; Peterson y Waldern, 1981; Zardo, 1989; Sabogal et al., 1994; Ravarotto et al., 2000; Ferreira et al., 2001). Los animales estudiados por nosotros son creados semi-extensivamente y todos se encontraban en excelente estado nutricional.

Estudiamos diferentes grupos de edad y los valores medios encontrados en los corderos de 1 a 3 meses son de 3,88 g/dl, en los jóvenes de 6 a 12 meses son de 4,09 g/dl, en los animales de 12 a 24 meses son de 3,96 g/dl y en los animales adultos de 3,48 g/dl (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Glucosa



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	15764,180	5254,727	5,387	0,002
<b>Intra grupos</b>	76	74130,808	975,405		
<b>Total</b>	79	89894,987			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	107,9412		a
6 a 12 meses	16	95,0000		
12 a 24 meses	20	93,8000		
adultos	27	71,1111	0,002	a

Con relación a glucosa observamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes y los animales adultos representados en el gráfico 22. Encontramos la menor media para el grupo de ovejas adultas y la mayor media para el grupo de corderos más jóvenes (1 a 3 meses). Las medias registradas para los diferentes grupos de edad se encuentran en las tablas 9, 10, 11 y 12.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan entre 30,6mg/dl a 95mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Los valores medios encontrados por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana son de 89,38 mg/dl (tabla 13), estos son más altos que los valores medios registrados por Barreiro (1989) 59,81 mg/dl, por Castillo (1994), 49,80 mg/dl y por Torío (1998) 53,41 mg/dl, todos para la raza Gallega. Sin embargo, Torío (1998), cita que diferentes investigadores registran valores medios basales en Ovinos de 36,36 hasta 80,72 mg/dl, siendo más bajos dos que los encontrados en nuestro estudio.

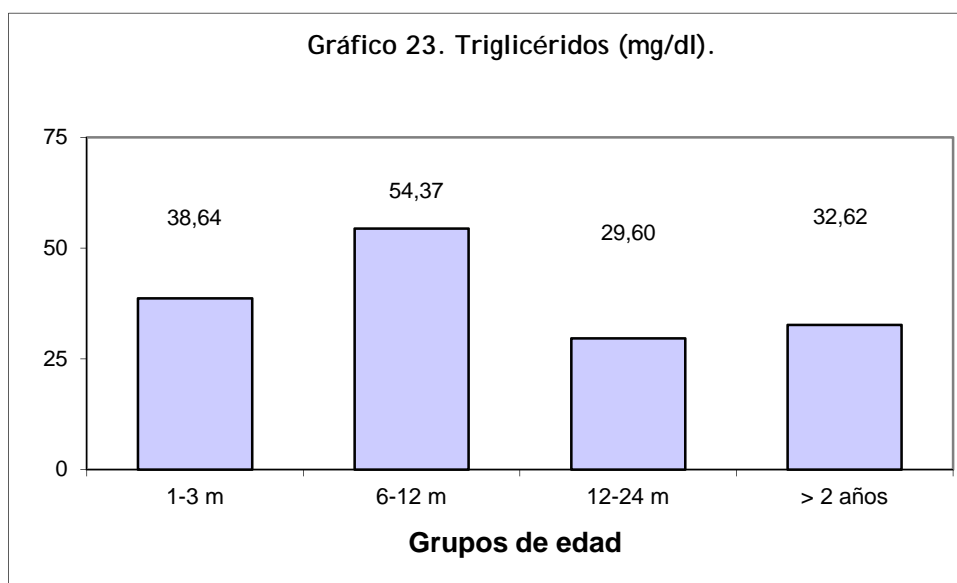
Rosa di Michele (1972) diferenciando la glucemia según diversas razas de ovino, cita los valores medios para la raza Criolla, de 72,41 ± 7,00 mg/dl, sin embargo no hemos podido comprobar de que linaje de ovejas Criollas se trata este estudio.

A partir de la revisión bibliográfica realizada hemos podido comprobar que los valores de glucosa en rumiantes son extremadamente variables, siendo normal si tenemos en cuenta que los niveles son muy sensibles a diferentes factores, tales como la edad, alimentación, estado fisiológico, estrés, etc; pero en general presentan niveles de glucosa en sangre inferior al resto de los animales domésticos (García Partida, 1976). Comprobación compartida por nosotros, a pesar de sólo tener estudiado las relaciones entre diferentes grupos de edades y sexo, no estudiando factores como estado fisiológico, estrés, etc.

La concentración de glucosa en sangre es mayor en los animales jóvenes y particularmente en el recién nacido, en cambio la glucosa está muy disminuida al final de la gestación, mientras que el sexo del animal no parece tener repercusión en los niveles de glucemia (Braun et al., 1980). En nuestra investigación encontramos datos que comprueban esta disminución en diferentes grupos de edad, los jóvenes de 1 a 3 meses presentaron valores medios de 107,94 mg/dl, los jóvenes de 6 a 12 meses, 95,00 mg/dl, los animales de 12 a 24 meses, 93,80 mg/dl y los animales adultos, 71,11 mg/dl (tablas 9,10,11 y 12).

González (1992) cita que según diversos autores, existe una clara dependencia con la edad, apareciendo una disminución con el envejecimiento, dando como cifra media entre varios grupos de ovinos, la de 56,91 mg/dl. Este descenso de la glucosa con la edad lo atribuyen al desarrollo de los preestómagos y al incremento en importancia de los ácidos grasos volátiles.

### Triglicéridos



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	6467,271	2155,757	4,195	0,008
<b>Intra grupos</b>	76	39052,729	513,852		
<b>Total</b>	79	45520,000			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	38,6471		
6 a 12 meses	16	54,3750	0,009	a,b
12 a 24 meses	20	29,6000	0,009	a
adultos	27	32,6296	0,017	b

Las medias de los triglicéridos se encuentran más altas en el grupo de animales entre 6 a 12 meses, mientras que las más bajas son del grupo de los animales entre 12 a 24 meses. Comprobamos que hay diferencias significativas, visibles en el gráfico 23, entre los corderos de 6 a 12 meses con los animales de 12 a 24 meses. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos adultos.

Nosotros hemos encontrado para la raza ovina Criolla lanada Serrana, valores medios de 37,50 mg/dl (tabla 13), valores estos más altos que los valores fisiológicos medios citados por Castillo (1994), 36,84 mg/dl, sin embargo más bajos que los encontrados por Torío (1998), 42,25 mg/dl, para la raza Gallega.

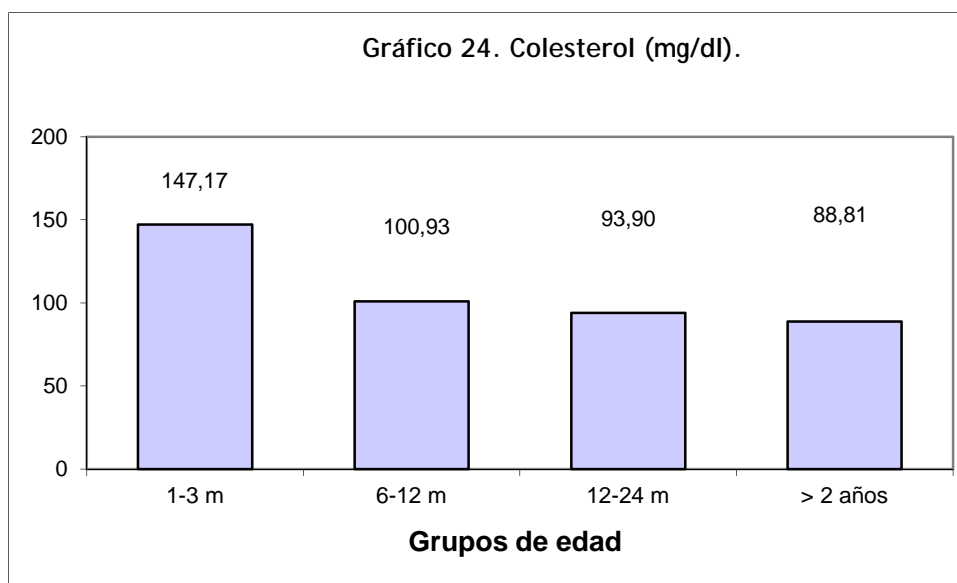
Martin y Aitken (2002), citan los valores normales para la especie ovina; 17,7 a 88,5 mg/dl.

Diferentes investigadores (Jenkins et al., 1982; Desco et al., 1989; Ulvund, 1990; González, 1992; Kaneko et al., 1997), registran valores basales medios entre 23,02mg/dl y 70,85mg/dl.

Los valores obtenidos en la bibliografía son extremadamente variables, oscilando entre 6 y 61 mg/dl (Kaneko, 1989), siendo el valor medio 23,1 mg/dl (Desco et al., 1989).

La edad es un factor capaz de modificar las concentraciones de estos compuestos en sangre si nos atenemos a los estudios efectuados por Jenkins et al. (1982) quienes aprecian en ovejas los máximos valores (58 mg/dl) en periodos comprendidos entre los 15 y 16 meses de vida. Sin embargo, en nuestro estudio encontramos los valores medios más altos en el grupo de jóvenes de 6 a 12 meses de edad, 54,37 mg/dl, mientras que los otros grupos presentarían valores medios de 38,64 mg/dl para corderos de 1 a 3 meses, 29,60 mg/dl para animales de 12 a 24 meses y 32,62 mg/dl para los animales adultos registrados en las tablas 9, 10, 11 y 12.

## Colesterol



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	40041,105	13347,035	9,835	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	103135,282	1357,043		
<b>Total</b>	79	143176,388			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	147,1765		a, b, c
6 a 12 meses	16	100,9375	0,003	a
12 a 24 meses	20	93,9000	0,000	b
adultos	27	88,8148	0,003	c

Las medias de colesterol de los corderos de 1 a 3 meses son mayores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales adultos ostenta la menor media de todos los grupos. Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que existen diferencias significativas (gráfico 24) entre los corderos más jóvenes con los corderos que tienen de 6 a 12 meses, bien como con los animales de 12 a 24 meses y con los ovinos adultos.

Los valores que hemos recogido en la bibliografía son muy variables, así Kaneko (1989) indica valores medios en ovejas de 70 mg/dl ( $64 \pm 12$ ), sin establecer su estado fisiológico, si bien explica que su metabolismo se ve influido directamente por las hormonas tiroideas valores estos más bajos que los encontrados por nosotros para



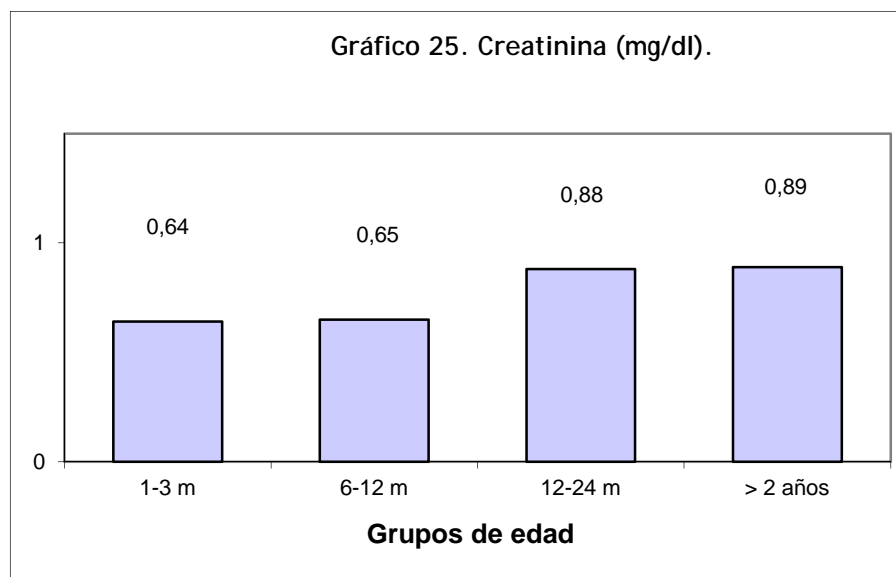
la raza Criolla Lanada Serrana, de 104,91 mg/dl (tabla 13), sin embargo dentro de los parámetros citados por Desco et al. (1989), en 30 ovejas (*Ovis aries ligeriensis*) que indican un valor medio de 75,4 mg/dl, con valores que oscilan entre 35 y 118.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, varían desde 31mg/dl hasta 212 mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Rosenberger (1983) cita que la colesterolemia en los rumiantes se ve influida poderosamente por diversos factores tanto internos como externos al animal, entre los cuales destaca la gestación, la lactación y la dieta.

Comprobamos que la edad es un factor que influye en los niveles de colesterol en los distintos grupos de edad, así demuestran los valores medios encontrados en nuestra investigación, corderos de 1 a 3 meses presentaron valores medios de 147,17 mg/dl, jóvenes de 6 a 12 meses, 100,93 mg/dl, animales de 12 a 24 meses, 93,90 mg/dl y animales adultos, 88,81 mg/dl (tablas 9, 10, 11 y 12), estos valores muestran que los valores de colesterol decrecen con la edad.

## Creatinina



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	0,791	0,264	6,835	,000
<b>Intra grupos</b>	76	2,933	,039		
<b>Total</b>	79	3,724			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	0,6429		a,b,c
6 a 12 meses	16	0,6556	0,015	a
12 a 24 meses	20	0,8870	0,002	b
adultos	27	0,8974	0,000	c

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que hay diferencia significativa entre los corderos de 1 a 3 meses de edad con los corderos de 6 a 12 meses, con los animales de 12 a 24 meses y con los adultos (gráfico 25). La media más alta está en el grupo de animales adultos y la media más baja está en el grupo de corderos entre 1 a 3 meses.

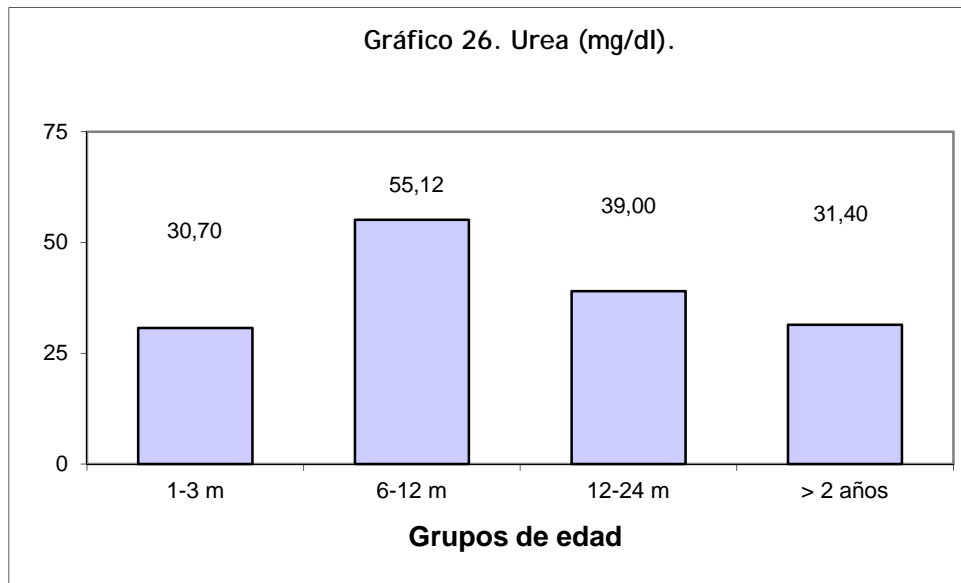
Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, son de 0,7 a 1,9 mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Castillo (1994), cita los valores de creatinina sérica de 1,92 mg/dl para la raza Gallega, coincidiendo con González (1992) para la especie ovina. Torío (1998) cita para la raza Gallega valores de 0,89 mg/dl, valores estos más altos que los encontrados por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana de 1,52 mg/dl (tabla 13).

En lo que respecta a la tasa de creatinina sérica con relación a la edad Gregory et al. (2004) observaron que animales jóvenes, de hasta 12 meses de edad, presentaron valores séricos menores que los adultos.

Los valores encontrados por nosotros para los diferentes grupos de edad nos muestran que los jóvenes de 1 a 3 meses presentan valores medios de 0,64 mg/dl en relación a los adultos que presentaran 0,89 mg/dl, coincidiendo con el autor, en el grupo de animales de 6 a 12 meses que presentaran valores de 0,65 mg/dl, y los animales de 12 a 24 meses presentaran valores medios de 0,88 mg/dl (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Urea



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	6789,402	2263,134	5,683	0,001
<b>Intra grupos</b>	76	30263,798	398,208		
<b>Total</b>	79	37053,200			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	30,7059		a
6 a 12 meses	16	55,1250	0,004	a,b
12 a 24 meses	20	39,0000		
adultos	27	31,4074	0,002	b

Con relación a urea observamos que existen diferencias significativas, observadas en el gráfico 26, entre los corderos más jóvenes y los corderos de 6 a 12 meses. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los animales adultos. La menor media encontrada fue en el grupo de corderos de 1 a 3 meses y la mayor media para el grupo de corderos de 6 a 12 meses.

Castillo (1994), encuentra en la oveja Gallega, valores de 45,14 mg/dl, dentro del rango normal indicado para la especie ovina por distintos investigadores que varían de 10 a 45,14 mg/dl ( Jenkins et al., 1982; Gómez Piquer et al., 1992; González, 1992), valores medios más altos que los registrados por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana de 37,90 mg/dl (tabla 13), sin embargo son más altos que los

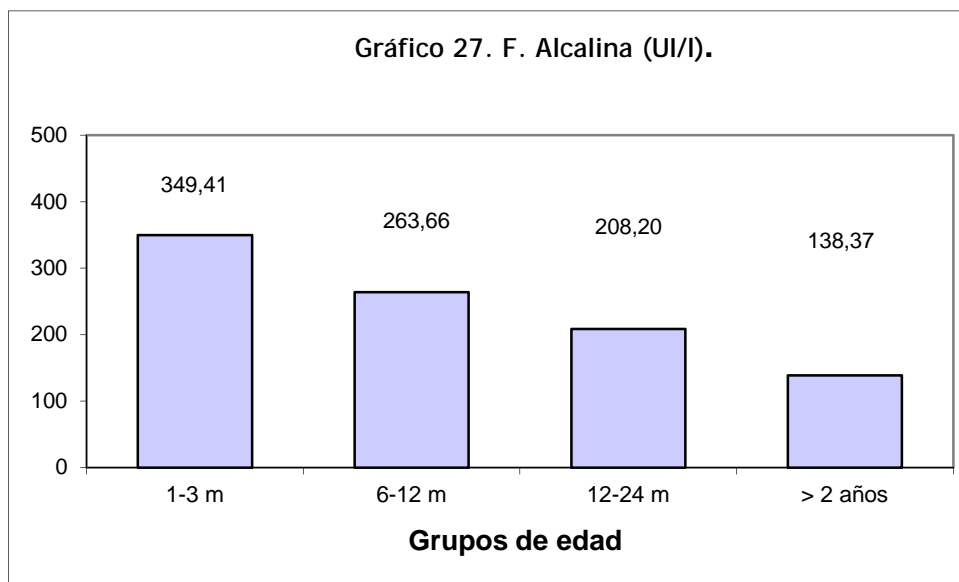
descritos por (Torío (1998), que obtiene valores de urea sérica en ovejas de raza Gallega de 29,32 mg/dl.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan de 8 mg/dl hasta 42,6mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007; Aceña et al., 2008).

Respecto a la edad, Jenkins et al. (1982) describen una estrecha correlación entre la uremia de los animales y ésta, manifestando los mayores valores en el periodo comprendido entre los 15 y 16 meses de vida. Knowles et al. (2000) observaron un patrón de variación de la urea donde existía un rápido descenso desde el nacimiento hasta el sexto día, y después los niveles aumentaban hasta los 81 días.

En nuestra investigación hemos encontrado los valores medios más altos en el grupo de edad entre 6 a 12 meses, 55,12 mg/dl, en cuanto los otros grupos presentan una media similar; jóvenes de 1 a 3 meses, 30,70 mg/dl, animales de 12 a 24 meses, 39 mg/dl y animales adultos 31,40 mg/dl (tablas 9, 10, 11 y 12).

## F. Alcalina



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	495280,636	165093,545	14,090	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	890489,067	11716,961		
<b>Total</b>	79	1385769,703			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	349,4118		a,b
6 a 12 meses	16	263,6663	0,002	c
12 a 24 meses	20	208,2000	0,001	a
adultos	27	138,3704	0,000	b,c

Las medias de fosfatasa alcalina de los corderos de 1 a 3 meses son mayores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales adultos ostenta la menor media de todos los grupos. Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que existen diferencias significativas, visibles en el gráfico 27, entre los corderos más jóvenes con los ovinos que tienen de 12 a 24 meses, también los corderos más jóvenes presentan diferencias significativas con los animales adultos y los corderos de 6 a 12 meses con los ovinos adultos.

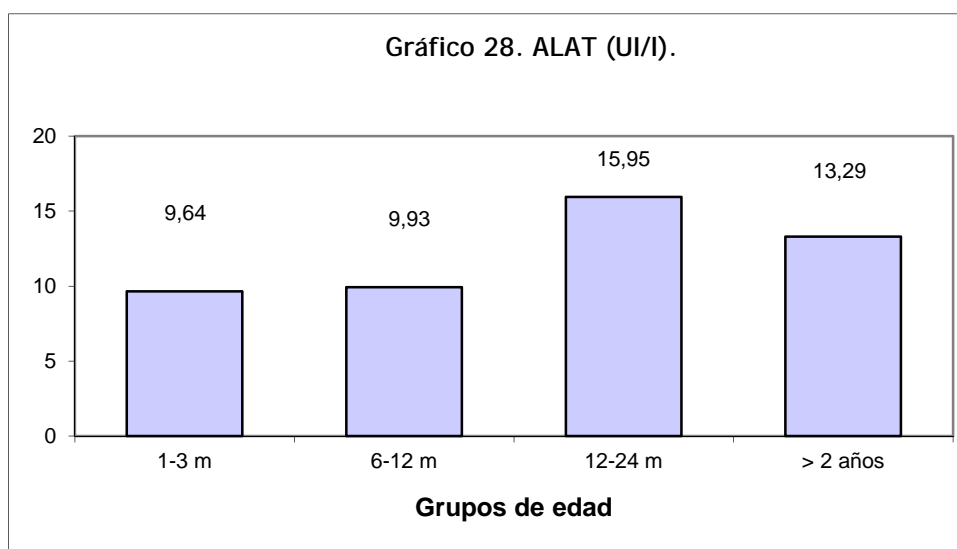
Para la fosfatasa alcalina (FA), Barreiro (1989) determina unos valores fisiológicos medios de 43,59 UI/I para la raza Gallega, si bien indica valores muy variables para esta enzima en la especie ovina. En este mismo sentido diferentes investigadores reflejan cifras entre 9,29 UI/I y 387 UI/I para esta especie (André, 1981; Desco et al., 1989; Kaneko, 1989; González, 1992; Kaneko et al., 1997). Torío (1998) encuentra los valores medios basales para la raza Gallega de 131,64 UI/I, valores medios inferiores a los de la raza Criolla Lanada Serrana encontrados en nuestra investigación, de 225,73 UI/I (tabla 13), sin embargo estos valores se encuentran dentro de los parámetros citados por diferentes autores para la especie ovina.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan de 44 a 390UI/I (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Según Shaffer et al. (1981), los animales jóvenes poseen valores normales más elevados; con el aumento de la edad los valores séricos se reducen, resultados estos, compartidos por nosotros, donde hemos encontrado valores medios de 349,41 UI/I en

jóvenes de 1 a 3 meses, 263,66 UI/I en jóvenes de 6 a 12 meses de edad, 208,20 UI/I en animales de 12 a 24 meses y 138,37 UI/I en animales adultos (tablas 9, 10, 11 y 12).

## ALAT



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	954,588	318,196	7,312	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	3307,399	43,518		
<b>Total</b>	79	4261,988			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	9,6471		a,b
6 a 12 meses	16	19,9375	0,000	a,c
12 a 24 meses	20	15,9500	0,025	b
adultos	27	13,2963	0,011	c

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que hay diferencia significativa entre los corderos de 1 a 3 meses y los corderos de 6 a 12 meses. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 1 a 3 meses y los ovinos de 12 a 24

meses, comprobamos aún diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos adultos representadas en el gráfico 28. La media más alta está en el grupo de animales de 6 a 12 meses y la media más baja está en el grupo de corderos entre 1 a 3 meses

Los valores registrados para ovejas Gallegas por Barreiro (1989) son de 6,07 UI/I. Dentro de los límites considerados normales en ovinos por otros investigadores (6 UI/I a 39UI/I) (Desco et al., 1989; González, 1992; Kaneko et al., 1997) valores más bajos que los encontrados en nuestra investigación para la raza Criolla Lanada Serrana, de 14,51 UI/I (tabla 13), sin embargo más bajos que los registrados por Torío (1998) para la raza Gallega de 26,78 UI/I.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan entre 0 a 84 UI/I (Meyer et al., 1995; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Antón y Mayayo, 2007).

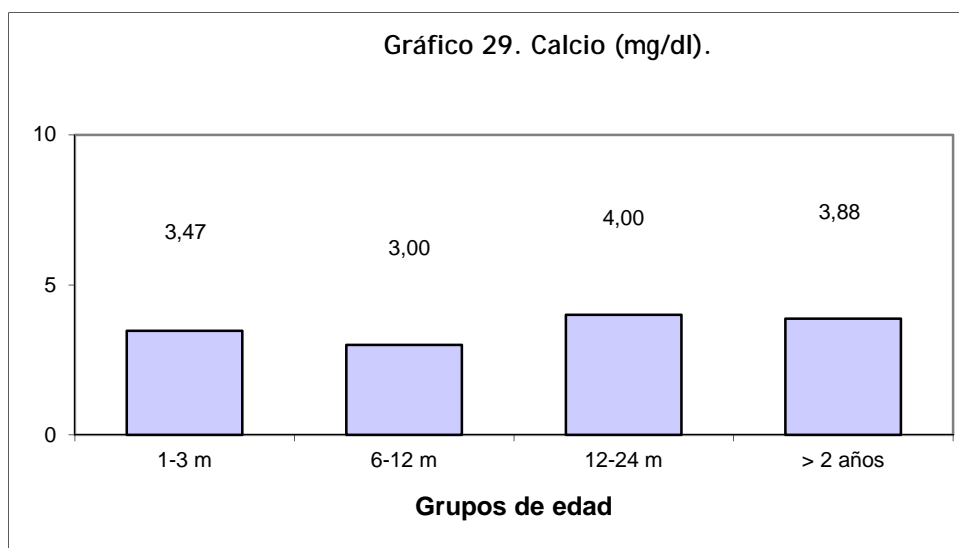
González (1992) cita que los valores hallados entre los diversos autores revisados están comprendidos entre 6 y 39 UI/I. Los valores medios obtenidos en suero por Barreiro (1989) fueron de 6,07 UI/I.

El factor racial parece influir en la actividad enzimática de la ALAT, Boots et al. (1970) observaron una relación de la actividad de la ALAT con la edad, con significativas diferencias y presentando los valores más elevados en los animales más jóvenes, con excepción del grupo de animales de 1 a 3 meses de edad investigado por nosotros, donde encontramos valores medios de 9,64 UI/I, los otros grupos comprueban los resultados de el citado autor cuanto a la edad. Los animales de 6 a 12 meses presentaran medias de 19,93 UI/I, los de 12 a 24 meses, 15,95 UI/I y de los adultos, 13,29 UI/I (tablas 9, 10, 11 y 12).

Jenkins et al. (1982) observan que se produce variaciones en relación con la edad, aumentando en la mitad del segundo año de vida, para disminuir hasta los 6 años.

Gutiérrez Panizo et al. (1988) estudian corderos de raza Churra obteniendo valores medios de 6 a 9,13 UI/I en los cuatro primeros meses de vida.

## Calcio



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	11,225	3,742	20,591	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	13,811	0,182		
<b>Total</b>	79	25,036			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	3,4724		a
6 a 12 meses	16	3,0044	0,012	a,b,c
12 a 24 meses	20	4,0090	0,002	a,b
adultos	27	3,8811	0,014	a,c

Con relación al calcio observamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes con los corderos de 6 a 12 meses, bien como con los ovinos de 12 a 24 meses y con los adultos. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos de 12 a 24 meses. Comprobamos aún diferencia significativa entre los corderos de 6 a 12 meses y los ovinos adultos comprobados a través del gráfico 29. La menor media encontrada fue en el grupo de corderos de 6 a 12 meses y la mayor media para el grupo de ovinos de 12 a 24 meses.

Los valores medios de calcio sérico descritos para a raza Ovina Gallega, fueron de 2,34 mmol/l y 2,47 mmol/l por Barreiro (1989) y Castillo (1994), respectivamente.



Los valores medios registrados por los distintos investigadores en la especie ovina oscilan entre 1,90 y 2,86 mmol/l (Alonso de Vega, 1984; Brooks et al., 1984; Gómez Piquer et al., 1992; Meyer et al., 1992). Torío (1998) cita los niveles basales medios de calcio sérico en ovejas Gallegas de 2,34 mmol/l.

Valores estos más bajos que los encontrados en nuestra investigación para la raza Criolla Lanada Serrana, de 3,65 mg/dl (tabla 13), sin embargo nuestros hallazgos son más bajos que los valores medios descritos como normales por distintos autores.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan desde 6 hasta 13 mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Castillo (1993) cita el valor medio de calcio sérico total en hembras de raza Gallega de  $9,946 \pm 0,226$  mg/dl, siendo para las de gestación sencilla de  $9,953 \pm 0,138$  mg/dl, y para las de gestación doble, de  $9,934 \pm 0,127$  mg/dl.

Según Shaffer et al. (1981) los cambios de calcio con el aumento de la edad están asociados con los cambios en la producción hormonal. En animales con más edad, debido a su menor capacidad para movilizar el calcio óseo y a las pérdidas durante los partos anteriores sin la debida reposición, los niveles séricos de calcio están reducidos (Blas, 1999).

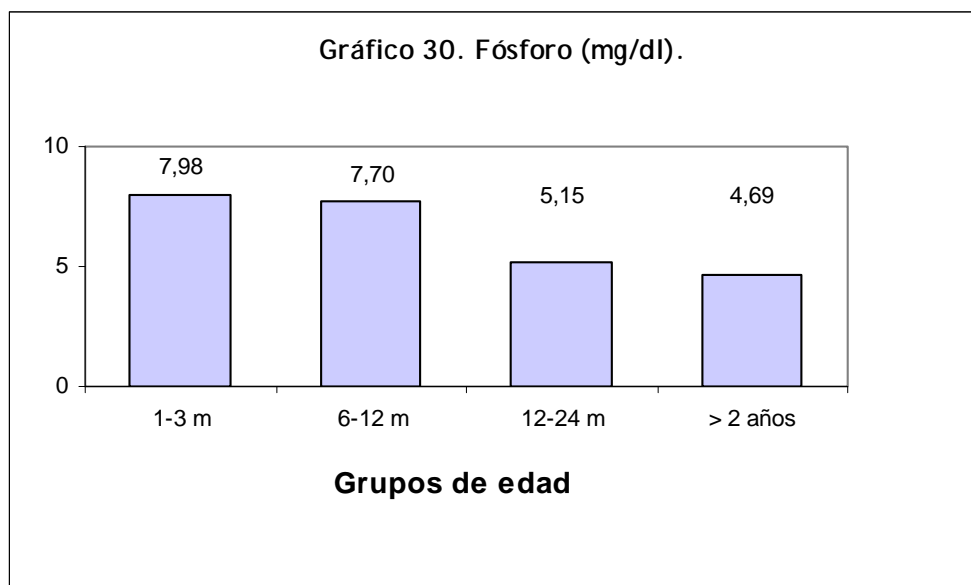
Según Castillo (1994), la edad es capaz de modificar los niveles de calcio del individuo. La calcemia sufre un descenso con la edad debido al descenso en la absorción intestinal del mineral, si bien no podemos dejar de lado la influencia que, sobre este comportamiento, ejerce el descenso en los niveles de osteocalcina, y que va dificultar la fijación del mineral a nivel óseo.

Gutierrez Panizo et al. (1988) aprecian en corderos de raza Churra y Manchega en periodo de crecimiento una disminución en los niveles de calcio sérico conforme avanza la edad, describiendo que la calcemia de corderos de menos de 1 mes de vida es más elevada que en los animales con 2 a 4 meses, atribuyéndolo al mayor metabolismo calcico de los primeros.

Alonso et al. (1997) en ovejas Merinas arroja resultados opuestos a los anteriores, ya que estos autores encuentran diferencias marcadas en la calcemia conforme avanza la edad del animal, con ascenso significativo en los valores, desde 10,04 mg/dl cuando se trata de corderos hasta 10,88 mg/dl en el caso de ovejas adultas.

Los resultados encontrados por nosotros son para jóvenes de 1 a 3 meses, 3,47 mg/dl, para jóvenes de 6 a 12 meses, 3,00 mg/dl, para animales de 12 a 24 meses, 4,00 mg/dl y para los animales adultos, 3,88 mg/dl (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Fósforo



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	173,064	57,688	22,598	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	194,007	2,553		
<b>Total</b>	79	367,071			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	7,9853		a
6 a 12 meses	16	7,7075	0,000	b,
12 a 24 meses	20	5,1545	0,000	a,b
adultos	27	4,6933	0,000	a,b,

Las medias de fósforo de los corderos de 1 a 3 meses son mayores que las medias de los otros grupos de edad. El grupo de animales adultos ostenta la menor media de todos los grupos. Al comparar los grupos entre sí, comprobamos que existen diferencias significativas entre los corderos más jóvenes con los ovinos que tienen de 12 a 24 meses, también los corderos más jóvenes presentan diferencias significativas

con los animales adultos. Aún observamos diferencias significativas entre los corderos de 6 a 12 meses con los ovinos de 12 a 24 meses y entre los corderos de 6 a 12 meses con los ovinos adultos, diferencias estas, visibles en el gráfico 30.

Castillo (1993) cita el valor medio de fósforo sérico inorgánico en hembras de raza Gallega de  $5,27 \pm 0,493$  mg/dl, siendo para las de gestación sencilla de  $5,294 \pm 0,527$  mg/dl, y para las de gestación doble, de  $5,230 \pm 0,437$  mg/dl. En condiciones fisiológicas Barreiro (1989) cita las concentraciones séricas de fósforo de 1,56 mmol/l y Castillo (1994) de 1,70 mmol/l. Torío (1998) cita valores de 1,59 mmol/l, para ovejas de raza Gallega.

Los valores son más bajos que los encontrados en nuestra investigación para la raza Criolla Lanada Serrana, de 6,11 mg/dl (tabla 13), sin embargo nuestros hallazgos si encuentran dentro de los parámetros descritos como normales por distintos autores.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan de 3,5 hasta 12,4 mg/dl (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

La edad de los animales va a inducir una respuesta negativa sobre la concentración sérica de este elemento, como consecuencia de la rápida movilización del tejido óseo en animales en crecimiento (Doornenbal et al., 1988; Kaneko, 1989; Meyer et al., 1995; Underwood y Suttle, 1999; González et al., 2000).

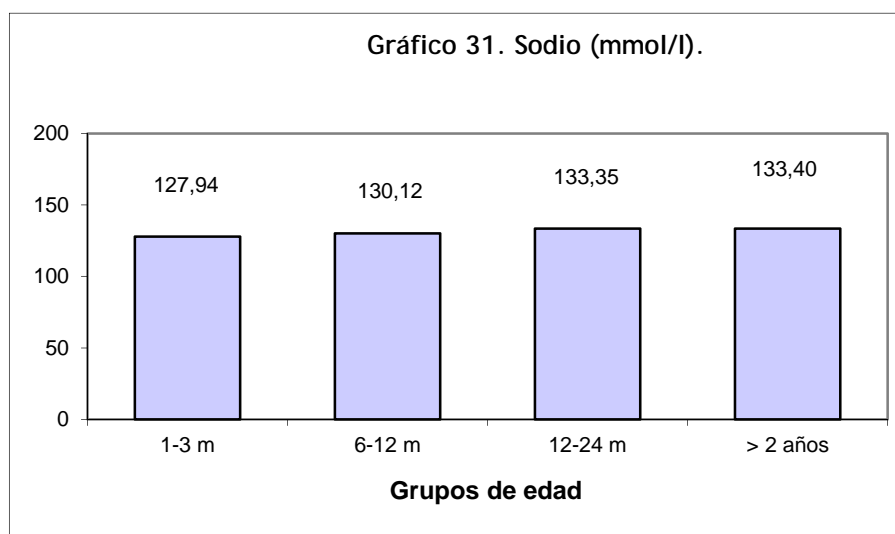
Arruda (2006) describe para ovinos, niveles de 7 a 9 mg/dl para animales en crecimiento y de 3 a 5 mg/dl para adultos.

Gutierrez Panizo et al. (1988) no registran, en corderos de raza Churra y Manchega, diferencias en las concentraciones séricas de fósforo durante los cuatro primeros meses de vida, aportando unas cifras comprendidas entre 5,62 y 6,66 mg/dl. Hecho contrario al señalado por Alonso (1986), y en cuyo trabajo observa que son las corderas Merinas, frente a las primalas, andoscas, trasandoscas y ovejas, quienes presentan las mayores fosfatemias con valores de 5,35 mg/dl, en comparación con las ovejas adultas para las que registra concentraciones de 4,52 mg/dl.

González et al. (2000) coincide con el estudio anterior, al comparar los valores de fósforo entre raza Merina y cruces de Churra x Awassi encuentra valores más altos en los corderos (7,8 mg/dl) que en los adultos (4,98 mg/dl).

Nuestra investigación coincide con los estudios anteriores, donde encontramos valores más altos en los corderos de 1 a 3 meses de edad, 7,98 mg/dl, que en los animales adultos, 4,69 mg/dl. Los jóvenes de 6 a 12 meses presentaron medias de 7,70 mg/dl y los animales de 12 a 24 meses, 5,15 mg/dl (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Sodio



### Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	411,790	137,263	6,828	0,000
<b>Intra grupos</b>	76	1527,760	20,102		
<b>Total</b>	79	1939,550			

### Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	127,9412		a
6 a 12 meses	16	130,1250		
12 a 24 meses	20	133,3500	0,003	a
adultos	27	133,4074	0,001	a

Comparando los grupos entre sí, comprobamos que hay diferencia significativa entre los corderos de 1 a 3 meses y los ovinos de 12 a 24 meses. También encontramos diferencia significativa entre los corderos de 1 a 3 meses y los ovinos adultos, observadas en el gráfico 31. La media más alta está en el grupo de animales adultos y la media más baja está en el grupo de corderos entre 1 a 3 meses.

Con respecto a la oveja Gallega, Castillo (1994) indica, en condiciones normales, una concentración media de 146,44 mmol/l, inferiores por los aportados por Barreiro (1989) de 163,95 - 165,81 mmol/l.

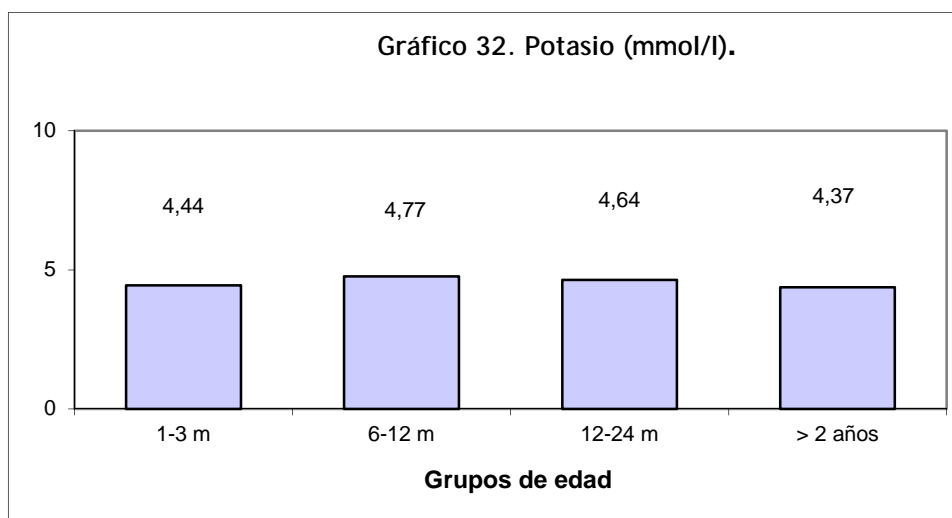
Los niveles basales medios de sodio sérico en la especie ovina oscilan entre 136,0 y 161,0 mmol/l (Garry et al., 1990; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Meyer et al., 1992). Torío (1998) cita valores de 161,87 mmol/l, para la raza Gallega, valores estos altos bajos dos que los encontrados en nuestra investigación para la raza Criolla Lanada Serrana, de 131,57 mmol/l (tabla 13), sin embargo nuestros hallazgos son más bajos que los valores medios descritos como normales por distintos autores.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan de 139 a 160 mmol/l (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

Gutierrez Panizo et al. (1988), estudiando la evolución de este elemento en corderos de raza Churra y Manchega, entre los 15 y 120 días de vida, aprecian en los primeros un incremento en la natremia ya al mes, con posterior descenso y mantenimiento de unos valores constantes desde entonces. Pero en los ovinos Manchegos el comportamiento es diferente, descendiendo en el primer mes e incrementándose gradualmente hasta el cuarto.

Los valores que hemos encontrado en nuestra investigación muestran un incremento de los niveles de sodio conforme avanza la edad, en corderos de 1 a 3 meses observamos medias de 127,94 mmol/l, en jóvenes de 6 a 12 meses, 130,12 mmol/l, en animales de 12 a 24 meses, 133,35 mmol/l y en animales adultos, 133,40 mmol/l (tablas 9, 10, 11 y 12).

## Potasio



## Análisis de varianza en función de la edad

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	3	2,023	0,674	3,351	0,023
<b>Intra grupos</b>	76	15,295	0,201		
<b>Total</b>	79	17,319			

## Test de Tukey en función de la edad

Grupos con la misma letra indican diferencias significativas.				
Grupos de edad	N	Media	D.S.	
1 a 3 meses	17	4,4412		
6 a 12 meses	16	4,7750		a
12 a 24 meses	20	4,6400		
adultos	27	4,3704	0,028	a

Con relación al potasio observamos que existen diferencias significativas entre los corderos de 6 a 12 meses con los animales adultos, a pesar de esta diferencia no ser visible en el gráfico 32. La menor media encontrada fue en el grupo de ovinos adultos y la mayor media para el grupo de corderos de 6 a 12 meses.

Barreiro (1989) obtiene valores de 5,76 - 6,56 mmol/l y Castillo (1994) de 5,40 mmol/l. Torío (1998) cita que diferentes investigadores registran una potasemia para la raza Gallega entre 5,4 y 6,5 mmol/l y él en su investigación registra valores de 5,74 mmol/l, para la misma raza; los valores son más altos dos que los encontrados en nuestra investigación para la raza Criolla Lanada Serrana, de 4,53 mmol/l (tabla

13), sin embargo nuestros hallazgos si encuentran dentro de los parámetros descritos como normales por distintos autores.

Para la especie ovina, los diferentes investigadores (Garry et al., 1990; Lunn et al., 1990; Smith et al., 1990; Fubini et al., 1991; Meyer et al., 1992), registran valores que oscilan entre 3,8 mmol/ l y 5,8 mmol/l.

Los valores medios considerados por diferentes autores para la especie Ovina, oscilan entre 3,9 hasta 6 mmol/l (Allen y Borkowski, 1999; Radostits et al., 2002; Martin y Aitken, 2002; Pugh, 2004; Antón y Mayayo, 2007).

La edad de los animales es otro factor que modifica las concentraciones de K<sup>+</sup> en suero. Alonso (1986) obtiene niveles superiores en ovejas frente a corderas de raza Merina, hecho también apreciado por Gomez Piquer et al. (1992) en animales de raza Aragonesa.

Gutierrez Panizo et al. (1988) estudiando la evolución de la potasemia en corderos de raza Churra y Manchega, entre los 15 días y 4 meses de vida, aprecian en el primer grupo, un aumento progresivo conforme avanza la edad, si bien sin diferencias significativas, mientras que en la raza Manchega, los valores se mantienen más o menos constantes durante el estudio, resultados compartidos por nosotros para la raza Criolla Lanada Serrana, donde las medias se presentaron más o menos constantes, para corderos de 1 a 3 meses, 4,44 mmol/l, para jóvenes de 6 a 12 meses, 4,77 mmol/l, para animales de 12 a 24 meses, 4,64 mmol/l, y para adultos, 4,37 mmol/l (tablas 9, 10, 11 y 12).

## V.4. Análisis descriptivo y pruebas para comparación en función del sexo.

## V.4.1. Parámetros hematológicos

Tabla 15. Parámetros hematológicos en ovinos machos					
Parámetros	Nº	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	37	9,3730	3,61560	3,60	21,60
GR	37	9,4362	0,89127	7,99	10,75
Hg	37	11,3676	1,00417	8,40	13,20
Hcto	37	32,9378	2,31317	29,10	37,80
Plaq	37	200,3784	87,64523	68,00	359,00
VCM	37	35,1459	3,56467	29,50	44,93
HCM	37	12,1329	1,43466	9,80	15,46
CHCM	37	34,5368	2,35076	28,77	38,30
RDW	37	14,1676	2,12525	11,20	18,10
%neutr	37	47,0811	11,52625	22,00	67,00
%lin	37	46,3514	11,39741	23,00	66,00
%eos	37	3,9189	2,64972	0,00	11,00
%mon	37	2,1081	1,30775	0,00	6,00
%bas	37	0,3784	0,54525	0,00	2,00
Abs Neutr	37	4399,9189	2184,49836	1548,00	12312,00
Abs Linf	37	4352,5946	1885,55712	1334,00	7714,00
Abs Eos	37	375,7297	336,84431	0,00	1512,00
Abs Mono	37	194,0811	137,95518	0,00	666,00
Abs Baso	37	35,0000	58,95149	0,00	264,00

Tabla 16. Parámetros hematológicos en ovinos hembras					
Parámetros	Nº	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
GB	43	9,9651	3,99207	4,20	21,30
GR	43	9,6365	1,07902	7,85	12,31
Hg	43	11,5395	1,15018	9,10	14,10
Hcto	43	33,1349	3,34933	25,30	43,60
Plaq	43	198,9302	83,64676	62,00	347,00
VCM	43	34,6749	4,16671	26,87	43,41
HCM	43	12,0837	1,49329	8,45	15,44
CHCM	43	34,8917	2,14721	30,41	39,53
RDW	43	13,5953	2,23649	9,70	18,30
%neutr	43	48,8605	11,32755	19,00	71,00
%lin	43	44,0930	11,84385	21,00	74,00
%eos	43	4,2791	2,51022	0,00	11,00
%mon	43	2,2326	1,26937	0,00	6,00
%bas	43	0,3953	0,54070	0,00	2,00
Abs Neutr	43	4916,4419	2284,08717	1176,00	10152,00
Abs Linf	43	4363,6279	2081,90959	966,00	11715,00
Abs Eos	43	425,4884	329,08592	0,00	1566,00
Abs Mono	43	214,4651	137,04819	0,00	708,00
Abs Baso	43	31,9070	45,94708	0,00	158,00



Este análisis descriptivo de los datos, suministra algunas estadísticas básicas como son número de observaciones válidas para los cálculos ( $n^{\circ}$ ), media aritmética (Media), desviación estándar (Desv. Estándar), intervalo de confianza mínimo y intervalo de confianza máximo. A continuación, como la intención es comparar los parámetros con relación al sexo, mostramos los resultados del análisis de varianza. Las pruebas post hoc (prueba de Tuckey), no fueron realizadas para los parámetros con relación al sexo porque hay menos de tres grupos (grupo1 = machos y grupo2 = hembras).

Tabla 17. Comparación de las medias entre machos y hembras

Parámetros	Sexo	N	Media
GB	Macho	37	9,3730
	Hembra	43	9,9651
GR	Macho	37	9,4362
	Hembra	43	9,6365
Hg	Macho	37	11,3676
	Hembra	43	11,5395
Hcto	Macho	37	32,9378
	Hembra	43	33,1349
Plaq	Macho	37	200,3784
	Hembra	43	198,9302
VCM	Macho	37	35,1459
	Hembra	43	34,6749
HCM	Macho	37	12,1329
	Hembra	43	12,0837
CHCM	Macho	37	34,5368
	Hembra	43	34,8917
RDW	Macho	37	14,1676
	Hembra	43	13,5953
%neutr	Macho	37	47,0811
	Hembra	43	48,8605
%lin	Macho	37	46,3514
	Hembra	43	44,0930
%eos	Macho	37	3,9189
	Hembra	43	4,2791
%mon	Macho	37	2,1081
	Hembra	43	2,2326
% Baso	Macho	37	0,3784
	Hembra	43	0,3953
Neutr. abs.	Macho	37	4399,9189
	Hembra	43	4916,4419
Linf. abs.	Macho	37	4352,5946
	Hembra	43	4363,6279
Eosin. abs	Macho	37	375,7297
	Hembra	43	425,4884
Monoc. abs	Macho	37	194,0811
	Hembra	43	214,4651
Baso. abs.	Macho	37	35,0000
	Hembra	43	31,9070

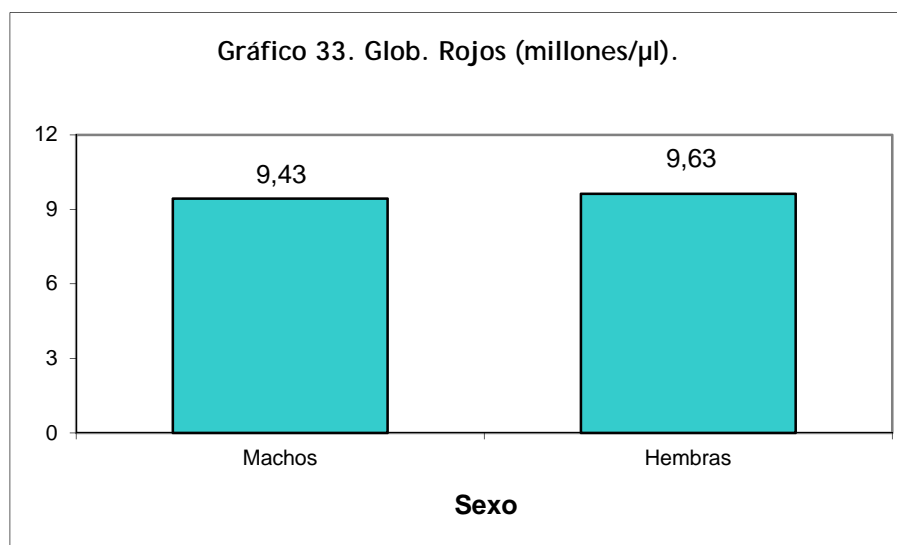
Para todos los parámetros estudiados, como regla comprobamos valores más altos en las medias de las hembras que de los machos (intervalo de confianza para la media al 95%), con excepción de los valores de plaquetas, VCM, HCM, RDW, % de linfocitos y número absoluto de basofilos que presentaron valores más altos para los machos.

Estadísticamente no presentaran diferencia significativa a través de la prueba ANOVA.

Tabla 18. Prueba de homogeneidad de las varianzas. Sexo				
Parámetros	Estadístico de Levene	g. l. 1	g.l. 2	Sig.
GB	0,674	1	78	0,414
GR	3,196	1	78	0,078
Hg	0,277	1	78	0,600
Hcto	2,108	1	78	0,151
Plaq	0,403	1	78	0,527
VCM	0,805	1	78	0,373
HCM	0,000	1	78	0,992
CHCM	0,557	1	78	0,458
RDW	0,329	1	78	0,568
%neutr	0,413	1	78	0,522
%lin	0,023	1	78	0,880
%eos	0,019	1	78	0,891
%mon	0,043	1	78	0,837
%bas	0,014	1	78	0,906
Abs Neutr	0,471	1	78	0,495
Abs Linf	0,010	1	78	0,921
Abs Eos	0,091	1	78	0,763
Abs Mono	0,036	1	78	0,849
Abs Baso	0,645	1	78	0,424

Cuando los parámetros hematológicos para comparación del sexo, fueron sometidos a prueba de ANOVA, comprobamos que no hay diferencia significativa entre machos y hembras desde el punto de vista estadístico (la diferencia es significativa al nivel 0,05).

## Globulos Rojos



## Análisis de varianza en función del sexo

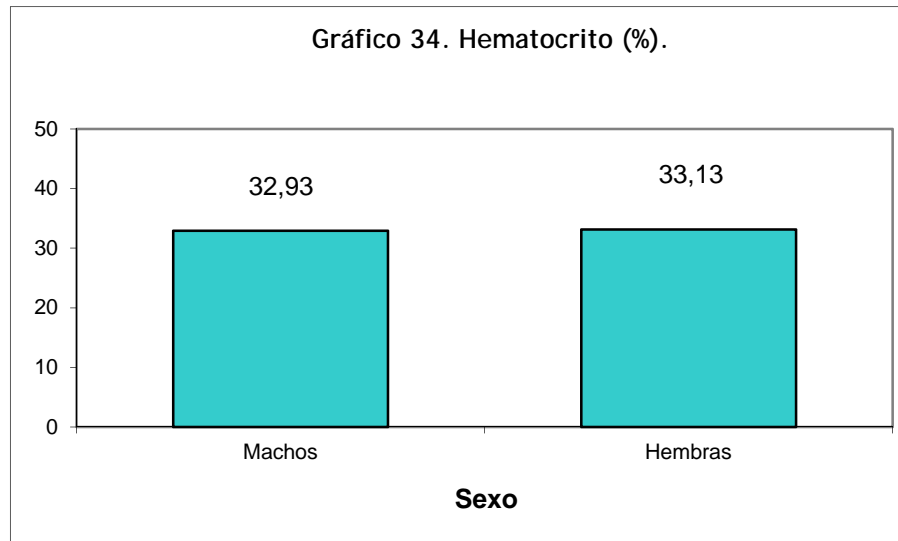
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,798	0,798	0,803	0,373
<b>Intra grupos</b>	78	77,497	0,994		
<b>Total</b>	79	78,295			

Los valores más altos fueron encontrados en las hembras, 9,96 millones/ $\mu$ l, pero no presentan diferencias significativas con relación a los machos, 9,37 millones/ $\mu$ l, (gráfico 33 y tabla 17), sin embargo diversos autores justifican cambios en la eritrocitemia de las hembras según su estado fisiológico. Los estudios de González (1992), describen que la gestación influye poderosamente en la tasa de eritrocitos, con disminución en gestantes frente a las no gestantes, Oduye (1976) da cifras de  $12,2 \pm 2,2$  y  $11,3 \pm 2,0$  millones/ $\mu$ l en raza Ovina Nigeriana y de  $7,70 \pm 2,00$  y  $7,40 \pm 1,90$  millones/ $\mu$ l en raza West African.

Como consecuencia de parasitaciones, González (1992), señala las citas de Talegón Heras (1974) que encuentra cifras entre 3 y 5 millones/ $\mu$ l en animales con parasitación grave, de 6 millones en menos graves y de 9 millones en ovinos sanos, y Morros (1967) que obtiene un mínimo valor de 10 millones/ $\mu$ l.

Pero en nuestro estudio no contemplamos animales en diferentes estados fisiológicos, pues las hembras si encontraban vacías a más de 60 días y ni expuestas a parásitos, los animales estudiados son desparasitados periódicamente.

## Hematocrito

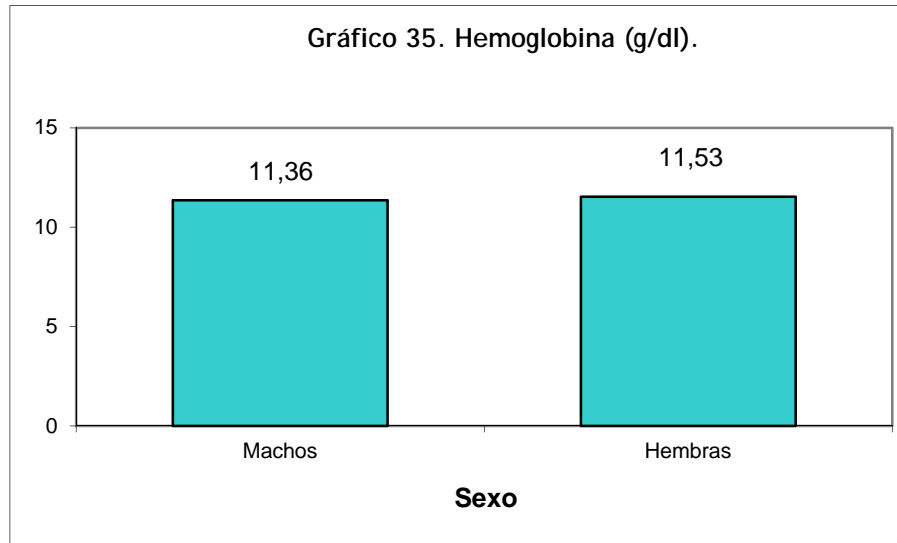


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,772	0,772	0,091	0,764
<b>Intra grupos</b>	78	663,785	8,510		
<b>Total</b>	79	664,557			

Tampoco encontramos diferencias significativas entre machos (32,93%) y hembras (33,13%). Comprobados por el gráfico 34 y la tabla 17.

## Hemoglobina

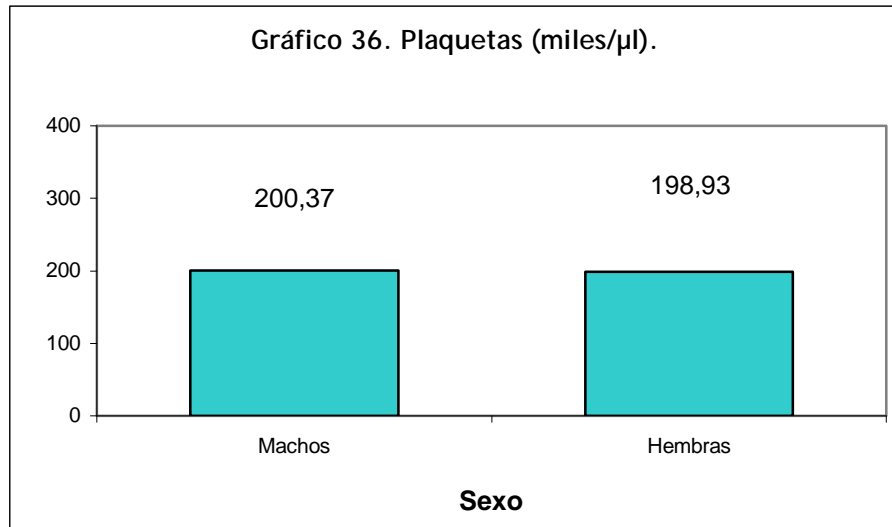


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,588	0,588	0,499	0,482
<b>Intra grupos</b>	78	91,864	1,178		
<b>Total</b>	79	92,452			

Investigadores como: Doornenbal et al., (1988), Henry et al., (1980), afirman que el sexo tiene influencia sobre los valores normales de hemoglobina, siendo los machos quienes presentan valores mayores que las hembras, pero nosotros no encontramos esta diferencia en la raza Criolla Lanada Serrana (gráfico 35), siendo los valores de 11,36 g/dl para los machos y 11,53 g/dl para las hembras (tabla 17).

## Plaquetas

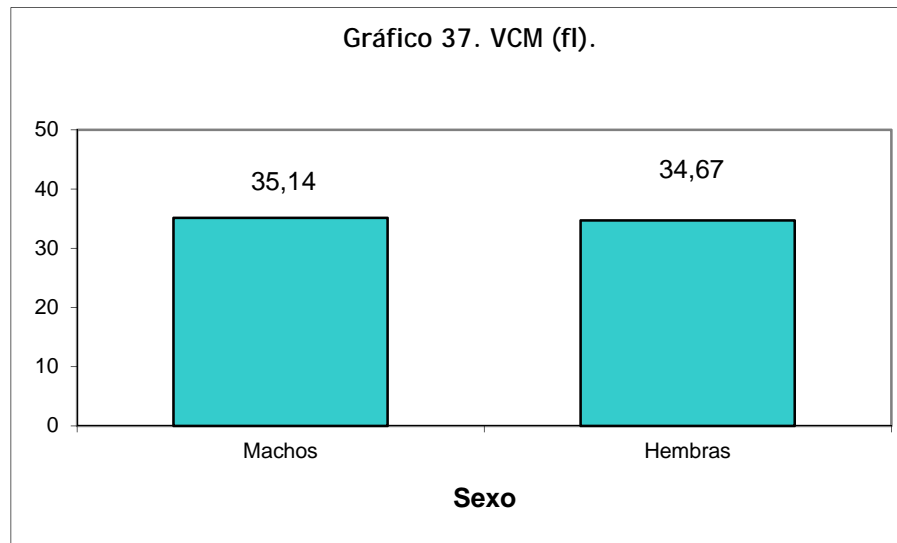


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	41,707	41,707	0,006	0,940
<b>Intra grupos</b>	78	570405,493	7312,891		
<b>Total</b>	79	570447,200			

La revisión bibliográfica no cita diferencias entre machos y hembras, lo que se puede comprobar en nuestra investigación, no hay diferencia significativa entre machos y hembras (gráfico 36), a pesar de los machos presentaren valores medios más altos (200,37 miles/ $\mu$ l) que en las hembras (198,93 miles/ $\mu$ l), valores registrados en la tabla 17.

## VCM



## Análisis de varianza en función del sexo

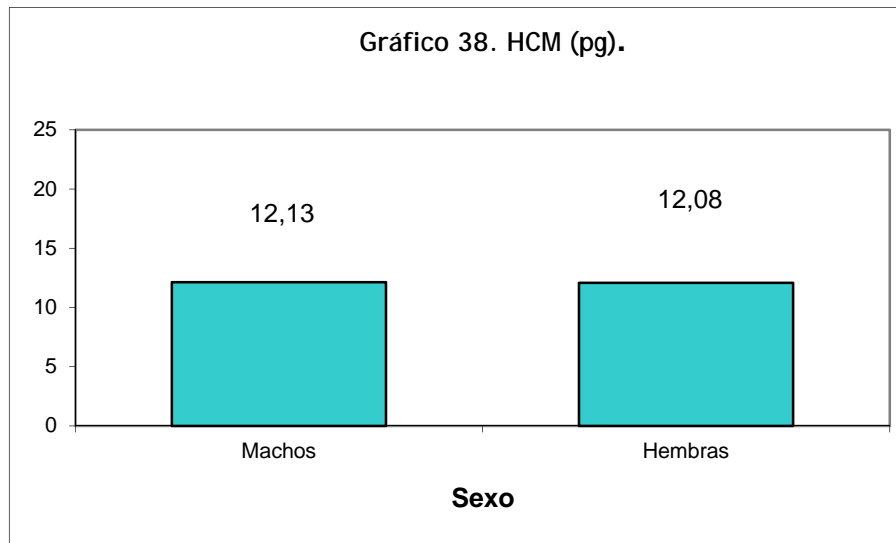
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	4,412	4,412	0,290	0,592
<b>Intra grupos</b>	78	1186,631	15,213		
<b>Total</b>	79	1191,043			

La influencia de la gestación sobre este parámetro queda reflejada en los estudios de González (1992) en los cuales el VCM tras mantenerse en valores similares durante los dos primeros meses, asciende de forma continua hasta el momento del parto, con valores superiores siempre en individuos de gestación gemelar.

Nosotros no evaluamos hembras en gestación, tampoco encontramos diferencias significativas en relación al sexo (gráfico 37).

Los valores medios encontrados por nosotros para machos (35,14 fl) y para hembras (34,67 fl) están registrados en la tabla 17.

## HCM



## Análisis de varianza en función del sexo

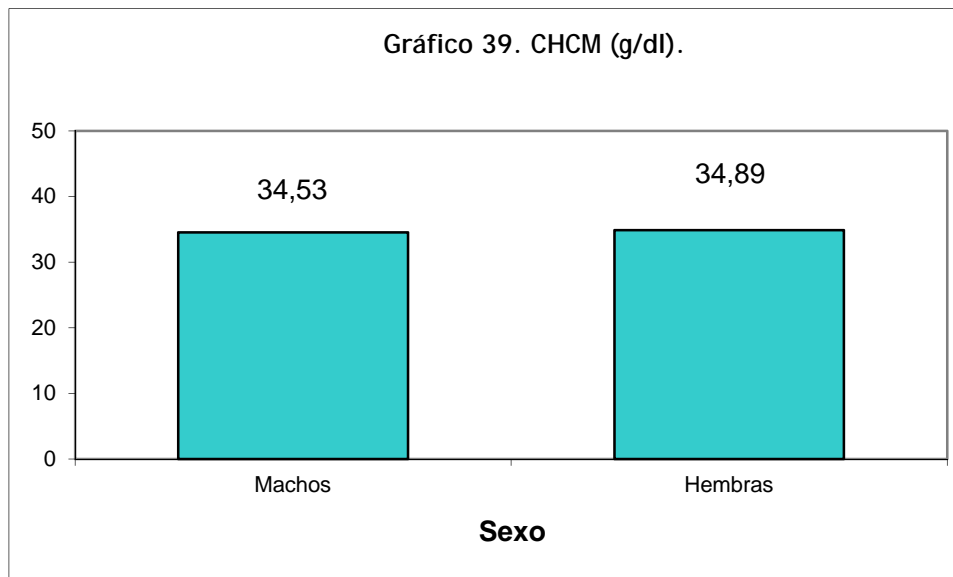
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,048	0,048	0,022	0,881
<b>Intra grupos</b>	78	167,753	2,151		
<b>Total</b>	79	167,801			

González (1992), señala que se considera como valor medio 10 pg y como valores aceptables los comprendidos entre 9 y 13 pg, aunque otros autores citan que pueden aparecer valores extremos de 8 y 17 pg, cita aún que el valor de HCM sufre un incremento conforme avanza la gestación, para alcanzar sus valores máximos en el último mes de la misma, decayendo posteriormente una semana ante-parto y posteriormente, durante el parto.

En nuestra investigación, no evaluamos los animales en distintas fases fisiológicas, no siendo posible contestar estos hallazgos, nosotros no hemos encontrado diferencia significativa entre machos (12,13 pg) y hembras (12,08 pg), lo que se puede demostrar en el análisis estadístico (gráfico 38 y tabla 17).



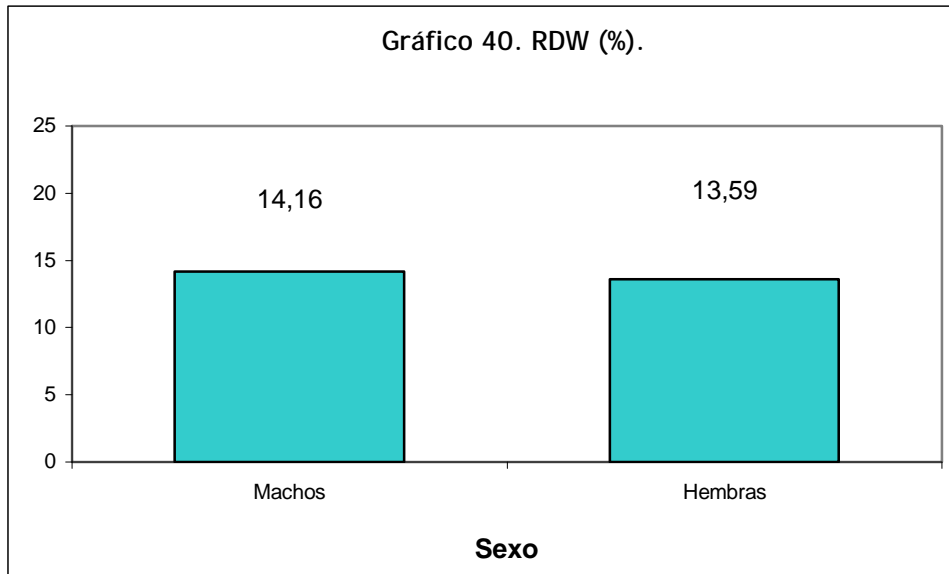
## CHCM

**Análisis de varianza en función del sexo**

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	2,505	2,505	0,498	0,483
<b>Intra grupos</b>	78	392,580	5,033		
<b>Total</b>	79	395,085			

Los valores no difieren con relación al sexo, siendo ligeramente más altos en las hembras (34,89 g/dl) que en los machos (34,53 g/dl), valores registrados en la tabla 17 y visibles en el gráfico 39, que nos muestra que tampoco hay diferencia significativa entre los sexos.

## RDW

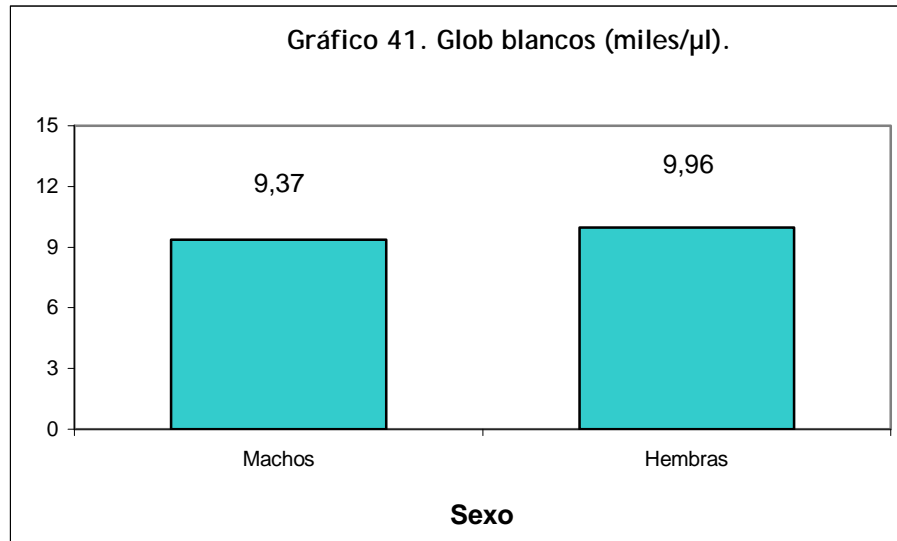
**Análisis de varianza en función del sexo**

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	6,512	6,512	1,363	0,247
<b>Intra grupos</b>	78	372,680	4,778		
<b>Total</b>	79	379,192			

Dado que es un índice que se ha comenzado a emplear recientemente en la rutina de laboratorio, no existen datos relevantes en la literatura consultada, Meyer et al (1995).

Los resultados estadísticos de este parámetro, no demuestran diferencia significativa con relación al sexo (gráfico 40), siendo los resultados obtenidos para los machos (14,16%) más altos que para las hembras (13,59%), valores estos registrados en la tabla 17.

## Globulos Blancos

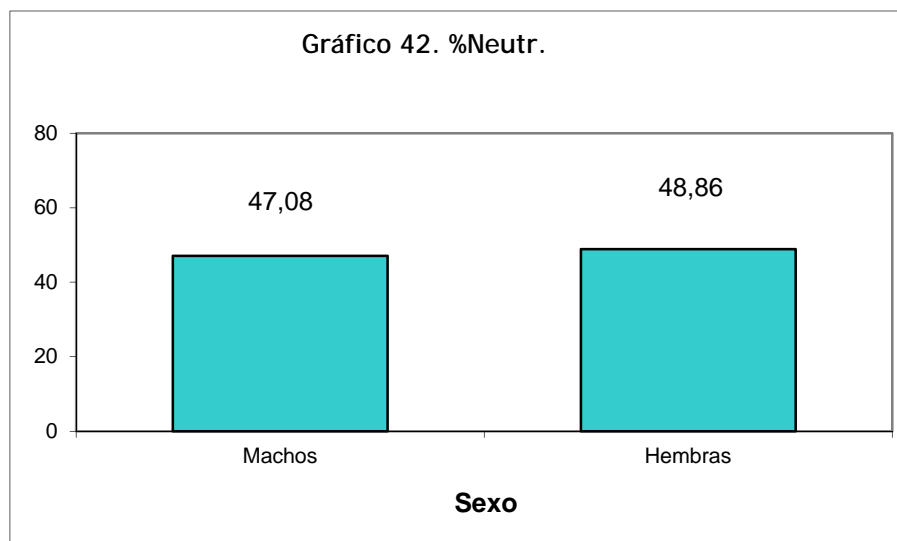


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1	6,973	6,973	0,477	0,492
Intra grupos	78	1139,951	14,615		
Total	79	1146,924			

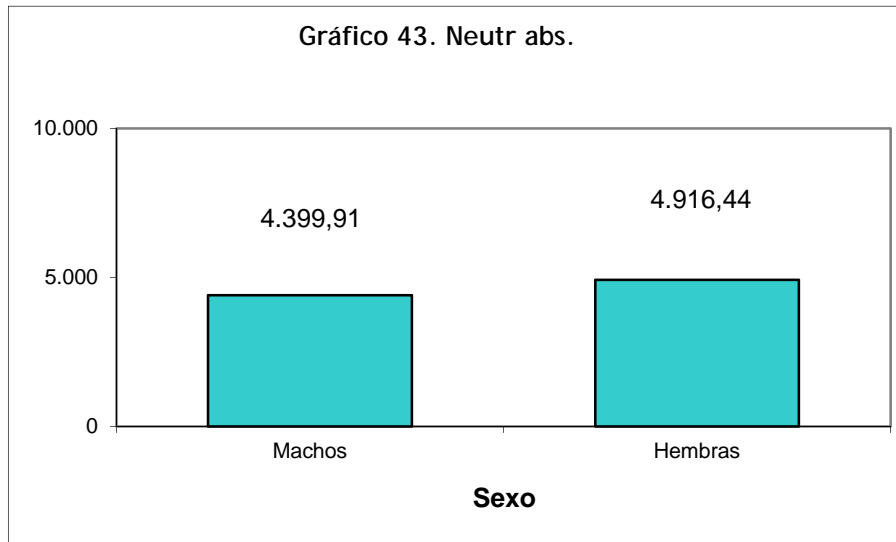
No encontramos diferencias significativas entre machos (9,37 miles/ $\mu$ l) y hembras (9,96 miles/ $\mu$ l), valores registrados en la tabla 17 y visibles en el gráfico 41.

## Neutrofilos (% y valor absoluto)



## Análisis de varianza en función del sexo (%).

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	62,968	62,968	0,483	0,489
<b>Intra grupos</b>	78	10171,920	130,409		
<b>Total</b>	79	10234,888			

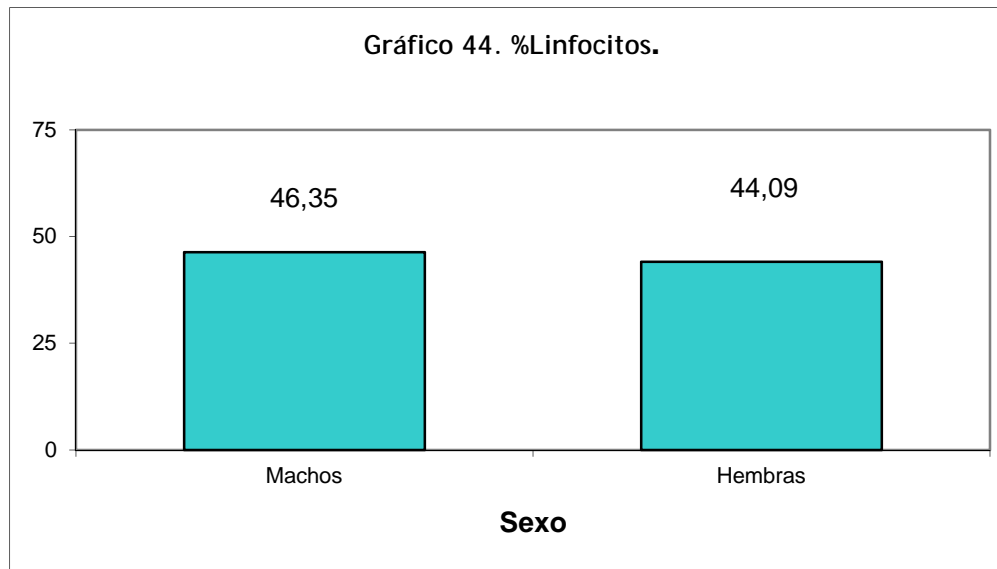


## Análisis de varianza en función del sexo (abs.)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	5305904,439	5305904,439	1,059	0,307
<b>Intra grupos</b>	78	3,909	5011659,838		
<b>Total</b>	79	5305908,348			

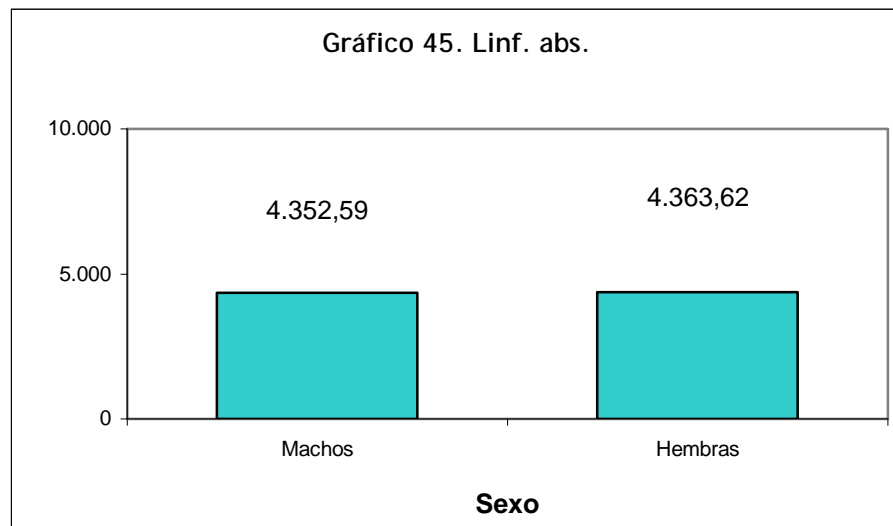
Hemos encontrado valores medios de 4677/  $\mu\text{l}$  (tabla 7) para los ovinos de raza Criolla. Con relación al sexo encontramos un valor medio ligeramente más bajo en los machos (4399/ $\mu\text{l}$ ) que en las hembras (4916/ $\mu\text{l}$ ), valores encontrados en la tabla 17 y visibles en los gráficos 42 y 43, que nos muestran que no hay diferencia estadísticamente significativa.

## Linfocitos (% y valor absoluto)



## Análisis de varianza en función del sexo (%).

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1	101,427	101,427	0,749	0,390
Intra grupos	78	10568,060	135,488		
Total	79	10669,488			

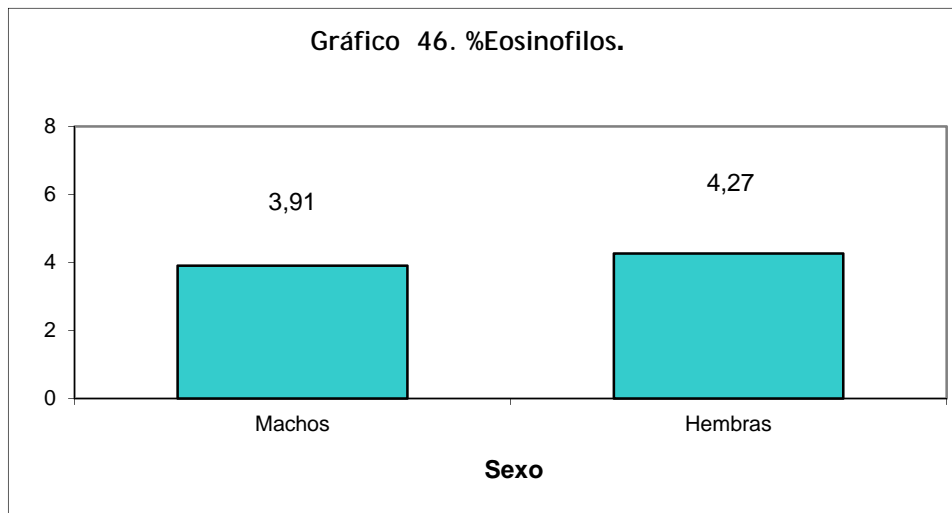


## Análisis de varianza en función del sexo (abs.)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1	2420,985	2420,985	0,001	0,980
Intra grupos	78	3,100	3974798,961		
Total	79	2424,085			

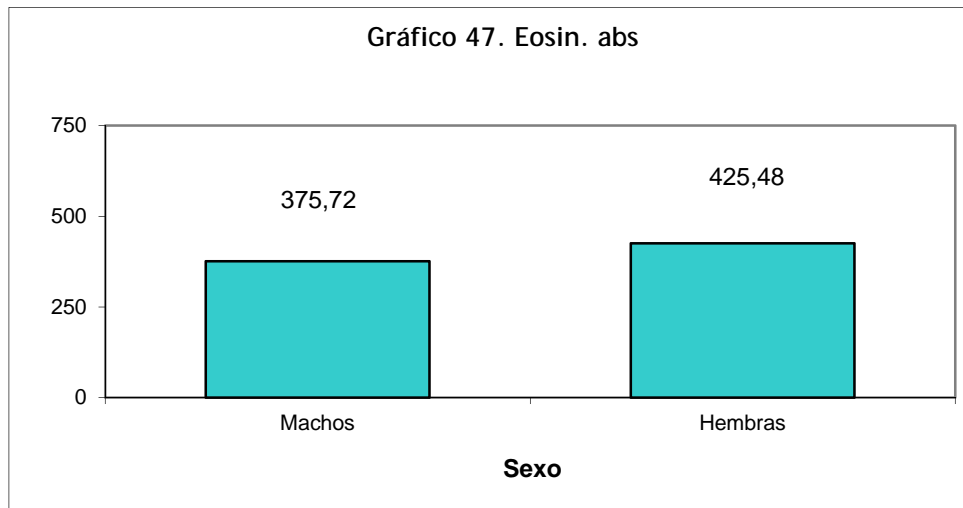
Nuestros hallazgos son similares a los citados por los diversos investigadores consultados, hemos comprobado también que no existen diferencias significativas entre machos (4352/ $\mu$ l) y hembras (4363/ $\mu$ l), observado en los gráficos 44 y 45. Los valores medios están registrados en la tabla 17.

### Eosinofilos (% y valor absoluto)



### Análisis de varianza en función del sexo (%)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	2,580	2,580	0,389	0,535
<b>Intra grupos</b>	78	517,408	6,633		
<b>Total</b>	79	519,988			

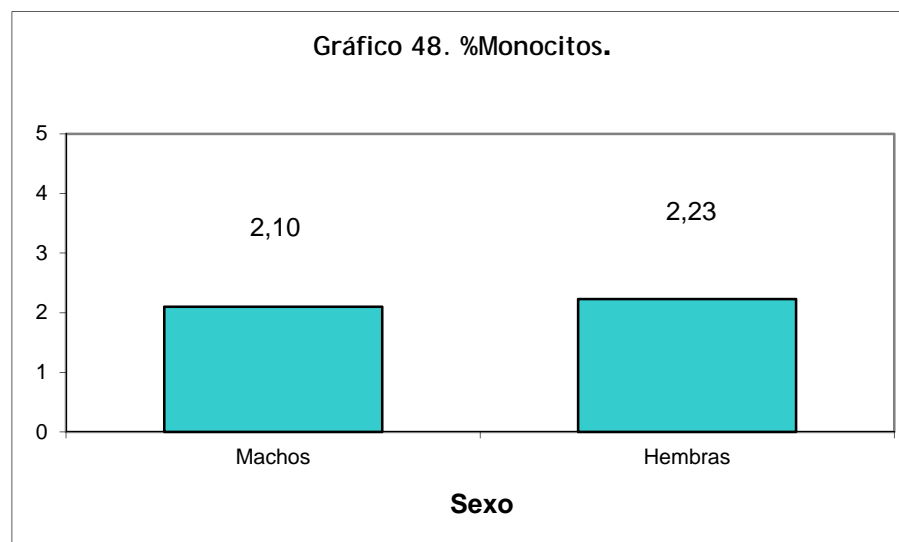


**Análisis de varianza en función del sexo (abs.)**

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	49239,909	110682,103	0,445	0,507
<b>Intra grupos</b>	78	8633204,041	110682,103		
<b>Total</b>	79	8682443,950			

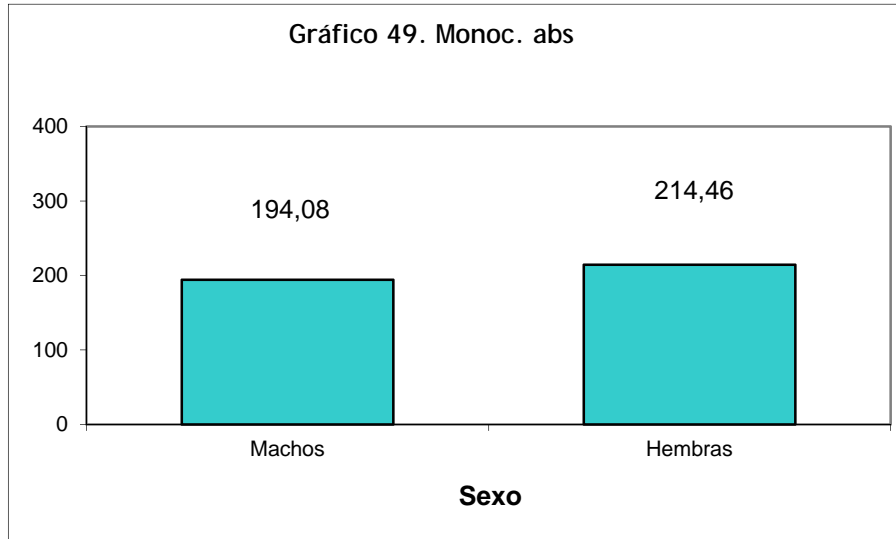
Con relación al sexo encontramos un valor medio más bajo en los machos (375/ $\mu$ l) que en las hembras (425/ $\mu$ l), encontrados en la tabla 17. Estadísticamente no hay diferencia significativa, lo que nos muestran los gráficos 46 y 47.

**Monocitos (% y valor absoluto)**



## Análisis de varianza en función del sexo (%).

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,308	0,308	0,186	0,668
<b>Intra grupos</b>	78	129,242	1,657		
<b>Total</b>	79	129,550			



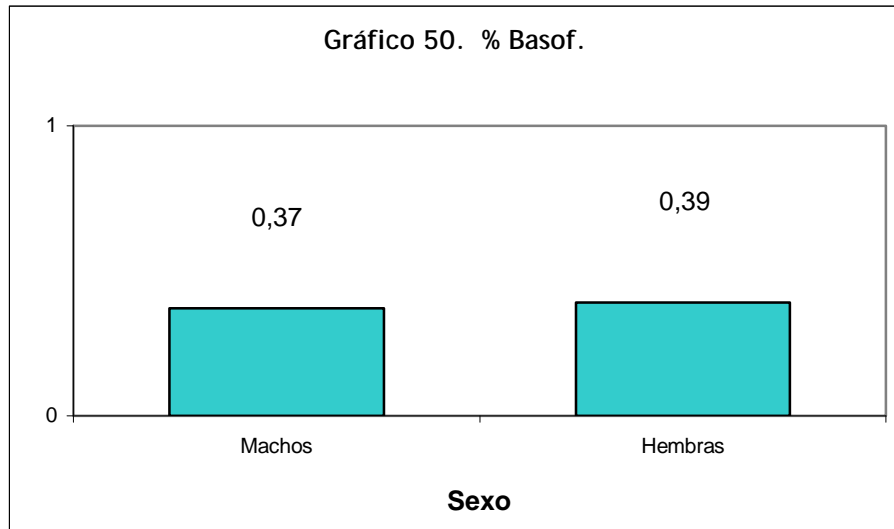
## Análisis de varianza en función del sexo (abs.)

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	8263,433	8263,433	0,437	0,510
<b>Intra grupos</b>	78	1473991,454	18897,326		
<b>Total</b>	79	1482254,888			

La revisión bibliográfica no cita diferencias significativas entre machos y hembras con relación a los monocitos, sin embargo nosotros encontramos valores medios más bajos en los machos (194,08/ $\mu$ l) que en las hembras (214,46/ $\mu$ l), valores encontrados en la tabla 17, a pesar de esta diferencia no presentar diferencia significativa estadísticamente (gráficos 48 y 49).

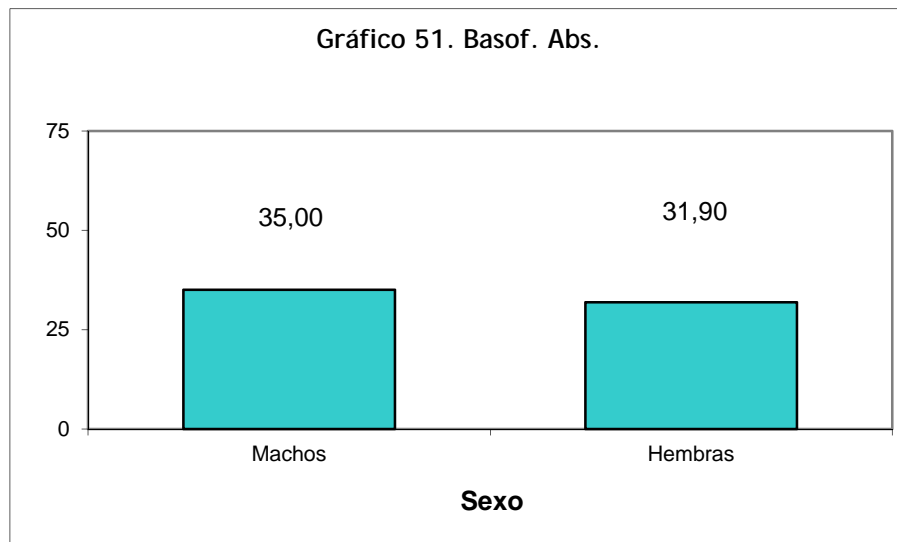


## Basófilos (% y valor absoluto)



## Análisis de varianza en función del sexo (%).

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
Inter grupos	1	0,006	0,006	0,019	0,889
Intra grupos	78	22,982	0,295		
Total	79	22,987			



**Análisis de varianza en función del sexo (abs.)**

	<b>g. l.</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
<b>Inter grupos</b>	1	190,260	190,260	0,069	0,793
<b>Intra grupos</b>	78	213777,628	2740,739		
<b>Total</b>	79	213967,887			

No encontramos diferencias significativas con relación al sexo, siendo visible en los gráficos 50 y 51. Los valores medios para los machos (35/ $\mu$ l), son ligeramente más altos que para las hembras (31/ $\mu$ l), valores registrados en la tabla 17.

## V.5. Análisis descriptivo y pruebas para comparación en función del sexo.

## V.5.1. Parámetros bioquímicos.

Parámetros	nº	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Prot. totales	37	7,5268	1,64137	4,57	11,63
Albúmina	37	4,0414	0,69257	2,35	5,57
Glucosa	37	95,8108	27,66650	48,00	203,00
Triglicéridos	37	42,8378	24,41370	8,00	108,00
Colesterol	37	109,1622	52,87328	47,00	316,00
Creatinina	37	0,8489	0,28308	0,51	2,03
Urea	37	43,4865	29,40391	13,00	189,00
Fosf. alcalina	37	297,9189	116,05085	97,00	518,00
ALAT	37	15,6486	7,14616	4,00	33,00
Calcio	37	3,5978	0,60147	2,08	4,68
Fósforo	37	6,8454	2,11252	1,78	11,39
Sodio	37	131,2432	5,01888	123,00	148,00
Potasio	37	4,6351	0,44982	3,80	5,80

Parámetros	nº	Media	Desv. estándar	Mínimo	Máximo
Prot. totales	43	6,8937	1,36251	4,67	11,06
Albúmina	43	3,6137	0,42900	2,95	4,70
Glucosa	43	83,8605	37,63837	1,00	287,00
Triglicéridos	43	32,9070	22,93969	4,00	80,00
Colesterol	43	101,2558	31,35518	56,00	188,00
Creatinina	43	0,9298	0,66890	0,55	0,97
Urea	43	33,0930	9,48637	19,00	60,00
Fosf. alcalina	43	163,6200	113,62365	4,66	468,00
ALAT	43	13,5349	7,45574	1,00	40,00
Calcio	43	3,6965	0,53048	2,55	4,58
Fósforo	43	5,4791	2,00764	2,68	10,29
Sodio	43	131,8605	4,94051	125,00	152,00
Potasio	43	4,4465	0,47124	3,60	5,60

Este análisis descriptivo de los datos, suministra algunas estadísticas básicas como son número de observaciones válidas para los cálculos ( $n^\circ$ ), media aritmética (Media), desviación estándar (Desv. Estándar), intervalo de confianza mínimo y intervalo de confianza máximo. A continuación, como la intención es comparar los parámetros con relación al sexo, mostramos los resultados del análisis de varianza. Las pruebas

post hoc (prueba de Tuckey), no fueron realizadas para los parámetros con relación al sexo porque hay menos de tres grupos (grupo1 = machos y grupo2 = hembras).

Tabla 21. Comparación de las medias entre machos y hembras

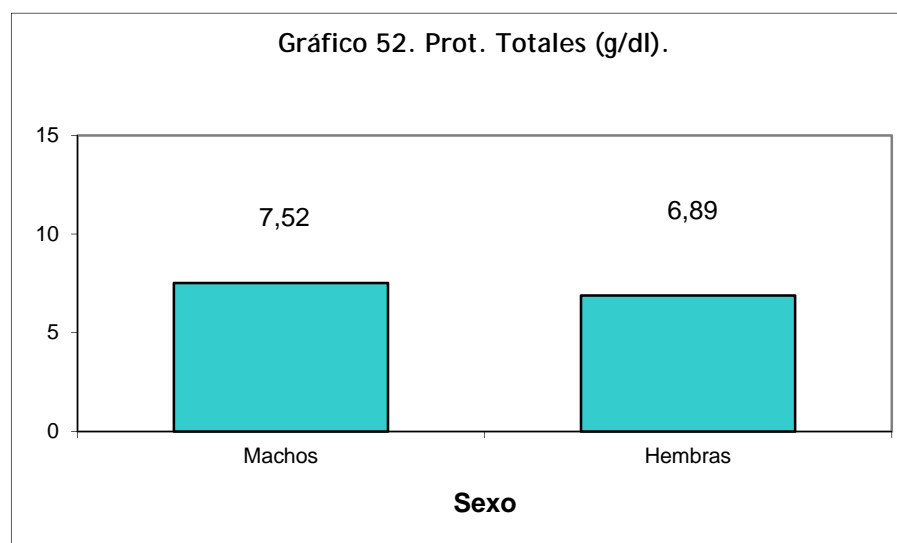
Parámetros	Sexo	N	Media
Proteínas Totales	Macho	37	7,5268
	Hembra	43	6,8937
Albúmina	Macho	37	4,0414
	Hembra	43	3,6137
Glucosa	Macho	37	95,8108
	Hembra	43	83,8605
Triglicéridos	Macho	37	42,8378
	Hembra	43	32,9070
Colesterol	Macho	37	109,1622
	Hembra	43	101,2558
Creatinina	Macho	37	0,8489
	Hembra	43	0,9298
Urea	Macho	37	43,4865
	Hembra	43	33,0930
F Alc	Macho	37	297,9189
	Hembra	43	163,6200
ALAT	Macho	37	15,6486
	Hembra	43	13,5349
Calcio	Macho	37	3,5978
	Hembra	43	3,6965
Fósforo	Macho	37	6,8454
	Hembra	43	5,4791
Sodio	Macho	37	131,2432
	Hembra	43	131,8605
Potasio	Macho	37	4,6351
	Hembra	43	4,4465

Para todos los parámetros estudiados, como regla comprobamos valores más altos en las medias de los machos que de las hembras (intervalo de confianza para la media al 95%), con excepción de los valores de creatinina, calcio y sodio que presentaron valores más altos para las hembras, presentando diferencia significativa solamente para cuatro de los parámetros estudiados (albúmina, urea, FAL y fósforo) y que veremos a seguir con la comprobación a través de la prueba ANOVA.

Tabla 22. Prueba de homogeneidad de las varianzas. Sexo				
Parámetros	Estadístico de Levene	g. l. 1	g.l. 2	Sig.
Prot. totales	3,097	1	78	0,082
Albúmina	6,942	1	78	0,010
Glucosa	0,087	1	78	0,769
Triglicéridos	0,365	1	78	0,548
Colesterol	5,724	1	78	0,019
Creatinina	1,520	1	78	0,074
Urea	9,102	1	78	0,003
Fosf. alcalina	0,035	1	78	0,852
ALAT	0,040	1	78	0,842
Calcio	0,474	1	78	0,493
Fósforo	0,128	1	78	0,722
Sodio	0,001	1	78	0,976
Potasio	0,047	1	78	0,828

Cuando los parámetros bioquímicos para comparación del sexo, fueron sometidos a prueba de ANOVA, comprobamos que hay diferencia significativa entre machos y hembras (diferencia es significativa al nivel 0,05) para los siguientes parámetros: albúmina, urea, fosfatasa alcalina y fósforo. No presentando diferencia significativa para los demás parámetros.

### Proteínas totales



## Análisis de varianza en función del sexo

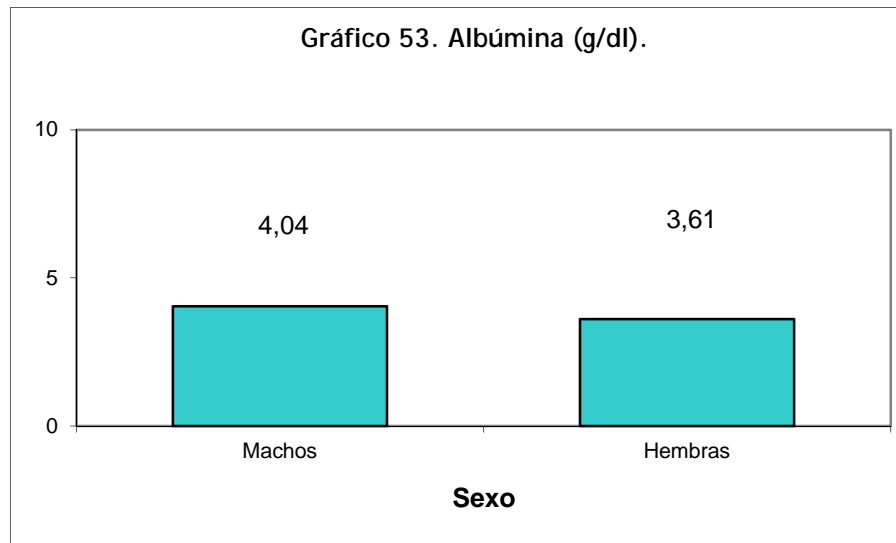
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	7,970	7,970	3,553	0,063
<b>Intra grupos</b>	78	174,958	2,243		
<b>Total</b>	79	182,927			

El estado fisiológico del individuo es otra fuente de variación de la proteinemia; Alonso, (1986) en ovejas Merinas obtiene un valor mínimo de 74,8 g/l y máximo de 89,0 g/l, sin hallar diferencias significativas, en función del estado de anestro, estro o gestación. Sin embargo, si encuentra significación en un grupo de primaras, quienes aportan los valores más altos, respecto al grupo de corderas, andoscas, trasandoscas y ovejas. Todavía nosotros no estudiamos animales en diferentes estados fisiológicos, sólo por grupos de edades y sexo.

González (1992), cita que Ojeda et al. (1967), estudiaran en ovinos interrelacionando la influencia del sexo, edad y raza sobre los niveles de proteínas totales, se ha llegado a la conclusión que los mayores valores de proteinemia aparecen en machos de más de dos años de raza Karakul, comparándolos con la raza Manchega, y los más bajos en hembras de raza Karakul menores de dos años.

Estos datos son similares a los encontrados por nosotros, pero sólo en relación al sexo, donde los machos presentaron los valores medios de 7,52 g/dl, siendo estos más altos que en las hembras que presentaron los valores medios de 6,89 g/dl (tabla 21). Estadísticamente no hay diferencia significativa entre machos y hembras (gráfico 52).

## Albúmina



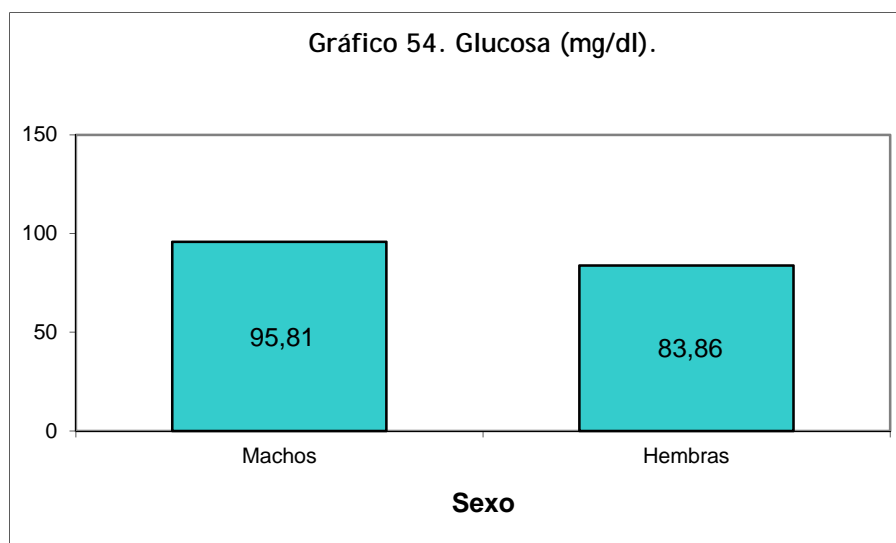
### Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	3,637	3,637	11,348	0,001
<b>Intra grupos</b>	78	24,997	0,320		
<b>Total</b>	79	28,634			

La concentración sérica de las globulinas en animales gestantes fueron evaluadas en los trabajos de D'Angelino et al. (1975); Rowlands et al. (1975 e 1977); Fagliari et al. (1987) y Pereira et al. (1988), encontrando un descenso en su concentración a finales de la gestación, debido a una hipoproteinemia por la salida de globulinas séricas hacia el calostro, con tendencia a aumentar en el puerperio, sin embargo, en nuestro estudio no hemos contemplado las distintas fases fisiológicas en ovejas, sólo hemos evaluado hembras vacías.

Nosotros hemos encontrado diferencias significativas desde el punto de vista estadístico entre machos (4,04 g/dl) y hembras (3,61 g/dl), demostrados en el gráfico 53. Los valores estan registrados en la tabla 21.

## Glucosa



## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	2840,149	2840,149	2,545	0,115
<b>Intra grupos</b>	78	87054,838	1116,088		
<b>Total</b>	79	89894,988			

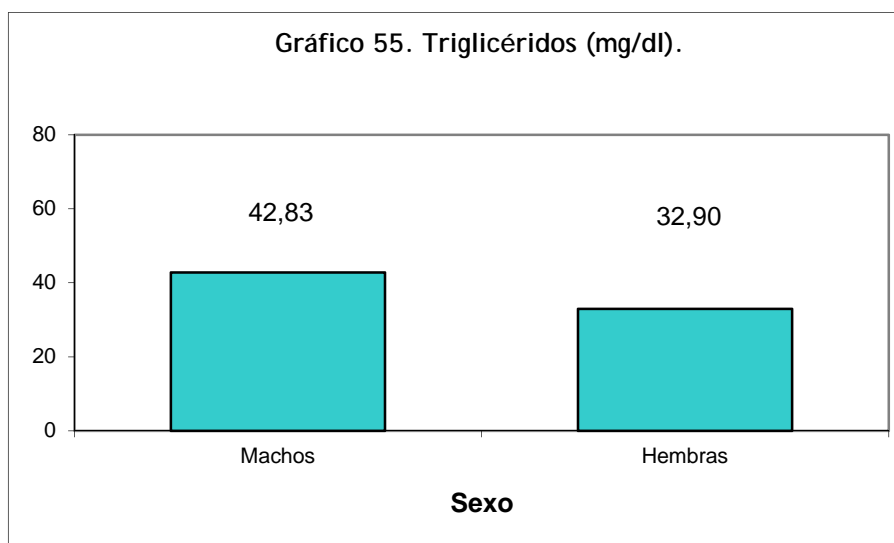
Con relación al sexo encontramos valores medios más altos en machos (95,81mg/dl) que en hembras (83,86mg/dl), valores registrados en la tabla 21, pero no hay diferencia estadísticamente significativa (gráfico 54).

Según estudios de González (1992), en los rumiantes es uno de los parámetros analíticos más importantes para averiguar las alteraciones del metabolismo energético, y sobre todo de las cetosis, pero nosotros no hemos estudiado animales en fase de gestación.

El nivel de glucemia en ovino de raza Merina oscila entre  $49,28 \pm 8,44$  y  $62,22 \pm 18,25$  mg/dl, siendo en ambos casos animales en gestación (Alonso, 1986)



## Triglicéridos



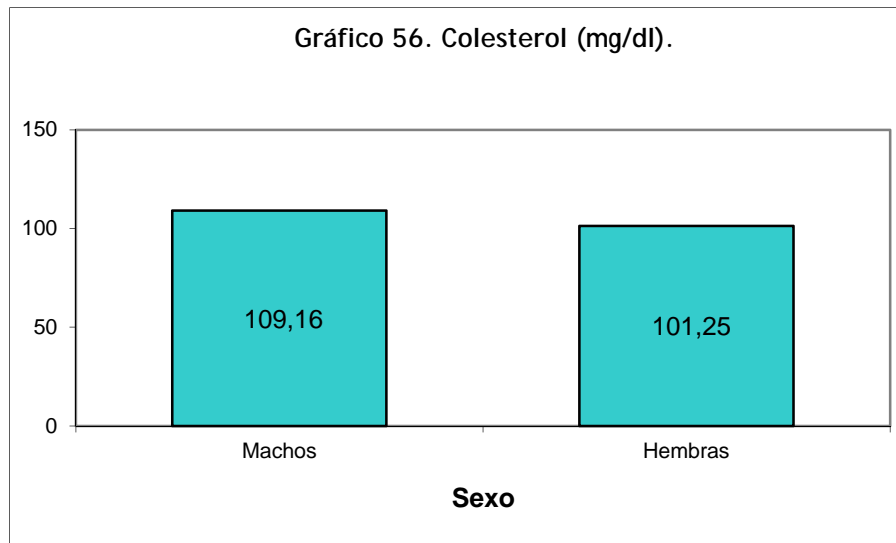
## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	1961,345	1961,345	3,512	0,065
<b>Intra grupos</b>	78	43558,655	558,444		
<b>Total</b>	79	45520,000			

Con relación al sexo encontramos valores medios más altos en machos (42,83mg/dl) que en hembras (32,90mg/dl), registrados en la tabla 21, pero no encontramos diferencias estadísticamente significativas (gráfico 55).

Durante la gestación e inicio de la lactación ovinas se produce un incremento en la concentración sérica de triglicéridos, retornando a la normalidad en el periodo lactante, ya que en esta fase se asiste a un balance energético negativo con la conseguente lipomovilización de las sustancias de reserva (Benedito, 1992). Como no hemos estudiado animales en fase de gestación, no tenemos como compararlas.

## Colesterol

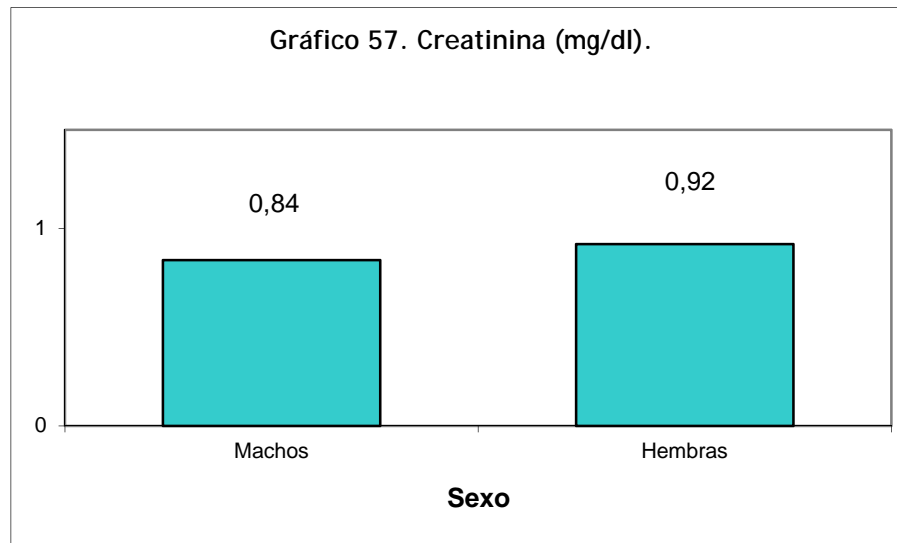


### Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	1243,174	1243,174	0,683	0,411
<b>Intra grupos</b>	78	141933,213	1819,657		
<b>Total</b>	79	143176,387			

Con relación al sexo encontramos valores medios ligeramente más altos en machos (109,16mg/dl) que en hembras (101,25mg/dl), registrados en la tabla 21. El gráfico 56 no presenta diferencias estadísticamente significativas.

## Creatinina

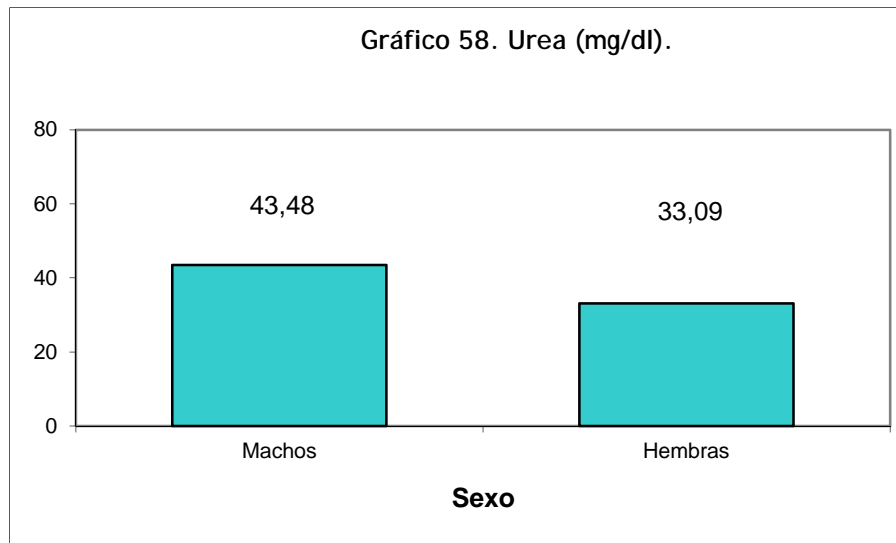


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,020	0,020	0,415	0,521
<b>Intra grupos</b>	78	3,704	0,047		
<b>Total</b>	79	3,724			

Cuando relacionamos en sexo, hay diferencia en los valores medios entre machos (0,84mg/dl) y hembras (0,92mg/dl), registrados en la tabla 21, pero no hay diferencias estadísticamente significativas según el gráfico 57.

## Urea



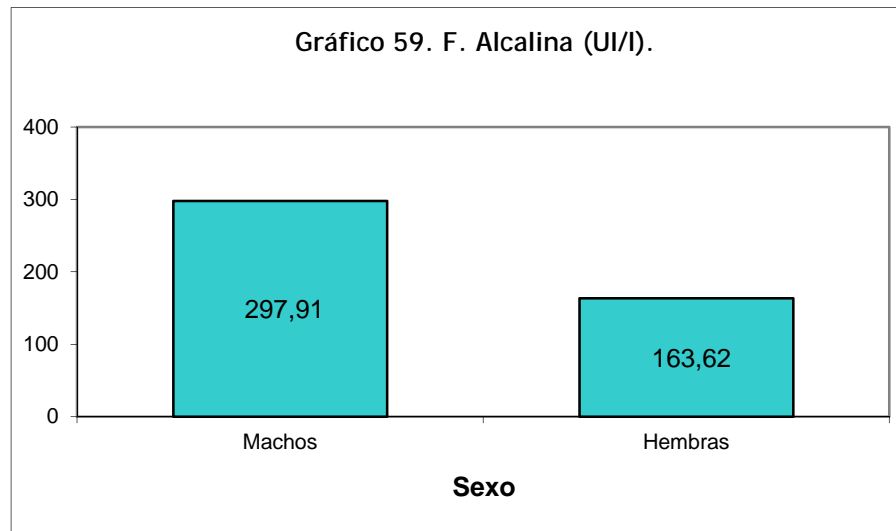
## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	2148,329	2148,329	4,801	0,031
<b>Intra grupos</b>	78	34904,871	447,498		
<b>Total</b>	79	37053,200			

Los contenidos séricos de la urea aumentan progresiva y significativamente con la edad, así como los factores sexuales pueden modificar los valores de este parámetro, normalmente siendo más altos en machos que en hembras (Shaffer et al., 1981; Gregory et al., 2004).

Los valores obtenidos en nuestro estudio con relación al sexo, muestran medias más altas en los machos (43,48mg/dl) que en las hembras (33,09mg/dl), encontrados en la tabla 21. Observando el gráfico 58, comprobamos que hay diferencia significativa entre machos y hembras.

## F. Alcalina

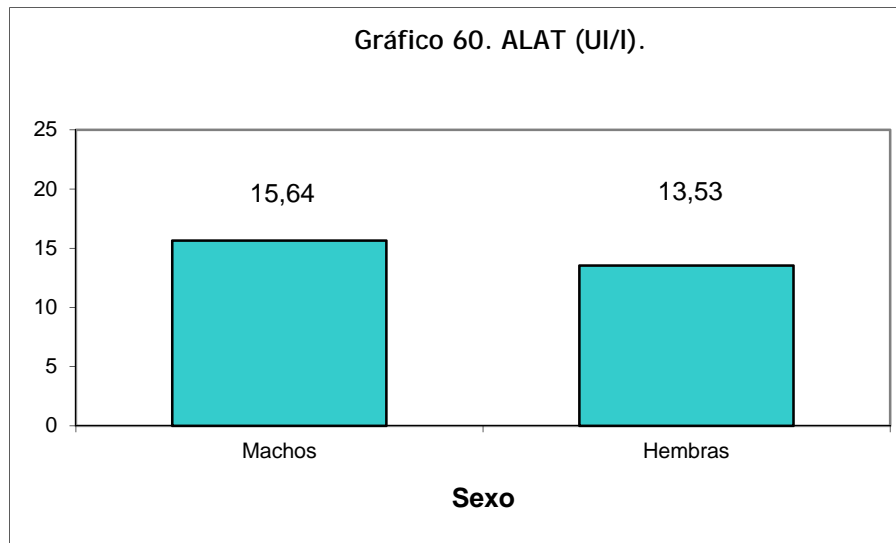


## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	358694,920	358694,920	27,241	0,000
<b>Intra grupos</b>	78	1027074,783	13167,625		
<b>Total</b>	79	1385769,703			

Con relación al sexo encontramos valores medios más altos en machos (297,91UI/I) que en hembras (163,62UI/I), registrados en la tabla 21. Como demuestra el gráfico 59, hay diferencia estadísticamente significativa entre machos y hembras.

## ALAT



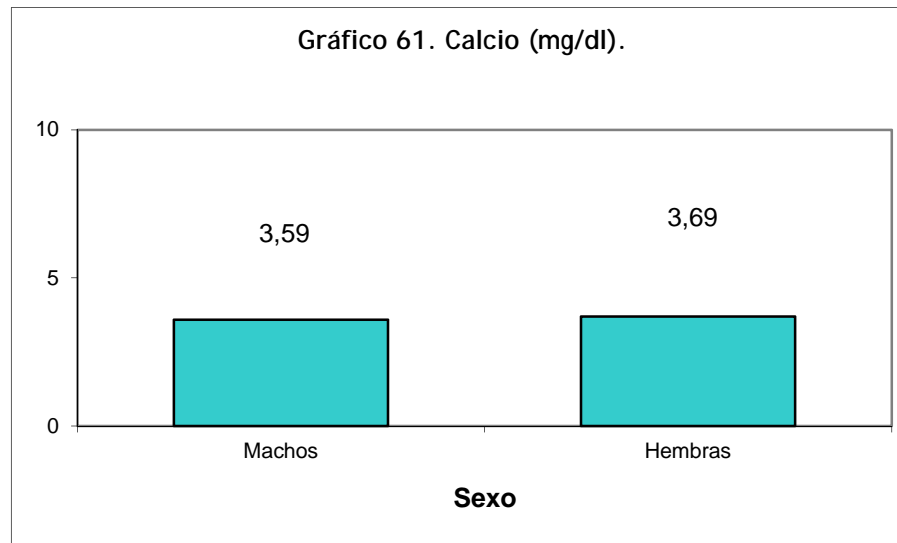
## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	88,857	88,857	1,661	0,201
<b>Intra grupos</b>	78	4173,130	53,502		
<b>Total</b>	79	4261,988			

Alonso (1986), en ovejas Merinas, encuentra como valor mínimo  $5,75 \pm 1,48$  UI/I en corderas en estro, frente  $16,37 \pm 2,23$  UI/I en ovejas en estro.

Con relación al sexo encontramos valores medios ligeramente más altos en machos (15,64UI/I) que en hembras (13,53UI/I), encontrados en la tabla 21, pero analizando el gráfico 60, vemos que no hay diferencia estadísticamente significativa.

## Calcio



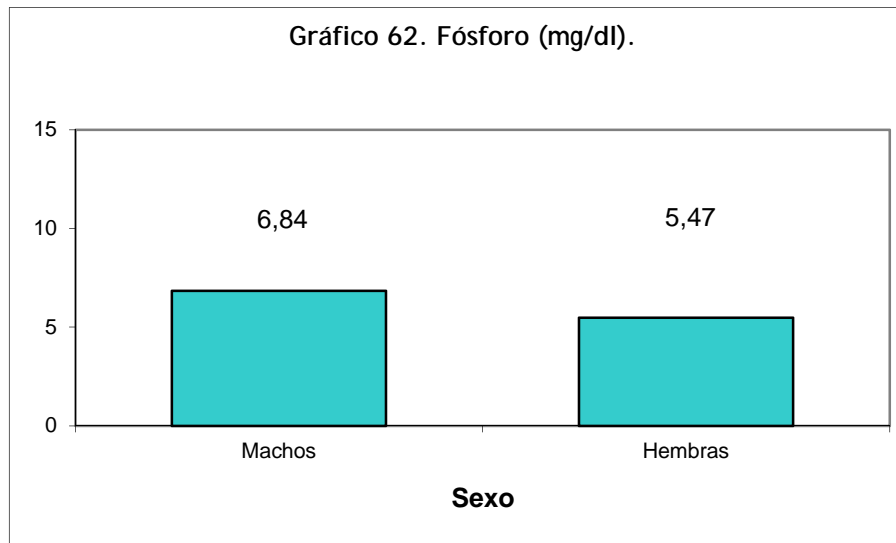
## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,194	0,194	0,608	0,438
<b>Intra grupos</b>	78	24,843	0,318		
<b>Total</b>	79	25,036			

Después del parto el calcio sufre una rápida depleción, pasando del plasma hacia la glándula mamaria. La disminución normal de la calcemia es cerca de un 2% (Alonso y González, 1997).

Nosotros no hemos evaluado hembras en gestación y tampoco hemos encontrado diferencias significativas estadísticamente entre machos (3,59mg/dl) y hembras (3,69 mg/dl), lo que se puede comprobar a través del gráfico 61. Los valores medios están registrados en la tabla 21.

## Fósforo



## Análisis de varianza en función del sexo

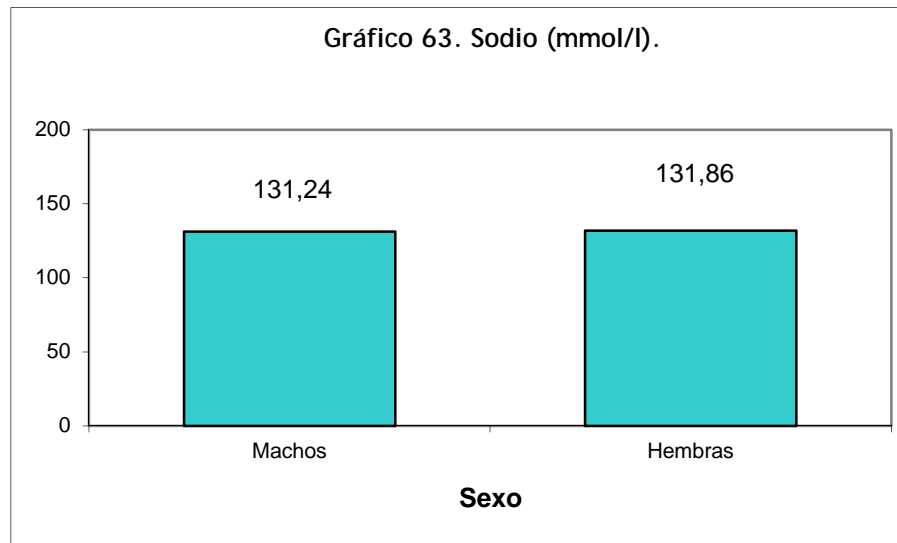
	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	37,127	37,127	8,777	0,004
<b>Intra grupos</b>	78	329,943	4,230		
<b>Total</b>	79	367,071			

Velasco (2004) cita los mismos hallazgos señalado por diversos autores, y observa que si bien la fosfatemia se incrementa en los primeros meses de la preñez, desciende a medida que esta avanza, todo ello acorde al comportamiento renal. Al final de la gestación, tiene lugar un descenso en la fosfatemia, por aumento en la eliminación urinaria, siendo atribuido a la acción de la PTH, para conservar calcio.

Como hemos citado anteriormente, en nuestro estudio no hemos contemplado hembras en gestación, sin embargo observamos diferencias significativas entre machos (6,84 mg/dl) y hembras (5,47 mg/dl), observando el gráfico 62. Los valores medios se encuentran en la tabla 21.



## Sodio



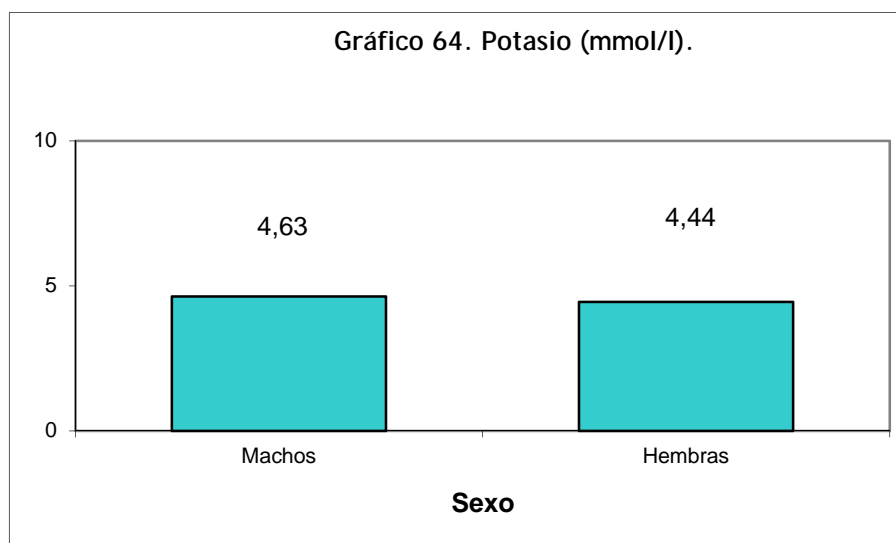
## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	7,576	7,576	0,306	0,582
<b>Intra grupos</b>	78	1931,974	24,769		
<b>Total</b>	79	1939,550			

Castillo (1993) cita el valor medio de sodio en hembras de raza Gallega de  $146,445 \pm 5,478$  mmol/l, siendo para las de gestación sencilla de  $146,780 \pm 5,271$  mmol/l, y para las de gestación doble, de  $146,64 \pm 5,367$  mmol/l.

Nosotros no estudiamos hembras en gestación, los valores encontrados en nuestra investigación para hembras vacías son de 131,86 mmol/l y para los machos 131,24 mmol/l (tabla 21), no presentando diferencia estadísticamente significativa, conforme muestra el gráfico 63.

## Potasio



## Análisis de varianza en función del sexo

	g. l.	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	Sig.
<b>Inter grupos</b>	1	0,708	0,708	3,322	0,072
<b>Intra grupos</b>	78	16,611	0,213		
<b>Total</b>	79	17,319			

Castillo (1993) cita el valor medio de potasio en hembras de raza Gallega de  $5,407 \pm 0,745$  mmol/l, siendo para las de gestación sencilla de  $5,499 \pm 0,837$  mmol/l, y para las de gestación doble, de  $5,349 \pm 0,735$  mmol/l.

Nosotros encontramos medias de 4,44 mmol/l para hembras, pero vacías, la fase de gestación no fue contemplada en nuestra investigación y 4,63 mmol/l para los machos (tabla 21), y no hemos encontrado diferencia significativa entre machos y hembras o que comprobamos a través del gráfico 64.

## V.6. CORRELACIONES ENTRE LOS DISTINTOS PARAMETROS

### V.6.1. Correlación parámetros hematología

Hematología, la correlación es significativa y bilateral al nivel 0,05

Hemos encontrado correlación significativa de los glóbulos rojos con: hemoglobina, hematocrito, VCM, HCM y RDW. Los resultados se justifican perfectamente pues la hemoglobina es el principal componente de los eritrocitos y es ella quien desempeña la función de los eritrocitos que consiste en el transporte de oxígeno de los pulmones hacia los tejidos y de gas carbónico en el sentido inverso. El hematocrito mide la relación entre los glóbulos rojos y el plasma, o sea, mide el porcentaje de sangre ocupada por eritrocitos. (García-Navarro y Pachaly, 1994). El VCM se refiere al tamaño de cada eritrocito, la HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos y el RDW es el índice de la variación del tamaño celular entre la población de glóbulos rojos, (tabla 23).

Hay correlación significativa de la hemoglobina con: hematocrito, VCM, HCM y CHCM, observadas en la tabla 23.

Sabemos que la hemoglobina es el principal componente de los eritrocitos y el hematocrito mide el porcentaje de sangre ocupada por eritrocitos, el VCM nos da el tamaño de los eritrocitos, el HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos y la CHCM es la concentración media de hemoglobina por eritrocito, como podemos apreciar en la tabla 23.

La correlación es significativa estadísticamente, del hematocrito con: VCM, HCM y CHCM, registrada en la tabla 23.

El hematocrito mide el porcentaje de sangre ocupada por eritrocitos, el VCM nos da el tamaño de los eritrocitos, le HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos y la CHCM es la concentración media de hemoglobina por eritrocito, (tabla 23).

Existe correlación significativa de las plaquetas con la CHCM. Para mantener la hemostasia, los capilares necesitan de la presencia y funcionamiento normal de las plaquetas, que son de fundamental importancia en el proceso de coagulación sanguínea y la CHCM es la concentración media de hemoglobina por eritrocito que

según Banks (1992), es usada para distinguir las anemias normocrómicas de las hipocrómicas, observada en la tabla 23.

Encontramos correlación significativa del VCM con: HCM y RDW. Se sabe que el VCM se refiere al tamaño de cada eritrocito, la HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos y el RDW es el índice de la variación del tamaño celular entre la población de glóbulos rojos, como apreciamos en la tabla 23.

Hay correlación significativa de la HCM con CHCM., ya que la HCM es la media de peso de la hemoglobina contenida en los eritrocitos y la CHCM es la concentración media de hemoglobina por eritrocito, registrada en la tabla 23.

El % de neutrófilos tiene una correlación significativa con el % de linfocitos y con su valor absoluto. Los neutrófilos son los leucocitos más numerosos en la sangre y son las primeras células que se movilizan frente a cualquier modificación orgánica, principalmente frente a respuestas inflamatorias, su valor se mide en porcentual o en valor absoluto, siendo siempre el valor absoluto más fiable por tener menor variación. Ya los linfocitos se incrementan frente a procesos infecciosos, (tabla 23).

El % de linfocitos tiene una correlación significativa con el % de neutrófilos y con su valor absoluto. Como células de defensa, los linfocitos participan de la defensa frente a procesos infecciosos y los neutrófilos frente a los procesos inflamatorios, descrita en la tabla 23.

El % de eosinófilos se correlaciona significativamente con su valor absoluto. El valor absoluto representa el número total de células encontradas que pueden ser expresadas en porcentual de la muestra. Siendo el valor absoluto más fiable porque presenta menos errores, observada en la tabla 23.

El % de monocitos se correlaciona significativamente con su valor absoluto. El valor absoluto representa el número total de células encontradas que pueden ser expresadas en porcentual de la muestra. En el porcentual es más probable que se presenten errores, lo más fiable es el valor absoluto, (tabla 23).

El % de basófilos se correlaciona significativamente con el % de linfocitos y con su valor absoluto. Los basófilos en general se asocian con los trastornos mediados por la IgE, estos pueden ser parasitarios, justificando su correlación con los linfocitos, apreciada en la tabla 23.

El valor absoluto de neutrófilos se correlaciona significativamente con el valor absoluto de linfocitos, eosinófilos y monocitos. Los eosinófilos normalmente se incrementan frente a enfermedades parasitarias o que lo correlaciona con los linfocitos, también puede incrementarse en algunos procesos inflamatorios como los problemas de piel, o que lo correlaciona con los neutrófilos, Thrall (2006) cita que los monocitos también participan de la respuesta inflamatoria y son considerados células intermediarias de un proceso de maduración continuo, contemplada en la tabla 23.

El valor absoluto de linfocitos se correlaciona significativamente con el valor absoluto de eosinófilos y monocitos. Como ya hemos citado, los eosinófilos hacen la defensa contra los parásitos, especialmente contra los nematodos y trematodos, los monocitos también participan de la respuesta inflamatoria o que los correlaciona con los linfocitos que se incrementan frente a procesos infecciosos, registrada en la tabla 23.

#### V.6.2. Correlación parámetros bioquímicos

Bioquímica, la correlación es significativa y bilateral al nivel de 0,05

Hemos encontrado correlación significativa de las proteínas totales con: albúmina, creatinina, urea, ALAT, fósforo y potasio. Las proteínas totales intervienen en prácticamente todos aquellos procesos que acontecen en el ser vivo, (Kaneko *et al.*, 1997). La albúmina es la proteína más abundante en el plasma, representando de un 40 a un 60% de las proteínas totales, es la albúmina el mayor almacén reservorio de proteínas y transportador de aminoácidos del organismo, es aún una proteína ligadora y transportadora general. Esta capacidad ligadora también inhibe la pérdida de constituyentes, como ácidos grasos y minerales, a través del riñón. La ALAT es una enzima hepática o que la correlaciona con las proteínas totales en especial la albúmina que es sintetizada en el hígado. Radostits *et al.* (2002) cita que en la deshidratación entre otros efectos en el metabolismo, trae como consecuencia la formación de metabolitos ácidos, aumento de la urea en sangre y de las proteínas circulantes, la creatinina, así como la urea, es un producto de la degradación nitrogenada en su camino de excreción hacia los riñones. Los iones  $Ca^{2+}$  y los fosfatos y carbonatos están generalmente asociados a las proteínas plasmáticas para así poder evitar su precipitación y calcificaciones ectópicas (Brody, 1994 Granner, 1998), que podemos observar en la tabla 24.

Hay correlación significativa de la albúmina con: glucosa, FAL, calcio, fósforo y potasio, (tabla 24).

La glucosa es el único azúcar presente en la sangre de forma fisiológica. Se forma principalmente a partir del ácido propiónico y de las proteínas mediante neoglucogénesis, quedando almacenada de manera reversible en compartimentos intracelulares, en forma de glucógeno, principalmente en hígado y músculos (Braun *et al.*, 1980). Las fosfatasas alcalinas son importantes para el transporte de azúcar y de fosfatos en la mucosa intestinal, túbulos renales, huesos y placenta. Silva Filho *et al.* (1997) de acuerdo con otros autores por él citados establecen una relación entre los niveles de glucosa en el plasma y la movilización de minerales séricos, especialmente con el fósforo, es decir que la glucosa estimula el aprovechamiento de los iones fosfato y viceversa, registrada en la tabla 24.

La correlación es estadísticamente significativa entre la glucosa con: colesterol, FAL, fósforo, sodio y potasio. Según estudios de González (1992), en los rumiantes, la glucosa es uno de los parámetros analíticos más importantes para averiguar las alteraciones del metabolismo energético, y sobre todo de las cetosis. Los niveles de glucosa presentes en la sangre son el reflejo del estado emocional, nutricional y endocrino de un animal (Kronfeld *et al.*, 1982). El colesterol también tiene una función relacionada al metabolismo energético. Las fosfatasas alcalinas son importantes para el transporte de azúcar y de fosfatos en la mucosa intestinal, túbulos renales, huesos y placenta. Todas las células orgánicas que utilizan glucosa para obtener energía precisan de una fosfatasa (Benjamin, 1984). Silva Filho *et al.* (1997) de acuerdo con otros autores por él citados establecen una relación entre los niveles de glucosa en el plasma y la movilización de minerales séricos, especialmente con el fósforo, es decir que la glucosa estimula el aprovechamiento de los iones fosfato y viceversa, contemplada en la tabla 24.

Hay correlación significativa de los triglicéridos con: urea, FAL, ALAT, calcio, fósforo y sodio. Kaneko *et al.*, (1997) señalan que la flora ruminal metaboliza un porcentaje importante de la urea de los rumiantes, el manejo y por supuesto la alimentación, puede influenciar los niveles séricos de la urea en los rumiantes. Los ácidos grasos libres son procedentes de la degradación de los hidratos de carbono en el rumen y constituyen los principales sustratos energéticos para los animales, Estos ácidos grasos se almacenan dentro de las células, como triglicéridos, como ya hemos citado las fosfatasas son importantes para el transporte de azúcar y fosfatos en la mucosa

intestinal, la ALAT es una enzima hepática que la correlaciona con la neoglucogénesis. Los minerales son partes integrales de todas las funciones biológicas esenciales, tanto en la estructura de los tejidos y biomoléculas como en el propio metabolismo de los animales, registrada en la tabla 24.

Hemos encontrado correlación significativa del colesterol con: urea, FAL, calcio, fósforo y sodio. El colesterol tiene una función relacionada al metabolismo energético, la urea es un producto metabólico nitrogenado que es formado en el hígado como producto final de la degradación de los aminoácidos. Las fosfatasa son importantes para el transporte de azúcares y fosfatos y los minerales son fundamentales en todas las funciones biológicas esenciales, (tabla 24).

Hay correlación significativa de la creatinina con: urea, FAL, fósforo y sodio. La creatinina, así como la urea, son productos de la degradación nitrogenada en su camino de excreción hacia los riñones, las fosfatasa alcalinas son importantes para el transporte de azúcar y de fosfatos en la mucosa intestinal, túbulo renales, huesos y placenta. Los minerales son partes integrales de todas las funciones biológicas esenciales, describa en la tabla 24.

La correlación es significativa estadísticamente entre la urea con: ALAT, calcio y potasio. La cantidad de urea en sangre varía según la tasa de catabolismo proteico y no depende sólo de la función renal. La ALAT es una enzima hepática que la correlaciona con la neoglucogénesis. El manejo y por supuesto la alimentación, puede influenciar los niveles séricos de la urea en los rumiantes y los minerales son fundamentales en todas las funciones biológicas esenciales, observada en la tabla 24.

Hemos encontrado correlación significativa de la FAL con: calcio, fósforo y sodio. Las fosfatasa alcalinas son importantes para el transporte de azúcar y de fosfatos en la mucosa intestinal, túbulo renales, huesos y placenta e, ya hemos comentado de las funciones fundamentales de los minerales en todas las funciones biológicas esenciales, registrada en la tabla 24.

Hay correlación significativa de la ALAT con el potasio. El potasio es el tercer mineral más abundante del cuerpo. Está involucrado en la presión osmótica y en la regulación ácido-básica, en el equilibrio hídrico, en la contracción muscular, en el transporte de oxígeno y de dióxido de carbono, en la fosforilación de la creatinina, como activador o cofactor en muchas reacciones enzimáticas, en la transmisión de impulsos nerviosos, en el metabolismo de carbohidratos, en la síntesis de proteínas y

en el mantenimiento de la funcionalidad del tejido cardíaco y renal (Buchanan-Smith *et al.*, 2000; Hendrix, 2002). En los rumiantes, los niveles hepáticos de ALAT son más bajos, de manera que lesiones hepáticas solamente muestran ligeras elevaciones de los niveles de ALAT; este tipo de alteración ocurre también en lesiones musculares e intestinales. En los grandes animales la ALAT es una enzima muscular, contemplada en la tabla 24.

La correlación es significativa estadísticamente entre el calcio con el fósforo y sodio. La interrelación en el metabolismo del calcio y del fósforo es compleja. El cociente calcio/fósforo puede estar aumentado cuando se valoran las diferentes dietas para soportar el máximo crecimiento o durante fenómenos patológicos, como la hipocalcemia, la osteoporosis, la formación de cálculos renales, y la calcificación de tejidos blandos (Brody, 1994). La interacción del Ca y del P en la dieta es muy importante. Los animales reciben el aporte de estos elementos fundamentalmente a través de la dieta, absorbiéndose principalmente en el intestino delgado (Coles, 1989). Según este autor la cantidad absorbida depende de los niveles en el alimento, de calcio, de fósforo, de vitamina D, de hierro, de aluminio, de manganeso, así como de grasas, de la fuente de la que proceden los minerales, del pH intestinal y de la absorción de azúcares. El sodio está presente en el tejido óseo, justificando su correlación y su importancia junto con el calcio y el fósforo para el proceso de mineralización ósea, observada en la tabla 24.

Hay correlación significativa del fósforo con el sodio. Cerca de los dos tercios del sodio disponible del organismo se encuentra en el fluido extracelular. La mayoría del sodio restante se localiza en el tejido óseo, asociado a cristales de hidroxapatita (Kaneko *et al.*, 1997), o que justifica su relación con el fósforo en el tejido óseo, (tabla 24).



Tabla 23. Correlaciones entre los parámetros hematológicos.

	GB	GR	Hg	Hcto	Plaq	VCM	HCM	CHCM	RDW	%Neut	%Linf	%Eosin	%Mon	%Bas	Neut	Linf	Eosin	Mon	Bas
GB	1																		
GR		1																	
Hg		0,008	1																
Hcto		0,001	0,000	1															
Plaq					1														
VCM		0,000	0,006	0,000		1													
HCM		0,000	0,000	0,018		0,000	1												
CHCM			0,000	0,033	0,024		0,000	1											
RDW		0,032				0,006			1										
%Neut										1									
%Linf										0,000	1								
%Eosin												1							
%Mon													1						
%Bas														1					
Neut	0,000									0,000	0,000				1				
Linf	0,000										0,000			0,023	0,000	1			
Eosin	0,000											0,000			0,000	0,001	1		
Mon	0,000												0,000		0,001	0,007		1	
Bas														0,000					1

Tabla 24. Correlaciones entre los parámetros bioquímicos.

	P. Total	Albúm	Gluc	Trig	Colest	Creat	Urea	F Alc	ALAT	Calcio	P	Na	K
P. Total	1												
Albúm.	0,000	1											
Gluc		0,017	1										
Trig				1									
Colest			0,013		1								
Creat	0,035					1							
Urea	0,003			0,006	0,000	0,000	1						
F Alc		0,000	0,000	0,001	0,019	0,024		1					
ALAT	0,021			0,026			0,046		1				
Calcio		0,006		0,008	0,015		0,002	0,001		1			
P	0,005	0,000	0,001	0,000	0,028	0,006		0,000		0,000	1		
Na			0,007	0,014	0,002	0,006		0,018		0,000	0,022	1	
K	0,006	0,022	0,005				0,028		0,031				1

## **VI. CONCLUSIONES**



## VI. CONCLUSIONES

1. Se ha logrado establecer el genotipo de la raza "CRIOLLA LANADA SERRANA" de Brasil, en base a 20 microsatélites.

Locus	Na	N	Ho	He	PIC	HW	Null freq
AE129	4	68	0.721	0.646	0.576	NS	-0.0604
CP49	8	68	0.735	0.736	0.688	NS	-0.0013
CSR247	5	68	0.500	0.510	0.472	NS	-0.0137
FCB11	6	67	0.716	0.737	0.687	NS	+0.0147
FCB20	9	68	0.853	0.826	0.795	NA	-0.0205
HSC	10	68	0.809	0.806	0.771	NA	-0.0040
ILSTS008	2	68	0.353	0.430	0.336	NS	+0.0948
INRA006	7	68	0.838	0.790	0.751	NS	-0.0316
INRA023	8	68	0.853	0.806	0.771	NS	-0.0340
INRA063	8	67	0.731	0.752	0.716	NS	+0.0018
INRA132	10	68	0.794	0.783	0.753	NS	-0.0066
INRA172	5	66	0.485	0.584	0.528	NS	+0.0946
MAF214	3	68	0.338	0.458	0.375	NS	+0.1500
MAF65	6	68	0.574	0.645	0.576	NS	+0.0584
McM042	6	67	0.731	0.778	0.736	NS	+0.0261
McM527	4	31	1.000	0.715	0.645	NA	-0.1772
SPS113	5	67	0.657	0.713	0.657	NS	+0.0334
SPS115	6	68	0.647	0.654	0.590	NS	+0.0037
TGLA53	6	66	0.258	0.368	0.348	NA	+0.1942
PrP	3	26	0.577	0.637	0.554	NS	+0.0391

Na= número de alelos; N = número de animales Ho y He= heterocigosidad observada y esperada PIC=Información polimórfica (HW) = test de equilibrio Hardy-Weinberg

2. Por primera vez se ha logrado realizar el hemograma de la raza "CRIOLLA LANADA SERRANA" en su medio natural.

Parámetros	Grupo Edad	Media	Desviación típica
GB (miles/ $\mu$ l)	1 a 3 meses	10,41	$\pm$ 3,86
	6 a 12 meses	8,82	$\pm$ 4,38
	12 a 24 meses	9,34	$\pm$ 3,91
	adultos	10,00	$\pm$ 3,41
GR (millones/ $\mu$ l)	1 a 3 meses	9,05	$\pm$ 0,84
	6 a 12 meses	9,73	$\pm$ 0,89
	12 a 24 meses	9,32	$\pm$ 0,90
	adultos	9,90	$\pm$ 1,07

Hg (g/dl)	1 a 3 meses	11,21	± 0,79
	6 a 12 meses	10,83	± 0,81
	12 a 24 meses	11,49	± 1,22
	adultos	11,96	± 1,06
Hcto (%)	1 a 3 meses	32,25	± 0,10
	6 a 12 meses	31,60	± 2,06
	12 a 24 meses	32,62	± 2,56
	adultos	34,70	± 3,30
Plaq (miles/ µl)	1 a 3 meses	182,52	± 83,69
	6 a 12 meses	202,00	± 92,38
	12 a 24 meses	178,00	± 87,77
	adultos	224,92	± 76,53
VCM (fl)	1 a 3 meses	35,90	± 3,94
	6 a 12 meses	32,71	± 0,57
	12 a 24 meses	35,15	± 3,02
	adultos	35,34	± 4,28
HCM (pg)	1 a 3 meses	12,48	± 1,43
	6 a 12 meses	11,21	± 1,32
	12 a 24 meses	12,38	± 1,34
	adultos	12,19	± 1,48
CHCM (g/dl)	1 a 3 meses	34,77	± 1,74
	6 a 12 meses	34,30	± 2,17
	12 a 24 meses	35,25	± 2,80
	adultos	34,55	± 2,11
RDW (%)	1 a 3 meses	14,64	± 1,92
	6 a 12 meses	13,68	± 2,72
	12 a 24 meses	13,59	± 2,12
	adultos	13,66	± 2,05
%Neutr	1 a 3 meses	55,70	± 10,55
	6 a 12 meses	53,12	± 9,34
	12 a 24 meses	41,25	± 7,91
	adultos	45,22	± 11,44
%lin	1 a 3 meses	37,23	± 10,64
	6 a 12 meses	40,87	± 9,06
	12 a 24 meses	52,10	± 7,81
	adultos	47,48	± 12,38
%eos	1 a 3 meses	4,23	± 2,63
	6 a 12 meses	3,25	± 2,40
	12 a 24 meses	4,20	± 1,90
	adultos	4,48	± 3,01
%mon	1 a 3 meses	2,41	± 1,12
	6 a 12 meses	2,31	± 1,13
	12 a 24 meses	1,95	± 1,14
	adultos	2,11	± 1,55
%bas	1 a 3 meses	0,41	± 0,61
	6 a 12 meses	0,43	± 0,62
	12 a 24 meses	0,35	± 0,48
	adultos	0,37	± 0,49
Abs Neut (/µl)	1 a 3 meses	5854,23	± 2539,35
	6 a 12 meses	4745,81	± 2638,37
	12 a 24 meses	3770,40	± 1434,70
	adultos	4568,18	± 2048,66
Abs Linf (/µl)	1 a 3 meses	3875,41	± 1707,72
	6 a 12 meses	3548,75	± 1702,67
	12 a 24 meses	4952,05	± 2360,88
	adultos	4702,92	± 1853,05

Abs Eos (/μl)	1 a 3 meses	408,05	± 264,00
	6 a 12 meses	308,56	± 369,29
	12 a 24 meses	399,55	± 296,04
	adultos	456,77	± 373,90
Abs Mono (/μl)	1 a 3 meses	240,05	± 129,26
	6 a 12 meses	186,68	± 94,02
	12 a 24 meses	180,70	± 123,42
	adultos	211,88	± 170,24
Abs Baso (/μl)	1 a 3 meses	39,88	± 72,02
	6 a 12 meses	35,18	± 54,08
	12 a 24 meses	29,45	± 42,09
	adultos	31,00	± 44,80

Parámetros	Sexo	Desviación Típica	Media
GB (miles/μl)	Macho	± 3,61	9,37
	Hembra	± 3,99	9,96
GR (millones/μl)	Macho	± 0,89	9,43
	Hembra	± 1,07	9,63
Hg (g/dl)	Macho	± 1,00	11,36
	Hembra	± 1,15	11,53
Hcto (%)	Macho	± 2,31	32,93
	Hembra	± 3,34	33,13
Plaq (miles/μl)	Macho	± 87,64	200,37
	Hembra	± 83,64	198,93
VCM (fl)	Macho	± 3,56	35,14
	Hembra	± 4,16	34,67
HCM (pg)	Macho	± 1,43	12,13
	Hembra	± 1,49	12,08
CHCM (g/dl)	Macho	± 2,35	34,53
	Hembra	± 2,14	34,89
RDW (%)	Macho	± 2,12	14,16
	Hembra	± 2,23	13,59
%neutr	Macho	± 11,52	47,08
	Hembra	± 11,32	48,86
%lin	Macho	± 11,39	46,35
	Hembra	± 11,84	44,09
%eos	Macho	± 2,64	3,91
	Hembra	± 2,51	4,27
%mon	Macho	± 1,30	2,10
	Hembra	± 1,26	2,23
% Baso	Macho	± 0,54	0,37
	Hembra	± 0,54	0,39
Neutr. abs. (/μl)	Macho	± 2184,49	4399,91
	Hembra	± 2284,08	4916,44
Linf. abs. (/μl)	Macho	± 1885,55	4352,59
	Hembra	± 2081,90	4363,62
Eosin. abs. (/μl)	Macho	± 336,84	375,72
	Hembra	± 329,08	425,48
Monoc. abs. (/μl)	Macho	± 137,95	194,08
	Hembra	± 137,04	214,46
Baso. abs. (/μl)	Macho	± 58,95	35,00
	Hembra	± 45,94	31,90

3. Se ha determinado el perfil metabólico de la raza "CRIOLLA LANADA SERRANA".

Parámetros	Grupo Edad	Media	Desviación típica
Prot. Totales (g/dl)	1 a 3 meses	6,40	± 1,20
	6 a 12 meses	8,20	± 1,90
	12 a 24 meses	7,61	± 1,58
	adultos	6,75	± 0,90
Albúmina (g/dl)	1 a 3 meses	3,88	± 0,46
	6 a 12 meses	4,09	± 0,64
	12 a 24 meses	3,96	± 0,79
	adultos	3,48	± 0,30
Glucosa (mg/dl)	1 a 3 meses	107,94	± 14,99
	6 a 12 meses	95,00	± 32,15
	12 a 24 meses	93,80	± 48,61
	adultos	71,11	± 19,73
Triglicéridos (mg/dl)	1 a 3 meses	38,64	± 16,36
	6 a 12 meses	54,37	± 20,78
	12 a 24 meses	29,60	± 24,18
	adultos	32,62	± 25,69
Colesterol (mg/dl)	1 a 3 meses	147,17	± 30,98
	6 a 12 meses	100,93	± 63,00
	12 a 24 meses	93,90	± 20,30
	adultos	88,81	± 28,00
Creatinina (mg/dl)	1 a 3 meses	0,64	± 0,07
	6 a 12 meses	0,65	± 0,04
	12 a 24 meses	0,88	± 0,10
	adultos	0,89	± 0,17
Urea (mg/dl)	1 a 3 meses	30,70	± 4,52
	6 a 12 meses	55,12	± 37,98
	12 a 24 meses	39,00	± 18,22
	adultos	31,40	± 8,72
F Alc (UI/l)	1 a 3 meses	349,41	± 91,65
	6 a 12 meses	263,66	± 125,54
	12 a 24 meses	208,20	± 101,73
	adultos	138,37	± 111,45
ALAT (UI/l)	1 a 3 meses	9,64	± 5,33
	6 a 12 meses	19,93	± 6,97
	12 a 24 meses	15,95	± 4,97
	adultos	13,29	± 7,97
Calcio (mmol/l)	1 a 3 meses	3,47	± 0,27
	6 a 12 meses	3,00	± 0,54
	12 a 24 meses	4,00	± 0,42
	adultos	3,88	± 0,42
Fósforo (mg/dl)	1 a 3 meses	7,98	± 1,01
	6 a 12 meses	7,70	± 2,07
	12 a 24 meses	5,15	± 2,09
	adultos	4,69	± 1,06
Sodio (mmol/l)	1 a 3 meses	127,94	± 2,74
	6 a 12 meses	130,12	± 1,89
	12 a 24 meses	133,35	± 6,03
	adultos	133,40	± 5,04
Potasio (mmol/l)	1 a 3 meses	4,44	± 0,32
	6 a 12 meses	4,77	± 0,23
	12 a 24 meses	4,64	± 0,60
	adultos	4,37	± 0,47



Parámetros	Sexo	Desviación Típica	Media
Proteínas Totales (g/dl)	Macho	± 1,64	7,52
	Hembra	± 1,36	6,89
Albumina (g/dl)	Macho	± 0,69	4,04
	Hembra	± 0,42	3,61
Glucosa (mg/dl)	Macho	± 27,66	95,81
	Hembra	± 37,63	83,86
Triglicéridos (mg/dl)	Macho	± 24,41	42,83
	Hembra	± 22,93	32,90
Colesterol (mg/dl)	Macho	± 52,87	109,16
	Hembra	± 31,35	101,25
Creatinina (mg/dl)	Macho	± 0,28	0,84
	Hembra	± 0,66	0,92
Urea (mg/dl)	Macho	± 29,40	43,48
	Hembra	± 9,48	33,09
F Alc (UI/l)	Macho	± 116,05	297,91
	Hembra	± 113,62	163,62
ALAT (UI/l)	Macho	± 7,14	15,64
	Hembra	± 7,45	13,53
Calcio (mmol/l)	Macho	± 0,60	3,59
	Hembra	± 0,53	3,69
Fósforo (mg/dl)	Macho	± 2,11	6,84
	Hembra	± 2,00	5,47
Sodio (mmol/l)	Macho	± 5,01	131,24
	Hembra	± 4,94	131,86
Potasio (mmol)	Macho	± 0,44	4,63
	Hembra	± 0,47	4,44



## **VII. RESUMEN**



## VII.1. RESUMEN

El Departamento de Medicina Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de León (originariamente de Oviedo) se ha venido ocupando del estudio y caracterización de diversas razas de rumiantes de la península Ibérica, incluyendo tanto Bovinos como Ovinos y Caprinos, haciendo especial hincapié en aquellas razas en peligro de extinción cual pudiera ser la Blanca Cacerreña, Cachena, Mantequera Leonesa y oveja Gallega, siguiendo las recomendaciones de la FAO que desde 1973 se ocupa y establece normas sobre el programa de protección y conservación de animales y plantas, popularmente denominado como medidas para el mantenimiento de la biodiversidad.

En el curso 1999, se estableció un acuerdo entre la Universidad de León y diversas Universidades Brasileñas, por el cual el Profesorado del Departamento de Patología Animal: Medicina Veterinaria de la Universidad de León se hizo cargo de las enseñanzas de Doctorado de ciertas Facultades de Veterinaria Brasileñas, consecuentemente se promovió la realización del trabajo experimental sobre la raza CRIOLLA LANADA SERRANA que exponemos a continuación.

Esta raza "criolla" naturalizada de Brasil, según la FAO se encuentra entre las razas en categoría Crítica o en Peligro de Extinción. Esta raza esta así mismo incluida en la denominación Brasileña de "Memoria Genética de los animales que ayudaron a la colonización de Brasil".

Posiblemente estas ovejas tienen su origen en el cruce desordenado de ovinos ibéricos (Lacha y Churra), si bien con posterioridad la presencia de razas con mejores características para la producción de carne, originó su casi desaparición. No obstante la mayor rusticidad y adaptación al "Planalto Serrano Catarinense", su mayor resistencia tanto a ectoparásitos como a endoparásitos ha permitido que aún quede escaso grupo de ganaderos que mantienen este grupo étnico en Brasil. De igual forma la aptitud de esta raza para carne (50%) lana y piel (50%) han permitido su supervivencia, ya que la carne es tierna y sabrosa. La lana en origen al nacer, el vellón es negro transformándose al crecer en mechas de 20 a 36 centímetros de diversas coloraciones, del negro al blanco con gamas grises y ocre. El peso del vellón sucio varia de 1,2 a 2,5kgs, al tacto la lana es áspera, y se ha venido utilizando para la confección de tejidos artesanales y en la actualidad son requeridos por el turismo como recuerdo de esta zona del sur brasileño.

La región donde se realizó la experiencia “Planalto Sur Catarinense”, se encuentra a una altitud media de 884 metros sobre el nivel del mar (de 700 a 1800 metros de altitud), lo que justifica que la temperatura media sea de 15° C, con inviernos rigurosos que originan zonas de pastizales con presencia de escarcha. La humedad relativa media es de un 78 y 80%, con una pluviometría estacional que en su conjunto anual oscila entre 1.300 y 1.500 mm.

La EMBRAPA, responsable del banco de germoplasma animal, establece los siguientes parámetros para la identificación de las poblaciones en avanzado estado de dilución genética: Caracterización Fenotípica y Genotípica del germoplasma, así como evaluación del potencial productivo.

La prueba se realizó en un total de 80 ejemplares de ovejas de raza “Criolla Lanada Serrana” de diferentes edades y sexos, todos ellos identificados y pertenecientes a la A.C.C.O. (Asociación Catarinense de Creadores de Ovinos), identificados mediante el correspondiente crótalo, procediendo igualmente a su tatuaje, para evitar problemas de pérdidas, lo que facilitó su identificación y manejo.

Para el estudio genético se obtuvieron mechas del costillar, depositadas sobre papel absorbente, y remitidas al Laboratorio de Genética Molecular - Xenética Fontao S.A., esta metodología de trabajo se asienta en el análisis de 20 marcadores microsatélites de ADN elegidos de la lista propuesta por la ISAG en el test de Comparación Internacional de ADN Ovino 2008-09. El análisis de los polimorfismos se llevó a cabo mediante electroforesis capilar de fragmentos de ADN marcados por fluorescencia. En el estudio estadístico se valoraron el número de alelos, heterocigosidad observada, heterocigosidad esperada, test de equilibrio H-W, contenido de información polimórfica, probabilidad de exclusión así como la probabilidad combinada.

Las muestras de sangre fueron tomadas de la vena yugular, tras limpiar la zona, la sangre obtenida se distribuyó en 4 tubos estériles, con EDTA para el estudio hematológico, con fluoruro de sodio para valorar la glucemia, un tubo estéril siliconado para obtener suero, un cuarto tubo con el mismo proceso del anterior como reserva para las pruebas de bioquímica.

Los parámetros hematológicos, inexistentes en el estudio de la raza “Criolla Lanada Serrana”, tras su valoración han sido sistemáticamente comparados con base de

datos del propio equipo investigador. El análisis estadístico para sangre se utilizó el programa informático SPSS- Statistics 17.0





## **VII.2. SUMMARY**



## VII.2. SUMMARY

The Department of Animal Medicine of the Veterinarian School of León's University (originally from Oviedo) has been occupied with the study and characterization of several ruminants' races of the Iberian peninsula, including Bovine, Ovine and Caprine, having special pledge in those races in danger of extinction, which could be Blanca Cacereña, Cachena, Mantequera Leonesa and sheep Gallega, following the recommendations of the FAO since 1973 on the protection and conservation of animals and plants program, popularly called measures for the maintenance of the biodiversity.

In 1999, an agreement was established between León's University and several Brazilian Universities. That made, the teachers of the Department of Animal Pathology: Veterinary Medicine School of León's University, were responsibility for teaching the Doctorates of certain Brazilian Veterinarian Schools. In consequence the experimental work on the "Crioula Lanada Serrana" that we will expose to the continuation it was realized..

This "Crioula" naturalized race of Brazil, according to the FAO, is between the races in Critical category or in Danger of Extinction. This race is included in any case in the Brazilian denomination of "Genetic Memory of animals that helped the Brazilian colonization."

It is possible that these sheep originate from mixing up of the Iberians ovine (Lacha and Churra), even though subsequently the presence of races with better characteristics for the production of meat, almost promote their disappearance. Nevertheless, the biggest rusticity and adaptation to the "Planalto Serrano Catarinense", their great resistance to many ectoparasites and endoparasites, has been allowing a scarce group of creators to maintain this ethnic group in Brazil. In the equal form, the aptitude of this race for meat (50 %) wool and skin (50 %), has been allowing his survival. The meat is tender and tasty. The wool originally at born, the fleece is black, being transformed when grew in wicks from 20 to 36 centimetres, of several coloration, of the black man to a white with tones of ashes and ochre. The weight of the dirty fleece varies it of 1,2 to 2,5 kgs. To the touch the wool is rough and it is used for the production of craft cloths and nowadays it has been applied as memories of this part of South of Brazil by the tourism.

The region where the experiment took place, " Planalto Sul Catarinense", has its location at median altitude of 884 meters above the sea level (from 700 to 1800 meters of altitude), which justifies that the median temperature of 15°C, with rigorous winters that give rise to zones of pastures with presence of frosts. The relative median moisture is from 78 to 80 %, with a stationary pluviometry that in his annual setting oscillates between 1.300 to 1.500 mm.

The EMBRAPA, place responsible for the bank of animal germoplasma, establishes the next parameters for the identification of the populations in advanced state of genetic dilution: Phenotypic and Genotypic characterization of the germoplasma, as well as evaluation of the productive potential.

The trial was done in a total of 80 examples of sheep of the race " Crioula Lanada Serrana" of different ages and sex, all of them identified and pertaining to the A.C.C.O. (Associação Catarinense de Criadores de Ovinos) They were identified by corresponding earring and tattoo to avoid problems of losses, which made easy his identification and handling.

For the genetic study there were obtained wicks of the back, deposited on absorbent paper and referred to the Laboratory of Molecular Genetics - Xenética Fontao S.A. This methodology of work is based on the analysis of 20 microsatellites markers of elected ADN of the list proposed by the ISAG on the test of International Comparison of Ovine ADN 2008-09. The analysis of the polymorphisms was carried out by hair electroforese of fragments of ADN marked by fluorescence. In the statistical study it was valued the number of alelos, heterozigosidade observed, heterozigosidade expected, test of balance H-W, content of polymorph information, excluded probability as well as combined probability.

The blood samples were taken of the jugular vein, after cleaning the place. The obtained blood was distributed in 4 sterile tubes, with EDTA for the hematological study, with fluoreto of sodium to value the glicemia, a sterile silicone tube to obtain serum, a fourth tube with the same process of the previous one as a reserve for the biochemistry proofs.

The hematological parameters, non-existent in the study of the race "Crioula Lanada Serrana", after his value were systematically compared with data base of the investigating group itself. In the statistical analysis for blood was used the SPSS software - Statistics 17.0.

### **VII. 3. RESUMO**



### VII.3. RESUMO

O Departamento de Medicina Animal da Faculdade de Veterinária da Universidade de León (originalmente de Oviedo) vem se ocupando do estudo e caracterização de diversas raças de ruminantes da península Ibérica, incluindo tanto Bovinos como Ovinos e Caprinos, tendo especial empenho naquelas raças em perigo de extinção, das quais poderia ser a Blanca Cacereña, Cachena, Mantequera Leonesa e ovelha Gallega, seguindo as recomendações da FAO de 1973 sobre o programa de proteção e conservação de animais e plantas, popularmente denominado como medidas para a manutenção da biodiversidade.

No curso de 1999, se estabeleceu um acordo entre a Universidade de León e diversas Universidades brasileiras, pelo qual o professorado do Departamento de Patologia Animal: Medicina Veterinária da Universidade de León, se fez encargo dos ensinos de Doutorado de certas Faculdades de Veterinária brasileiras, conseqüentemente se promoveu a realização do trabalho experimental sobre a raça CRIOULA LANADA SERRANA que exporemos à continuação.

Esta raça "crioula" naturalizada do Brasil, segundo a FAO, se encontra entre as raças em categoria Crítica ou em Perigo de Extinção. Esta raça está assim mesmo incluída na denominação brasileira de "Memória Genética dos animais que ajudaram a colonização do Brasil."

Possivelmente estas ovelhas tem sua origem na cruzada desordenada de ovinos ibéricos (Lacha e Churra), se bem que posteriormente a presença de raças com melhores características para a produção de carne, originou sua quase de desaparecimento. Não obstante, a maior rusticidade e adaptação ao "Planalto Serrano Catarinense", sua maior resistência tanto a ectoparasitas como a endoparasitas, tem permitido que ainda reste um escasso grupo de criadores que mantém este grupo étnico no Brasil. De igual forma, a aptidão desta raça para carne (50%) lã e pele (50%), tem permitido sua sobrevivência, a carne é tenra e saborosa. A lã originalmente ao nascer, o velo é negro, transformando-se ao crescer em mechas de 20 a 36 centímetros, de diversas colorações, do negro ao branco com tons de cinzas e ocre. O peso do velo sujo varia de 1,2 a 2,5kgs, ao tato a lã é áspera e vem sendo utilizada para a confecção de tecidos artesanais e na atualidade são requeridos pelo turismo como recordações desta zona do sul brasileiro.

A região onde se realizou o experimento, "Planalto Sul Catarinense", se encontra a uma altitude média de 884 metros acima do nível do mar (de 700 a 1800 metros de altitude), o que justifica que a temperatura média seja de 15° C, com invernos rigorosos que originam zonas de pastagens com presença de geadas. A humidade relativa média é de 78 a 80%, com uma pluviometria estacional que em seu conjunto anual oscila entre 1.300 a 1.500 mm.

A EMBRAPA, responsável pelo banco de germoplasma animal, estabelece os seguintes parâmetros para a identificação das populações em avançado estado de diluição genética: Caracterização Fenotípica e Genotípica do germoplasma, assim como avaliação do potencial produtivo.

A prova se realizou em um total de 80 exemplares de ovelhas da raça "Crioula Lanada Serrana" de diferentes idades e sexo, todos eles identificados e pertencentes a A.C.C.O. (Associação Catarinense de Criadores de Ovinos), identificados mediante o correspondente brinco, procedendo igualmente a sua tatuagem, para evitar problemas de perdas, o que facilitou sua identificação e manejo.

Para o estudo genético se obtiveram mechas do costado, depositadas sobre papel absorvente e remetidas ao Laboratório de Genética Molecular - Xenética Fontao S.A., esta metodologia de trabalho se baseia na análise de 20 marcadores microssatélites de ADN elegidos da lista proposta pela ISAG no teste de Comparação Internacional de ADN Ovino 2008-09. A análise dos polimorfismos se levou a cabo mediante eletroforese capilar de fragmentos de ADN marcados por fluorescência. No estudo estatístico se valoraram o número de alelos, heterozigiosidade observada, heterozigiosidade esperada, teste de equilíbrio H-W, conteúdo de informação polimórfica, probabilidade de exclusão assim como probabilidade combinada.

As amostras de sangue foram tomadas da veia jugular, após limpar o local, o sangue obtido se distribuiu em 4 tubos estéreis, com EDTA para o estudo hematológico, com fluoreto de sódio para valorar a glicemia, um tubo estéril siliconado para obter soro, um quarto tubo com o mesmo processo do anterior como reserva para as provas de bioquímica.

Os parâmetros hematológicos, inexistentes no estudo da raça "Crioula Lanada Serrana", após sua valoração foram sistematicamente comparados com base de



dados do próprio grupo investigador. Na análise estatística para sangue se utilizou o programa informático SPSS- Statistics 17.0.

## **VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**



- Aceña, C, Fernández, A, Ferrer, L M, Gáscon, M, Gómez, P, Loste, A, Marca, M C, Navarro, L, Ortín, A, Ramos, J J, Verde, M (2008). Manual de prácticas de Patología General. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza. 121 pp.
- Agropecuaria Catarinense, v. 20, n. 3, nov. 2007. Periódico Técnico de la EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuaria e Extensão Rural de Santa Catarina).
- Albala Pérez, F (1975). Incidencia de la toxoplasmosis en el ganado ovino determinada por diversas pruebas serológicas y estudio de algunas constantes séricas. An. Fac. Vet. Zaragoza. 10:337.
- Alderson, L (1986). Mobilization of forces of society for the conservation of animal genetic resources. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 25:1-6. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm>
- Ali, B H, Hassan, T, Musa, N (1984). The effect of feed restriction on certain haematological indices, enzymes and metabolites in Nubian goats. Comp. Biochem. Physiol. 79<sup>a</sup> (3): 325.
- Alonso de Vega, F (1984). Carencia crónica experimental de zinc en ovejas. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Alonso Díez, A J (1986). Aportaciones al conocimiento de ovinos autóctonos: biopatología de la gestación. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Alonso Díez, A J, González Montaña, J R (1997). Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. Med. Vet. 14 (11): 611-614.
- Alves, M, Gonzalez, F, Carvalho, N, Mühlbach, P, Lima, V, Conceicao, R T, Wald, V (2004). Feeding dairy cows with soybean by-products: effects on metabolic profile. Ciência Rural. Santa Maria. 34 (1): 239-243.
- Allen, M J, Borkowski, G L (1999). The Laboratory Small Ruminant. CRC Press. New York. 161 pp.
- Amarjit Sing C H, Rattan, P J S (1981). Effects of seasonal variation in the total plasma protein contents in Corriedale rams. Indian Vet. Med. J. 5 (2): 66.
- Analisa Diagnóstica (2003). Produtos e Técnicas - Manual de Produtos e Técnicas. Belo Horizonte/ MG - Brasil.
- Andersson, L, Georges, M (2004). Domestic-animal genomics: Deciphering the genetics of complex traits. Nature Genet. Rev., 5:202-212.
- André, F (1981). Intérêt de dosage des enzymes sériques em pathologie des animaux de rente. Point Vet. 58 (12): 47.
- Anguera, B (1985). La oveja de raza Mallorquina. Caja de baleares "Sa Nostra", Palma de Mallorca.
- Anónimo (1992). Recommendations of the FAO expert consultation. In: The management of Global Animal Genetics. J. Hodges (ed.). Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- Anónimo (1993). World Watch List for Domestic Animal Diversity. R. Loftus y B. Scherf (eds.). Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome.
- Antón, J J R, Mayayo, L M F (2007). La Exploración Clínica del ganado ovino y su entorno. 1<sup>a</sup> ed. Ed. Servet. Zaragoza. 422 pp.
- Aranguren-Méndez, J A (2002). Caracterización y relaciones filogenéticas de cinco razas asnales españolas en peligro de extinción mediante la utilización de marcadores microsatélites: su importancia en los programas de conservación. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Aranguren-Méndez, J A, Jordana, J, Avellanet, R, Torrens, M (2002a). Estudio de la variabilidad genética en la raza bovina Mallorquina para propósitos de conservación. Revista Científica, FCV-LUZ. XII(5): 358-366.

- Aranguren-Méndez, J A, Gomez, M, Jordana, J (2002b). Potencial de los Microsatélites para la asignación de individuos dentro de raza en poblaciones a ser conservadas. Congreso de la Sociedad Española para los Recursos Genéticos Animales y III Congreso Ibérico sobre Recursos Genéticos Animales. (SERGA & SPREGA). *El Arca*. 5: 37.
- Aranguren-Méndez, J A, Jordana, J, Gómez, M (2002c). Genetic conservation of five endangered Spanish donkeybreeds. *J. Anim. Breed. Genet.* 119: 256-263.
- Aranguren-Méndez, J A, Gómez, M, Jordana, J (2002d). Hierarchical analysis of genetic structure in Spanish donkeybreeds using microsatellite markers. *Heredity*. 89: 207-211.
- Aranguren-Méndez, J A, Jordana, J, Gomez, M (2001). Genetic diversity in Spanish donkey breeds using microsatellite DNA markers. *Genetics Selection and Evolution*. 33: 433-442.
- Armour, J A, Neumann, R, Gobert, S, Jeffreys, A J (1994). Isolation of human simple repeat loci by hybridization selection. *Human Molecular Genetics*. 3: 599-605.
- Arave, C W, Walters, J L, Lamb, R C (1978). Effect of exercise on glucocorticoids and other cellular components of blood. *Journal Dairy Scienc.* 61: 1567-1572.
- Aricada, H J, Bedoya, R, Garcia, A P, Heredia, C, Maldonado, A M, Pelaéz, C, Cebalos, A (2004). Competencia inmunológica en la primera semana de vida en terneros mantenidos bajo de los sistemas de producción de la leche. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 17 (2): 167-174.
- Arora, R, Bhatia S (2004). Genetic structure of Muzzafarnagari sheep based on microsatellite analysis. *Small Ruminant Research* 54: 227-230.
- Arora, R, Bhatia, S (2006). Genetic diversity of Magra sheep from India using microsatellite analysis. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19:938-942.
- Arranz, J J, Bayon, Y, San Primitivo, F (1998). Genetic relationships among Spanish sheep using microsatellites. *Anim Genet.* 29: 435-440.
- Arranz J J, Bayón Y, San Primitivo F (2001). Differentiation among Spanish sheep breeds using microsatellites. *Genet. Sel. Evol.*, 33: 529-542.
- Arranz, J J, Poli, M A, Bayon, Y, San Primitivo, F, Hogaldo, H (1996). Estudio de las relaciones genéticas mediante el análisis de componentes principales entre las razas bovinas españolas Avilena Negra ibérica, Morucha y Sayaguera y el bovino Criollo Argentino. III Congreso Iberoamericano de razas autóctonas y criollas. Bogotá - Colombia.
- Arruda, M M (2006). Estudio de distintos parámetros hematológicos y bioquímicos en bovinos de raza Criolla Lageana del planalto catarinense - Estado de Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Associação Brasileira de Criadores de Ovinos (ARCO). En: [www.arcoovinos.com.br](http://www.arcoovinos.com.br)
- Babin, M del M (1982). Proteinograma sérico de los ovinos normales. *An. Inst. Nac. Invest. Agrarias. Serie: ganadera.* 14:83.
- Bacila, M (1980). *Bioquímica Veterinária*. Ed. J.M. Varela. São Paulo.
- Banks, W (1992). *Histología Veterinária Aplicada*. 2ª ed. Ed. Manole. São Paulo.
- Barbosa Machado, S I (1977). Influencia da alimentação e do parasitismo gastrintestinal nos teores de Ca, P, Mg e fosfatase alcalina do soro sanguíneo de ovinos. *Ver. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. São Paulo.* 14 (1): 222.
- Barker, J S F (1999). Conservation of livestock breed diversity. *Animal Genetic Resources Information*. 25: 33-43.
- Barker, J S F, Moore, S S, Hetzel, D J S, Evans, D, Tan, S G, Byrne, K (1997). Genetic diversity of Asian water buffalo: microsatellite variation and comparison with protein-coding loci. *Anim. Genet.* 28: 103-115.
- Barreiro, L (1989). Aportaciones al conocimiento de la fisiopatología de la gestación en las hembras autóctonas del noroeste. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Barzanji, A A, Daniel, R C (1988). The effects of hypocalcemia on blood gas and acid-base parameters in ruminants. *British Veterinary Journal*. 144: 93.

- Bas, P, Rouzeau, A, Morand, F P (1980). Variations diurnes et d'un jour a l'autre de la concentration de plusieurs métabolites sanguins chez la chèvre en lactation. *Ann. Rech. Vet.* 11 (4): 409.
- Becerra, V, Paredes, M C (2000). Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. *Agric. Téc.*, vol.60, 3.
- Benedito Castellote, J L (1986). Aportaciones a la cetosis subclínica. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Benedito Castellote, J L (1992). Importancia de la gestosis en pequeños rumiantes. *Jornadas Internacionales sobre Explotación Extensiva de Rumiantes*. Salamanca.
- Benjamin, M M (1984). Manual de patología clínica veterinaria. Ed. Limusina. México.
- Beteta, O M (1997). Las razas autóctonas españolas y su relación etnogenéticas con los bovinos de Iberoamérica. *Av. Aliment. Med. Anim.* 37 (4-5): 9-13.
- Bhagavan, N V (1977). Bioquímica. 1ª ed. Ed. Interamericana. Rio de Janeiro.
- Bickhardt K (1988). Clinical and laboratory evidence of ketosis in sheep. *Tagung der Fachgruppe Krankheiten der kleinen wiedererkauer. Veterinarmedizinische Gesellschaft*; 38.
- Bickhardt, K, Neumann, M, Steinmann, C (1988). Determination of metabolites of energy metabolism in liver biopsy samples. Characterization of ketosis in sheep. *J. Vet. Med.* 35 (10): 790.
- Bigras-Poulin, M, Tremblay, A (1998). An epidemiological study of calcium metabolism in non-paretic pos-parturient Holstein cows. *Preventive Veterinary Medicine.* 35 (3): 195-208.
- Birckhardt, K, König, G, Jäger-Bloh, A, Meyer, T (1989). Plasma concentrations of glucose and of 3-hydroxybutyrate in ewes of different breeds and of different stages of reproductive and in ketotic ewes. *Zuchtungskunde.* 61 (2): 121.
- Birgel Jr, E H, D'Angelino, J L, Benesi, F J, Birgel, E H (2001). Valores de referencia do eritrograma de bovinos da raça Jersey, criados no estado de São Paulo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 53 (2): 164-171.
- Blain, J C (1990). Metabolisme hepaticque du glucose et des lipides chez les ruminants. *Science veterinary Medical Company.* 92 (1/2): 3.
- Blas, C, Resch, C, Amor, J, Garcia, P (1999). Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas. *Producción Animal.* 141: 48-58.
- Block, E (1994). Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity and metabolic responses of dairy cows. *Journal Dairy Science.* 77: 1437-1450.
- Blood, H E, Radostits, H (1992). *Medicina Veterinaria.* 7ª ed. Ed. Interamericana. México. 1135 pp.
- Boots, L R, Ludwick, T M (1970). Plasma glutamic-oxaloacetic and glutamic-pyruvic transaminase activities in lactating Holstein cattle. I. Effects of lactation, gestation and level of milk production. *Journal Dairy Science.* 53 (4): 449-452.
- Borba, M F S, Echevarria, F A M, Bricarello, P A, Pinheiro, A, Vaz, C M S L (1997). Susceptibilidade das raças corriedale e da crioula lanada a infecção natural por helmintos gastrintestinais. In: *Seminário Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 10. Seminário de Parasitologia Veterinária dos Países do Mercosul, 1. Itapema - SC. Anais... Itajaí - SC: CBPV, 1997. p.222.*
- Botstein, D, White, R L, Skolnick, M, Davis, R M (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphism. *Am. J. Hum. Genet.*, 32, pp.: 314-331.
- Bouzada, J A, Prado, C, Areán, H, Muíño, R, López, M, Fernández, A, Canals, A, Castillo, J, Viana, J L (2005). Metodología Analítica para el Control Genealógico en la raza caprina

- Murciano-Granadina mediante Análisis de Microsatélites de ADN. XXX Jornadas Científicas, IX Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Granada. 121-124.
- Bowcock, A M, Ruiz-Linares, A, Tomfohrde, J, Minc, E, Kidd, J R, Cavalli-Sforza, L L (1994). High resolution of human evolutionary trees with polymorphic microsatellites. *Nature*. 368: 455-457.
  - Bowling, A T, Clark, R S (1985). Blood group and protein polymorphism gene frequencies for seven breeds of horses of United States. *Anim. Blood Gr. and Biochem. Genet.* 16: 93-108.
  - Bowling, A T, Eggleston-Stott, M L, Byrns, G, Clark, R S, Dileanis, S, Wictum, E (1997). Validation of microsatellite markers for routine horse parentage testing. *Animal Genetics*. 28: 247-252.
  - Bowling, A T (2001). Historical development and application of molecular genetic tests for horse identification and parentage control. *Livestock Production Science*. 72: 11-116.
  - Boyd, J W (1984). The interpretation of serum biochemistry test results in domestic animals. *Veterinary Clinical Pathology. Veterinary Practice. Publishing Co.*, 13 (2): 7-14.
  - Bradford, P S (1996). *Large Animal Internal Medicine*. 2ª ed. Ed. Mosby. St. Louis.
  - Braun, J P, Rico, A G, Bernard, P (1980). Glucose sanguin: 1. Regulation de la glycémie. *Rec. Méd. Vét.* 156 (5): 395-397.
  - Bricarello, P A, Gennari, S M, Sequeira, T C, Vaz, C M S L, Borba, M F, Gonçalves e Gonçalves, I, Echevarria, F A M (1999). Resistência de cordeiros das raças Corriedale e Crioula Lanada frente infecção natural por *Haemonchus contortus*. En: *Seminário Brasileiro de Parasitologia Veterinária, XI*. Salvador - BA. Anais. Salvador, Colégio Brasileiro de Parasitologia Veterinária: p. 158.
  - Brody, T (1994). *Nutritional Biochemistry*. Academic Press. San Diego: 545-581.
  - Brooks, D L, Tillman, P C, Niemi, S M (1984). Ungulates as laboratory animals. *Laboratory of Animal Medicine*. Eds. Fox, J G, Cohen, B J, Loew, F Y,. Academic press. Orlando. Flórida.
  - Broucek, J, Kovalcik, K, Gajdosik, D, Sottnik, J, Brestensky, V (1987). Effect of extreme environmental temperatures on the haematological and biochemical values of heifers. *Vet. Med.* 32 (5): 259.
  - Browns, M M (1967). The clinical pathology of ovine icteric states. I. Mechanical obstruction of the corman bile duct. *J. S. Afr. Vet. Med. Ass.* 38: 311.
  - Buchanan, F C, Adams, L J, Littlejohn, R P, Maddox, J F, Crawford, A M (1994). Determination of evolutionary relationships among sheep breeds using microsatellites. *Genomics*, 22: 397-403.
  - Buchanam, F C, Crawford, A M (1993). Ovine microsatellites at the OarFCB11, OarFCB128, OarFCB193, OarFCB266 and OarFCB304 loci. *Anim. Genet.* 24 (2): 145.
  - Buchanam, F C, Swarbrick, P A, Crawford, A M (1992). Ovine dinucleotide repeat polymorphism at the MAF65 locus. *Anim. Genet.* 23 (1): 85.
  - Buchanan-Smith, J, Berger, L L, Ferrell, C, Fox, D G, Galyean, M, Hutcheson, D P, Klopfenstein, T J, Spears, J (2000). *Nutrient requirements of beef cattle: seventh Revised Edition: Update 2000*. Disponible en: <http://www.nap.edu/openbook/030969343/html/224.html/>. Acesso en 26/10/2005.
  - Burtis, C A, Ashwood, E (1998). *Tietz: Fundamentos de Química Clínica*. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro: 681-706.
  - Bush, B M (1991). *Interpretation of laboratory results for small animal clinicians*. Ed. Blackwell scientific Publications. Oxford.
  - Buxadé, C (1996). *Zootecnia. Bases de Producción Animal. Producción Ovina. Vol VIII*. Mundi-Prensa. Madrid.

- Camargo, A H A (1992). Ganado Criollo del Brasil: origen y características zootécnicas. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 7: 11-15. Disponible En: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.
- Campbell, J R, Watts, C (1970). Blood urea in the bovine animal. Veterinary Record. 87: 127-133.
- Caola, G, Ferlazzo, A, Omero, A, Panzera, M (1981). Gliamminoacidi liberi del siero nel cavallo Pura Sangue Inglese. La Clínica Veterinaria. 104 (3): 81.
- Cardoso, C O, Ulmann, M N, Eberhardt, E L (2003). Balanço hídrico agroclimático para Lages-SC. Rev. Ciências Agroveterinarias, V. 2, n. 2, p. 118-130. Lages -SC.
- Carstairs, J A, Neitzel, R R, Emery, R S (1981). Energy and phosphorus status as factors affecting post partum performance and health of dairy cows. Journal Dairy Science. 64 (3): 4-41.
- Castejón Calderon y Col. (1976). Determinación de los valores normales de la actividad de las diversas enzimas del plasma sanguíneo. III. Fosfatasas. IV. Transaminasas. Ann. Fac. Vet. Zaragoza. 11.
- Castillo, C R (1993). Influencia Fisiológico-Reproductiva en los niveles sericos de minerales y oligoelementos en las ovejas de raza Gallega. Tesina presentada por la Licenciada Dña. Cristina Castillo Rodriguez. Universidad de Murcia.
- Castillo, C R (1994). Estudio fisiopatológico de la homeostasis del equilibrio acido-base y electrolítico e interacciones con la hematología y perfil metabólico en hembras de ganado ovino durante la preñez, parto y puerperio. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Castillo, C R, Hernández, J, Ayala, I, López, M, Miranda, M, Benedito, J L (2001). Reelación entre el metabolismo energético, el equilibrio ácido-base y el estado productivo en la oveja de raza Gallega. Vet. Méx. 32 (1): 39-45.
- Cavalli-Sforza, L L, Edwards, W F (1967). Phylogenetic analysis: Models and estimation procedures. American Journal of Human Genetics. 19: 233-257.
- Chakraborty, R, Jin, L (1993). A unified approach to study hypervariable polymorphisms: Statistical considerations of determining relatedness and population distance. In: Pena, S.D.J., Chakraborty, R., Epplen, J.T., Jeffreys, A.J. (eds). DNA finger-printing: state and the science. Birkhäuser Verlag, Basel. Switzerland. pp. 153-175.
- Claypool, D W (1976). Factors affecting calcium, phosphorus and magnesium status of dairy cattle on the Oregon coast. Journal Dairy Science. 59 (11): 2005-2007.
- Coles, E H (1989). Diagnóstico y patología en veterinaria. 4ª ed. Ed Nueva Editorial Interamericana. México: 566 pp.
- Colodel, M M (2005). Concentrações Séricas de Triiodotironina (T3) e Tiroxina (T4) em Ovelhas da raça Crioula Lanada durante a gestação e lactação. Dissertação de Mestrado. CAV - UDESC. Lages -SC. 68p.
- Constarle, P D, Schmall, L M, Muir, W W, Hoffsis, G F (1991). Respiratory, renal, hematologic, and serum biochemical effects of hypertonic saline solution in endotoxic calves. American Journal Veterinary Research. 52 (7): 990.
- Contreras P A, Möller, I, Wittwer, F, Tadich, N (1990). Concentraciones sanguíneas de glucosa, colesterol, cuerpos cetónicos y actividad de aspartato aminotransferasa en ovejas con gestación única y gemelar en pastoreo rotacional intensivo. Arch. Med. Vet. 22 (1): 65.
- Contreras, P A (2000). Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. Em: Perfil Metabólico em Ruminantes - seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Ed. Felix H. D. Gonzales. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 23-30.



- Coopó, N B, Coopó, J A, Revidatti, M A, Capellari, A, Navamuel, J M, Fioranelli, S A (2002). Cambios del eritrograma en vaquillonas cruza cebú suplementadas con pulpa de citrus. *Rev. Vet.* 12/13: 1-2, 2001-2002.
- Córdova, U A, Prestes, N E, Santos, O V, Zardo, V F (2004). Melhoramento e manejo de pastagens naturais no planalto catarinense. *Epagri*, Florianópolis, 274 p.
- Cornuet, J M, Piry, S, Luikart, G, Stoup, P A, Solignac, M (1999). New methods employing multilocus genotypes to select or exclude populations as origins of individuals. *Genetics*. 153: 1989-2000.
- Crow, J F, Kimura, M (1970). An introduction to population genetics theory. New York, Evanston and London. Harper and Row Publishers. pp. 83-98.
- Costa, A R (1922). O Rio Grande do Sul. Ensino de Agronomia e Veterinária. 1ª ed. Porto Alegre, Gráfica Livraria do Globo, cap. 6. P. 30.
- Costa, L (1980). A viagem de Pedro Álvarez Cabral. Recife: Fundação Joaquim Nabuco. Massangana.
- Cunningham, J G (1992). Textbook of Veterinary Physiology. Ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Chaiyaburt, N, Faulkner, A, Peaker, M (1982). Glucose metabolism in vivo in fed and 48h starved goats during pregnancy and lactation. *Br. J. Nutr.* 47 (1): 87.
- Cheng, H H y Crittenden, L B (1994). Microsatellite markers for genetic mapping in the chicken. *Poultry Science*, 73, pp.: 539-546.
- Cheng, H H, Levin, I, Vallejo, R L, Khatib, H, Dodgson, J B, Crittenden, L B, Hillel, J (1995). Development of a genetic map of the chicken with markers of high utility. *Poultry Science*, 74, pp.: 1855-1874.
- Church, D E (1993). El rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia. Zaragoza.
- D'Angelino, J L (1975). Influência da gestação e do puerpério sobre o proteinograma sanguíneo de bovinos de raça Holandesa branca e preta. *Ver. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. São Paulo*. 12: 197-204.
- Danell, B (1994). Methods of conservation of farm animals. En: Genetic Resources in farm animals and plants. Report from Research Symposium, 27-29 May, 1994, As. Norway.
- Dawson, R J G, Gibbs, H L, Hobson, K A, Yezerinac, S M (1997). Isolation of microsatellite DNA markers from a passerine bird, *Dendroica petechia* the yellow warbler, and their use in population studies. *Heredity*. 79: 506-514.
- Dayrell, M S, Resz, F (1984). Teor de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de vacas em lactação da região da zona da mata. *Pesq. Agrop. Bras.* 19 (10): 1307-1312.
- Del Claro, G R, Zanetti, M A, Salles, M S V (2002). Influencia da dieta aniônica no balanço macro-mineral em novilhos Holandeses. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e zootecnia*. 54 (3) (jun): 283-289.
- Del Valle, J, Wittwer, F, Herve, M (1983). Estudio de los perfiles metabólicos durante los periodos de gestación y lactación en ovinos Rommey. *Arch. Med. Vet.* 15 (2): 65.
- Dekkers, J C M (2004). Commercial application of marker and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl): E313-E328.
- Desco, M, Cano, M J, Duarte, J, Rodríguez, F, Fernández-Caleya, D, Alvarez-Valdevieso, M, Antoranz, J C, Rubio, M A, García-Barreno, P, Del Cañizo, J F (1989). Blood biochemistry values of sheep (*Ovis aries* ligeriensis). *Comp. Biochem. Physiol.* 94ª (4): 717.
- Diez-Tascon, C, Littlejohn, R P, Almeida, P A, Crawford, A M (2000). Genetic variation within the Merino sheep breed: analysis of closely related populations using microsatellites. *Anim Genet.* 31: 243-251.

- Di Michele, S R, Otaiza E V, Colveao, M P, Mejia, E B (1977). Valores hematológicos y de la química sanguínea en bovinos de los estados Carabobo y Guarico-II. *Hematología, colesterol y glucosa. Agronomía Tropical*. 27 (6): 571-583.
- Di Rienzo, A, Peterson, A C, Garza, J C, Valdes, A M, Slatkin, M, Freimer, N B (1994). Mutational processes of simple-sequence repeat loci in human populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 91: 31663170.
- Diez Monforte, C, Fernandez Celadilla, L, Abad Gavi, M (1992). Perfiles metabólicos en ganado bovino: Revisión de conjunto (I). *Med. Vet.* 9 (7-8): 425-429.
- Dijk, van J C, Lourens, D C (2001). Effects of anionic salts in apre-partum dairy ratio non calcium metabolism. *Journal South African Assoc.* 72 (2): (jun) 76-80.
- Dodgson, J B, Cheng, H H, Okimoto, R (1997). DNA marker technology: a revolution in animal genetics. *Poultry Science*, 76, pp.: 1108-1114.
- Doornenbal, H, Tong, A K W, Murray, N L (1988). Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages an stages of lactation. *Can. J. Vet. Res.* 52: 99-105.
- Doxey, D L (1987). *Patología Clínica y procedimientos de diagnóstico en Veterinaria*. Ed. El Manual Moderno. Méjico.
- Ducan, J R, Prasse, K W (1982). *Patología Clínica Veterinária*. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 217 pp.
- Dukes, S E, Swenson, M J (1981). *Fisiología de los animales domésticos*. 5ª ed. Ed. Aguilar. Madrid.
- Dunham, J R, Ward, G (1971). Influences of calcium intake and vitamin D supplemenation on the composition of lacting cows blood. *Journal Dairy Science*. 54 (6): 863-866.
- Dybko, A, Wroblewski, W. En <http://www.ch.pw.edu.pl> acceso el 17/12/2003.
- Eding, H, Laval, G (1999). Measuring genetic uniqueness inlivestock. In: Oldenbroek, K. (Ed.). *Genebanks and themanagement of farm animal genetic resources*. IDO-DLpress. The Netherlands, pp. 33-58.
- Egan, D A, Occuil, T (1971). Some biochemical and haematological parameters of inwintered sheep. *Rr. Vet. J.* 127 : 6.
- Eisen, J A (1999). Mechanistic basis for microsatellite instability.In: Goldstein, D., Schötterer, C. (Eds.). *MicrosatellitesEvolution and Applications*. Cap. 4, pp.34-48. Oxford University Press, New York.
- Elfawal, M A (2006). Molecular genetic diversity in characteristics of some Egyptian sheep breeds. Master thesis. Animal Production Department, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.
- EMBRAPA (2000). *Morfologia e Aptidao da Ovelha Crioula Lanada*. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Documento número 22. 20pp.
- EPAGRI (2003). *Estudos básicos regionais de Santa Catarina*. Florianópolis: Epagri. CD-ROM.
- EPAGRI (2007). *Agropecuária Catarinense*, v.20, n.3, periódico técnico.
- Erb, H N, Grohn, Y T (1988). Epidemiology of metabolic disorders in the periparturient dairy cow. *Journal Dairy Science*. 71 (9): 2557-2571.
- Esteban, C (1990). *El ganado ovino y caprino en el área de la CEE y en el mundo*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- Esteban, C, Tejon, D (1985). *Catálogo de Razas Autóctonas Españolas*. I.- Especies Ovina e Caprina. 2ª ed. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Estoup, A, Cornuet, J M (1999). Microsatellite evolution :inferences from population data. En: Goldstein, D. andSchlötterer, C. (Eds.). *Microsatellites Evolution andApplications*. Oxford University Press, New York.Cap. 5,pp.49-65.

- Estoup, A, Garnery, L, Solignac, M, Cornuet, J M (1995). Microsatellite variation in honey bee *Apis mellifera* L. populations: hierarchical genetic structure and test of the infinite allele and stepwise mutation models. *Genetics*. 140:679-695.
- Fagliari, J J, Ferreira Neto, J M, Lucas, A, Oliveira, JA (1987). Valores normais das proteínas séricas de bovinos da raça Guzerá em diferentes estágios fisiológicos. III. Quadro sero-proteico de novilhas. *Ciência Veterinária*. 1 (2): 16-17.
- FAO/ i DAD. Una llamada a la acción. En: <http://dad.fao.org/es/refer/library/idad/brief.pdf/>. Acceso el 24/10/2008.
- Farid, A, O'really, E, Dollard, C, Kelsey Jr., C R (2000). Genetic analysis of ten sheep breeds using microsatellite markers. *Canadian Journal of Animal Science*. 80: 9-17.
- Fernández, G (2000). Situación de los recursos genéticos domésticos locales del Uruguay. *Arch. Zootec.*, Cordoba, v. 49, n. 187, p. 333-340.
- Fernández del Palacio, M J (1986). Hematología Clínica, perfil metabólico, minerales y oligoelementos séricos de las razas caprinas autóctonas españolas. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Fernández Gómez, M, Mayer Valor, R, Gómez Cárdenas, G, Gasca Arroyo, A (1984). Cito hematología y proteinemia en hembras ovinas Fleischaff. *Arch. Zootecnia*. 33 (126):133.
- Fernández, J A, Barba, C (2005). Paralelismo entre las razas Criollas Americanas y las razas autóctonas Españolas. *Archivos de zootecnia*, v.54, n.206-207, p. 135-139.
- Ferreira, M M, Melo, M M, Marques Jr, A P (2001). Concentração de proteína sérica total, albumina e globulinas em novilhas Holandesas soro-reagentes para leucose bovina a vírus durante a gestação e pós-parto. *Rev. Bras. Saúde Prod. Na.* 1 (3): 68-73.
- Folman, Y, Neumark, H, Kain, M, Kaufmann, W (1981). Performance rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. *Journal Dairy Science*. 64: 759-767.
- Fontaine, M, Hamelin, N, Couture, Y (1987). Stabilité des paramètres sanguins en fonction du temps, des conditions d'etrepotage et de transport chez la vache. *Med. Vét. Québec*. 17 : 71-77.
- Forbes, S H, Hogg, J T, Buchanan, F C, Crawford, A M, Allendorf F W (1995). Microsatellite evolution in congeneric mammals: Domestic and Bighorn sheep. *Molecular Biology and Evolution*. 12: 1106-1113.
- Ford, E J H (1986). The effect of triamcinolone on glucose metabolism in ketotic sheep. *J. Agri. Sci.* 106 (2): 337.
- Fraser, A C (1979). A Study of the Blood of Cattle and Sheep in Health and Disease. *Rep. Dir. Inst. Anim. Path.* 1: 114. Cambridge.
- Fubini, S L, Smith, D F, Grohn, Y T, Levine, S A, Deuel, D M (1991). Replacement of chloride deficit by use of 1,8% NaCl to correct experimentally induced hypochloremic metabolic alkalosis in sheep. *Am. J. Vet. Res.* Vol 52 (11):1989.
- Ganong, W (1998). Fisiología Médica. 16ª ed. Ed. Manual Moderno. México.
- García Partida, P (1976). Cetosis Bovina. *Supl. Cient. Del Bol. Inf. Consejo General de Col. Vet. de España*. 204-205:43.
- García Partida, P, Gonzalo Cordero, J M, Prieto Montaña, F, Gutiérrez Panizo, C, Rodríguez Cadenas, J, Martínez Rodríguez, J M, Díez Sierra, C (1977). Aportaciones al estudio de la hematología en vacas de raza Parda-Alpina. *An. Fac. Vet. León*. 23.
- García, M A, Martínez, S, Orozco, F (1990). Guía de campo de las razas autóctonas de España. Alianza, Madrid.
- Garcia-Navarro, C E K, Pachaly, J R (1994). Manual de Hematología Veterinária. Ed. Livraria Varela. São Paulo. 174 pp.

- Garcia, P P, Prieto, M F, Benedito, C J L, Diez, P I (1988). Metabolismo energético en el parto en diferentes razas bovinas. Congreso Mundial de Buiatría. Palma de Mallorca. Tomo I: 540-543.
- Garcia, P P, Prieto, M F, Benedito, C J L (1988). Tratamiento de la cetosis bovina preparto. Congreso Mundial de Buiatría. Palma de Mallorca. Tomo I: 238-243.
- Garry, F, Chew, D J, Hoffsis, G F (1990). Urinary índices of renal function in sheep with induced aminoglycoside nephrotoxicosis. American Journal Veterinary Research. 51: 420.
- Gartner, L P, Hiatt, J L (1999). Tratado de Histología em cores. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 459 pp.
- Gaynor, P J, Muller, F J, Miller, F K, Ramsey, N, Goff, J P, Horst, R L (1989). Parturient hypoglycemia in Jersey cows fed alfalfa haylage based diets with different catión to anion ratios. Journal Dairy Science. 72: 2525-2531.
- Geiser, R D, Faulk, D (1989) Ionized calcium in the horse. Equine Practice-Nutrition. 11 (5): 25.
- Globo Rural (1996). Herança Colonial. Ed. Globo. Revista. 11:34-38, vol.130.
- Goicoa, A (1989). Estudio de distintos parámetros hemáticos y séricos en hembras de raza Rubia Gallega durante la gestación y primer mes de puerperio. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria de Lugo.
- Goldstein, D B, Schlötterer, C (1999). Microsatellites evolution and applications. Oxford University Press. New York, 352 pp.
- Goldstein, D B, Ruiz-Linares, A, Cavallis-Sforza, L L, Feldman, M W (1995). Genetic absolute dating based on microsatellites and the origin of modern humans. Proceedings of the National Academy of Sciences of USA. 92: 6723-6727.
- Gomes, K E, Almeida, J A, Quadros, F L F, Dallagnol, M, Vidor, M A, Ribeiro, A M L (1990). Zoneamento das pastagens naturais do Planalto Catarinense. En: Reunião do grupo técnico regional do Cone Sul em melhoramento e utilização dos recursos forrageiros das áreas tropical e subtropical, 11, Lages-SC. Relatório da XI Reunião. Lages - SC, 1989. P. 304-314.
- Gómez Piquer, J, Pastor, M J, Verde, Arribas, M T, Marca, A C, Gascon, P F M, Garcia, B L S, Aceña, F M C (1992). Manual práctico de análisis clínicos en veterinaria. Ed. Mira Editores. Zaragoza.
- Gómez Piquer, J, Viñas, M, Sánchez, G, Monte, C (1980). Biopatología hepática ovina (lesiones quísticas, nodulares y parasitarias del hígado). III. Pruebas de floculación y precipitación, bilirrubina, GOT, GPT y PA. Anales Facultad Veterinaria Zaragoza. 14:267.
- González, F H D (2000). Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. En: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Ed. Felix H. D. Gonzales. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS. Porto Alegre, Brasil. 31-51.
- González, M J R (1992). Dismetabolismos energéticos en ovejas de alta producción: profilaxis y tratamientos. Tesis Dostoral. Universidad de León.
- Gradinski-Urbanac, B, Mitin, V, Mikulec, K, Karadjole, I (1986). Triglyceride and phospholipid values in sheep serum in the course of a year. Veterinary Arch. 55:29.
- Granner, D K (1998). Hormones that regulate calcium metabolism. 47: 539-546. En: Harper's Biochemistry, 24th edition, Prentice - Hall International, Singapore.
- Green, S A, Jenkins, S J, Clark, P A (1982). A comparison of chemical and Electrophoretic methods of Serum Protein determinations in Clinically Normal Domestic Animals of Various Ages. Cornell Vet., 72, pp.: 416-426.
- Gregory, L, Birgel Jr, E H, D'Angelino, J L, Benesi, F J, Araújo, W P, Birgel, E H (2004). Valores de Referência dos teores séricos da Uréia e Creatinina em bovinos da raça Jersey

- criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da Leucose dos Bovinos. *Arq. Inst. Biol.* 7 (3): 339-345.
- Griffiths, A J F, Miller, J H, Suzuki, D T, Lewontin, R C, Gelbart, W M (2000). *An introduction to genetic analysis*. Freeman, 7th ed. USA.
  - Groutides, C, Michell, A R (1990). Changes in plasma composition in calves surviving or dying from diarrhoea. *Br. Vet. J.* 146:3.
  - GT lab. (1997). *GT Laboratorio - Reactivos para uso diagnóstico*. Rosario - Argentina.
  - Gutiérrez Panizo, C, Montes, A M, Fernandez del Palacio, M J, Bernal, L J, Vigil, E (1988). Perfil metabólico de las razas ovinas Churra y Manchega en período de crecimiento. XV Congreso Mundial de Buiatría. Palma de Mallorca.
  - Guyton, A C (1992). *Tratado de Fisiología Médica*. 8ª ed. Ed. Interamericana. Méjico.
  - Guyton, A C (1996). *Tratado de Fisiología Médica*. 9ª ed. Ed. Interamericana. Méjico.
  - Hackett, P L, Gaylor, D W, Bustard, L K (1957). Blood constituents in Suffolk ewes and lambs. *American Journal Veterinary Research*.18: 338.
  - Halse, K (1984). Calcium effects on renal conservation of magnesium in cows. *Acta Veterinary Scandinavi*. 25: 213.
  - Hall, S, Bradley, J G (1995). "Conserving Livestock Breed Biodiversity", *TREE*, vol.10, n.7 (july 1995), p.267.
  - Hallford, D M, Sanson, D W (1983). Serum profiles determined during ovine pregnancy toxemia. *Agi-Practice*. 4 (4):27.
  - Hancock, J (1999). Microsatellites and other simple sequence:genomic context and mutational mechanisms. En: GoldsteinD., Schlotterer C. (eds.). *Microsatellites evolution and applications*, Oxford University Press, New York, pp. 1-10.
  - Hardy, G H (1908). Mendelian proportion in a mixed population. *Science*. 28: 49-50.
  - Hassan, A A, Abou Mosallam, H A, Oraby, H A, de Hondt, El Nahas, S M (2003). Genetic Diversity of Three Sheep Breeds in Egypt Based on Microsatellites Analysis. *J. Eng. Biotechnol. (NRC)* 1(1): 141-150.
  - Healy, P J, Falk, R M (1974). Values of some biochemical constituents in the serum of clinically normal sheep. *Australian Veterinary Journal*. 50; 302-305.
  - Heckner, F, Lehmann, P, Kao, S Y (1989). *Hematologia Microscópica Prática*. 3ª ed. Ed. Livraria Santos. São Paulo.
  - Hendrix, C M (2002). *Laboratory Procedures for Veterinary Technicians*. 4th. Ed. Mosby. St. Louis.
  - Hendrix, C M (2002). *Laboratory Procedures for Veterinary Technicians*. 4th ed. Ed. Mosby. St. Louis.
  - Henkes, L E, Weimer, T A, Franco, M H L P, Moraes, J C P (1993). Genetic characterization of the "Crioula Lanada" sheep from southern Brazil. *Ver. Bras. Genet.*, 16 (2): 449 -455.
  - Henry, R J, Cannon, D C, Winkelman, J W (1980). *Química Clínica - Bases e Técnicas*. Tomo I. 2ª Ed. Editorial JIMS. 819 pp.
  - Herdt, T H (1988). Fuel homeostasis in ruminant. *Vet. Clin. North. Am.: Food Animal Pratic*. 4 (2): 213.
  - Hernández, B J (1992). Estudio de distintos parámetros hematológicos y séricos en razas bovinas (*Bos taurus*, Linnaeus 1758) rústicas de Galicia. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad de Santiago de Compostela.
  - Hesselink, J W, Vellema, P (1990). Cobalt deficiency and photosensitisation in a flock of Texel Lams. *Tijdschr. Diergeneeskd. Dell*. 115 (17): 789.
  - Hilary, J W (1988). Liver function in dairy cows in late pregnancy and early lactation. Palma de Mallorca - España: XV Congr. Mundial de Buiatría. 534.

- Hirvonen, J (1999). Acute Phase Response in Dairy Cattle. Dissertação Académica. University of Helsinki. En: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/ela/kliin/muut/hirvonen/introducción.html/>. Acceso el 22/10/2008.
- Hodgson, J C, King, T L, Hay, L A, Elston, D A (1989). Biochemical and haematological evidence of endotoxic shock in gnotobiotic lambs with watery mouth disease. *Research in veterinary science*. 1989. 47: 119.
- Holman, H H (1956). *Clinical haematology: Diagnostic Methods in Veterinary Medicine*. 4th ed. Ed. G.F. Doddie.
- Hoopwood, R T, Tibolla, B J (1958). The effect of adrenocorticotrophic hormone on the circulating eosinophil level - a possible screening test for adrenal gland function in the cow. *Am. J. Vet. Res.* 19: 833.
- Hulme, D J, Davies, K P, Beh, K J, Maddox, J F (1996). Ovine dinucleotide repeat polymorphism at the McM218, Mcm150 and McM138 loci. *Anim. Genet.* 27:57.
- Hurley, W L, Doane, R M (1989). Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *Journal Dairy Science*. 72: 784-804.
- Hurley, W L, Edgerton, L A, Olds, D, Hemken, K W (1982). Estrous behavior and endocrine status of dairy heifers with varied intakes of phosphorus. *Journal Dairy Science*. 65: 1979-1986.
- Hytten, F E, Painstain, D B (1963). Increase in plasma volume during normal pregnancy. *J. Obstet. Gynaec. Br. Commonw.* 70: 402.
- Ibañez, I (1991). Estudio etnológico y productivo de la agrupación ovina Rubia de El Molar. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Idris, O F, Tartour, G, Babiker, S A (1976). Blood mineral status and haematological values in sheep in the Gezira Province of the Sudan. *Trop. Anim. Health Prod.* 8 (1): 13.
- Immelman, A, Button, C, Dreyer, G (1981). The choleric action of clanobutin in dogs. *J. South African Vet. Ass.* 5 (4): 295.
- Ion Selective Electrodes. En: <http://www.ch.pw.edu.pl/~dybko/csrg/tutorials/ise/>. Acceso el 21/11/2008.
- Ishida, N, Hasegawa, T, Takeda, K, Sakagami, M, Onishi, A, Inumaru, S, Komatsu, M, Mukoyama, H (1994). Polymorphic sequence in the D-loop region of equine mitochondrial DNA. *Animal Genetics*. 25: 215-221.
- Ivankovic, A, Dovc, P, Kavar, T, Caput, P, Mioc, B, Panic, V, Stuhec, V, Leto, J (2005). Genetic characterization of the Pag Island sheep breed based on microsatellite and mtDNA data. *Small Ruminant Research* 57:167-174
- Jacobson, D R, Hemken, R W, Button, F S, Hatton, R N (1972). Mineral Nutrition, calcium, phosphorus, magnesium and potassium interrelationship. *Journal Dairy Science*. 55 (7): 935-944.
- Jain, N C (1993). *Essentials of Veterinary Haematology*. 5th, Ed. Lea & Febiger. Philadelphia. 417 pp.
- Jamieson, A, Taylor, S C S (1997). Comparisons of three probability formulae for parentage exclusion. *Animal Genetics*, 28, pp.: 397-400.
- Jamieson, A (1994). The effectiveness of using codominant polymorphic allelic series for 1 checking pedigrees and 2 distinguishing full-sib pair members. *Animal Genetics*. 25(Suppl. 1): 37-44.
- Jeffreys, A J, Wilson, V, Thein, S L (1998). Hypervariable minisatellite regions in human DNA. *Nature*, 314: 67-73.
- Jelinek, P, Illek, J, Helanova, I, Frais, Z (1984). Biochemical and hematological values of the blood in rams during rearing. *Acta Vet. Brno.* 3-4: 143.

- Jenkins, S J, Green, S A, Clark, P A (1982). Clinical chemistry reference values of normal domestic animals in various age groups. As determined on the ABA-100. *Cornell Vet.* 72: 403-415.
- Jephcott, E H, Lynn, R D, Thorburn, G D, McMillen, I C (1990). Effects of Electroimmobilisation on blood gas and pH status in sheep. *Research in Veterinary Science.* 48: 314.
- Jones, D G (1985). Stability and storage characteristics of enzymes in sheep blood. *Research Veterinary Science.* 38 (3): 307.
- Jones, M G, Wildman, E E, Troutt JR, H F, Lesch, T N, Wagner, P E, Boman, R L, Lanning, N M (1982). Metabolic profiles in Virginia dairy herds of different milk yields. *Journal Dairy Science.* 65: 683-688.
- Jones, A G, Östlund-Nilsson, S, Avise, J C (1998). Microsatellite assessment of sneaked fertilizations and eggshievery in the fifteen-spined stickleback. *Evolution.* 52: 848-858.
- Jordana, J, Folch, P, Aranguren, J A (2001). Microsatellite analysis of genetic diversity in the Catalan donkey breed. *Journal of Animal Breeding and Genetics.* 118: 57-63.
- Jordana, J, Folch, P, Sanchez, A (1999). Genetic variation protein markers and microsatellites in endangered Catalan donkeys. *Biochemical System Ecology.* 27: 791-798.
- Joshi, H C, Zangana, I K, Saleem, A N (1990). Haemato-biochemical and Electrocardiographic changes in uraemia in sheep. *Indian Journal Veterinary Medicine.* 9 (2): 95.
- Kaneko, J J (1980). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 1th ed. Ed. Academic press. Davis. California.
- Kaneko, J J (1989). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 4th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932 pp.
- Kaneko, J J, Havey, J W, Bruss, M L (1997). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals.* 5th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932 pp.
- Kaplan, L A, Pesce, A J (1990). *Química Clínica. Técnicas de Laboratorio-Fisiopatología-Métodos de Análisis. Teoría. Análisis y Correlación.* Ed. Médica Panamericana. Buenos aires.
- Kantanen, J, Olsaker, I, Holm, L E, Lien, S, Vikki, J, Brusgaard, K, Eythorsdottir, E, Danell, B, Adalsteinsson, S (2000). Genetic diversity and population structure of 20 North European cattle breeds. *Journal of Heredity.* 91: 446-457.
- Kaushish, S K, Arora, K L (1977). Studies on reproduction in sheep. 5. Blood and plasma constituents before and after parturition in Nali sheep. *Haryana Veterinarian.* 16 (2): 74.
- Kerr, M G (2003). *Exames laboratoriais em medicina veterinária - Bioquímica clínica e hematologia.* 2ª ed. Ed. Roca. São Paulo. 436 pp.
- Kessabi, M, Lamnaquer, D (1981). Serum proteins and their fractions in the Timahdite sheep in Morocco: variations with age and with liver or lung diseases. *Ann. Rech. Vét.,* 12, pp.: 233-237.
- Klein, B, Schmidt, B, Zucker, H (1987). Serum urea determinations in dairy herds for evaluating protein and energy supply. *Tierärztl. Umschau.* 42 (7): 532.
- Kohn, C W, Brooks, C L (1990). Failure of pH to predict ionized calcium percentage in healthy horses. *American Journal Veterinary Research.* 51 (8): 1206.
- Kolb, E (1987). *Fisiologia Veterinária.* 4ª ed. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 612 pp.
- Kronfeld, D S (1971). Hypoglycemia in ketotic cows. *Journal Dairy Science.* 54: 942-961.
- Kronfeld, D S, Donoghue, S, Copp, R L, Stearns, F M, Engle, R H (1982). Nutritional status of dairy cows indicated by analysis of blood. *Journal Dairy Science.* 65: 1925-1933.

- Kwok, P, Deng, Q, Zakeri, H, Nickerson, D A (1996). Increasing the information content of STS based genomemaps: Identifying polymorphism in mapped STSs. *Genomics*. 23: 138-144.
- Kuttler, K L, Marble, D W (1960). Serum protein changes in lambs with naturally acquired nematode infection. *American Journal veterinary Research*. 21: 445.
- Labtest (2004). Disponible en: <http://www.labtest.com.br/pubcientificas.aspx/>. Acceso el 12/04/2006.
- Lamb, J F, Ingram, C G, Johnston, I A, Pitman, R M (1988). *Fundamentos de Fisiología*. Ed. Acribia. Zaragoza. 491 pp.
- Lande, R, Thompson, R (1990). Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. *Genetics* 124:743-756.
- Larson, L L, Mabruck, H S, Lowry, S R (1980). Relationship between early post partum blood composition and reproductive performance in dairy cattle. *Journal Dairy Scienc.* 63: 283-289.
- Leat, W M F (1967). Plasma lipids of newborn and adult ruminant and lambs from birth to weaning. *J. Agric. Sci. Camb.* 69: 241.
- Lebdoesoekojo, S, Ammerman, C B, Raun, NS (1980). Mineral Nutrition of beef cattle grazing native pastures on the Eastern plains of Colombia. *J. Anim. Sci.* 51: 1249-1260.
- Lee, I P, Sheerins, R J, Dixon, RL (1978). Evidence for induction of germinal aplasia in male rats by environmental exposure to boron. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 45 (2): 577.
- Legaz, E, Álvarez, I, Royo, L J, Fernández, I, Gutiérrez, J P, Goyache, F (2008). Genetic relationships between Spanish Assaf (Assaf.E) and Spanish native dairy sheep breeds. *Small Ruminant Research*. 80: 39-44.
- Lehninger, A L (1984). *Principios de bioquímica*. Eds. Omega, S.A. Barcelona.
- Leung, C T, Maleeff, B F, Farrell JR, H M (1989). Subcellular and ultrastructural localization of alkaline phosphatase in lactating rat mammary glands. *Journal Dairy Science*. 72: 2495-2509.
- Levin, I, Santagelo, L, Cheng, H H, Crittenden, B, Dodgson, B (1994). An autosomal genetic linkage map of the chicken. *The Journal of Heredity*. 85: 79-85.
- Litt, M, Luty, J A (1989). A hypervariable microsatelliterevealed by in vitro amplification of a dinucleotide repeatwithin the cardiac muscle actin gene. *American Journal of Human Genetics*. 44: 397-401.
- Littledike, E T (1976). Relationship of milk secretion to hypocalcemia in the dairy cow. *Journal Dairy Science*. 59 (11): 1947-1953.
- Littleton, C A, Tumbleson, M E, Komer, E G, Wilson, R P, Bloomfield, R A (1968). Organ weight and haematological studies during neonatal development of lambs. *Am. J. Vet. Clin. Path.* 2: 145.
- Loftus, R T, Machugh, D E, Bradley, D G, Sharp, P M, Cunningham, P (1994). Evidence for two independent domestications of cattle. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 91: 2757-2761.
- Loguércio, A P (1998). *Produção de carne em cordeiros da raça Crioula*. Dissertação de Mestrado, UFPel - RS (Universidade Federal de Pelotas ) 109 p.
- Lopes, H O S, Ferreira Neto, J M, Veloso, J A F (1972). Estudos dos teores de cálcio, fósforo e magnésio e da atividade da fosfatase alcalina em bovinos criados no Cerrado. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 24 (1): 33-43.
- Lopes, H O S, Ferreira Neto, J M, Sampaio, I B M (1973). Influencia da queimada nos níveis de cálcio, fósforo, magnésio e da fosfatase alcalina no soro de bovinos no Cerrado. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*. Belo Horizonte. 25 (3): 305-308.



- Lopes, H O S, Ferreira Neto, J M, Sampaio, I B M (1973). Resposta a aplicação de farinha de osso nos teores séricos do fósforo, cálcio, magnésio e atividade da fosfatase alcalina em bovinos criados no Cerrado. Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 25 (3): 299-303.
- Lopez Gorge, J, Sanchez Rasero, F, Monteoliva, M (1967). Estudio Del suero sanguíneo de animales parasitados. I. Electroforesis. Ver. Iber. Parasitol. 27 (1): 11.
- Lourenço, A J, Sartini, H J (1982). Efeito da fertilização fosfatada e da lactação na concentração de fósforo e cálcio no solo, nas forragens disponíveis e no soro sanguíneo de bovinos. Boletim de Industria Animal. 39 (1): 1-10.
- Lumsden, J H, Mullen, K (1978). On establishing reference values. Can. J. Comp. Med. 42 (3) : 293-301.
- Lunn, D P, McGuirk, S M, Smith, D F, McWilliams, P S (1990). Renal net acid and electrolyte excretion in an experimental model of hypochloremic metabolic alkalosis in sheep. American Journal Veterinary Research. 51 (11): 1723.
- Madej, E, Pinkiewicz, E, Filar, J, Stec, A (1982). Na evaluation of subclinical health disorders in dairy herds by a model of laboratory tests. Utrech: XIIth World Congress on Diseases of cattle. 1: 569.
- Madre de Deus, G. (1847). Memórias para a história da capitania de São Paulo. Rio de Janeiro: Tipografia de Agostinho de Guimarães e Cia., 1847:65.
- Maia, F C L, Nogueira, R H G, Nunes, V A, Nunes, I J (1995). Hiperparatireoidismo secundário nutricional em bovinos: 1. Morfologia e morfometria das paratireóides. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 47 (3): 329-341.
- Marek, J, Mocsy, J (1973). Diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. 4ª ed. Editorial Labor. Barcelona.
- Mariante, A S, Albuquerque, M S M (1999). Advances in the brazilian animal genetic resources conservation programme. En: Animal Genetic Resource Information. Rome: FAO, 1999. P. 107-121.
- Mariante, A S, Albuquerque, M S M, Egito, A A (1999). Situação atual da conservação de recursos genéticos animais no Brasil. En: Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e caribe - SIRGEALC, 2, Anais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 8 p. CD-ROM.
- Mariante, A S, Albuquerque, M S M, Egito, A A, Macmanus, C (1999). Advances in the Brazilian animal genetic resources conservation programme. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 25: 109-123. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.
- Mariante, A S, Cavalcante, N (2000). Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil. 1ª ed. Brasília - DF: Embrapa Sede, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 272 p.
- Mariante, A S, Cavalcante, N (2006). Animais do Descobrimento: raças domésticas da história do Brasil. 2ª ed. Brasília - DF: Embrapa Sede, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 272 p.
- Mariante, A S, Fernandez-Baca (1998). Animal genetic resources and sustainable development in the Americas. En: World Congress on Applied to Livestock production, 6. Armindale, Austrália. Proceedings, 1998 v. 28, p. 27-34.
- Martin, W B (1988). Enfermedades de la oveja. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Martin, W B, Aitken, I D (2002). Enfermedades de la Oveja. 2ª ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 629 pp.
- Martinez, G C (1992). El ganado Criollo Colombiano Blanco Orejinegro. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 9: 27-36. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.

- Martinez, R D, Rodriguez, C A (1995). Avances en la conservación y estudio del bovino Criollo Argentino Patagonico. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 15: 49-58. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.
- Martins, V M V, Veiga, T F, Martins, E, Quadros, S A F, Cardoso, C P, Ribeiro, J A R (2009). Raça crioula lageana: o esteio do ontem, o labor do hoje e a oportunidade do amanhã. Lages - SC. Ed. ABCCL. 98 p.
- Martins, W B M, Vaz, C M S L, Oliveira, N M (1997). Comparação de uma população de Ovelha Crioula quanto a idade, cor da lã e presença de cornos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Juiz de Fora. Anais..., Juiz de Fora - MG; SBZ v.3, 1997. P. 287-289.
- Massino, D, Capuccio, A, Grasso, F, Pallazo, M (1993). Conservation of animal germplasm at risk of extinction in Italy: the centre for defense of animal genetic resources of circello. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 12: 25-44. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.
- Mc Pherson, M J, Moller, S G (2000). PCR. Bios. USA.
- McDowell, L R (1999). Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil. São Paulo: UNESP. Boletim Técnico, n.3, 93 pp.
- McGilvery, R N (1987). Bioquímica. Aplicaciones Clínicas. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. Madrid.
- McManus, C M, Paiva, S R, Egito, A A, Mariante, A S, Lovandini, H (2005). Importância dos levantamentos populacionais e da caracterização genética das populações na conservação animal. In: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, Goiania. Anais.
- McNeil, J S, Torrington, K G, Mundie, T G, Banks, R A, Philips, Y Y, Ripple, G R (1991). Prediction of carbón monoxide diffusing capacity of the lung in splectotomized sheep. Laboratory Animal Science. 4 (1): 63.
- McPherson, A (1976). Biochemical aspect of cobalt deficiency in sheep with special reference to vitamin status and posible involvement in the aetiology of cerebro cortical necrosis. British Veterinary Journal. 132:294.
- Medway, W, Prier, J E, Wilkinson, J S (1973). Patología Clínica Veterinaria. U.T.E.H.A. México.
- Mendes Muñiz, V M, Ferreira Neto, J M (1977). Influência da alimentação e parasitismo sobre alguns elementos sanguíneos em ovinos. Arq. Esc. Vet. (UFMG). 29 (2): 215.
- Meneses, G A, Rodriguez, R L, Boschini, C (1980). Comportamiento de las constantes sanguíneas en Costa Rica: efecto de la aza y edad en vacas Holstein y Jersey. Ciencias Vet. 2: 29-36.
- Meyer, D J, Coles, E H, Rich, L J (1992). Veterinary laboratory Medicine. Interpretation and diagnosis. Ed. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Meyer, D J, Coles, E H, Rich, L J (1995). Medicina de laboratorio Veterinária, Interpretação e Diagnóstico. Ed. Roca. São Paulo. 308 pp.
- Meyer, D J, Harvey, J W (2000). El Laboratorio en Medicina Veterinaria. Interpretación y Diagnóstico. 2ª ed. Ed. Inter-Médica. Buenos Aires - Argentina. 397 pp.
- Miller, C S, Leroy, B E, Tarply, H L, Bain, P J, Latimer, K S (2005). A brief review of creatinine concentration. En: <http://www.vet.uga.edu/vpp/clerk/miller/>. Acceso el 29/07/2005.
- Miller, O (1989). Laboratório para o Clínico. 6ª ed. Ed. Livraria Atheneu. Rio de Janeiro. 607 pp.
- Miró, J, Lavin, S, Dominguez, J C, Rigau, T (1992). Utilización del perfil metabólico en el ganado ovino y su influencia sobre la actividad reproductiva. Medicina Veterinaria. 9 (4): 214-222.

- Montes Cepeda, A, Pérez, C C, Díez, I, Lavín, S (1983). Contribución al conocimiento de los parámetros séricos en la paratuberculosis ovina. León: VIII Jornadas de Ovinotecnia.
- Morais, M G, Rangel, J M, Madureira, J S, Silveira, A C (2000). Variação sazonal de eletrólitos no sangue de vacas aneladas sob pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*. *Arqu. Bras. Med. Vet. Zootec.* 52 (2): Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php/>.
- Morros, J (1967). Elementos de fisiología. Editorial Científico-Médica. Madrid-Barcelona.
- Mueller, U G, Wolfenberger, L L (1999). AFLP genotyping and fingerprinting. *Tree*, Vol, 14, 10, pp.: 389-394.
- Mullis, K B, Faloona, F, Scharf, S, Saiki, R, Horn, G, Erlich, H (1986). Specific enzymatic amplification of DNA invitro: the polymerase chain reaction. *Cold Spring. Harb. Symp. Quant. Biol.* 51: 263-273.
- Mundie, T G, Januszkiewicz, A J, Pipple, G R (1992). Effects of epinephrine, phenoxybenzamine, and propanolol on maximal exercise in sheep. *Laboratory Animal Science.* 42 (5): 486.
- Mundy, N I, Woodruff, D S (1996). Polymorphic microsatellite markers in the loggerhead shrike, *Lanius ludovicianus*, isolated from a library enriched for CA repeats. *Molecular Ecology.* 5: 811-813.
- Murray, B W (1996). The estimation of genetic distance and population substructure from microsatellite allele frequency data. [Http://www.helix.biology.mcmaster.ca/brent/brent.html](http://www.helix.biology.mcmaster.ca/brent/brent.html)
- Murray, R K, Granner, D K, Mays, P A, Rodwell, V W (2004). *Harper's biochemistry.* 26<sup>a</sup> ed. Ed. McGraw-Hill. USA. 870 pp.
- Myers, S (2002). Animal health expositor. CBC Report: New reference values. Disponible en: <http://www.usask.ca/pds>.
- Nagamine, Y, Higuchi, M (2001). Genetic distance and classification of domestic animals using genetic markers. *Journal of Animal Breeding and Genetics.* 118: 101-109.
- Nagy, E, Belle, K, Huszenica, G Y, Renes, I, Molnar, L, Haraszti, J, Gonye, S (1984). Practical experiences on the prognosis and prevention of so-called fatty liver syndrome in cattle. *Magyar Allatorvasok Lapja.* 39 (7): 421.
- National Research Council (1993). Board on agricultural and natural resources. Committee on Animal Nutrition (Washington, USA). *Nutrients Requirements of domestic Animals.* 5 rev ed. Washington: National Academic of Sciences. 112 pp.
- National Research Council (2001). Managing global genetic resources: Livestock. Committee on Managing Global Genetic Resources: Agricultural Imperatives. Washington, D.C.: National Academic Press.
- Nauta, M J, Weissing, F J (1996). Constraints on allele size at microsatellite loci: implications for genetic differentiation. *Genetics.* 143: 1021-1032.
- Navamuel, J M, Slanac, A L, Balbuena, O, Schereiner, J J, Koza, G A, Kucseva, C D, Mussart, N B, Cardozo, S M, Andino, G (2002). Efectos de la suplementación proteica invernal con niveles crecientes de expeller de algodón sobre el proteinograma en vaquillas cruce cebú. En: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/04-veterinarias/v-031.pdf/>. Acceso el 02/08/2007.
- Navarro, P (2004). Aprobada la identificación individual del ovino y caprino. *Tierras de Aragón.* 148: 11-12.
- Naylor, J M, Kronfeld, D (1987). In vivo studies of hipoglucemia and lactic acidosis in endotoxic shock. *Am. J. Physiol.* 248: 309.
- Nei, M (1972). Genetic distances between populations. *American Naturalist.* 106: 283-292.
- Nei, M (1973). Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA.* 70: 3321-3323.

- Nei, M, Tarima, F, Tateno, T (1983). Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. *Journal Molecular Evolution*. 19: 153-170. In: Nei, M. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press. New York. 1987.
- Nei, M (1977). F-statistics and analysis of gene diversity in subdivided populations. *Ann. Hum. Genet.* 41: 225-233.
- Niedermuller, H, Haider, I (1979). Enzyme and metabolite contents in plasma of cattle and sheep in Syria. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*. 66 (3): 88.
- Neuman, K, Wetton, J H (1996). Highly polymorphic microsatellites in the house sparrow, *Passer domesticus*. *Molecular Ecology*. 5: 307-309.
- Obaldiston, G W (1972). Serum protein fractions in domestic animals. *Brit. Vet. J.* 128 (8): 386.
- Oduye, O O (1976). Haematological values of Nigerian goats and sheep. *Trop. Anim. Health Prod.* 8 (3): 131.
- Oetzel, G R (1988). Parturient paresis and hypocalcemia in ruminant livestock. *Vet. Clinical of North America: Food and Animal Practical*. 4 (2): 331-349.
- Ojeda Sahagun, E, García, S, Ruyz-Poveda, A (1967). Constantes fisiológicas del ganado lanar. Fórmula hemática en las razas Manchega, Karakul y Lincoln. *Rev. Del Patronato de biología Animal, Madrid*. 11: 73.
- Oldenbroek, J K (1998). Genebanks and the conservation of the farm animal genetic resources. ID-DLO, Lelystad.
- Osório, J C, Vaz, C M S L, Jardim, P, Pimentel, M, Loguércio, A P (1997) Componentes do peso vivo na raça crioula. In: *Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária*, 25. Gramado - RS. Anais..., Porto Alegre - RS, SOVERGS, 1997. 266 p.
- Ott, J (1992). Strategies for characterizing highly polymorphic markers in human gene mapping. *Am. J. Hum. Gen.*, 51:283-290.
- Otto, F, Vilela, F, Harun, M, Taylor, G, Baggasse, P, Bogin, E (2000). Biochemical Blood Profile of Angoni Cattle in Mozambique. *Israel veterinary Medical Association*. 55 (3). Acceso en: [http://www.isrvma.org/article/55\\_3\\_4.htm/](http://www.isrvma.org/article/55_3_4.htm/).
- Overås, J (1969). Studies on Eperythrozoon ovis Infection in sheep. *Acta Vet. Scand. Suppl.* 28: 7.
- Paetkau, D, Calvert, W, Stirling, I, Strobeck, C (1995). Microsatellite analysis of population structure in Canadian polar bears. *Molecular Ecology*. 4: 347-354.
- Paiva, S R, Faria, D A, Silvério, V C, McManus, C, Egito, A A, Dergam, J A, Guimarães, S E F, Castro, S R, Albuquerque, M S M, Mariante, A S (2005). Genetic variability among brazilian sheep using microsatellites. The role of biotechnology Turin, Italy.
- Patel, K S, Prajapati, K S, Dave, A D (1990). Blood serum constituents in relation to summer stress in crossbred heifers. *Ind. Vet. J.* 67:611-617.
- Parker, P G, Snow, A A, Schug, M D, Booton, G C, Fuerst, P A (1998). What molecules can tell us about populations: choosing and using a molecular marker. *Ecology*, 79 (2), pp.: 361-382.
- Pastor, J M (1992). Influencia del binomio suelo-planta sobre la bioquímica sérica de la raza ovina Aragonesa en la confluencia de los ríos Gallego y Ebro. *Jornadas Internacionales sobre Explotación Extensiva de Rumiantes*. Salamanca. pp.502-510.
- Payne, J M (1981). *Enfermedades metabólicas de los animales zotécnicos*. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Payne, J M (1981). *Maladies metaboliques des ruminants domestiques*. Editions Du Point Vétérinaire. Maisons-Alfort. Francia. 1981.
- Payne, J M, Payne, S (1987). *The metabolic profile test*. Oxford University. Press-Oxford. 179 pp.

- Payne, J M, Sally, M O, Dew, R, Manston, R, Faulks, M (1970). Metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Research*. 87: 150-158.
- Peelman, L J, Mortiaux, F, Van Zeveren, A, Dansercoer, A, Mommens, G, Coopman, F, Bouquet, Y, Burny, A, Renaville, R, Portetelle, D (1998). Evaluation of the genetic variability of 23 bovine microsatellite markers in four Belgian cattle breeds. *Animal Genetics*. 29: 161-167.
- Pechova, A, Podhorsky, A, Lokajova, E, Paulata, L, Illek, J (2002). Metabolic effects of chromium supplementation in dairy cows in periparturient period. *Acta Vet. BRNO*. 71: 9-18.
- Pereira, J C C (1996). Melhoramento genético aplicado a produção animal. Belo Horizonte - MG.
- Pereira, J R, Gutierrez Panizo, C, Sanchez, J, Barreiro, A, Orden, M A, Garcia, P. (1988). Proteínas totales: feroograma y enzimas séricas en bovinos de raza Blanca Cacerena de diferentes edades y gestación. *An. Vet. Murcia*. 4: 41-45.
- Peterson, R G, Waldern, D E (1981). Repeatability of serum constituents in Holstein-Friesians affected by feeding, age, lactation and pregnancy. *Journal Dairy Science*. 64: 822.
- Pieragostini, E, Petazzi, F, Dario, C, Satrini, A (1991). Proteine total sieriche e protidogramma nella pecora leccese. *Atti. Fe.Me.S.P.Rum*. 1: 324.
- Piper, L, Ruvinsky, A (1997). The genetics of sheep. CAB International, Cambridge.
- Plonait, H (1984). Elementos de Analisis Clinico Veterinario. Ed. Acribia. Zaragoza. 169 pp.
- Pont, R (1983). Campos Realengos. Formação da fronteira sudoeste do Rio Grande do Sul. *Edigal*. 1: 19-114. 450 p.
- Ponsuksili, S, Wimmers, K, Schmoll, F, Horst, P, Schellander, K (1999). Comparison of multilocus DNA fingerprints and microsatellites in an estimate of genetic distance in Chicken. *The Journal of Heredity*. 90: 656-659.
- Popof, M (1979). Intérêt des examens biochimiques urinaires et sanguins en pathologie ovine. 3<sup>a</sup> partie: étude synthétique. *Le Point Vétérinaire*, 9, pp.: 59-65.
- Prates, C S M, VAZ, C M S L, MELLO, R P (1999). Ocorrência de miíases de lã provocadas por *Chrysomya albiceps* (Díptera: Calliphoridae) nas raças Corriedale, Powarth e crioula lanada na região da Campanha do Rio Grande do Sul. En: Seminário Brasileiro de Parasitologia Veterinária, 11, Salvador. Anais... Salvador: SBE, 1999. p. 109.
- Prestes, D, Filappi, A, Finamor, L F, Barcellos, A R, Cecim, M (2003). Níveis plasmáticos e ósseos de cálcio e fósforo em vacas de corte suplementadas e não suplementadas com minerais. *Archives of Veterinary Science*. 8 (1): 49-53.
- Prevosti, A, Ocana, J, Alonzo G (1975). Distances between population for *Drosophila subobscura* based on chromosome arrangement frequencies. *Theoretical Applied Genetics*. 45: 231-241.
- Prieto Montaña, F, Alonso Vega, D F, Montes Cepeda, A M, Gutiérrez Panizo, C, Díez Prieto, I. (1980). Proteínas séricas y parasitación em el ganado bovino. Madrid: II Jornadas de Patología del ganado vacuno. 119 pp.
- Primmer, C R, Ellergren, H (1998). Patterns of molecular evolution in avian microsatellites. *Molecular Biology and Evolution*. 15: 997-1008.
- Primo, A T (2000). Discovery of Brazil and the introduction of domestic animals. In: Global conference on Conservation of Domestic Animal Genetic Resource, 5. Brasília - DF. Proceedings... Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia.
- Primo, A T (2004). América: conquista e colonização: a fantástica história dos conquistadores ibéricos e seus animais na era dos descobrimentos. Porto Alegre: Ed. Movimento, 184 p.
- Pugh, D G (2004). Clínica de ovinos e caprinos. 1<sup>a</sup> ed. Ed. Roca. São Paulo. 505 pp.

- Quiroz, J, Martinez, A M, Zaragoza, L, Perezgrovas, R, Vega-Pla J L, Delgado, J V (2008). Genetic characterization of the autochthonous sheep populations from Chiapas, Mexico. *Livestock Science*. 116: 156-161.
- Radostits, O M, Gay, C C, Blood, D C, Hincchcliff, K W (2002). *Clínica Veterinária. Um Tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos*. 9ª ed. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 2215 pp.
- Radostits, O M, Gay, C C, Blood, D C, Hincchcliff, K W (2002). *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. 9ª ed. 2 Vol. Madrid: McGraw - Hill-Interamericana. 2215 pp.
- Ramirez-Iglesia, L N, Soto-Belloso, E, Morillo, J G, Ramirez, A D (2001). Hematología y perfiles metabólicos en hembras peri-parturientes de la predominancia racial Carora. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volumen Especial*: 73-78.
- Ramos, J C (1998). O "Estado da Arte" na pesquisa regional em forragicultura. En: XVII Reuniao de grupo técnico em forragens do Cone Sul-Zona Campos. *Anais. Epagri/Udesc. Lages-SC*: 19-28.
- Rannala, B, Mountain, J (1997). Detecting immigration by using multilocus genotypes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*. 94: 9197-9201.
- Ravarotto, L, Dalvit, P, Parenti, E, Bettio, M, Barberio, A, Marangon, S (2000). Studio di alcuni parametri biochimici ed ematologici nel vitellone di razza Charolaise. *La selezione veterinária. Supple. S*: 233-242.
- Rebar, A H, MacWilliams, P S, Feldman, B F, Metzger, F L, Pollock, R V H, Roche, J (2003). *Hematologia para cães e gatos*. Ed. Roca. São Paulo. 291 pp.
- Reid, I M (1983). Reproductive performance and fatty liver in Guernsey cows. *Ani. Reprod. Sci.* 5 (4): 275.
- Rejas, L.J (1990). *Estados Carenciales de Zinc en Animales de Experimentación*. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Rémésy, C, Demigné, C (1979). Effects of undernutrition during late pregnancy on gluconeogenesis and ketogenesis in twin-pregnant ewes. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.* 19 (1B): 241.
- Renwick, A, Davinson, L, Spratt, H, Patrick-King, J, Kimmel, M (2001). DNA dinucleotide evolution in Humans: fitting theory to facts. *Genetics*. 159: 737-747.
- *Revista Biomedica* (2001). 12:119.
- Reynolds, J, Weir, B S, Cockerham, C C (1983). Estimation of the coancestry coefficient: Basis for a short-term genetic distance. *Genetics*. 105: 767-769.
- Ribeiro, J A R, Machado, L C P, Silva, C, Ribeiro, D C (1999). Gado Crioulo Lageano: desempenho ponderal e hierarquia comparados com outras raças, nas planícies litorâneas no estado de Santa Catarina. En: *Simposio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe - SIRGEALC, Anais*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. CD-ROM.
- Ritter, W, Sorrenson, W J (1985). *Produção de Bovinos no Planalto de Santa Catarina, Brasil - Situação Atual e Perspectivas*. GTZ - Sociedade Alemã de Cooperação Técnica / EMPASC - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Eschborn 1- RFA. 172 pp.
- Ritter, W, Sorrenson, W J (1985). *Produção de bovinos no Planalto de Santa Catarina, Brasil - Situação atual e perspectivas*. GTZ - Sociedade Alema de Cooperação Técnica / Empasc - Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária. Eschborn 1 - RFA. 172 pp.
- Rochambeau, H, Fournet-Hanocq, F, Vu Tien Khang, J (2000). Measuring and managing genetic variability in small populations. *Ann. Zootech.* 49: 77-93.
- Rodero, A, Delgado, J V, Rodero, E. (1992). Primitive Andalusian livestock and their implications in Discovery of America. En: *World Meeting on Domestic Animal Breeds related to the Discovery of America, 1992, Cordoba*. Universidad de Cordoba. *Arch. Zootec. (extra v. 41)*: 325-334.

- Rodriguez, A, Martinez, R (1992). Bovino Criollo Argentino Patagonico. Animal Genetic Resources Information. FAO. Rome. 9: 23-26. Disponible en: <http://dad.fao.org/ES/home.htm/>.
- Rogers, J S (1972). Measures of genetic similarity and genetic distance. En: Studies in Genetics VII. University of Texas Publication 7213, pp. 145-153.
- Rosa di Michele, S. (1972). Valores de N-Ureico, creatinina, fosfatasa alcalina, transaminasas (GOT, GPT), glucosa y colesterol en bóvido, óvido, cáprinos, caballos y perros. Rev. Med. Vet. Parasitol. Maracay. 28 (1): 87.
- Rosenberger, G (1983). Exame Clínico dos bovinos. 5ª ed. Ed. Guanabara-Koogan. Rio de Janeiro. 429 pp.
- Rosenberger, G (1983). Exploración clínica de los bovinos. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Ross, J P, Kitts, W D (1969). Concentration of certain blood metabolites in obese pregnant and non-pregnant ewes. Can. J. Ani. Sci. 49:91.
- Rota, E, OSÓRIO, M T, OSÓRIO, J C, VAZ, C, MONTEIRO, E, OLIVEIRA, N, FERRAZ, A. (2002). Características de interesse produtivo e comercial em cordeiros da raça crioula. En: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária (CONBRAVET), 29. Congresso Estadual de Medicina Veterinária, 15. Congresso de Medicina Veterinária do CONESUL, 4. Congresso Estadual da ANCLIVEPA / RS, 1. Exposição de produtos e serviços em Medicina Veterinária (EXPOVET), 8. Anais... Gramado. 2002. CD-ROM.
- Roussel, J D, Beatty, J F, Gholson, M A, Pinero, M A, Waters, W H (1971). Effects of seasonal climatic changes on the productive traits, blood, glucose, body temperature and respiration rate of lactating dairy cows. (Abstrat) Journal Dairy Science. 54 (3): 458-467.
- Roussel, J K, Koonce, K L, Pinero, M A (1972). Relationship of blood serum protein and protein fractions to Milk constituents and temperature-season. Journal Dairy Science. 55 (8): 1093-1096.
- Ruane, J A (1999). Critical review of the value of genetic distance studies in conservation of animal genetic resources. Journal of Animal Breeding and Genetics. 116: 317-323.
- Ruiz, M J, Silva, J H, Díaz, I, Donofrio, L, Machado, C F (1997). Variación de algunos parámetros urinarios y hemáticos en ovejas gestantes bajo riesgo de cetosis. Rev. Med. Vet. 78 (4): 249-256.
- Rowlands, A G, Manston, R, Pocock, R M, Dew, S M (1975). Relationships between stage of lactation and pregnancy and blood composition in herd of dairy cows and the influences of seasonal changes in management on these relationship. Journal Dairy Science. 42: 349-362.
- Rowlands, G J, Little, W, Kittchenham, B A (1977). Relationships between blood composition and fertility in dairy cows - a field study. Journal of Dairy Research. 44:1-7.
- Sabogal, N B A, Gaona, M G R, Moreno, G T (1994). Estudio de un perfil metabólico patrón en ganado de leche de clima cálido, un mes antes del parto y en tres diferentes etapas de lactancia. Acta. 7: maio/1994. Disponible en: <http://www.ut.edu.co/investigacion/seriados/2/index.html#BIBLIOGRAFIA/>.
- Saitbekova, N, Gaillard, C, Obexer-Ruff, G, Dolf, G (1999). Genetic diversity in Swiss goat breeds based on microsatellite analysis. Animal Genetics. 30: 36-41.
- Saitou, N, Nei, M (1987). The neighbor-joining method: a new method for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution. 4: 406-425.
- Sanchez, L, Iglesias, A, Vallejo, M (1989). Raza Ovina Gallega. Diputación Provincial de Lugo.
- Sánchez-Belda, A y Sánchez-Trujillano, M C (1986). Razas ovinas españolas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

- Sánchez, L G, Fernandez, R, Vallejo, V M (1992). Development of a Morenas Gallegas cattle breeds preservation program starting from pilet herds. Arch. Zootec. 41 (extra): 497-504.
- Santos-Silva, F, Ivoa, R S, Sousa, M C O, Carolino, M I, Ginja, C, Gama, L T (2008). Assessing genetic diversity and differentiation in Portuguese coarse-wool sheep breeds with microsatellite markers.
- Sañudo, C, Forcada, F, Cepero, R, Thos, J (1984). Manual de diferenciación etnológica. Librería General Zaragoza, Zaragoza.
- Shaffer, L, Roussel, J D, Koonce, K L (1981). Effects of age, temperature-season, and breed on blood Characteristics of dairy cattle. Journal Dairy Science. 64 (1): 62-70.
- Schaefer, A L, Jones, S D M, Tong, A K W, Lepage, P, Murray, N L (1990). The effects of withholding feed and water on selective blood metabolites in market-weight beef steers. Can. J. Anim. Sci. 70:fg1155.
- Schalm, O W (1977). Bovine Hematology. Modern Veterinary Practice. 58 (11): 923-930.
- Schalm, O W, Jain, N C, Carrol, E J (1981). Hematología Veterinaria. 4ª Edición. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur.
- Scheffer, J F, González, F H D (2005). Enzimologia Clínica em Medicina Veterinária. En: [http://www6.ufrgs.br/bioquímica/pesquisa/bioqclin/rev\\_jfss.pdf/](http://www6.ufrgs.br/bioquímica/pesquisa/bioqclin/rev_jfss.pdf/). Acceso el 21/09/2008.
- Scherf, B D (1997). Lista mundial de vigilância para la diversidad de los animales domésticos. Roma: ONU. 503-504.
- Scheunert, A, Trautman, N N (1942). Tratado de fisiología veterinaria. Barcelona: Editorial Labor.
- Schlumbohm, C, Harmeyer, J (2004). Hyperketonemia Impairs Glucose Metabolism in Pregnant and non Pregnant Ewes. Journal dairy Science. 87: 357-358.
- Schmall, L M, Muir, W W, Robertson, J T (1990). Haemodynamic effects of small volume hypertonic saline in experimentally induced haemorrhagic shock. Equine Vet. J. 22 (4): 273.
- Schlotterer, C, Tautz, D (1992). Slippage synthesis of simple sequence DNA. Nucleic Acids Research. 20: 211-215.
- Silva Filho, J C, Vitti, D M S S, Louvandini, H (1997). Metabolismo do fósforo em ruminantes: Incorporações de fósforo radioativo (P32) pelos eritrócitos. Scientia Agrícola. 54 (3): 178-182.
- Simm, G (1998). Genetic improvement of cattle and sheep. Farming Press, Ipswich.
- Simon, D L (1984). Conservation of animal genetic resources. A review. Livestock Production Science. Vol 11, pp.: 23-36.
- Smith, C (1984). Economic benefits of conserving animal genetic resources. FAO. Rome. 2: 11-16. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm>.
- Smith, D F, Lunn, D P, Robinson, G M, McGuirk, S M, Nordheim, E V, McWilliams, P S (1990). Experimental model of hypochloremic metabolic alkalosis caused by diversion of abomasal outflow in sheep. Am. J. Vet. Res. Vol 51 (11):1715.
- Sodhi, M, Mukesh, M, Arora, R, Tandia, M S, Bhatia, S (2003). Genetic structure of Garole - a unique Indian microsheep assessed using microsatellite markers. Indian Journal of Dairy Science 56:167-173
- Sotillo, M J (1992). Aportaciones al conocimiento de la cetosis caprina. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- Spritze, A L (2001). Uso de marcadores moleculares RAPD na caracterização genética da raça bovina Crioulo Lageano. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária/ Universidade de Brasília. Brasília. 67 pp.



- Spritze, A L, Serrano, G M S, McManus, C M, Mariante, A S (1999). Caracterização fenotípica das raças crioulas. En: Simposio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe - SIRGEALC, Anais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. CD-ROM.
- Swenson, M J (1988). Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos. 10ª ed. Ed. Guanabara. Rio de Janeiro. 799 pp.
- Takezaki, N, Nei, M (1996). Genetic distance and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellite DNA. *Genetics*. 144: 389-399.
- Talegón Heras, F (1974). Fasciolosis hepática de los rumiantes. Publicaciones Científicas Ovejero. León.
- Thrall, M A (2006). Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária. 1ª ed. Ed. Roca. São Paulo. 592 pp.
- Thaon d'Arnoldi, C, Foulley, J L, Olliver, L (1998). An overview of the Weitzman approach to diversity. *Genetics Selection and Evolution*. 30: 149-161.
- Tautz, D (1989). Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphism markers. *Nucleic Acids Research*. 12: 4127-4138.
- Tautz, D, Schlotterer, C (1994). Simple sequences. *Current Opinion in Genetics and Development*. 4: 832-837.
- Tivang, J G, Nienhuis, J, Smith, O S (1994). Estimation of sampling variance of molecular data using the bootstrap procedure. *Theoretical and Applied Genetics*. 89: 259-264.
- Tomasco, I, Wlasiuk, G, Lessa, E P (2002). Evaluation of polymorphism in ten microsatellite loci in Uruguayan sheep flocks. *Genetics and Molecular Biology* 25:37-41
- Torío Álvarez, R (1998). Intoxicación experimental con ácido bórico en ganado ovino. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Torrent, M (1991). La oveja y sus producciones. Aedos, Barcelona.
- Tucker, W B, Hogue, J F, Adams, G D, Aslam, M, Shin, I S, Morgan, G (1992). Influence of dietary cation-anion balance during the dry period on the occurrence of parturient paresis in cows fed excess calcium. *J. Anim. Sci.* 70:1238
- Turner, A W, Hodgetts, V E (1989). The dynamic red cell storage function of the spleen in sheep. I. Relationship to fluctuations of jugular haematocrit. *Aust. J. Exp. Biol. Med. Sci.* 37:718
- Tyler, R D, Cowell, R L, Clinkenbeard, K D, Macallister (1987). Hematologic values in horses and interpretation of hematologic data. *Veterinary Clinic North America: Equine Practice*. 3 (3): 461.
- Ulvund, M J (1990). Ovine white liver disease (OWLD). Changes in blood chemistry. *Acta Vet. Scand.* 31:277
- Ullrey, D E, Miller, E R, Long, C H, Vicent, B H (1965). Sheep haematology from birth to maturity. I. Erythrocyte population, size and hemoglobin concentration. *J. Anim. Sci.* 24: 135.
- Underwood, E J (1983). Los minerales en la nutrición del ganado. 2ª ed. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Underwood, E J, Suttle (1999). *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3th ed. Farnham Royal: Commonwealth Agricultural Bureaux. London.
- Upcott, D H, Herbert, C N, Robbins, H (1971). Erythrocyte and Leucocyte parameters in newborn lambs. *Res. Vet. Sci.* 12 (5):474
- Valle, S F (2002). Caracterização do perfil mineral em bovinos de corte em Cachoeira do Sul (Região da Depressão Central do Rio Grande do Sul). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Porto Alegre. 92 pp.

- Vallejo, M, Sánchez, L, Iglesias, A (1989). Anotaciones filogenéticas de las razas ovinas autóctonas españolas. *AYMA*, 29, 4: 151-157.
- Vallejo, M, Zarazaga, I, Garzo, R, Rodero, A, Altarriba, J, Lasierra, J M, Monge, E (1976). Consideraciones acerca de algunos parámetros sanguíneos ovinos (Na, k, plasmáticos y valor del hematocrito). *Anales de la Facultad de Veterinaria*. Zaragoza. 10: 281-293.
- Vance, J F, Othmane, K M (1998). Methods of genotyping. In: Haines, J.L., Pericak-Vance, M.A. eds. *Approaches to gene mapping in complex human diseases*. A John Wiley & Son, Inc., Publication. NY. pp 213-228.
- Vanhala, T, Tuiskula-Haavisto, M, Elo, K, Vilkki, J, Maki-Tanila, A (1998). Evaluation of genetic variability and genetic distances between eight chicken lines using microsatellite markers. *Poultry Science*. 77: 783-790.
- Vasconcelos, J T, Greene, L W, Cole, N A, McCollum, F T (2004). Effects of phase feeding of protein on performance, blood urea nitrogen, and carcass characteristics of finishing beef cattle: T. Individually. *Feed Steers*. Beef Cattle Research In Texas: 129-133.
- Vaz, C M S L (2000). *Morfologia e Aptidão da Ovelha Crioula Lanada*. Bagé:
- EMBRAPA Pecuária Sul, 2000. 20 p. (EMBRAPA Pecuária Sul. Documentos, 22).
- Vaz, C M S L, Bialkowski, J G, Andrade, S F J, Matos, C W, Bertan, H (2002). Comportamento da raça ovina crioula durante a parição. In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária (CONBRAVET), 24, Congresso Estadual de Medicina Veterinária, 15, Congresso de Medicina Veterinária do CONESUL, 4, Congresso Estadual da ANCLIVEPA / RS, 1, Exposição de produtos e serviços em Medicina Veterinária (EXPOVET), 8. Anais... Gramado. 10 a 14/outubro/2002. CD-ROM.
- Vaz, C M S L (1999). Situação dos núcleos de conservação de Ovelha Crioula Lanada. In: Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe, II. Brasília - DF. Anais... Brasília: SIRGEALC, 1999. Artigo publicado em CD-ROM.
- Vaz, C M S L (2000). Preservation of "Crioula Lanada" sheep in Brazil. En: Global Conference in Conservation of Domestic Animal Genetic Resources, 5., Brasília. Proceedings.... Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000, CD-ROM.
- Vaz, C M S L, Selaive-Villaroel, A B, Castro, S, Mariante, A S (1999a). Distribuição geográfica da Ovelha Crioula Lanada no Brasil. In: Congresso Latinoamericano de Especialistas em Pequenos Ruminantes y Camélidos Sudamericanos, 1. Jornadas Uruguayas de Ovinos, 11. Encontro de Medicina de Pequenos Ruminantes do Cone Sul, 2. Montevideo, Uruguay. Anais... Montevideo: AVEPER, 1999. Artigo publicado em CD-ROM.
- Vaz, C M S L, Vaz, C S L, Luiz, L D S, Bricarello, PA (1999b). Caracterização da produção de lã da Ovelha Crioula. In: Simpósio de Recursos Genéticos para a América Latina e Caribe, II. Brasília - DF. Anais... Brasília: SIRGEALC, 1999. Artigo publicado em CD-ROM.
- Vaz, C S L, Martins, W M, Oliveira, N M, Luiz, L S (1997). Tipificação de uma
- população de ovelha crioula quanto ao velo. En: Congresso de Medicina Veterinária do CONESUL, 2, Congresso Estadual de Medicina Veterinária, 13. Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária (CONBRAVET), 25. Anais... Gramado. 20-24/outubro/1997(a). p. 267.
- Velasco, J P (2004). Contribución al estudio del metabolismo mineral y energético en ovejas de alta producción láctea. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Viana, J L, Bouzada, J A, Prado, C, Adán, S, Feijoo, J B, Fernández, M, Rivero, G, Fernández, A (2004). Aplicación del Análisis de diferentes marcadores Moleculares en el plan de Conservación de la raza ovina Ovella Gallega. XXIX Jornadas Científicas, VIII Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Producción Ovina y Caprina. 374-375.
- Vicenzi, M L (1987). Pastagens nativas. In: Curso de atualização em bovinocultura de leite, 1, Rio do Sul - SC. Primeiro curso em atualização em bovinocultura de leite. Rio do Sul: Aeasc, 1987. P. 37-59.

- Vignal, A, Milan, M, Sancristobal, M, Eggen, A (2002). A review on SNP and other types of molecular markers and their use in animal genetics. *Genetic Selection and Evolution*. 34: 275-305.
- Vihan, V S, Rai, P (1984). Studies on haematological and biochemical changes in experimental pregnancy toxemia induced by fasting in sheep and goats. *Indian Vet. J.* 4 (1): 32.
- Vilarinho, K R, Martins, C F, Vargas Jr., F M, McManus, C, Paiva, S R (2008). Diversidade genética de ovinos (*Ovis aries*) no centro-oeste do Brasil: alta variabilidade do grupo genético pantaneiro. 54º Congresso Brasileiro de Genética. Salvador • BA • Brasil
- 
- Weaver, A D (1974). Haematological and plasma biochemical parameters in adult male sheep. *Zentralblatt für Veterinärmedizin*, 21<sup>a</sup>, pp.: 1-7.
- Weaver, C M, Martin, B R, Plawecki, K L, Peacock, M, Wood, O B, Smith, D L, Wastenev, M E (1995). Differences in calcium metabolism between adolescent and adult females. *American Journal of clinical nutrition*. 61: 577-581.
- Weber, J L, May, P E (1989). Abundant class of human DNA polymorphism which can be typed using the polymerase chain reaction. *Am. J. Hum. Genet.* 44: 388-396.
- Weber, J L, Wong, C (1993). Mutation of human short tandem repeats. *Human Molecular Genetics*. 2: 1123-1128. Weinberg, W. 1908. Über den Nachweis der Vererbung beim Menschen. *Jh. Ver. Vaterl Naturk.* 64: 369-382.
- Wegner, T N, Stott, G H (1972). Serum minerals, leukocyte profiles, and plasma corticoids in dairy heifers after and injection of corticotrophin. *Journal Dairy Science*. 55: 1467.
- Weir, B S (1990). Genetic data analysis. Methods for discrete population genetic data. Sinauer Associates, INC. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 377 p.
- Weir, B S (1996). Genetic data analysis II. Methods for discrete population genetic data. Sinauer Associates, INC. Publishers, Sunderland, Massachusetts. 283 p.
- Weitzman, M L (1992). On diversity. *The Quarterly Journal of Economics*. 107: 363-405.
- Weitzman, M L (1993). What to preserve? An application of diversity theory to crane conservation. *The Quarterly Journal of Economics*. 108: 157-183.
- Weller, J I, Kashi, Y, Soller, M (1990). Power of daughter and granddaughter designs for genetic mapping of quantitative traits in dairy cattle using genetic markers. *J. Dairy Sci.*, 73:252-255.
- White, C L, Masters, D G, Peter, D W, Purser, D B, Roe, S P, Barnes, M J (1992). A multi element supplement for grazing sheep. I. - intake, mineral status and production responses. *Aust. J. Agric. Res.* 43:795.
- Wilkins, J V (1984). Criollo cattle of the Americas. *Animal Genetic Resources Information*. FAO. Rome. 1: 1-19. Disponible en: <http://dad.fao.org/es/home.htm/>.
- Wilson, G D A, Hunter, J T, Derrick, G H, Aitken, W M, Kronfeld, D S (1976). Fetal and maternal mineral concentrations in dairy cattle during late pregnancy. *Journal Dairy Science*. 60 (6): 935-941.
- Wilson, P N, Brigstocke, T D A (1987). Avances en la alimentación de Vacuno y Ovino. Guía práctica de los conceptos modernos de la Nutrición de los Rumiantes. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Wood, R J, Gerhardt, A, Rosenberg, I H (1987). Effects of glucose and polymers on calcium absorption in healthy subjects. *American Journal of clinical nutrition*. 46: 699-701.
- Wrigth, S (1965). Interpretation of population structure by F-statistics with special regard to system of mating. *Evolution*. 19: 395-420.

- Wyatt, R D, Neathery, M W, Moss, W H, Miller, W J, Gentry, R P, Ware, G O (1985). Effects of dietary aflatoxin and zinc on enzymes and other blood constituents in dairy calves. *Journal Dairy Science*. 68: 437-442.
- XVII Reuniao do grupo técnico em forragens do Cone Sul - Zona Campos. *Anais. Epagri/Udesc*. Lages-SC: 19-28.
- Yamagishi, N, Dohmae, H, Shirato, A, Sato, J, Sato, R, Naito, Y (2000). Effects of oral administration of "rumen-bypass" vitamin D<sup>3</sup> on vitamin D and calcium metabolism in periparturient cows. *Journal Veterinary Science*. 62 (4): 403-408.
- Yaman, K, Tinar, R, Cengiz, F (1988). Some hematological parameters measured in merino sheep previously treated with some antihelmintic drugs. *Uludag Universitesi. Veteriner Fak. Dergisi*. 7: 25.
- Yasuda, J (1999). Liver Enzyme Tests. En: JAICA Course - Clinical Technology for Veterinary Diagnosis, Veterinary Teaching Hospital - Hokkaido University. 6 pp.
- Yoxall, A T, Hird, J F R (1985). *Fundamentos fisiológicos de la medicina de pequeños animales*. 1ª ed. Ed. Acribia. Zaragoza.
- Zapata, C (1987). La variabilidad genética de las poblaciones. En: Espinosa de los Monteros, J., Labarta, U. (Eds.). *Genética de la acuicultura*. pp. 33-57. Caicyt-Feuga, Madrid.
- Zardo, V F (1989). *Variação de componentes sanguíneos em função do estágio fisiológico da produção de leite e época do ano em vacas Europeo X Zebu*. Dissertação de Mestrado em zootecnia - Escola de veterinária / Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Belo Horizonte.