

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE VETERINARIA
Departamento de Producción Animal



**Influencia de efectos sistemáticos sobre los caracteres de
importancia económica en la raza asturiana de Los Valles**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR
PRESENTADA POR**

Félix María Goyache Goñi

Directores

Francisco Javier Cañón Ferreras

Juan Pablo Gutiérrez García.

Madrid 2005

15

FACULTAD DE VETERINARIA

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

**INFLUENCIA DE EFECTOS SISTEMATICOS
SOBRE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA
ECONOMICA EN LA RAZA ASTURIANA DE
LOS VALLES**

**FELIX MARIA GOYACHE GOÑI
OVIEDO-MADRID
JUNIO DE 1995**

ACTA DEL GRADO DE DOCTOR

Reunido el Tribunal examinador, constituido por los miembros que suscriben la presente Acta, el aspirante defendió su Tesis doctoral, que había escrito libremente sobre el siguiente tema:

.....
.....
.....

Ha sido dirigida por:

Terminada la lectura y contestadas por el tesando las objeciones formuladas por los Sres. Miembros del Tribunal, éste calificó dicho trabajo con la nota de:

.....

Madrid, de de 19.....

EL PRESIDENTE LOS VOCALES EL SECRETARIO

[Handwritten signatures and marks]

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL
FACULTAD DE VETERINARIA

INFLUENCIA DE EFECTOS SISTEMATICOS SOBRE LOS
CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONOMICA EN LA RAZA
ASTURIANA DE LOS VALLES

MEMORIA
QUE PARA OPTAR LA GRADO DE DOCTOR EN VETERINARIA

PRESENTA

Félix María Goyache Goñi

DIRECTORES:

Dr. D. Javier Cañón Ferreras
Dr. D. Juan Pablo Gutiérrez García

MADRID, JUNIO 1995

*A Marta.
A mis padres y hermanos.
A la memoria de mi tío Joaquín Gofí.*



"Yo no sé qué impresión puedo haber causado en usted; pero no vacilo en decir que las legítimas deducciones hechas sólo con esta parte de los testimonios obtenidos bastan por sí mismas para engendrar una sospecha que bien podría dirigirnos para todo ulterior avance en la investigación del misterio".

C. Auguste Dupin; Rue Morgue, París.

Recuerdo muy bien la mañana en que Luis me puso a trabajar en esto. A los diez minutos de conocernos ya me estaba hablando de prioridades, de urgencia y de importancia. Aquella conversación y dos o tres veladas inolvidables con Alfonso están en la base de este trabajo. Después, todo ha sido algo más difícil y más lento de lo que habíamos pensado, y algunas cosas se han quedado en el camino, pero el Programa de Mejora del ganado Asturiano sigue adelante. Ningún Programa de Mejora puede llevarse a cabo de forma individual, sino que exigen grandes esfuerzos coordinados de muchas personas. Sin esas personas este trabajo no podría haberse realizado y a todas ellas expreso mi agradecimiento. Sin embargo creo necesario destacar:

A Luis ¿Alonso? Echevarría, Secretario Ejecutivo de ASEAVA, por ser mi primer profesor, por ser la mejor cabeza que conozco, y por dos hijos preciosos; en definitiva, por todo.

A Alfonso Villa, compañero primero en Somió y ahora en ASEAVA, porque cuando estuve solo estuvo conmigo, y sigue hasta ahora.

A Javier Cañón y Juan Pablo Gutiérrez, directores de esta Memoria y asesores científicos de ASEAVA. Es normal oír las quejas de los doctorandos sobre el abandono a que les someten sus directores. Este no ha sido el caso. Del carácter hipercrítico y capacidad de trabajo de Javier Cañón han dependido en gran medida el planteamiento y desarrollo de esta Memoria. De Juan Pablo Gutiérrez, entre muchas otras cosas, debo decir que envidio su capacidad de encontrar soluciones sencillas a problemas complejos, y que agradezco su paciencia para aguantarme en los muchos momentos de agobio.

A la gente de ASEAVA: a José Alfredo Vázquez por el día a día y por un burro castaño, y a José Luis Riesgo y Emilio Fernández, que cuando ven que me acerco para complicar algo más su trabajo no sólo no salen huyendo sino que me dan muestras de su afecto.

A los miembros de la Junta de Gobierno de ASEAVA, que siempre han mostrado una comprensión e interés por mi trabajo que he echado de menos en otras personas.

A los pocos que han creído que mi trabajo no era una pérdida de tiempo y que merecía la pena llevarlo adelante: Vicente de Diego, Monchu Revuelta, Angel Rodríguez Castañón, Antonio Alvarez Pinilla, Carmen Medina, Mar Barriada, Gerardo Noval, Javi Moreno, Fernando García, Ovidio Beneitez, Susana Dunner, y a los Controladores y ganaderos participantes en los Núcleos de Control de Rendimientos de ASEAVA, sin cuyo esfuerzo este trabajo hubiera sido imposible.

A mis compañeros veterinarios de las Oficinas Comarcales de la Consejería con los que aprendí que merece la pena luchar por lo que se desea: a mi querido Claudio Alvarez y a su madre Tina López, veterinaria adoptiva, por haberme acogido en su casa tantas veces, a mi admirado Alberto Espí, a mi buen José Ramón Guada "Guadina", a Miriam Parages, a mi actual compañero Rubén Palanca, a Carlos Hidalgo, a Angeles López, y a todos los demás, porque espero que se sientan orgullosos de este trabajo.

A todos los que me ayudaron y que saben que no nombrarlos se debe a un olvido, para que me perdonen.

A las vacas Asturianas, porque a pesar de todo se empeñan en parir unos preciosos terneros una vez al año. Persiguiéndolas he conocido el medio natural en que se desenvuelven y he gozado de algunos momentos que no han hecho sino aumentar mi interés por trabajar con ellas.

INDICE

	<u>Página</u>
I.- INTRODUCCION	1
I.1.- MORFOTIPO	4
I.2.- ORIGEN	6
I.3.- CENSOS Y EVOLUCION	9
I.4.- ESTRUCTURA DE LA POBLACION	11
I.5.- SISTEMAS DE EXPLOTACION	14
<u>I.5.1.- Descripción de los Sistemas de Explotación</u>	16
I.5.1.1.- <i>Sistema de explotación semiintensivo</i>	17
I.5.1.2.- <i>Sistema de explotación con praderas mejoradas</i>	19
I.5.1.3.- <i>Sistema de explotación tradicional</i>	20
I.6.- PROGRAMA DE MEJORA	22
<u>I.6.1.- Objetivos de Selección</u>	23
<u>I.6.2.- Infraestructura de Recogida de Información</u>	23
I.6.2.1.- <i>El Libro Genealógico</i>	23
I.6.2.2.- <i>El Control de Rendimiento Cárnico</i>	25
I.6.2.3.- <i>Prueba de Valoración Individual de Toros Jóvenes</i>	26
I.6.2.4.- <i>Rebaños Lecheros Colaboradores</i>	27
<u>I.6.3.- Evaluación de Reproductores</u>	28
<u>I.6.4.- Esquema de Selección</u>	29
<u>I.6.5.- Organización del Programa de Mejora</u>	32
I.6.5.1.- <i>Funciones de ASEAVA</i>	32
I.6.5.2.- <i>Funciones del Principado de Asturias</i>	33
I.6.5.3.- <i>Funciones del Departamento de Producción Animal de la U.C.M.</i>	34

II.- OBJETIVOS	35
III.- MATERIAL Y METODOS	39
III.1.- DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS DISPONIBLE	41
III.2.- ANALISIS ESTADISTICOS	44
<u>III.2.1.- Efectos Ambientales</u>	44
<u>III.2.1.- Componentes Genéticos</u>	45
IV.- ANALISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES SISTEMATICOS SOBRE LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONOMICA	47
IV.1.- PESO AL NACIMIENTO	49
IV.1.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	49
<u>IV.1.1.1.- Efectos Asociados al Medio</u>	49
IV.1.1.1.1.- <i>Rebaño y Zona de Ubicación</i>	49
IV.1.1.1.2.- <i>Epoca de Parto</i>	50
<u>IV.1.1.2.- Efectos Asociados al Ternero</u>	50
IV.1.1.2.1.- <i>Sexo del Ternero</i>	50
IV.1.1.2.2.- <i>Tipo del Ternero</i>	50
<u>IV.1.1.3.- Efectos Asociados a la Madre</u>	51
IV.1.1.3.1.- <i>Edad de la Madre</i>	51
IV.1.1.3.2.- <i>Tipo de la Madre</i>	51
IV.1.2.- MATERIAL Y METODOS	51
<u>IV.1.2.1.- Datos Utilizados</u>	51
<u>IV.1.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	52
IV.1.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	53
<u>IV.1.3.1.- Influencia de la Duración de la Gestación</u>	60
IV.2.- DIFICULTAD DE PARTOS	61
IV.2.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	61
<u>IV.2.1.1.- Causas Asociadas a la Madre</u>	63

IV.2.1.1.1.- <i>Dimensiones de la Pelvis</i>	63
IV.2.1.1.2.- <i>Tipo de la vaca</i>	63
IV.2.1.1.3.- <i>Tamaño de la madre</i>	64
IV.2.1.1.4.- <i>Edad de la madre</i>	64
<u>IV.2.1.2.- Causas Asociadas al Ternero</u>	65
IV.2.1.2.1.- <i>Tamaño del Ternero</i>	65
IV.2.1.2.2.- <i>Conformación y Tipo del Ternero</i>	66
IV.2.1.2.3.- <i>Sexo del ternero</i>	66
<u>IV.2.1.3.- Otras Causas</u>	67
IV.2.1.3.1.- <i>Epoca de Parto</i>	67
IV.2.1.3.2.- <i>Niveles nutricionales</i>	67
IV.2.1.3.3.- <i>Duración de la gestación</i>	68
IV.2.2.- MATERIAL Y METODOS	68
<u>IV.2.2.1.- Datos Utilizados</u>	68
<u>IV.2.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	69
IV.2.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	70
<u>IV.2.3.1.- Influencia de la Duración de la Gestación</u>	84
IV.3.- CARACTERES DE CRECIMIENTO	86
IV.3.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	86
<u>IV.3.1.1.- Efectos Asociados al Medio</u>	86
IV.3.1.1.1.- <i>Manejo</i>	86
IV.3.1.1.2.- <i>Epoca de Parto</i>	86
<u>IV.3.1.2.- Efectos Asociados a la Madre</u>	87
IV.3.1.2.1.- <i>Capacidad de Producción Lechera</i>	87
IV.3.1.2.2.- <i>Tipo de la madre</i>	88
IV.3.1.2.3.- <i>Edad de la Madre</i>	88

<u>IV.3.1.3.- Efectos Asociados al Ternero</u>	89
IV.3.1.3.1.- <i>Edad del Ternero</i>	89
IV.3.1.3.2.- <i>Sexo del Ternero</i>	90
IV.3.1.3.3.- <i>Tipo del ternero</i>	90
IV.3.2.- MATERIAL Y METODOS	91
<u>IV.3.2.1.- Datos Utilizados</u>	91
<u>IV.3.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	91
IV.3.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	93
<u>IV.3.3.1.- Influencia del Peso al Nacimiento</u>	106
<u>IV.3.3.2.- Efecto de la Edad al Destete</u>	106
<u>IV.3.3.3.- Influencia de la Duración de la Gestación</u>	115
IV.4.- DURACION DE LA GESTACION	117
IV.4.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	117
<u>IV.4.1.1.- Efectos Asociados a la Madre</u>	117
IV.4.1.1.1.- <i>Edad y Tamaño de la Madre</i>	117
IV.4.1.1.2.- <i>Tipo de la Madre</i>	118
<u>IV.4.1.2.- Efectos Asociados al Ternero</u>	118
IV.4.1.2.1.- <i>Tamaño del Ternero</i>	118
IV.4.1.2.2.- <i>Sexo del Ternero</i>	118
IV.4.1.2.3.- <i>Tipo del Ternero</i>	118
<u>IV.4.1.3.- Otros Efectos</u>	119
IV.4.1.3.1.- <i>Raza</i>	119
IV.4.1.3.2.- <i>Epoca de Parto y Nivel de Alimentación</i>	119
IV.4.2.- MATERIAL Y METODOS	119
<u>IV.4.2.1.- Datos Utilizados</u>	119
<u>IV.4.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	119
IV.4.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	121

IV.5.- EDAD AL PRIMER PARTO	129
IV.5.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	129
<u>IV.5.1.1.- Edad a la Pubertad</u>	129
<u>IV.5.1.2.- Factores Ambientales</u>	130
<u>IV.5.1.3.- Factores de Explotación</u>	130
IV.5.2.- MATERIAL Y METODOS	130
<u>IV.5.2.1.- Datos Utilizados</u>	130
<u>IV.5.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	130
IV.5.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	131
IV.6.- INTERVALO ENTRE PARTOS	136
IV.6.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	136
<u>IV.6.1.1.- Efectos Asociados al Medio</u>	136
IV.6.1.1.1.- <i>Epoca de Parto</i>	137
IV.6.1.1.2.- <i>Niveles Nutricionales</i>	138
IV.6.1.1.3.- <i>Presencia del Ternero</i>	138
IV.6.1.1.4.- <i>Presencia del Toro</i>	139
<u>IV.6.1.2.- Efectos Asociados a la Vaca</u>	139
IV.6.1.2.1.- <i>Edad de la Vaca</i>	139
IV.6.1.2.2.- <i>Tipo de la Vaca</i>	139
<u>IV.6.1.3.- Efectos Asociados al Parto</u>	140
IV.6.1.3.1.- <i>Tipo de Parto</i>	140
IV.6.1.3.2.- <i>Grado de Distocia</i>	140
IV.6.2.- MATERIAL Y METODOS	141
<u>IV.6.2.1.- Datos Utilizados</u>	141
<u>IV.6.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	141
IV.6.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	142
<u>IV.6.3.1.- Influencia de la Edad al Primer Parto</u>	154

IV.7.- ANALISIS DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR HEREDITARIA	155
IV.7.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	155
<u>IV.7.1.1.- Determinación Genética</u>	156
<u>IV.7.1.2.- Expresión de la Cularidad</u>	158
<u>IV.7.1.3.- Posibilidades de Clasificación</u>	159
<u>IV.7.1.4.- Influencia en los Caracteres de Crecimiento</u>	161
IV.7.2.- MATERIAL Y METODOS	162
<u>IV.7.2.1.- Datos Utilizados</u>	162
<u>IV.7.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	164
IV.7.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	166
<u>IV.7.3.1.- Penetrancia del Gen Culón</u>	170
<u>IV.7.3.2.- Factores que Influyen en la Puntuación Cular</u>	172
<u>IV.7.3.3.- Efecto de la cularidad del ternero sobre caracteres productivos</u>	175
V.- ANALISIS DE LOS COMPONENTES GENETICOS QUE INFLUYEN EN LOS CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONOMICA	179
V.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA	181
<u>V.1.1.- Métodos de Estimación de los Componentes de Varianza</u>	181
<u>V.1.2.- Algoritmos</u>	183
<u>V.1.3.- Modelos</u>	183
<u>V.1.3.- Modelos con Efectos Maternos</u>	184
<u>V.1.3.- Estimación de Componentes de Varianza en Caracteres Discretos</u>	185
V.2.- MATERIAL Y METODOS	186
<u>V.2.1.- Datos Utilizados</u>	186
V.2.1.1.- <i>Dificultad de Partos</i>	187
<u>V.2.2.- Análisis Estadísticos</u>	189
V.2.2.1.- <i>Dificultad de Partos</i>	192

V.3.- RESULTADOS Y DISCUSION	193
<u>V.3.1.- Peso al Nacimiento y Caracteres de Crecimiento Predestete</u>	194
<u>V.3.2.- Dificultad de parto</u>	197
<u>V.3.3.- Duración de la Gestación</u>	197
<u>V.3.4.- Edad al Primer Parto e Intervalo Entre Partos</u>	199
<u>V.3.5.- Puntuación Cular</u>	201
VI.- CONCLUSIONES	203
VII.- RESUMEN y SUMMARY	207
VIII.- BIBLIOGRAFIA	215
IX.- ANEXOS	233
IX.1.- ANEXO I Memorias de Actividades (ALONSO L., 1987,1988)	235
IX.2.- ANEXO II Hojas de Recogida de Datos	253

INDICE DE TABLAS

	<u>Página</u>
Tabla I.1: Evolución del número de reproductoras bovinas en el Principado de Asturias y porcentaje de participación en el total según razas (SADEI, 1987,1991,1994).	10
Tabla I.2: Información genealógica disponible para el cálculo de la consanguinidad en la RAV. (Adaptado de Cañón <i>et al.</i> , 1993a)	12
Tabla I.3: Ganaderías más importantes en función de (1) el número total de apariciones de sementales, (2) el número de apariciones en la línea de los toros padres de toros , y (3) el número de sementales que aparecen ponderando en función del lugar de aparición, expresado en porcentaje. (Adaptado de Cañón <i>et al.</i> , 1993a).	13
Tabla I.4: Número de explotaciones efectivas en la RAV (Cañón <i>et al.</i> , 1993a).	13
Tabla I.5: Intervalos de generaciones en años (Cañón <i>et al.</i> , 1993a).	14
Tabla I.6: Evolución del coeficiente de endogamia y del número de generaciones de información de pedigrí disponibles por año de nacimiento (Cañón <i>et al.</i> , 1994).	14
Tabla I.7: Evolución de la orientación productiva de las explotaciones ganaderas en Asturias (SADEI, 1987,1991,1994).	22
Tabla I.8: Método de calificación morfológica en la RAV (Cima, 1986)	24
Tabla III.1: Situación de los Núcleos de Control de Rendimientos de la RAV a 31 de diciembre de 1993.	42
Tabla III.2: Descripción de los datos susceptibles de ser analizados.	43
Tabla IV.1: Pesos medios del PN en diferentes razas de ganado bovino de carne.	53
Tabla IV.2: Estadísticos mas importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV.	54
Tabla IV.3: Modelo explicativo del peso al nacimiento en la RAV.	56
Tabla IV.4: Estadísticos mas importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV por sexo y tipo del ternero.	58
Tabla IV.5: Estadísticos mas importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV por tipo de la vaca y tipo del ternero.	60
Tabla IV.6: Frecuencias de aparición de respuesta a la distocia (en porcentaje) y estadísticos mas importantes del peso al nacimiento por cada categoría.	71

Tabla IV.7: Cuadrados medios y significación y porcentaje de participación en la suma de cuadrados de los modelos explicativos de la dificultad de partos medida como nivel de asistencia (según las recomendaciones BIF), nivel de dificultad (parto fácil, difícil y cesárea) y nivel de distocia (parto fácil contra difícil) en la RAV.	74
Tabla IV.8: Frecuencias de aparición de respuesta a la distocia (en porcentaje) y número de datos (abajo) por las fuentes de variación mas importantes.	75
Tabla IV.9: Frecuencias de dificultad de partos por peso al nacimiento del ternero en novillas primerizas (arriba) y vacas multíparas (abajo).	78
Tabla IV.10: Frecuencias (en %) de respuesta en la RAV a las diferentes categorías de distocia en función del tipo del ternero culón (C), aculonado (AC), o normal (N) (tomado de Goyache <i>et al.</i> , 1995).	81
Tabla IV.11: Frecuencias de partos distócicos (en %) por sexo y tipo del ternero.	83
Tabla IV.12: Frecuencias de partos distócicos (en %) por tipo de la vaca y tipo del ternero.	84
Tabla IV.13: Significación, valor y participación en la suma de cuadrados de los modelos de dificultad de parto que incluyen la duración de la gestación como covariable lineal (IDG), cuadrática (qDG) y cúbica (cDG), con y sin la presencia de peso al nacimiento.	85
Tabla IV.14: Valores medios de la ganancia media diaria en diferentes razas de ganado bovino de carne.	93
Tabla IV.15: Cuadrados medios (CM), significación, y participación en la suma de cuadrados de los modelos (% SCM) explicativos de los caracteres de crecimiento predestete: peso real al destete (PD) en Kg, ganancia media diaria (GMD) en Kg/día, peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀) en Kg y crecimiento relativo (CR) en ganancia/Kg, en la RAV.	94
Tabla IV.16: Correlaciones fenotípicas entre caracteres de crecimiento predestete en la RAV.	95
Tabla IV.17: Estadísticos mas importantes y significación del peso al destete real (PD) en la RAV.	96
Tabla IV.18: Estadísticos mas importantes y significación del peso al destete ajustado a edad por covariable (PDA) en la RAV.	97
Tabla IV.19: Estadísticos mas importantes y significación de la ganancia media diaria predestete (GMD) en la RAV.	103
Tabla IV.20: Estadísticos mas importantes y significación del crecimiento relativo predestete (CR) en la RAV.	104
Tabla IV.21: Estimaciones minimocuadráticas y errores estándar del Peso al destete real, Ganancia media diaria predestete, Peso al destete ajustado a 180 días, y Crecimiento relativo predestete, por sexo y tipo del ternero.	105

Tabla IV.22: Correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y cuatro caracteres de crecimiento predestete (peso al destete real, ganancia media diaria predestete, peso al destete ajustado a 180 días y crecimiento relativo predestete) en la RAV.	106
Tabla IV.23: Estadísticos mas importantes y significación de la edad al destete (EDAD) en la RAV.	108
Tabla IV.24: Coeficientes de regresión lineal y sus errores estándar (EE) de las variables Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) sobre la edad del ternero al destete calculados dentro del número de parto de la vaca y sexo del ternero.	109
Tabla IV.25: Coeficientes de regresión cuadrática y sus errores estándar (EE) de las variables Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) sobre la edad del ternero al destete calculados dentro de parto de la vaca y sexo del ternero.	111
Tabla IV.26: Coeficientes lineales del Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀), y Crecimiento relativo predestete (CR) por número de parto de la vaca.	112
Tabla IV.27: Coeficientes de regresión lineal l(EDAD) y sus errores estándar (EE) para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) ajustados para edad al destete.	113
Tabla IV.28: Coeficientes lineales y cuadráticos para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀) y Crecimiento relativo (CR), por sexo del ternero en la RAV.	114
Tabla IV.29: Coeficientes de regresión lineal l(EDAD) y sus errores estándar (EE) para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD ₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) ajustados para edad al destete dentro de sexo del ternero.	115
Tabla IV.30: Coeficientes de determinación (R ²), porcentaje de participación de la duración de la gestación en la suma de cuadrados del modelo (%SCM), y valor de la covariable de duración de la gestación en los modelos explicativos de caracteres de crecimiento predestete que no inclufan el peso al nacimiento.	116
Tabla IV.31: Estadísticos mas importantes sobre la duración de la gestación en la RAV.	122
Tabla IV.32: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo de las variables introducidas en el modelo explicativo de la duración de la gestación en la RAV.	123
Tabla IV.33: Estadísticos mas importantes sobre la duración de la gestación en la RAV según paridad de la vaca y sexo del ternero.	127

Tabla IV.34: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo (en porcentaje) de las variables introducidas en el modelo explicativo de la edad al primer parto en la RAV.	132
Tabla IV.35: Estadísticos mas importantes sobre la edad al primer parto en la RAV en días y meses (abajo).	133
Tabla IV.36: Edad al primer parto por sistema de explotación y tipo de la vaca en la RAV en días y meses (abajo).	134
Tabla IV.37: Duración media del IEP en diferentes razas de ganado bovino de carne.	143
Tabla IV.38: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo de las variables introducidas en el modelo explicativo del intervalo entre partos en la RAV.	144
Tabla IV.39: Estadísticos mas importantes en la descripción del intervalo entre partos de la RAV.	145
Tabla IV.40: Diferencia del intervalo entre partos de las hembras primerizas sobre las hembras múltiparas en diversas razas de ganado bovino de carne.	148
Tabla IV.41: Intervalo entre partos por número de parto de la vaca y grado de distocia en la RAV.	149
Tabla IV.42: Intervalo entre partos por sexo y tipo del ternero en la RAV.	151
Tabla IV.43: Intervalo entre partos por sistema de manejo y tipo de la vaca en la RAV.	152
Tabla IV.44: Teorías sobre el modo de herencia de la Hipertrofia Muscular Hereditaria en el transcurso de la primera mitad del siglo XX (Tomado de Hanset, 1985).	156
Tabla IV.45: Comparación global de las características de la canal del ganado culón y normal en porcentaje, (Boyajeau <i>et al.</i> , 1971).	159
Tabla IV.46: Caracteres que se consideran para la clasificación por cularidad. Edad de máxima expresividad de cada uno de ellos, y ponderación realizada en el Programa de Mejora de la RAV (Tomado de Villa <i>et al.</i> , 1995).	163
Tabla IV.47: Estadísticos mas importantes en la descripción de la puntuación cular en la RAV	169
Tabla IV.48: Frecuencia, de aparición de puntuaciones culares al destete según el tipo semental (culón, aculonado y normal) y de vaca (culona, aculonada y normal).	171
Tabla IV.49: Modelo explicativo de la puntuación cular en la RAV.	173
Tabla IV.50: Significación y valor de las covariables de puntuación cular para peso al nacimiento, peso al destete real, peso al destete ajustado a 180 días, crecimiento relativo predestete, y dificultad de parto.	176

Tabla V.1: Medias aritméticas, desviaciones típicas, coeficientes de variación y estructura de los datos utilizados para la estimación de los parámetros genéticos de los caracteres: intervalo entre partos (IEP), edad al primer parto (EPP), duración de la gestación (DG), peso al nacimiento (PN), peso al destete real (PD), ganancia media diaria predestete (GMD), crecimiento relativo predestete (CR), y puntuación cular (PC) en la RAV.	188
Tabla V.2: Estructura de los datos utilizados para la estimación de la heredabilidad del carácter dificultad de partos en la RAV.	189
Tabla V.3: Valores de parámetros genéticos y sus errores típicos (abajo) en diez caracteres de importancia económica de la RAV.	194
Tabla V.4: Estimaciones medias de parámetros genéticos directos y maternos del peso al nacimiento y caracteres de crecimiento predestete.	195
Tabla V.5: Valores de la heredabilidad de la duración de la gestación encontrados recientemente que no tienen en cuenta una posible covarianza diferente de cero entre efectos directos y maternos.	198
Tabla V.6: Estimaciones realizadas en ganado bovino de carne de la heredabilidad (h^2) del intervalo entre partos y edad al primer parto.	200

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura I.1: Distribución de los animales de Raza Asturiana de los Valles por Concejos de Asturias.	3
Figura I.2a: Semental y vaca normales de Raza Asturiana de los Valles.	5
Figura I.2b: Semental y vaca culones de Raza Asturiana de los Valles.	7
Figura I.3: Animales de Raza Parthenais.	8
Figura I.4: Distribución aproximada de la Raza Vendéana en Francia y Tronco Cantábrico en la Península Ibérica.	9
Figura I.5: Núcleos de Control de Rendimientos en los diferentes sistemas de explotación de la Raza Asturiana de los Valles.	17
Figura I.6a: Frecuencia de partos de primerizas y vacas multíparas por mes del año en el sistema de explotación semiintensivo.	18
Figura I.6b: Frecuencia de partos de primerizas y vacas multíparas por mes del año en el sistema de explotación con praderas mejoradas.	18
Figura I.6c: Frecuencia de partos de primerizas y vacas multíparas por mes del año en el sistema de explotación tradicional.	18
Figura I.7: Frecuencia de reproductoras culonas o aculonadas por el sistema de explotación.	18
Figura I.8: Evolución anual del número de animales inscritos y vivos en el Libro Genealógico de la Raza Asturiana de los Valles.	24
Figura I.9: Evolución de la recogida de datos en Control de Rendimientos por año de parto de la vaca.	25
Figura I.10: Organización del Programa de Mejora de la Raza Asturiana de los Valles.	31
Figura I.11: Evolución anual del número de socios de ASEAVA.	32
Figura IV.1: Pesos al nacimiento en la Raza Asturiana de los Valles por sistemas de explotación.	53
Figura IV.2: Pesos medios al nacimiento por mes de parto de la vaca en la Raza Asturiana de los Valles.	55
Figura IV.3: Pesos al nacimiento por número de parto de la vaca y sexo del ternero en la Raza Asturiana de los Valles.	56

Figura IV.4: Pesos al nacimiento por número de parto de la vaca y tipo del ternero en la Raza Asturiana de los Valles.	57
Figura IV.5: Pesos al nacimiento por número de parto y tipo de la vaca en la Raza Asturiana de los Valles.	59
Figura IV.6a: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación con praderas mejoradas por mes del año.	73
Figura IV.6b: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación semiintensivo por mes del año.	73
Figura IV.6c: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación tradicional por mes del año.	73
Figura IV.7a: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación con praderas mejoradas por mes del año.	73
Figura IV.7b: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación semiintensivo por mes del año.	73
Figura IV.7c: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación tradicional por mes del año.	73
Figura IV.8: Frecuencias de partos fáciles por mes del año.	76
Figura IV.9a: Aumento del nivel de asistencia según el peso al nacimiento del ternero.	77
Figura IV.9b: Aumento del nivel de dificultad según el peso al nacimiento del ternero.	77
Figura IV.9c: Aumento del nivel de distocia según peso al nacimiento del ternero.	77
Figura IV.10: Frecuencia de partos distócicos a peso al nacimiento constante por sexo del ternero.	79
Figura IV.11a: Frecuencias de aparición de partos fáciles por número de parto de la vaca y sexo del ternero.	80
Figura IV.11b: Frecuencias de aparición de partos con fuerte asistencia por número de parto de la vaca y sexo del ternero.	80
Figura IV.11c: Frecuencias de aparición de cesáreas por número de parto de la vaca y sexo del ternero.	80
Figura IV.12: Frecuencia de aparición de partos distócicos a peso al nacimiento constante por tipo del ternero.	81
Figura IV.13: Frecuencia de partos distócicos por tipo del ternero y número de parto de la vaca.	82

Figura IV.14a: Evolución del peso al destete por edad del ternero y sistema de explotación.	98
Figura IV.14b: Evolución de la ganancia media diaria predestete por edad del ternero y sistema de explotación.	98
Figura IV.14c: Evolución del peso al destete ajustado a 180 días por edad del ternero y sistema de explotación.	98
Figura IV.14d: Evolución del crecimiento relativo predestete por edad del ternero y sistema de explotación.	98
Figura IV.15a: Evolución del peso al destete real y ajustado a 180 días, y edad al destete, por mes de parto de la vaca.	99
Figura IV.15b: Evolución de la ganancia media diaria y crecimiento relativo por mes de parto de la vaca.	99
Figura IV.15c: Evolución de la edad al destete por sistema de explotación y mes de parto de la vaca.	99
Figura IV.16a: Evolución del peso al destete real, ajustado a 180 días, y edad al destete por número de parto de la vaca.	101
Figura IV.16b: Evolución de la ganancia media diaria y crecimiento relativo predestete por número de parto de la vaca.	101
Figura IV.16c: Ganancia media diaria por sexo del ternero y parto de la vaca.	101
Figura IV.17: Peso al destete por número de parto y tipo de la vaca.	105
Figura IV.18: Incremento del sesgo en el peso ajustado a 180 días por el número de parto de la vaca.	112
Figura IV.19: Duración de la gestación por mes de parto.	124
Figura IV.20: Duración de la gestación por sexo y tipo del ternero.	125
Figura IV.21: Duración de la gestación por número de parto de la vaca y sexo del ternero.	126
Figura IV.22: Duración de la gestación por tipo de la vaca y sexo del ternero.	128
Figura IV.23: Edad al primer parto por mes de nacimiento de la novilla.	135
Figura IV.24: Duración del intervalo entre partos por sistema de explotación y número de parto de la vaca.	146
Figura IV.25: Duración del intervalo entre partos por mes del parto de la vaca.	147
Figura IV.26: Duración del intervalo entre partos por orden de parto de la vaca.	147

Figura IV.27: Intervalo entre partos por sistema de explotación y nivel de asistencia en el parto.	149
Figura IV.28: Intevalo entre partos por tipo y número de parto de la vaca.	151
Figura IV.29: Curvas de crecimiento de animales normales y culones en razas especializadas de carne.	162
Figura IV.30: Frecuencias de aparición de puntuación cular.	166
Figura IV.31a: Frecuencias de aparición de puntuación cular por tipo del ternero al nacimiento.	167
Figura IV.31b: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de sementales culones o vacas normales.	167
Figura IV.31c: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de sementales aculonados o normales.	167
Figura IV.31d: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de vacas aculonadas o culonas.	167
Figura IV.32: Medias de peso al nacimiento por puntuación cular al destete y tipo del ternero al nacimiento.	168
Figura IV.33: Puntuación cular por mes del nacimiento del ternero.	173
Figura IV.34: Incremento de los pesos al nacimiento por puntuación cular del ternero.	175

ABREVIATURAS Y SIMBOLOS

- A:** Matriz de relaciones aditivas.
a: Vector de los parámetros desconocidos del efecto aleatorio animal.
AC: Aculonado.
ANOVA: Análisis de Varianza.
ASEAVA: Asociación Española de Criadores de Ganado Selecto de Raza Asturiana de los Valles.
ASTURGEN, S.L.: ASTURGEN Sociedad Limitada.
b: Vector de los parámetros desconocidos de los efectos fijos.
BIF: Beef Improvement Federati6n.
C: Cul6n.
c: Vector de los parámetros desconocidos del efecto ambiental permanente.
c²: Efecto ambiental permanente.
CENSYRA: Centro de Selecci6n y Reproducci6n Animal.
CM: Cuadrado medio.
CMR y P: Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias.
CR: Crecimiento relativo predestete.
CRC: Control de Rendimiento Cárnico.
DF: Algoritmo Libre de derivadas.
DFP: Desproporci6n feto-pelviana.
DG: Duraci6n de la gestaci6n.
e: Vector de los residuos.
EM: Algoritmo de maximizaci6n de la esperanza.
EPP: Edad al primer parto.
GMD: Ganancia media diaria predestete.
h²: Heredabilidad.
h²_T: Heredabilidad total.
HMH: Hipertrofia muscular hereditaria.
IEP: Intervalo entre partos.
LG: Libro Geneal6gico.
LH: Hormona luteinizante
M: Efecto del mes de parto de la vaca.
m: Vector de los parámetros desconocidos del efecto aleatorio materno.
m²: Heredabilidad del efecto genético materno.
MINQUE: Estimaci6n cuadrática insesgada de norma m6nima.
MIVQUE: Estimaci6n cuadrática insesgada de varianza m6nima.
NA: Efecto del Núcleo de Control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotaci6n.
P: Efecto del número de parto de la vaca.
PD: Peso al destete real.
PD₁₈₀: Peso al destete ajustado a 180 días.
PN: Peso al nacimiento.
PVI: Prueba de Valoraci6n Individual de toros jóvenes.
R²: Coeficiente de determinaci6n.
r: Correlaci6n.
r_g: Correlaci6n genética.
RAV: Raza Asturiana de los Valles.
REML: Método de máxima verosimilitud restringida.
S: Efecto del sexo del ternero.
SADEI: Sociedad Asturiana de Estudios Económicos e Industriales.
% SCM: Porcentaje de participaci6n en la suma de cuadrados del modelo.
σ²: Varianza.
σ_{nm}: Covarianza entre efectos genéticos directo y materno.
SIS: Efecto del sistema de explotaci6n.

T: Efecto del tipo del ternero al nacimiento.

TP: Efecto del tipo del semental.

TV: Efecto del tipo de la vaca.

vs: *versus*

W: Matriz de incidencias que relaciona las observaciones con el efecto genético materno.

X: Matriz de incidencias que relaciona las observaciones con los efectos fijos.

y: Vector de observaciones.

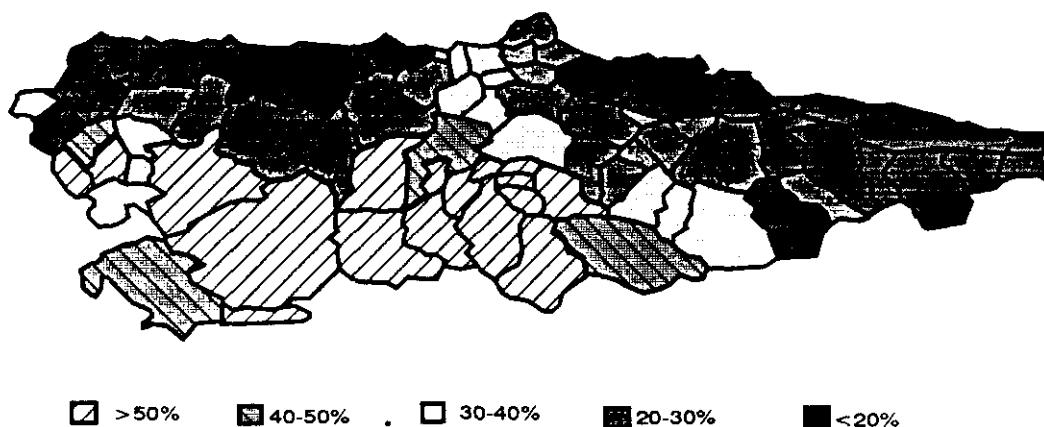
Z: Matriz de incidencias que relaciona las observaciones con el efecto genético animal.

I.- INTRODUCCION

La Raza Asturiana de los Valles (RAV), Asturiana Occidental, o Carreñana, es una población bovina rústica de aptitud cárnica, cuyos efectivos se concentran en el territorio del Principado de Asturias, especialmente en el Suroccidente de la Región (Figura I.1). Cuenta con importantes rebaños en Galicia, León, Cantabria y País Vasco, habiéndose iniciado su expansión a la Meseta Castellana, con ganaderías en Toledo, Cáceres, Ciudad Real, y fuera de España en Argentina.

La población Asturiana de los Valles fue definida a principios del siglo XX (Naredo y Bajo, 1916) como una raza de gran rusticidad y triple aptitud, fundamentalmente dedicada a la tracción animal y a la producción mantequera. La irrupción a finales del siglo XIX del ganado Schwyz o Suizo, y más tarde del ganado Holandés o Frisón, en la cornisa cantábrica (Ferrer, 1963) provocó su desplazamiento como productora de leche, y la mecanización del sector agrario disminuyó su importancia como animal tractor.

Figura I.1: Distribución de los animales de Raza Asturiana de los Valles por Concejos de Asturias



FUENTE: SADEI, 1994.

La aptitud cárnica, ligada a la capacidad de la RAV para producir terneros bien conformados manteniendo una buena rusticidad (Lavín Arenas, 1964), mereció a partir de los años 40 el interés de los ganaderos. La penetración del carácter culón en la RAV (Villa *et al.*, 1995), aunque recibida con muchas reticencias por una parte de los técnicos y algunos ganaderos tuvo una importancia capital en este cambio productivo. En cualquier caso, la RAV continúa estando perfectamente adaptada a las condiciones de explotación de la Cornisa Cantábrica, presentando una gran resistencia a las condiciones extremas de temperatura, una buena aptitud para buscar alimento en pastizales de gran pendiente, y una enorme capacidad para soportar fuertes restricciones nutritivas invernales (Alonso, 1992).

I.1.- MORFOTIPO

La vaca asturiana es un animal rústico de capa castaña que fué lacónicamente descrito por Pastor Y López (1859) a mediados del siglo XIX:

Raza asturiana: son pequeños, de pelo castaño claro, cuernos delgados y cortos, anteojeas, formas escurridas. La hembra dá diariamente, por término medio, de diez á doce cuartillos (0,504 l) de leche: las hay de hasta veinte. Es ganado muy manso.

La variedad de los Valles (*de la Costa y los Valles fértiles del interior*) fué perfectamente descrita a principios del siglo XX por Naredo y Bajo (1916) en lo que todavía hoy podríamos denominar *pureza antigua*. La descripción de Naredo y Bajo (1916) fue adaptada con muy ligeras variaciones por Aparicio (1944). La descripción de Aparicio ha sido repetida en múltiples ocasiones por sus seguidores (Saraza, 1971; Sotillo y Serrano, 1985; Cima, 1986) con ligeras variaciones en la forma de presentación que en nada superan a la original de Naredo y Bajo (1916) o a la de Sánchez Belda (1984).

De acuerdo con las fuentes anteriormente citadas, Dunner *et al.* (1993a) describen los animales de raza Asturiana de los Valles (Figura I.2a,I.2b) como:

- Animales subhipermétricos, armónicos, ampulosos y de aspecto vigoroso, de piel flexible y elástica y pelo corto, fino y brillante.
- Cabeza proporcionada, más bien pequeña en los machos, de frente plana con perfil recto o ligeramente subconvexo, con órbitas prominentes. Los cuernos son blancos con el pitón negro, más pequeños y gruesos en los machos, naciendo en la línea de prolongación de la nuca para dirigirse posteriormente hacia adelante y en las hembras hacia arriba.
- Cuello mediano, corto y musculado en los machos, con papada medianamente desarrollada, que se continúa con una cruz ligeramente destacada, bien unida a unas espaldas largas y aceptablemente musculadas, llegando a un dorso largo, equilibrado y rectilíneo que acaba en una grupa ancha, moderadamente musculada, ligeramente inclinada, y con un nacimiento de la cola horizontal o ligeramente alto.

Figura I.2a: Semental y vaca normales de Raza Asturiana de los Valles



- Tórax y vientre profundos, costillas largas y arqueadas.

- Extremidades fuertes de longitud media, bien musculadas en sus partes superiores, con muslos tendentes a la convexidad, mayor en los machos. Pezuñas redondeadas, duras, cerradas y de tamaño equilibrado.

- La capa es castaña, variando desde el rojo avellana al amarillo pajizo, con degradaciones hasta el blanco cremoso observables en axilas, bragadas, periné, mamas, alrededor de los ojos, y, en las hembras, alrededor del hocico. La capa presenta intensificaciones con aparición de pelos negros, en el borde de las orejas, bajo los ojos y en zonas supranasal. El borde de los párpados y las pestañas son negros. Son característicos los pelos negros en el borde de la papada y cara anterior de extremidades anteriores, en especial en la parte superior del antebrazo e inferior de la caña. Todos los extremos son negros, hocico, pezuñas, rodetes coronarios, pitones y borlón de la cola y cúpulas crotal en los machos. Las mucosas bucales, labiales, linguales y vulvo-anales son negras o color pizarra oscuro.

- La alzada a la cruz es de 130-135 cm, el perímetro torácico de 190-200 cm, y el peso de 600-650 Kg en las hembras. En los machos estas cifras son 140-145 cm, 200-220 cm y 1.000 Kg respectivamente.

- Es frecuente encontrar animales de tipo culón, con modificación de las características señaladas en el sentido de una mayor compacidad, mayor convexidad muscular en espalda y especialmente en grupa y muslo, y tendencia a la rectitud de aplomos posteriores.

1.2.- ORIGEN

La primera opinión de importancia sobre el origen de las razas asturianas corresponde a Aparicio (1944), que, reconociendo la falta de estudios profundos sobre el origen prehistórico de las agrupaciones raciales españolas, asigna el origen de las razas asturianas a una unión ancestral entre el *Bos braquiceros* (de capa negra y perfil rectilíneo) y sus derivados, por un lado, y el *Bos ibérico* (que sería un bovino autóctono), rojo y convexo por otro. Este origen sería común al de las razas Cántabras, las de Castilla la Vieja, y la Pirenaica. La selección ordenada e impuesta por el hombre, ulteriormente, debió conseguir estas agrupaciones con sus características peculiares.

Figura I.2b: Semental y vaca culones de Raza Asturiana de los Valles



La opinión de Aparicio constituye una teoría generalmente admitida hasta hoy (Sotillo y Serrano, 1985).

Sánchez Belda (1984) describe tres Troncos bovinos en la península ibérica: el Rojo convexo o Turdetano, el Negro ortoide o Ibérico, y el Castaño cóncavo o Cantábrico. El primero, procedente de una migración africana, comprendería las razas de perfil convexo o subconvexo, de tamaño medio y proporciones alargadas, capa de tonalidades rubias-rojas y piel y mucosas despigmentadas, como la Rubia gallega, Pirenaica o Retinta andaluza. El segundo, que recogería las razas mediolíneas y ortoideas de pelos, piel y mucosas más o menos oscuras, como la Avileña, Morucha salmantina y de Lidia, tendría su origen en el Uro aborigen de la península ibérica.

Sobre el Tronco Castaño cóncavo, Sánchez Belda (1984), argumenta que si bien la presencia de mucosas pizarrosas, extremos negros, y la equidistancia entre el negro y el rojo de las capas castañas propias del Tronco Cantábrico abonarían la tesis del cruzamiento, le parece imposible aceptar que se puedan producir perfiles cóncavos a partir de perfiles rectos y convexos.

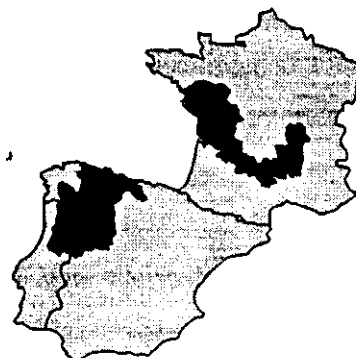
Aunque Sánchez Belda (1984) no descarta que el Tronco Cantábrico pueda tener su origen en bóvidos preexistentes en la zona, arrinconados por el empuje de los bóvidos rojos convexos (Gallegos y Pirenaicos), presenta como más verosímil la posibilidad de un origen continental europeo de este ganado, a la vista de la existencia en Francia de bovinos muy similares a los de las razas Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña (Figura I.3).

Figura I.3: Animales de Raza Parthenais



En nuestra opinión, Sánchez Belda (1984) acierta al encuadrar las vacas asturianas con las más parecidas de su entorno geográfico, las razas cántabras, la extinta Mantquera Leonesa o las razas cercanas a la frontera de Portugal como la Alistano-Sanabresa, Limiana o Verinesa, así como al cerciorarse de la existencia de una agrupación de razas francesas, la Vendéana (Sanson, 1901), de un enorme parecido fenotípico con las asturianas. Es posible confundir la raza Parthenais con la actual Asturiana de los Valles y la Aubrac con la Asturiana de la Montaña. Por otro lado, la distribución aproximada del Tronco Cantábrico en la Península Ibérica (Figura I.4) se ajusta bastante bien a la distribución de los antiguos Astures (Morillo, 1995).

Figura I.4: Distribución aproximada de la Raza Vendéana en Francia y del Tronco Cantábrico en la Península Ibérica



ADAPTADO DE SANSON (1901) Y SANCHEZ BELDA (1984)

I.3.- CENSOS Y EVOLUCION

Durante el siglo XIX el censo de ganado bovino en Asturias probablemente superaba las 400.000 cabezas (Oviedo Y Portal, 1844), censo que parece mantenerse hasta comienzos del siglo XX en que se cifraba en las 406.534 cabezas (Sierra, 1919), aunque en esos momentos no toda la población bovina puede considerarse asturiana debido a la entrada, a finales del siglo XIX y principios del XX, de animales de raza Schwyz, Holandesa y Simmental como mejorantes (Ferrer, 1963) lo que ocasionó la aparición de una importante población mestiza en el primer decenio del siglo XX (Naredo y Bajo, 1916).

Sin embargo, con el siglo XX parece comenzar un fuerte descenso en el número de cabezas de la cabaña bovina asturiana. En los años 30 el Censo Pecuario Bovino de Asturias (1934) sumaba 265.313 cabezas, de las que 24.137 eran de raza Holandesa y 42.502 eran de raza Suiza. En las 198.674 restantes (un 75% del total), correspondientes a raza Asturiana entrarían, probablemente, tanto los animales de Asturiana de los Valles como de Asturiana de la Montaña, por aquel entonces de difícil separación, y el conjunto de la población mestiza.

Posteriormente continuó el descenso de efectivos iniciado a primeros de siglo, proceso que se vio acelerado por las consecuencias de la Guerra Civil. El ganado asturiano no pudo competir con

las razas extranjeras especializadas en la producción lechera y se vio arrasado en algunos de sus solares tradicionales, como Aller y Caso, por la Parda Alpina, y en toda la marina asturiana por el ganado Frisón. Las poblaciones bovinas asturianas Oriental y Occidental se vieron totalmente separadas por una población mestiza que invadió toda la zona Central y Costera de Asturias lo que terminó por diferenciarlas en dos razas diferentes con dos Asociaciones de ganaderos diferentes y distintos objetivos productivos.

El número de reproductoras de raza Asturiana de los Valles pasó a ser en 1955 de 62.583 y en 1978 de 42.480 (Sánchez Belda, 1984) incluyendo estos números al menos un 5% de reproductoras de raza Asturiana de la Montaña, y llegó en 1986 al mínimo de 22.451 reproductoras RAV (SADEI, 1987).

En los últimos años, sin embargo, se ha roto esta tendencia (SADEI, 1987,1991,1994) iniciándose una fase de expansión y aumento de los censos de la RAV mediante un proceso tanto de absorción como de sustitución de la población mestiza (Tabla I.1).

Tabla I.1: Evolución del número de reproductoras bovinas en el Principado de Asturias y porcentaje de participación en el total según razas (SADEI, 1987,1991,1994).

RAZAS	AÑO 1986		AÑO 1989		AÑO 1992	
	REPRODUCTORAS	%	REPRODUCTORAS	%	REPRODUCTORAS	%
RAV	22.431	8,6	36.638	13,2	52.968	19,7
Mestizas	78.753	30,3	69.246	25,0	55.575	20,7
Casina	3.746	1,4	4.449	1,6	5.895	2,2
Frisona	154.601	59,6	166.485	60,1	154.277	57,4
Total	259.531		276.818		268.715	

*: Incluye los efectivos de raza Parda Alpina.

Este proceso no es independiente del creciente peso de la producción de carne de vacuno en la Producción Final Ganadera de Asturias que ha pasado a ser de un 20,7% en 1985 a un 37,5% en 1993 (Rodríguez Castañón, 1995).

Los datos expuestos en la Tabla I.1 son todavía más reveladores de la fuerte expansión en que se encuentra la RAV si se tiene en cuenta que el número de hembras no reproductoras ascendía en 1992 a 22.662 (SADEI, 1994) un 26% del número total de cabezas RAV y un 43% del número de hembras reproductoras lo que expresa un formidable esfuerzo de recría.

Aunque es posible que una buena parte (30-40%) de las 86.660 cabezas RAV existentes en el Principado de Asturias en 1992 (SADEI, 1994) no muestren la totalidad de las características fenotípicas necesarias para su inclusión en el Libro Genealógico de la RAV, el proceso de *asturianización* de la población bovina de aptitud cárnica en Asturias está muy avanzado, pudiendo considerarse que en el plazo de 16-17 años, correspondiente a tres generaciones (Cañón *et al.*, 1994), la población Asturiana de los Valles tendrá un censo de reproductoras equivalente a la suma de los actuales de la RAV y de la población mestiza.

I.4.- ESTRUCTURA DE LA POBLACION

El conocimiento de la estructura genética de una población que se va a someter a un Programa de Mejora permite conocer cuál es el flujo de genes, cómo se ha producido en su historia reciente, el nivel medio de consanguinidad, cuál es la edad media de los reproductores cuando se toma la decisión de reposición, y la conexión genética de las ganaderías.

Cañón *et al.* (1993a,1994) realizaron el análisis de la estructura genética de la población RAV en varios apartados:

- Determinación de las explotaciones importantes
- Determinación del número efectivo de explotaciones
- Determinación del intervalo entre generaciones
- Determinación del nivel de consanguinidad de los animales

El análisis se llevó a cabo a partir de unos 15.500 animales inscritos en el Libro Genealógico de los que 913 eran toros padre y 4.090 eran vacas madres, distribuidos en unas 1.200 explotaciones. Aproximadamente un 65 % de las explotaciones tenían menos de 10 animales y un 16% más de 20.

La importancia genética de las explotaciones se calculó utilizando tres procedimientos: 1) según el número de veces que aparecía en ella un semental, 2) por el número de veces que aparecía una ganadería en una determinada línea toro padre de toro y, 3) asignando una puntuación a cada aparición de un semental, de forma que si el semental que aparecía lo hace como padre se puntuó 4, si es un abuelo 2 y, si es un bisabuelo se puntuó con un 1.

El número efectivo de explotaciones que contribuyen con sementales padres, abuelos o bisabuelos es un parámetro que nos permite, comparándolo con el número real de explotaciones que contribuyen con sementales padres, abuelos o bisabuelos, un conocimiento sobre el grado de concentración en los orígenes de esta población.

El intervalo entre generaciones se calculó utilizando las fechas de nacimiento de los animales registrados para las cuatro vías de transmisión genética: padre-hijo; padre-hija; madre-hijo; y madre-hija.

Para el cálculo del coeficiente de endogamia se utilizó un programa desarrollado por Gutiérrez *et al.* (1990) con la información disponible que aparece en la Tabla I.2.

Tabla I.2: Información genealógica disponible para el cálculo de la consanguinidad en la RAV.
(Adaptado de Cañón *et al.*, 1993a)

NUMERO DEL ANCESTRO CONOCIDO MAS LEJANO	PORCENTAJE RESPECTO DEL TOTAL
0 (Población base)	52,3
1 (Un padre conocido)	21,9
2 (Un abuelo conocido)	14,0
3 (Un bisabuelo conocido)	5,7
4 (Un tatarabuelo conocido)	5,0
≥ 5 (Resto)	1,1

En la Tabla I.3 se presentan los resultados sobre las ganaderías importantes expresado el resultado en porcentaje. Tal vez el rasgo más destacable de estos resultados sea la gran diversidad y dispersión geográfica difícil de justificar a la luz de los conocimientos que en la actualidad tenemos sobre los niveles genéticos de las explotaciones. Lo cierto es que buena parte de esas explotaciones han producido sementales de Inseminación Artificial (IA) de amplio uso en la población, lo que da idea de la importancia de la IA como método reproductivo en la RAV.

Tabla I.3: Ganaderías más importantes en función de (1) el número total de apariciones de sementales, (2) el número de apariciones en la línea de los toros padres de toros, y (3) el número de sementales que aparecen ponderando en función del lugar de aparición, expresado en porcentaje. (Adaptado de Cañón *et al.*, 1993a).

GANADERIA	CONCEJO	(1)	(3)	GANADERIA	CONCEJO	(2)
B. Álvarez*	Grado	24	23	A. Villar*	Salas	22
Principado*	Oviedo	19	18	B. Álvarez*	Grado	21
R. Álvarez*	C. Narcea	17	16	R. Álvarez*	C. Narcea	21
A. Villar*	Salas	13	11	Principado*	Oviedo	16
P. Pato	Quirós	9,5	11	P. Pato	Quirós	4,7
J.L. Rodríguez*	Gozón	3,6	3,7	J.M. Menéndez	Grado	3,8
J. Menéndez	Somiedo	3,5	3,4	J.L. Rodríguez*	Gozón	3,6
P. Rubiera	Piloña	3,3	3,4	P. Rubiera	Piloña	2,9
G. Cano	Somiedo	3,2	3,1	G. Cano	Somiedo	3,1
J.M. Menéndez	Grado	2,6	2,0	J. Menéndez	Somiedo	2,1
J. Gutiérrez	Gozón	2,4	1,9	J. Gutiérrez	Gozón	1,7
M. Iglesias*	Llanera	1,6	1,6	M. Iglesias*	Llanera	1,2

* : Ganadería que produjo al menos un semental de Inseminación Artificial de amplia utilización hasta el momento del análisis.

El efecto de la centralización que puede apreciarse en la Tabla I.4 es inferior al que se ha encontrado en otras razas bovinas de carne del mundo. El elevado número de explotaciones efectivas encontradas para los niveles de abuelos y bisabuelos es un reflejo de la gran diversidad de explotaciones en las que confían los ganaderos.

Tabla I.4: Número de explotaciones efectivas en la RAV (Cañón *et al.*, 1993a).

	PADRES	ABUELOS	BISABUELOS
Número efectivo de explotaciones	136	73	28
Número real de explotaciones	277	76	36

Los intervalos de generación para las cuatro vías se presentan en la Tabla I.5, junto con los valores de las razas Asturiana de la Montaña, Avileña y Hereford. Es evidente que, al menos hasta el momento actual, la decisión sobre cual iba a ser el semental padre de un toro para reproducción o de una novilla para reposición se hacía antes de que se dispusiera de cualquier información sobre los descendientes. Los valores de los intervalos son muy similares a los de las razas Shorthorn y Hereford, mientras que si se comparan con la raza Avileña se observa que para la vía materna la raza Asturiana de los Valles tiene un intervalo inferior en tres años (aproximadamente 6 *versus* 9).

Tabla I.5: Intervalos de generaciones en años (Cañón *et al.*, 1993a).

PADRE-HIJO/A	RAV	CASINA	AVILEÑA	SHORTHORN	HEREFORD
Padre-hijo	5,0±0,06 ^a	4,3	5,1	5,1	4,5
Padre-hija	4,8±0,04 ^b	4,1	4,9	5,0	4,6
Madre-hijo	6,0±0,06 ^c	6,4	9,9	6,1	6,0
Madre-hija	5,8±0,05 ^d	6,3	8,9	5,2	5,8

Media ponderada 5,4±0,05; Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$

El coeficiente medio de endogamia considerando todos los animales fue de 0,2 %, valor que sube hasta el 0,7 % cuando sólo se tuvieron en cuenta los animales que tenían más de dos generaciones de pedigrí conocidas. El incremento medio por año del coeficiente de consanguinidad es de 0,24 % (Tabla I.6). Estos bajos niveles aparentes de endogamia deben ser contemplados con cierta prudencia ya que son el resultado de informaciones genealógicas no muy tupidas como podía observarse en la Tabla I.2.

Tabla I.6: Evolución del coeficiente de endogamia y del número de generaciones de información de pedigrí disponibles por año de nacimiento (Cañón *et al.*, 1994).

	COEFICIENTE DE REGRESION	AÑO 1990	AÑO 1991
Coefficiente de endogamia	0,07*	0,5	0,7
Número medio de generaciones	0,26*	3,2	3,4

* : Significativamente diferente de cero para $p < 0,05$.

Cañón *et al.* (1994) concluyeron que estos resultados eran propios de razas que están en vías de desarrollo. Si bien los intervalos entre generaciones encontrados eran relativamente reducidos debido a que a que la selección que se había practicado se había basado en el tipo y/o en información de pedigrí, dichos valores podrían ser excesivos para lograr mejoras genéticas importantes por unidad de tiempo.

I.5.- SISTEMAS DE EXPLOTACION

Los sistemas de producción de carne de bovino pueden clasificarse atendiendo a diferentes criterios, como son la alimentación del rebaño, manejo, raza empleada, o producto obtenido (Manrique *et al.*, 1992).

Sánchez Belda (1984) resume los sistemas de explotación de la RAV según el desplazamiento de los animales en:

- *Estancia*, con el ganado fijo sobre los mismos establos y prados, descrita como la menos frecuente.
- *Trashumancia corta*, con desplazamiento cíclico y ordenado para el aprovechamiento de pastos de zonas altas.
- *Trashumancia larga*, identificado con el grupo socio-económico, muy mermado en sus actividades, de los *vaqueiros de alzada*.

Alonso (1992) y Dunner *et al.* (1993a), agrupan los sistemas de explotación según la zona de ubicación de la ganadería en:

- *Sistemas de alta montaña*, que alterna el pastoreo durante seis meses en puertos de montaña con la estabulación permanente en la época de las nevadas. Incluye en este sistema a los *vaqueiros de alzada* que aún realizan la trashumancia.
- *Sistemas de media montaña*, con pastoreo permanente en praderas naturales o artificiales y estabulación sólo en caso de nevadas fuertes.
- *Sistemas de costa*, explotaciones mixtas de ganado lechero con algunas vacas asturianas especializadas en la producción de culones.

Rodríguez Castañón (1995) realizó un análisis técnico-económico del sector de vacuno de carne en Asturias, describiendo en la explotación de la RAV dos sistemas *tradicionales*, el de subida a puertos de montaña y el de semiestabulación regular, y uno *emergente*, de mínima estabulación.

Las descripciones son, en buena medida, coincidentes, aunque el aspecto que cada una de ellas resalta para decidir su denominación, puede producir confusión.

La trashumancia larga de tipo *vaqueiro*, con aprovechamiento veraniego de pastos de montaña e invernada en zonas costeras, puede darse por desaparecida. Actualmente se limita a unos pocos

ganaderos que todavía aprovechan las *brañas* de El Puerto de Somiedo en Asturias y de Babia y Laciana en León. El aprovechamiento *vaqueiro*, a pesar de su coherencia económica y ecológica, se vio superado tanto por la introducción de la producción lechera, que propició el asentamiento de los *vaqueiros* en zonas bajas, como por las mejoras en la producción, conservación y almacenamiento de forrajes, que posibilitó la permanencia del ganado en las zonas altas durante la invernada (García Martínez, 1984). En cualquier caso, sus diferencias con el aprovechamiento típico de los pastos de montaña en que se explota la RAV, están ligados más a aspectos sociales que de producción animal.

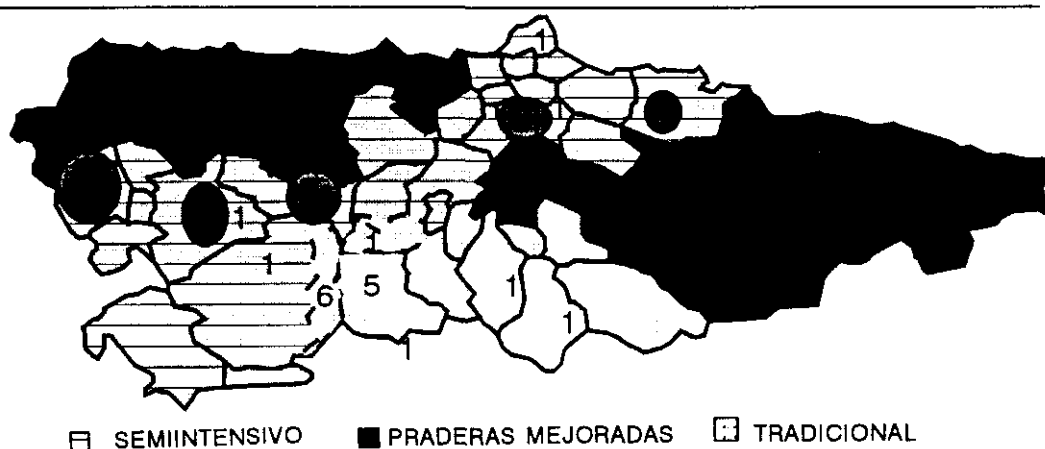
La diferenciación de las explotaciones por zonas de ubicación sólo es coherente de forma general. Las explotaciones de zonas costeras no pueden asimilarse a un sistema semiintensivo, ya que empiezan a ser frecuentes las explotaciones que realizan pastoreo permanente en estas zonas (Rodríguez Castañón, 1995). Por otra parte, existen numerosas explotaciones de tipo semiintensivo en zonas medias con buenas comunicaciones (Cangas del Narcea, Salas, Tineo) que permiten el aprovisionamiento de concentrados y, en su caso, la recogida de leche. En muchas de estas explotaciones semiintensivas del interior se puede disponer en alguna medida de monte comunal o pequeñas *brañas* donde se mantiene el ganado durante algún tiempo en verano, aunque siempre procediendo a su estabulación nocturna.

El trabajo de Rodríguez Castañón (1995) supone un gran avance en la comprensión de la producción de carne de bovino en Asturias. La denominación de los sistemas se basa fundamentalmente en la necesidad de dedicación del ganadero que requiere cada uno de ellos. Sin embargo, es posible llegar a unas conclusiones similares con una aproximación más ligada a aspectos productivo-reproductivos. Si bien técnica y económicamente el sistema semiintensivo o de *semiestabulación permanente* descrito por Rodríguez Castañón (1995) puede ser considerado tradicional, este sistema es novedoso en algunas zonas de Asturias como complemento y sustitución de la producción lechera, y puede tener cierto futuro de completar su especialización en la explotación y producción de animales culones.

I.5.1.- Descripción de los Sistemas de Explotación

Se han definido tres sistemas de explotación (Figura I.5): sistema de explotación semiintensivo, sistema de explotación con praderas mejoradas, y sistema de explotación tradicional.

Figura I.5: Núcleos de Control de Rendimientos en los diferentes sistemas de explotación de la Raza Asturiana de los Valles



1.5.1.1.- Sistema de Explotación Semiintensivo

El sistema semiintensivo se lleva a cabo en zonas bajas cercanas a la costa central asturiana como Gozón, Llanera, Siero o Las Regueras, o en lugares del interior como el Coto de Cangas del Narcea, Allande, Tineo o Salas, donde la producción lechera ha influido decisivamente en el manejo. Se trata, muchas veces, de un proceso de sustitución incompleta de las vacas del país por la producción lechera, especialmente en la marina central asturiana, o bien de un regreso a la explotación de animales de aptitud cárnica por abandono de la producción lechera.

Estas explotaciones se encuentran muchas veces en zonas industriales o turísticas, por lo que un alto porcentaje de los ganaderos ejerce otra actividad laboral.

La producción lechera, más o menos intensiva, cambió radicalmente los hábitos de manejo. Las vacas permanecen estabuladas de forma continua, muchas veces compartiendo establo con vacas lecheras, o bien realizan pastoreo diurno, siempre suplementado, en prados anejos a la explotación. Las ganaderías son pequeñas, con una media de 12 reproductoras y 19 unidades de ganado mayor (UGM) por explotación (Rodríguez Castañón, 1995). Las instalaciones suelen ser aceptables, muchas veces más adaptadas a la explotación lechera. La alimentación se lleva a cabo fundamentalmente a pesebre con aporte de concentrados a las hembras en cantidades más o menos importantes durante todo el año, y continua disponibilidad de concentrados por parte de los terneros. La hierba se aprovecha a diente entre marzo y octubre, o, muchas veces, se ofrece en pesebre en verde segada diariamente.

La detección de celos corresponde siempre al ganadero. El pequeño tamaño de las ganaderías y el fácil acceso a servicios veterinarios hace que la IA sea el método de reproducción más utilizado, con un 58% como media, superando muchas veces el 65%. La monta natural está limitada a las ganaderías de mayor tamaño, que poseen toro, o a los servicios esporádicos de algún añojo en período de cebo. En cualquier caso, la monta natural no es nunca el método de reproducción exclusivo en este sistema.

Los partos se distribuyen uniformemente a lo largo del año (Figura I.6a). Las novillas primerizas siguen un patrón parecido, aunque parece haber alguna mayor frecuencia de primeros partos en mayo y junio (22%), antes de la recogida de la hierba. El ternero permanece siempre separado de la madre, alimentándose normalmente en dos tetadas diarias.

En este sistema existe el mayor porcentaje de vacas culonas (21%), mientras que el de vacas aculonadas es bajo (4%), lo que parece indicar que éste ha sido el sistema que más ha avanzado en el proceso de cularización (Figura I.7). El porcentaje de vacas normales parece estar estabilizado en el 70-75% desde 1988, pero no es descartable que una buena parte de esas vacas sean portadoras del gen de la hipertrofia muscular.

Figura I.6a: Frecuencia de partos de primerizas y vacas multiparas por mes del año en el sistema de explotación semiintensivo

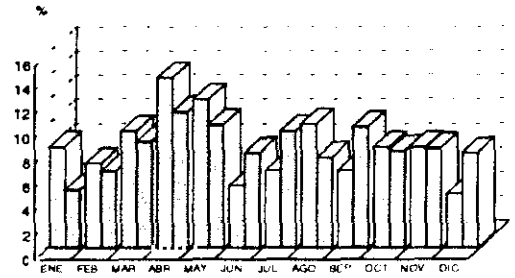


Figura I.6b: Frecuencia de partos de primerizas y multiparas por mes del año en el sistema de explotación con praderas mejoradas

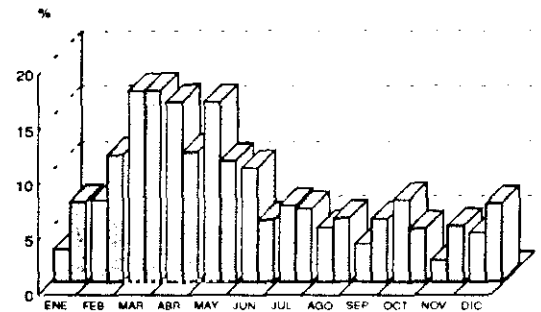


Figura I.6c: Frecuencia de partos de primerizas y vacas multiparas por mes del año en el sistema de explotación tradicional

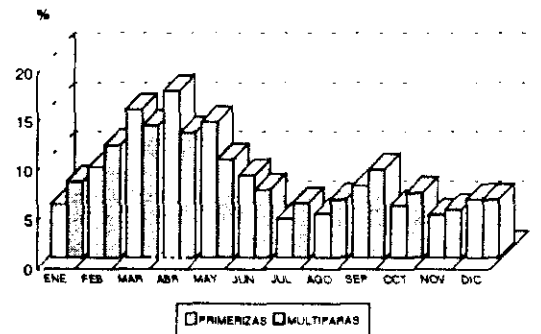
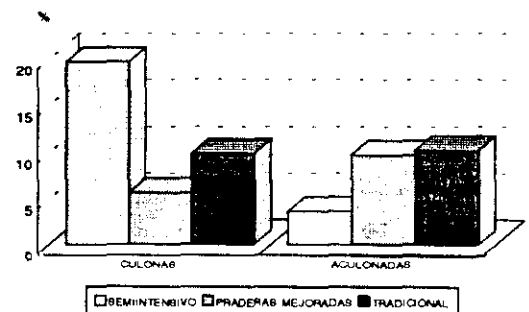


Figura I.7: Frecuencia de reproductoras culonas o aculonadas por sistema de explotación



Este sistema está especializado en la producción de animales culones. Los productos comerciales son el ternero destetado y en menor medida el ternero de cebo corto. La venta de animales para vida, salvo excepciones, se limita a la venta de hembras, normalmente culonas. El ternero, en los últimos meses de lactación recibe aporte de concentrados que permiten altas ganancias medias diarias y su sacrificio con 180-200 Kg/canal a los 7-8 meses de vida, dándose con frecuencia el acabado de los animales con un cebo corto (Rodríguez Castañón, 1995).

1.5.1.2.- Sistema de Explotación con Praderas Mejoradas

El sistema de explotación con praderas mejoradas se encuentra en zonas de altura media y relieve poco pronunciado, como Los Oscos, Tineo o Allande, donde se han recuperado para pastos terrenos comunales baldíos. De forma cada vez más frecuente (Alonso, 1992), como consecuencia de la implantación de las cuotas lecheras, se encuentra este tipo de explotación en zonas costeras con el objeto de aprovechar eficientemente las praderas de más difícil mecanización. En cualquier caso, no dominan un ámbito geográfico concreto, sino que componen un conjunto de explotaciones aisladas y diseminadas por la Asturias Centro-Occidental que tienen en común un sistema de explotación promovido por la Administración Regional Asturiana desde el comienzo del período autonómico. Muchas veces, este tipo de explotaciones nacen en forma cooperativa, manteniendo los ganaderos participantes su propia explotación de tipo tradicional o semiintensivo.

Son praderas de ray-grass y trébol, con cerramientos sencillos que permiten pastoreo rotacional, y cobertizos abiertos que permiten a los animales protegerse de los vientos y las nevadas. Las explotaciones suelen poseer una nave que sirve de paridera y cebadero. La alimentación consiste fundamentalmente en hierba consumida a diente en praderas bien abonadas. En la invernada el pastoreo se suplementa con silo de hierba y pequeñas cantidades de heno siendo los aportes de concentrado mínimos. Es frecuente encontrar explotaciones que cuentan en las praderas con pesebres selectivos para terneros que sirven para que estos se adapten al concentrado con vistas a proceder a su cebo tras el destete.

Son las explotaciones de mayor tamaño en las que se explotan animales RAV. Poseen, como media, 24 reproductoras y 36 UGM (Rodríguez Castañón, 1995), aunque las explotaciones de la zona occidental son de mayor tamaño. Se realiza el cebo de prácticamente todos los terneros, que constituyen el producto comercial de este tipo de explotaciones. La venta de animales para vida tiene

poca importancia, comportándose estas explotaciones, hasta su consolidación, como importadores netos de reproductoras de otros sistemas.

Las vacas permanecen en pastoreo todo el año, y sólo son estabuladas al advertirse los prodromos del parto. Tras el parto, la vaca permanece estabulada entre 2 y 7 días, tras lo que reinicia el pastoreo con su ternero hasta el destete de éste, siempre en presencia del toro.

Los partos están concentrados en primavera, ocurriendo un 70% de los partos entre diciembre y mayo (el 63% de las hembras multíparas), y un 54% entre febrero y mayo (Figura 1.6b). Las novillas primerizas, concentran sus partos (60%) entre marzo y junio. La monta natural es el método de elección en este sistema, donde todas las explotaciones poseen uno o dos toros propios. La IA es reducida, aplicándose preferentemente sobre novillas y vacas adultas que presenten algún problema reproductivo y precisan asistencia veterinaria. La media de aplicación de IA en este sistema es del 16%, aunque esta proporción puede ser superior a la real al ser este dato procedente de las explotaciones incluidas en el Programa de Mejora Genética de la RAV.

La presencia de vacas culonas es menos frecuente (5,7%), aunque sorprende el porcentaje de hembras aculonadas (10%) (Figura 1.7). Las directrices oficiales que propiciaron la creación de este tipo de explotaciones eran muy contrarias a este tipo de animales, pero, aparentemente, tras su consolidación, en este sistema también se manifiesta el proceso de cularización de la RAV.

1.5.1.3.- *Sistema de Explotación Tradicional*

El sistema de explotación tradicional es el menos homogéneo según zonas. Esta forma de explotación afecta como mínimo a unas 15.000 reproductoras, que suponen el 25% de la cabaña RAV (Rodríguez Castañón, 1995). Se produce fundamentalmente en el Sur Centro-occidental asturiano, desde Aller a la Sierra de Cangas del Narcea. La sierra del Aramo constituye una frontera física en las formas del manejo tradicional, en gran medida provocada por la mejor accesibilidad y calidad de los pastos más occidentales.

Las explotaciones son pequeñas, con un número medio de reproductoras similar al del sistema semiintensivo (11,4), aunque el número medio de UGM es de 17 (Rodríguez Castañón, 1995) como consecuencia de la venta de los terneros al destete sin proceder a su cebo. Esta situación se debe, en parte, a las carencias de infraestructuras en las explotaciones. La mayoría de las ganaderías poseen

en el pueblo 2 ó 3 establos pequeños y normalmente anticuados, y muchas veces uno en los pastos intermedios. El producto comercial de este sistema es el ternero destetado de 5-7 meses. En la zona central, especialmente en Lena y Quirós, se realiza un ligero acabado del ternero postdestete para mejorar su conformación y peso y facilitar su venta (Alonso, 1988). En cualquier caso, este sistema es el principal proveedor de animales para vida, consiguiendo precios medios muy superiores a los normales en el mercado de la carne (Alonso, 1988; Rodríguez Castañón, 1995).

El denominador común del sistema es la utilización de puertos de montaña y la estabulación invernal de los animales durante 5-6 meses. Las reproductoras bajan a los pastos cercanos a la población a mediados de noviembre para estabularse totalmente en enero. Durante la invernada, los animales reciben una alimentación forrajera restringida y una ligera suplementación con concentrados dos o tres semanas antes del parto. Los animales aprovechan pastos de altura (*brañas*) en verano-otoño. Las vacas suelen salir en el mes de marzo a los prados cercanos a la explotación, subiendo a mediados del mes de mayo hacia pastos intermedios previos a los pastos comunales situados a 1.000-1.300 metros de altitud. En la zona de Cangas del Narcea suelen subir las vacas secas preñadas y las novillas de cría, y en menor medida las vacas acompañadas del ternero de poca edad, siendo frecuente el destete temprano de los terneros. En otras zonas, como Somiedo o Lena, las vacas suben siempre acompañadas de su cría, salvo en caso de venta del ternero si éste ha nacido en el otoño. En cualquier caso, las vacas paridas durante la invernada están separadas de su ternero, que se alimenta en 2-3 tetadas diarias. Las vacas paridas a últimos de primavera se mantienen en la zona baja hasta que el ternero alcanza el mes de edad.

Los partos (Figura I.6c) se producen preferentemente en primavera (56% entre enero y mayo), con un repunte en otoño (21% en agosto-octubre), mostrando la dependencia estacional de este sistema de explotación. Un comportamiento similar se encuentra en novillas primerizas, aunque los primeros partos están más concentrados en primavera (44% entre marzo y mayo).

En las zonas con pastos de buen acceso, especialmente en Somiedo y la Sierra de Cangas del Narcea, la detección de celos sigue correspondiendo al ganadero que lleva la vaca al toro elegido. En lugares de peor acceso, sobre todo en las cuencas del Caudal y el Trubia, es posible encontrar dos o más toros pastoreando con las vacas. El reducido tamaño de las explotaciones, que sólo poseen semental propio a partir de un tamaño de 12-15 reproductoras, y la responsabilización tradicional de

la detección de celos por parte del ganadero permite una amplia utilización de la IA (21%), aunque es muy variable según zonas incluso muy próximas con mínimos del 7 y máximos del 50%.

En este sistema se asiste a una rápida cularización de las vacas. El porcentaje de hembras culonas es del 10%, similar al de las hembras aculonadas (Figura I.7). La proporción de reproductoras normales que paren cada año ha descendido de un 86% en el año 1987 al 75% en 1993.

I.6.- PROGRAMA DE MEJORA

El creciente interés de los ganaderos y el apoyo institucional con el mantenimiento de un plantel de toros de IA y la instauración desde 1974 de la Prueba de Valoración Individual de toros jóvenes en el Centro de Selección y Reproducción Animal (CENSYRA) de Somió provocaron un proceso de expansión de la raza que culminó en la implantación de un Programa de Mejora cuyos objetivos genéricos son el aumento de la eficacia productiva mediante la mejora de las cualidades maternas y del potencial de crecimiento muscular, manteniendo la rusticidad y la adaptación a su medio ambiente habitual y al aprovechamiento de los recursos forrajeros (Anónimo, 1992).

Varios factores impulsaron la implantación del Plan de Mejora:

- la demanda sostenida de entre 250.000 y 300.000 dosis seminales al año, fundamentalmente por ganaderos de producción lechera que buscan en la RAV la rentabilización de sus terneros.
- la continua expansión y fortalecimiento de la Asociación de Criadores de la raza, ASEAVA, constituida el 31 de diciembre de 1994 por 2.026 ganaderos.
- el descenso del precio de la leche y el aumento del precio de los concentrados provocado por la entrada de España en la actual Unión Europea, que hace que muchos ganaderos piensen en el cambio de orientación productiva de sus explotaciones (Tabla I.7).

Tabla I.7: Evolución de la orientación productiva de las explotaciones ganaderas en Asturias (SADEI, 1987,1991,1994).

ORIENTACION	AÑO 1986		AÑO 1989		AÑO 1992	
	EXPLORACIONES	%	EXPLORACIONES	%	EXPLORACIONES	%
Carne	8.577	18,7	9.243	21,5	15.175	40,0
Leche + Mixta	37.256	81,3	33.746	78,5	22.736	60,0
TOTAL	45.833		42.989		37.911	

I.6.1.- Objetivos de Selección

Los objetivos económicos de cada sistema de explotación empleado en la RAV, y aún en cada explotación dentro de sistema, son muy diferentes. Las ganaderías de manejo más intensivo y destete temprano precisan animales de alto peso al nacimiento y conformación cular con un nivel aceptable de dificultad de partos. Los sistemas tradicionales necesitan madres rústicas, sementales culones de buena facilidad de partos, y recria de buenas características de tipo. Los sistemas de praderas mejoradas requieren hembras con buenas aptitudes maternas, machos con buena facilidad para el parto y terneros bien conformados con buen comportamiento en el cebo.

No existen datos reales sobre la importancia económica de los caracteres seleccionables. Hasta que esto suceda ASEAVA ha optado por presentar a los ganaderos toda la información disponible sobre los caracteres que es posible evaluar (peso al nacimiento, peso al destete, ganancia media diaria predestete, dificultad de partos y expresión de la cularidad), para que cada ganadero tome la decisión más adecuada a sus intereses. A medio plazo se podrá presentar información de los animales por su efecto materno, tipo, y probablemente, crecimiento postdestete y caracteres reproductivos como la edad al primer parto o el intervalo entre partos.

I.6.2.- Infraestructura de Recogida de Información

El Programa de Mejora cuenta con una infraestructura de recogida de información formada por:

- El Libro Genealógico
- El Control de Rendimiento Cárnico
- La Prueba de Valoración Individual de machos jóvenes
- Los Rebaños Lecheros Colaboradores

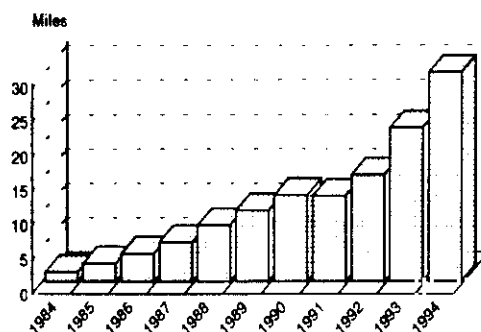
1.6.2.1.- El Libro Genealógico

El Libro Genealógico (LG) de la RAV, se refundó en 1976 por el Ministerio de Agricultura, encomendándose su funcionamiento al CENSYRA de Somió. A partir de 1984 esta competencia pasó a ser gestionada por ASEAVA, produciéndose un notable incremento del número de animales inscritos (Figura I.8).

A partir de los 800 animales vivos que figuraban en el LG cedido por la Administración se inicia un proceso de expansión que lleva a superar los 10.000 animales inscritos en 1989, los 20.000 en 1993 y los 30.000 en 1994, de los que 18.850 (61%) son hembras reproductoras.

Es cierto que la función del LG debe ser el registro sistemático de parentescos que van a completar la información productiva obtenida mediante el Control de Rendimientos, y que éste fue puesto en marcha con retraso respecto del LG. Sin embargo, la labor del LG ha sido fundamental en la organización y consolidación de ASEAVA, y en la introducción del Plan de Mejora en el sector de producción de carne de bovino en Asturias.

Figura I.8: Evolución anual del número de animales inscritos y vivos en el Libro Genealógico de la Raza Asturiana de los Valles



FUENTE. MEMORIAS DE ACTIVIDADES DE ASEAVA

Tabla I.8: Método de calificación morfológica en la RAV (Cima, 1986)

CARACTER	COEFICIENTE MULTIPLICADOR	
	HEMBRAS	MACHOS
Aspecto de conjunto	1,0	1,0
Cabeza	0,5	0,5
Cuello, cruz, espalda	0,5	0,5
Grupa, nacimiento de la cola	1,5	1,5
Extremidades, pezuñas y aplomos	0,6	1,0
Desarrollo corporal	1,2	1,2
Forma y calidad de la ubre	1,0	---
Organos genitales	---	0,5
Muslos y nalgas	1,5	1,6
Tórax y vientre	1,0	1,0
Dorso y lomos	1,2	1,2

Cada carácter se puntúa de 0 a 10, con un total de puntos posibles de 100.

Por otra parte, el LG ha supuesto una importante fuente de información sobre el flujo de genes y estructura de la población en la RAV (Cañón *et al.*, 1994), y supone una importante fuente de información previa cuando se implanta el Control de Rendimientos en nuevas ganaderías.

Dada la importancia del conocimiento exacto de los parentescos de los animales está prevista la realización de pruebas de paternidad eligiendo algunos animales por muestreo.

Los animales reproductores inscritos en el LG son calificados morfológicamente según el método descrito en la Tabla I.8.

1.6.2.2.- El Control de Rendimiento Cárnico

El Control de Rendimiento Cárnico (CRC) (Cima *et al.*, 1991) tiene como misión la recogida de todos aquellos datos productivos necesarios para la evaluación genética de reproductores. El CRC se organiza en Núcleos de Control que agrupan ganaderías por su proximidad geográfica e igualdad de manejo para facilitar las labores de pesaje y recogida de datos.

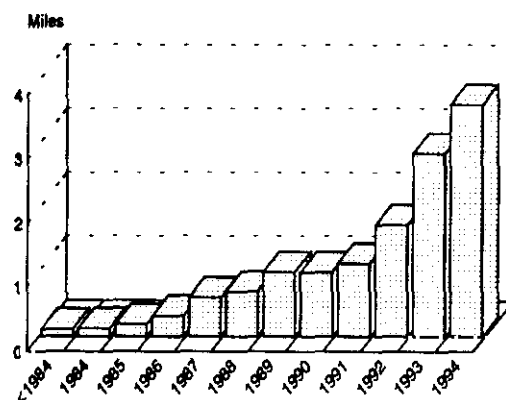
La información recogida es enviada mensualmente al CENSYRA de Somió por los Controladores de ASEAVA, y comprende, atendiendo a las recomendaciones BIF (1986):

- Identificación de la vaca y el semental (nombre, número de registro genealógico y tipo).
- Fecha de cubrición y número de parto de la vaca.
- Fecha, dificultad y tipo de parto, peso al nacimiento, y sexo y tipo del ternero.
- Peso al destete y fecha, grado de cularidad al destete, identificación del ternero, historial del ternero, código de manejo.
- Aquellas explotaciones que ceban sus terneros hasta el sacrificio envían de forma voluntaria el peso entre los 10 y 12 meses de edad.

A 31 de diciembre de 1994 el CRC consta de 23 Núcleos que agrupan 377 ganaderías y 5.155 reproductoras vivas. La recogida de datos se ha incrementado notablemente con la mayor implicación de ASEAVA en el CRC a partir de 1992 (Figura I.9).

La mayor parte de los Núcleos de Control (13) se sitúan en la montaña del

Figura I.9: Evolución de la recogida de datos en Control de Rendimientos por año de parto de la vaca



suroccidente asturiano y su sistema de explotación es tradicional. Tres Núcleos presentan un sistema de explotación semiintensivo (Gozón, Llanera, y Trones en Cangas del Narcea) y otros tres se explotan mediante praderas mejoradas (en los Oscos y Tineo). Un Núcleo (La Figueirina) presenta explotaciones semiintensivas y con praderas mejoradas. Dos de los Núcleos se encuentran fuera de la Región, uno en Ciudad Real y otro en León. Todas las ganaderías tienen un código de sistema de manejo que permite su diferenciación del resto de las de su Núcleo a efectos de evaluación genética de reproductores. Los dos rebaños RAV de la Consejería de Medio Rural y Pesca también están integrados en el Control de Rendimientos.

1.6.2.3.- Prueba de Valoración Individual de Toros Jóvenes

En el CENSYRA de Somió se viene realizando una Prueba de Valoración Individual (PVI) de toros jóvenes desde 1974. Hasta el año 1992, cuando se implantó un nuevo sistema de testaje por series de contemporáneos, se probaban unos 20 toros al año según la normativa oficial del Ministerio de Agricultura. El sistema presentaba notables deficiencias, ya que los animales que constitúan una serie de testaje comenzaban la prueba durante un intervalo de tiempo tan grande y en condiciones tan diferentes, que la comparación de su valor genético no tenía sentido práctico. A pesar de todo, la PVI supuso la presencia permanente de semen de Asturiana en el mercado, manteniendo el interés de los ganaderos por la raza y posibilitando la reabsorción de reproductoras mestizas.

La puesta en marcha de un Plan de Mejora integral requería la reforma de la PVI, ya que en las condiciones actuales, con un escaso porcentaje de los animales incluidos en CRC sometidos a cebo, es la mejor solución para conocer el comportamiento en el crecimiento postdestete de los animales RAV.

La PVI se realiza actualmente en 6 series al año de animales contemporáneos, con un número mínimo de 15 animales por serie. Los terneros sufren una primera selección por los controladores del LG en atención a sus características raciales y la ausencia de defectos que afecten a su rendimiento. Se consideran contemporáneos aquellos animales nacidos cada dos meses del año, aunque el rango de edades de los animales testados dentro de cada serie no suele superar las 6 semanas.

Los animales llegan al CENSYRA a una edad media de 6 meses y permanecen en adaptación durante tres meses, con alimentación uniforme, para evitar la interferencia en la prueba del efecto de la ganadería de procedencia. A los 9 meses de edad media, cuando se considera que los animales se

encuentran a igual edad fisiológica, comienza el testaje propiamente dicho forzando la alimentación de los animales de forma creciente según el peso medio de la serie.

El criterio de selección es la ganancia media diaria durante la fase de testaje. Los animales se califican morfológicamente al final de la prueba, se recogen sus datos zoométricos más importantes, y se mide su perímetro testicular.

Se seleccionan para IA aquellos animales con ganancia media diaria superior a la media de la serie cuya calificación morfológica sea igual o superior a 80 puntos. Los animales cuya calificación morfológica sea inferior a 65 puntos o su crecimiento se encuentre en el 25% inferior de la serie se califican como negativos y se rechaza su uso como sementales. Los animales cuyo crecimiento es superior a la media de la serie y con calificación morfológica superior a 69 puntos son calificados como positivos, promoviéndose su uso como sementales en servicio de monta natural y su participación en Subastas Nacionales supervisadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca, y Alimentación.

En los años 1993 y 1994 terminaron la prueba 107 y 105 animales de los que fueron seleccionados 8 y 2 respectivamente. El 35 % de los animales testados provenían de explotaciones sometidas a CRC. Se prevé que los primeros sementales seleccionados por el nuevo sistema de PVI tengan evaluación de descendencia en 1996, al menos para peso al nacimiento y dificultad de partos.

Es importante hacer notar la implicación de los ganaderos en la PVI que se considera la piedra angular del Programa. Los ganaderos financian la estancia del animal durante la PVI asumiendo los costes de transporte hasta el CENSYRA y los gastos de su alimentación durante el testaje. Con la extensión del CRC se prevé que en el plazo de dos años, al menos el 50% de los animales testados provenga de explotaciones sometidas a Control. Los Controladores del LG conocen la evaluación de los animales sometidos a CRC y promueven el testaje de los hijos de reproductores con buena evaluación para caracteres de crecimiento.

1.6.2.4.- Rebaños Lecheros Colaboradores

Los sementales de I.A. de la RAV se utilizan abundantemente en cruzamiento industrial sobre los rebaños lecheros. Con el fin de ofrecer a los ganaderos de leche información obtenida en sus propios rebaños y mejorar la precisión de la evaluación genética de los Sementales I.A. para facilidad

de parto y conformación carnicera de sus hijos, los Controladores de ASEAVA han comenzado, durante 1994, la toma de datos en 86 explotaciones lecheras que utilizan dichos sementales y mantienen los terneros nacidos hasta el sacrificio.

La información recogida es :

- La facilidad de parto.
- Conformación a los 10 meses de edad.

I.6.3.- Evaluación de Reproductores

En la actualidad, el Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Madrid realiza la evaluación de los reproductores sometidos a CRC para los caracteres peso al nacimiento, peso al destete, y ganancia media diaria predestete mediante el ajuste de un Modelo Animal, y la dificultad de partos mediante un Modelo Padre.

Los resultados obtenidos para los caracteres de peso al nacimiento, peso al destete, y velocidad de crecimiento predestete se han presentado en un Catálogo Oficial de ASEAVA para los sementales cuya evaluación superara el 65% de fiabilidad y que presentaran hijos en, al menos, cinco rebaños. Para la dificultad de partos se ha exigido conocer, al menos, 30 hijos en cinco rebaños.

Los méritos genéticos para caracteres de crecimiento se han presentado como el valor mejorante del semental (la mitad de su valor genético) desviado de 100 para que los ganaderos puedan realizar el *ranking* de los sementales por el carácter que consideren más interesante, y para mayor información el valor esperado de los hijos del semental para ese carácter desviando ese valor mejorante de la media de la población.

El mérito genético para dificultad de partos se ha presentado como la probabilidad de obtener partos fáciles (partos sin ayuda o con ligera ayuda no necesaria), difíciles (que precisan gran tracción para resolverse), y cesáreas tanto en novillas como en vacas multíparas.

Los resultados se han acompañado de la proporción de hijos culones que produce el semental.

Durante 1994 se ha enviado a las ganaderías con más de dos años en CRC los méritos genéticos de peso al nacimiento y peso al destete de las reproductoras cuya evaluación superaba una fiabilidad del 30%. Los resultados se expresaban de la misma forma que las del catálogo de sementales. La acogida de estas evaluaciones ha sido muy favorable por lo que en años venideros se enviarán las evaluaciones de todas las reproductoras a las ganaderías que así lo soliciten.

Todas las explotaciones han recibido las medias de sus intervalos entre partos, pesos al nacimiento, pesos al destete y edad al destete de cada año en CRC, y un resumen general de esos caracteres, y la misma información de su Núcleo de Control y de toda la población controlada.

I.6.4.- Esquema de Selección

Aunque en un momento como el actual, en que el Programa de Mejora todavía se encuentra en fase de implantación y puesta en marcha, pudiera parecer prematuro hablar del establecimiento de un esquema de selección, sí es necesario establecer las líneas maestras que se seguirán cuando el Programa de Mejora alcance un desarrollo adecuado.

En el esquema de selección se otorgará especial atención a los caracteres reproductivos y maternos, que, a pesar de su aparente correlación genética negativa con los efectos directos, en un esquema de producción con vacas de cría parecen, *a priori*, de gran interés. Sin embargo, estos caracteres precisan un considerable intervalo de tiempo hasta que puedan ser evaluados. La edad al primer parto precisa entre dos y tres años para ser conocida, y el intervalo entre partos necesita, al menos, de tres a cinco años. Asimismo, el conocimiento de los efectos maternos precisa no sólo partos y destetes repetidos de la misma hembra sino también el mayor número posible de hembras de las que se conozca el ambiente materno recibido y el que son capaces de aportar a su descendencia (Gutiérrez *et al.*, 1995), lo que precisa un intervalo de tiempo considerable.

Parece necesario establecer dos líneas de sementales, una línea maternal de toros normales de buen formato carnicero, y una línea paternal de toros culones, de uso mayoritario, para la producción de terneros de cebo y cruce industrial.

El uso de toros no culones en la RAV es muy restringido, y la evaluación de sementales de I.A. para caracteres maternos de sus hijas, en un sistema de explotación que usa mayoritariamente la *monta natural* como sistema reproductivo, puede alargar enormemente el tiempo necesario para la

prueba, lo que puede hacer necesario realizar la prueba de estos toros en estación.

Todas las hembras sometidas a CRC serán valoradas para:

- Efectos directo y materno para peso al nacimiento y crecimiento predestete, con especial atención a los efectos maternos para crecimiento predestete (capacidad de cría).
- Fertilidad y productividad numérica mediante el registro del intervalo entre partos, edad al primer parto y terneros destetados por hembra y unidad de tiempo.
- Facilidad de parto.

La información relativa a las evaluaciones de sus hembras será remitida a los ganaderos para que tomen las decisiones de reposición. En cada evaluación el 30% de las reproductoras será calificada como Madre de Futuro Semental (MFS) procurándose que los candidatos a pasar la PVI provengan de este 30% de hembras.

Los machos de la línea maternal serán evaluados por las siguientes características:

En campo:

- Dificultad al nacimiento de sus descendientes.
- Crecimiento predestete y conformación carnicera de sus descendientes.

En campo o estación:

- Edad al primer parto de sus hijas.
- Facilidad para el parto de sus hijas.
- Capacidad de cría de sus hijas.

Los machos de la línea paterna y todos los sementales de monta natural sometidos a CRC serán evaluados por las siguientes características:

- Crecimiento predestete de sus descendientes.
- Dificultad de partos.
- Porcentaje de culones de su descendencia.

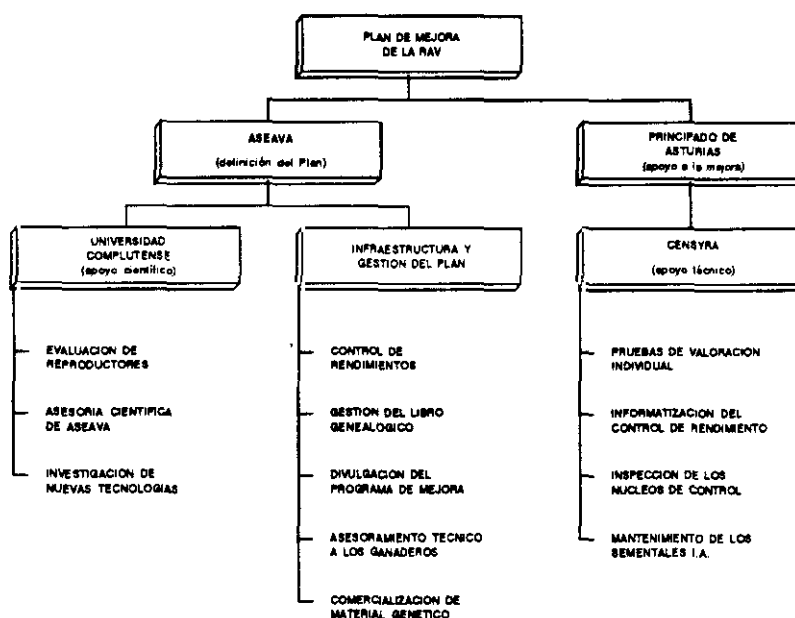
- Grado de cularidad de su descendencia (conformación carnicera).

En cualquier caso, el 10% de los sementales evaluados serán calificados como Padre de Futuro Semental (PFS). De los apareamientos entre MFS y PFS se elaborará un índice de pedigrí al que podrá ser incorporada la información propia del ternero para la elección de los candidatos a la PVI.

A medio plazo será necesaria la separación de las series de testaje de toros de línea maternal y paternal de modo que se realice el cebo de los primeros con alimentos básicamente forrajeros, y el de los segundos fundamentalmente a base de concentrados.

Se prevé que ASEAVA deberá contar con un plantel anual de 10 toros probados de línea paternal y 6 en prueba, y de cinco toros probados de línea maternal y 4 en prueba. Cada año, al finalizar las valoraciones se elegirán los 10 mejores sementales de los 16 de la línea paternal y los 5 mejores sementales de los 9 de la línea maternal. Para evitar problemas de consanguinidad en la línea maternal se restringirá el uso de sementales bien mediante un máximo de dosis utilizadas, bien mediante un límite en los años de servicio.

Figura I.10: Organización del Programa de Mejora de la Raza Asturiana de los Valles



I.6.5.- Organización del Programa de Mejora

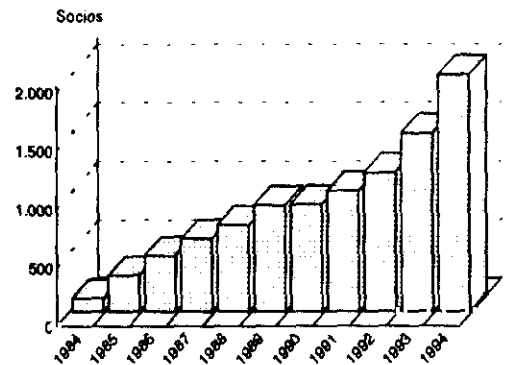
La definición de un Programa de Mejora precisa asumir unos objetivos que van a afectar a diferentes instituciones; los ganaderos asumen el protagonismo organizándose en Asociaciones, y será necesaria la creación de una infraestructura de recogida de información para su aprovechamiento técnico, y la aportación de medios económicos suficientes para su puesta en marcha, lo que influye en la política de desarrollo sectorial.

En la definición del Programa de Mejora de la RAV (Figura I.10) intervienen ASEAVA, la Administración del Principado de Asturias, y el Departamento de Producción Animal de la Universidad Complutense de Madrid.

I.6.5.1.- *Funciones de ASEAVA*

La Asociación de Criadores de ganado de raza Asturiana de los Valles está compuesta por más de 2.000 ganaderos. El incremento del número socios ha sido constante a partir de los 12 firmantes de su acta de constitución en 1983, y se ha visto aumentado a partir de 1991, cuando se sobrepasan por primera vez los 1.000 socios (Figura I.11).

Figura I.11: Evolución anual del número de socios de ASEAVA



FUENTE: MEMORIAS DE ACTIVIDADES DE ASEAVA

ASEAVA es la base del Programa de Mejora de la RAV, y a ella corresponde la propuesta de su implantación, la definición de sus objetivos, y la creación de una infraestructura de recogida de información.

La primera función de ASEAVA es la recogida sistemática de parentescos de los animales mediante la gestión del LG de la RAV. El conocimiento del pedigrí de los animales es fundamental en cualquier programa de mejora genética, y la labor de los Controladores del LG en la difusión y aceptación del Programa de Mejora por parte de los ganaderos ha sido de enorme importancia.

A partir de 1992, cuando se firmó un convenio con la Administración Regional Asturiana para

la potenciación del Programa de Mejora de la RAV (Anónimo, 1992), ASEAVA asumió además la función de promoción, formación y control de los Núcleos de Control de Rendimientos en los que se basa la toma de datos productivos. Hasta 1992 esta función se realizaba conjuntamente entre ASEAVA y la Administración Regional Asturiana. ASEAVA sigue aportando los Controladores de los Núcleos de Control y dedica personal técnico a su formación y perfeccionamiento.

ASEAVA, además, lleva a cabo la divulgación del Programa de Mejora y sus resultados entre los ganaderos, ofreciéndoles asesoramiento técnico.

Por último, ASEAVA promueve la comercialización de material genético de la raza, bien en forma de semen o embriones a través de la empresa comercializadora ASTURGEN S.L., bien mediante la organización de subastas de reproductores.

1.6.5.2.- Funciones del Principado de Asturias

A la Administración Regional Asturiana, a través de la Consejería de Medio Rural y Pesca (CMR y P) corresponde la discusión con ASEAVA del Programa de Mejora, y, en la medida en que éste sea compatible con la Política de Desarrollo Ganadero Regional prestar apoyo técnico y económico para su realización.

La Administración Regional presta apoyo técnico al Programa de Mejora fundamentalmente mediante el CENSYRA de Somió. En el CENSYRA se lleva a cabo la Prueba de Valoración Individual de toros jóvenes para selección de sementales con destino a servicio de I.A., el mantenimiento de los toros seleccionados y la extracción y preparación del semen que después será comercializado por ASTURGEN S.L..

Tras asumir ASEAVA la responsabilidad en la creación de los Núcleos de Control de Rendimientos, corresponde al CENSYRA la supervisión de su funcionamiento y la informatización de los datos de los Núcleos que son enviados mensualmente por los Controladores de ASEAVA. Los datos son depurados de errores y se someten a una primera preparación para la evaluación de reproductores.

I.6.5.3.- Funciones del Departamento de Producción Animal de la U.C.M.

El Departamento de Producción Animal de la Facultad de Veterinaria de Madrid es el asesor científico de ASEAVA en lo relativo al Plan de Mejora de la RAV.

Actualmente realiza las evaluaciones genéticas de los animales sometidos a Control de Rendimientos, investiga nuevos efectos y metodologías que deban aplicarse para un mejor análisis de la información, recomienda formas de exponer los resultados, e informa sobre las iniciativas que puedan perfeccionar el Programa de Mejora.

II.- OBJETIVOS

Las razas bovinas autóctonas españolas han sufrido un notable abandono. Explotadas de forma arcaica y sin conocer las verdaderas posibilidades productivas de unas razas perfectamente adaptadas al medio físico donde eran explotadas, se desechó cualquier posibilidad de implantación de programas para su mejora y se pretendió su absorción y sustitución por razas extranjeras consideradas *mejorantes* (Caramés, 1928; Rodríguez Rodríguez, 1966).

En los últimos años, se han comenzado a implantar Programas de Mejora sobre poblaciones bovinas españolas de aptitud cárnica que incluyen el registro de datos productivos en Control de Rendimientos. Además de en las Razas Asturiana de los Valles (Alonso *et al.*, 1992; Gutiérrez *et al.* 1994a) y Asturiana de la Montaña (Dunner *et al.*, 1993b; Canón *et al.*, 1995), poblaciones como la Pirenaica (CONASPI, 1993), Avileña-Negra Ibérica (Hernández *et al.*, 1994) o Bruna dels Pirineus (Jordana y Piedrafita, 1992), cuentan con registros productivos de campo aunque no existen todavía bases de datos suficientemente amplias para la descripción de los efectos sistemáticos de importancia sobre los distintos caracteres productivos en los diferentes sistemas de explotación.

Sin embargo, el Control de Rendimientos de la RAV cuenta con un número suficiente de datos que posibilita realizar un análisis para suplir esta carencia, siendo los objetivos concretos de esta Memoria:

- Identificar y cuantificar los principales efectos ambientales de acción sistemática sobre los caracteres de importancia económica.
- Identificar y cuantificar el efecto de la hipotética presencia del gen de la hipertrofia muscular hereditaria sobre los caracteres de importancia económica.
- Estimar los principales parámetros genéticos sobre los caracteres de importancia económica.

III.- MATERIAL Y METODOS

En esta Memoria se ha optado por la presentación separada de cada uno de los efectos sistemáticos, ambientales o genéticos, que influyen en los caracteres de importancia económica en la RAV, señalando en cada apartado los datos utilizados y los modelos estadísticos ajustados. Sin embargo, nos ha parecido necesario, para no perder una perspectiva general, realizar una descripción tanto de la base de datos disponible como de los métodos estadísticos utilizados.

III.1.- DESCRIPCION DE LA BASE DE DATOS DISPONIBLE

La base de datos sobre la que se han realizado los análisis en esta Memoria incluía 13.069 registros recogidos en el CRC de la RAV hasta el 31 de diciembre de 1993 correspondientes a 4.971 reproductoras de las que se encontraban en situación de alta 4.158. En diciembre de 1993 estaban en funcionamiento 17 de los 23 Núcleos de Control de que actualmente consta el CRC, además de los dos rebaños del Principado de Asturias que ceden al CRC los datos compatibles excepto los de fecha de cubrición y puntuación cular que no se recogen sistemáticamente. Los Núcleos de Control están formados por ganaderías geográficamente próximas con identidad de manejo que suman un mínimo de 80 reproductoras (Cima *et al.*, 1991). En la Tabla III.1 se describe la situación de los Núcleos en la base de datos disponible. Las ganaderías tienen un código de manejo que permite diferenciar distintos sistemas de explotación dentro de cada núcleo o recoger las variaciones de sistema de explotación que se puedan producir con el tiempo.

Los datos correspondientes al Núcleo 17 (Ciudad Real) fueron eliminados debido a su escaso número y a provenir del exterior de la Región. Asimismo, los datos de los rebaños de la CMR y P, núcleos 76 y 77, fueron eliminados de los análisis efectuados de los efectos ambientales sistemáticos por no corresponder exactamente a ninguno de los sistemas de explotación utilizados en Asturias. Si bien los rebaños del Principado suponen la matriz que ha servido para la implantación del sistema de explotación con praderas mejoradas, en la práctica constituyen un sistema de explotación diferente de la aplicación comercial de sus postulados.

En los análisis de los componentes genéticos de influencia sobre los caracteres de importancia económica se han utilizado los datos de los Rebaños de la CMR y P para los caracteres de peso al nacimiento, crecimiento predestete y dificultad de partos, ya que análisis previos (Gutiérrez y Cañón, 1994; Gutiérrez *et al.*, 1995) no habían encontrado diferencias no debidas al manejo de esos rebaños respecto del resto. Aunque hemos renunciado a utilizar los datos de los rebaños de la CMR y P para el carácter intervalo entre partos, ya que los caracteres reproductivos podrían presentar *a priori*

mayores influencias del sistema de manejo, hemos utilizado los datos de esos rebaños para el carácter edad al primer parto debido al escaso número de datos disponibles a partir de la información del resto de los Núcleos de Control.

Tabla III.1: Situación de los Núcleos de Control de Rendimientos de la RAV a 31 de diciembre de 1993.

NUCLEO	CONCEJO	SISTEMA DE EXPLOTACION	REGISTROS	GANADERIAS
01-El Valle	Somiedo	Tradicional	2.160	19
02-Urria-El Coutu	Somiedo	Tradicional	945	15
03-Gúa-Caunéu	Somiedo	Tradicional	1.102	13
04-Xomezana	Lena	Tradicional	1.298	23
05-Gozón	Gozón	Semiintensivo	531	13
06-Santulaya	Tineo	Praderas mejoradas	422	5
07-Villalaez	Cangas del Narcea	Tradicional	710	11
08-Saliencia	Somiedo	Tradicional	890	25
09-La Pola	Somiedo	Tradicional	622	8
10-Trasmonte	Cangas del Narcea	Tradicional	523	19
11-Zreizaliz	Cangas del Narcea	Tradicional	464	15
12-Santalla	Sta. Eulalia de Oscos	Praderas Mejoradas	816	13
13-Samartín-Vilanova	S. Martín-Villanueva de Oscos	Praderas Mejoradas	670	15
14-A Figueiría-A Mesa	Allande-Grandas	Semiintensivo/Praderas Mejoradas	492	17
15-Llanera	Llanera-LasRegueras-Siero	Semiintensivo/Praderas Mejoradas	613	38
16-Braña l'Acebal	Cangas del Narcea	Tradicional	290	22
17-Ciudad Real	Ciudad Real	Praderas Mejoradas	42	1
76-Villanueva	Villaviciosa-Quirós	Tradicional	426	1
77-Ilano	Ilano	Praderas Mejoradas	53	1
TOTAL	19		13.069	274

Los datos susceptibles de ser analizados se detallan en la Tabla III.2, agrupados por fuentes de variación.

Tabla III.2: Descripción de los datos susceptibles de ser analizados.

FUENTE DE VARIACION	REGISTROS	FUENTE DE VARIACION	REGISTROS
AÑO DE PARTO		INTERVALO ENTRE PARTOS	5.625
< 1984	111	PESO AL NACIMIENTO	7.262
1984	125	PESO AL DESTETE	5.077
1985	182	PUNTUACION CULAR	2.604
1986	316	SEXO DEL TERNERO	
1987	597	Hembra	4.701
1988	688	Macho	4.631
1989	995	Gemelos	180
1990	988	SISTEMA DE EXPLOTACION	
1991	1.127	Semiintensivo	1.144
1992	1.712	Praderas Mejoradas	2.097
1993	2.685	Tradicional	9.249
DIFICULTAD DE PARTOS		TIPO DEL SEMENTAL	
Pare sola	4.786	Culón	5.720
Ligera ayuda	3.441	Aculonado	2.512
Fuerte tracción	650	Normal	2.305
Cesárea	176	TIPO DEL TERNERO	
Presentación anormal	148	Culón	3.124
FECHA DE NACIMIENTO		Aculonado	2.512
Primerizas	1.308	Normal	2.305
Múltiparas	2.804	TIPO DE LA VACA	
FECHA DE CUBRICION	9.206	Culona	1.183
FECHA DE PARTO	6.526	Aculonada	1.169
FECHA DE DESTETE	5.126	Normal	9.448
NUMERO DE PARTO		VACAS	
Primero	2.227	Con registro productivo	4.971
Segundo	2.059	Sin registro productivo	730
Tercero	1.876	De alta a 31/12/1993	4.158
Cuarto	1.668	TOROS	
De cinco a nueve	4.612	Con registro productivo	407
Mayor de nueve	624	Sin registro productivo	196

III.2.- ANALISIS ESTADISTICOS

III.2.1.- Efectos Ambientales

Para el análisis de la influencia de los efectos ambientales sistemáticos sobre los caracteres de importancia económica se ha utilizado el paquete estadístico SAS/STAT™ versión 6.03 (SAS, 1988). Dada la gran variedad de parámetros analizados los diversos modelos ajustados se describen en los apartados correspondientes de Material y Métodos.

De forma general se han realizado análisis de frecuencias, cálculo de correlaciones, el Test de Duncan para comparación de medias, y análisis de varianza y covarianza que incluyan exclusivamente efectos fijos. Debido al carácter no experimental de los datos disponibles, los modelos ajustados fueron desequilibrados, por lo que los análisis se realizaron utilizando el Procedimiento GLM de SAS (1988). Mediante los análisis efectuados con el Procedimiento GLM se han obtenido las medias brutas y las medias mínimocuadráticas (LSMeans) que corresponderían a las medias que se obtendrían en un modelo equilibrado en que todas las covariables adoptasen su valor medio. Cuando las medias brutas y las medias mínimocuadráticas adoptaban valores próximos se ha preferido exponer exclusivamente las medias mínimocuadráticas, aunque se han expuesto ambas cuando aportaban alguna información para la discusión de los resultados. En cualquier caso hemos aplicado el Test de Duncan para la comparación de medias y señalado con letras distintas las que eran diferentes al nivel de significación del 5%.

Como información adicional ha parecido conveniente exponer los porcentajes de las sumas de cuadrados de los efectos principales referidos a la suma de cuadrados del modelo completo (Burfening *et al.*, 1987), aunque en modelos de rango no completo e información desequilibrada esta forma de exponer los resultados presenta un valor limitado y debe ser interpretada con sumo cuidado.

El interés de obtener estimas de la influencia del sistema de explotación sobre los caracteres analizados y de eliminar en lo posible la influencia del manejo sobre ellos, nos llevó a incluir en los modelos ajustados los efectos del sistema de explotación y del núcleo de control-año de parto de la vaca, definida como la unidad de manejo básica, jerarquizado a sistema de explotación.

Se han establecido relaciones entre las sumas de cuadrados tipo III que se obtienen con el procedimiento GLM de SAS (1988) después de imponer las siguientes restricciones:

$$\sum_i \alpha_i = \sum_j \beta_j = \sum_i \alpha \beta_{ij} = \sum_j \alpha \beta_{ij} = 0$$

Utilizando la notación $R()$, la suma de cuadrados para un efecto principal se representaría como $R(\alpha/\mu, \beta, \alpha\beta)$, que puede expresarse como la diferencia siguiente:

$$R(\alpha, \mu, \beta, \alpha\beta) - R(\mu, \beta, \alpha\beta)$$

que representaría la reducción que se produce en la suma de cuadrados al ajustar α después de haber ajustado para μ , β , y $\alpha\beta$.

III.2.2.- Componentes Genéticos

El análisis de los diferentes caracteres se ha realizado utilizando las ecuaciones del Modelo Mixto (Henderson, 1986), mediante el programa DF-REML escrito por Meyer (1991) bajo un Modelo Animal. Debido a la condición de carácter categórico de la dificultad de partos, hemos utilizado un Modelo Umbral, bajo un Modelo Padre, mediante el programa desarrollado por Misztal *et al.* (1989), que aplica la metodología de Gianola y Foulley (1983).

**IV.- ANALISIS DE LOS EFECTOS AMBIENTALES
SISTEMATICOS SOBRE LOS CARACTERES DE
IMPORTANCIA ECONOMICA**

IV.1.- PESO AL NACIMIENTO

IV.1.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

El peso al nacimiento (PN) es un carácter determinante en la producción de las vacas de cría, ya que parece tener correlaciones significativas con la vida productiva de la reproductora y los años de permanencia en la explotación (Singh *et al.*, 1970). Además, parece existir una alta correlación fenotípica y genética entre el PN y la aparición de distocia y mortalidad perinatal del ternero (Meijering, 1984), así como entre el PN y los pesos a diferentes edades del ternero (Meyer, 1994).

El PN está influido por múltiples factores como: la raza del semental y la vaca (Liboriussen, 1979), los objetivos de producción (Menissier y Foulley, 1979), época de parto, edad de la madre, sexo del ternero (Bourdon y Brinks, 1982), y presencia de hipertrofia muscular hereditaria (Hanset y Jandrain, 1979; Menissier, 1982a).

IV.1.1.1.- Efectos Asociados al Medio

IV.1.1.1.1.- *Rebaño y Zona de Ubicación*

Si bien el PN parece ser uno de los factores más importantes en la aparición de partos distócicos, en ciertos sistemas productivos en que el ternero se vende a las pocas semanas de nacer, fundamentalmente en rebaños lecheros o de doble aptitud, posiblemente sería antieconómico proponer un programa de mejora que restrinja el PN (Meijering, 1980). Por otra parte, en sistemas no extensivos que permiten una buena atención en el momento del parto, aumentan las posibilidades de obtener mayores pesos al nacimiento sin que se produzca un perjuicio económico provocado por la aparición de una mayor frecuencia de partos distócicos.

Aunque existen informaciones en sentido contrario (Arnett *et al.*, 1971; Prior *et al.*, 1979), elevados niveles de energía en la alimentación en un período de 90 días pre-parto pueden aumentar significativamente el PN de los terneros (Laster, 1974), posiblemente por una tendencia a prolongar la gestación (Preston y Willis, 1970), aunque este aumento de peso parece afectar más a los tejidos blandos que al desarrollo esquelético. En sentido contrario, parece que restricciones alimentarias no afectan significativamente al PN (Prior *et al.*, 1979) salvo que la pérdida de peso de la vaca supere el 5% del peso inicial (Petit, 1979). Los tejidos fetales parecen tener prioridad sobre los de la madre

en la competencia por los nutrientes disponibles (Prior *et al.*, 1979). Por otro lado, la zona donde se encuentre la explotación, ligada a un sistema productivo con o sin restricciones alimentarias estacionales, parece tener un efecto significativo en los pesos al nacimiento (Lowman, 1979).

IV.1.1.1.2.- *Epoca de Parto*

La época de parto parece tener una pequeña influencia significativa en el PN. Este hecho puede estar ligado a variaciones estacionales en el plano alimentario (Lowman, 1979). Parece claro que los terneros de las vacas que paren en primavera, que han recibido una alimentación restringida durante el invierno, presentan menores pesos al nacimiento que los de las vacas que paren en otoño.

IV.1.1.2.- Efectos Asociados al Ternero

IV.1.1.2.1.- *Sexo del Ternero*

El sexo del ternero no sólo parece influir en el PN directamente, sino también indirectamente por un alargamiento de la gestación (Anderson y Plum, 1965).

Los terneros machos presentan pesos superiores a los de las hembras, pudiendo cifrarse esta superioridad, como media, en unos 3 Kg (Gregory *et al.*, 1979). Parte de esta superioridad puede deberse a que los machos parecen alargar su gestación en 1 día lo que produce mayores pesos al nacimiento, debido a que la ganancia diaria del feto durante el último mes de gestación puede estar en torno a los 300-400 g/día (Andersen, 1978; Petit, 1979).

IV.1.1.2.2.- *Tipo del Ternero*

El peso de los terneros que presentan la hipertrofia muscular hereditaria supera al de los terneros normales entre un 10 y un 30% (Lavín Arenas, 1964; Vissac *et al.*, 1973; Hanset y Jandrain, 1979). Esta superioridad parece deberse a una marcada superioridad genética de los terneros culones para caracteres de crecimiento (Menissier, 1982a) que se manifiesta de manera acentuada durante la gestación y en las primeras edades del ternero.

Este superior PN no siempre se ve acompañado de una mayor duración de la gestación (Vissac *et al.*, 1973).

IV.1.1.3.- Efectos Asociados a la Madre

IV.1.1.3.1.- *Edad de la Madre*

El número de parto de la vaca está correlacionado con el peso del ternero al nacimiento (Lampo y Willem, 1965). El PN aumenta con la edad de la madre, aunque no se correlaciona con un aumento de la frecuencia de partos distócicos, probablemente debido a un aumento de las dimensiones de la pelvis en las vacas adultas (Lowman, 1979).

IV.1.1.3.2.- *Tipo de la Madre*

El tipo de la madre parece influir en el PN del ternero. Las hembras culonas paren terneros más esados que la hembras normales (Vissac *et al.*, 1973; Hanset, 1985) al nacimiento como consecuencia de la transmisión al feto de un mayor potencial de crecimiento (Menissier, 1982a).

La superioridad al nacimiento de los hijos de vacas culonas sobre los de las normales varía según la fuente y raza estudiadas. Hanset (1985) en novillas Blanc-Bleu Belge encuentra una diferencia de 1,5 Kg de las hembras culonas sobre las mixtas, mientras que Vissac *et al.* (1973) en novillas de raza Charolais encuentra una diferencia de +5,8 Kg. En cualquier caso, esta mayor capacidad de crecimiento del ternero puede estar parcialmente compensada por un cierto componente materno genético negativo para el PN de las hembras culonas (Vissac *et al.*, 1973), probablemente asociado a un menor tamaño adulto de estas hembras respecto de las normales.

IV.1.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.1.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado 6.672 registros de PN en partos simples de la base de datos del Control de Rendimientos de la RAV, de los que se conocía el sexo del ternero y el número de parto de la madre. De 6.634 se conocía además el tipo del ternero: culón, aculonado, o normal, y de 5.983 el tipo de la madre: culona, aculonada, o normal. De 4.543 registros se conocía la duración de la gestación.

IV.1.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó un modelo que por comodidad sólo se detalla en sus efectos principales:

$$PN_{ijklmnop} = SIS_i + NA_{(j)} + M_k + P_l + TV_m + S_n + T_o + \epsilon_{ijklmnop}, \quad (1)$$

siendo:

- $PN_{ijklmnop}$: la observación de la variable dependiente peso al nacimiento;
- SIS_i : el sistema de explotación con 3 niveles ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;
- $NA_{(j)}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j=1... 80$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k= 1... 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l=1... 6$): primerizas, segundo parto, tercer parto, cuarto parto, de cinco a nueve partos, y vacas de más de nueve partos;
- TV_m : el efecto del tipo de la vaca ($m:1... 3$): culona, aculonada, y normal;
- S_n : el efecto del sexo del ternero ($n=1,2$): macho y hembra;
- T_o : el efecto del tipo del ternero ($o=1... 3$): culón, aculonado, y normal;
- $\epsilon_{ijklmnop}$: el error asociado a la observación.

El modelo completo incluía, además, las interacciones de primer orden $P*S_{in}$, $P*TV_{lm}$, $P*T_{lo}$, $S*T_{no}$, $TV*S_{mn}$ y $TV*T_{mo}$.

Posteriormente, se incluyó en el modelo (1) la duración de la gestación como covariable para estimar su influencia en el PN.

IV.1.3.- RESULTADOS Y DICUSION

La media encontrada para PN fue de 42,0 Kg (Tabla IV.1), coincidente con los 42,2 Kg encontrados por Alonso *et al.* (1991). Esto se produce a pesar de haber incluido en Control de Rendimientos ganaderías cuyo sistema de explotación se realiza con praderas mejoradas, sistema que presenta los menores pesos al nacimiento

(Figura IV.2; Tabla IV.2). El PN de la RAV es compatible con la vocación de la raza de producir terneros pesados (Echevarría *et al.*, 1988). En cualquier caso, su PN es ligeramente superior al de las razas carniceras continentales europeas de formato medio como Limousin o Pirenaica (Tabla IV.1), menor que las razas francesas de gran formato (Charolais, Maine d'Anjou y Blonde d'Aquitaine), y

mayor que los de las razas maternas españolas, francesas, y razas británicas.

Figura IV.1: Pesos al nacimiento en la Raza Asturiana de los Valles por sistema de explotación

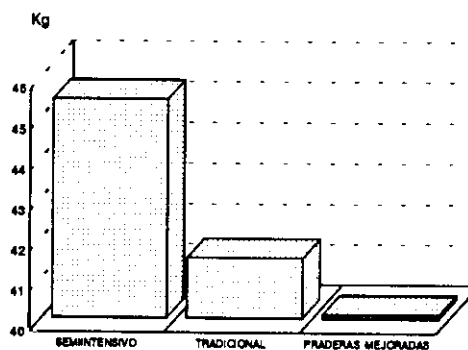


Tabla IV.1: Pesos medios del peso al nacimiento (PN) en diferentes razas de ganado bovino de carne.

RAZA	PN	FUENTE
RAV	42,0	Estima actual.
RAV	42,2	Echevarría <i>et al.</i> , 1991.
Limousin	38,0	Shi <i>et al.</i> , 1993.
Pirenaica	40,2	Echevarría <i>et al.</i> , 1988.
Charolais	47,0	Petit y Agabriel, 1993.
Blonde d'Aquitaine	45,5	Petit y Lienard, 1988.
Maine d'Anjou	50,5	Petit y Lienard, 1988.
Salers	38,0	Petit y Lienard, 1988.
Aubrac	37,0	Petit y Lienard, 1988.
Tudanca	24,4	Cañón, 1995.
Asturiana de la Montaña	25,9	Cañón <i>et al.</i> , 1995.
Bruna dels Pirineus	44,3	Piedrafita <i>et al.</i> , 1993.
Aberdeen-Angus	27,5	Pabst <i>et al.</i> , 1977.
Hereford	33,9	Pabst <i>et al.</i> , 1977.

Tabla IV.2: Estadísticos más importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV

	NUMERO DE DATOS	MEDIA [†]	DESVIACION TÍPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
TOTALES	6.672	42,0	7,8	18,57
SISTEMA DE EXPLOTACION				
Tradicional	5.135	41,6 ^b	7,7	18,33
Semiintensivo	467	45,4 ^a	9,2	20,22
Praderas mejoradas	1.070	40,1 ^c	7,5	18,43
SEXO DEL TERNERO				
Hembra	3.356	40,9 ^b	7,3	18,02
Macho	3.316	43,7 ^a	8,1	18,58
TIPO DEL TERNERO				
Culón	2.212	45,1 ^a	8,8	19,47
Aculonado	1.178	42,1 ^b	6,4	15,28
Normal	3.244	39,7 ^c	6,8	17,04
TIPO DE LA VACA				
Culona	635	41,2 ^a	8,4	20,10
Aculonada	646	42,3 ^a	7,8	18,40
Normal	4.702	43,4 ^a	7,8	18,48
PARTO DE LA VACA				
Primer parto	1.136	39,1 ^a	7,7	19,85
Segundo parto	1.028	41,4 ^d	7,4	18,05
Tercer parto	968	42,2 ^c	7,5	17,94
Cuarto Parto	860	43,3 ^b	7,5	17,52
Entre cinco y nueve	2.389	44,0 ^a	7,8	17,89
Diez o más de diez	291	43,7 ^a	8,6	19,77

Letras distintas expresan medias brutas significativamente diferentes para $p < 0,05$.

† Representa la estima mínimocuadrática

El modelo ajustado explicó una pequeña parte de la variabilidad en PN ($R^2=0,28$), de forma similar a lo reflejado en otros trabajos realizados a partir de datos de campo (Burfening *et al.*, 1987), lo que puede ser explicado por un amplia variabilidad genética para el carácter (Bourdon y Brinks, 1982; Johnson *et al.*, 1992). La variabilidad explicada por el modelo fue recogida (Tabla IV.3) fundamentalmente por el sistema de explotación (6,5%), el núcleo de control-año de parto jerarquizado

a sistema que recoge las diferencias entre rebaños (27%), el tipo del ternero (26%), el número de parto de la vaca (19%) y el sexo del ternero (13%). El resto de las variables e interacciones incluidas en el modelo, excepto las interacciones del sexo del ternero con el número de parto y el tipo de la vaca, resultaron significativas pero contribuyeron en muy pequeña medida a la explicación del PN.

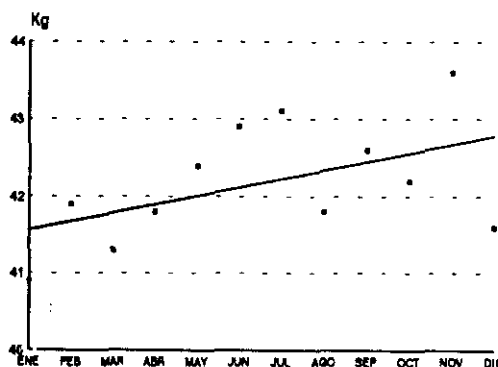
Existen diferencias significativas entre los pesos al nacimiento de los tres sistemas de explotación (Tabla IV.2). El sistema semiintensivo es el que presenta mayores pesos al nacimiento, superando los 45 Kg, explicable por el mayor tamaño medio de las vacas, el mayor nivel de alimentación a que se ven sometidas, y a la mayor proporción de hembras culonas, que llega al 20%.

El sistema semiintensivo supera en 3,5-4 Kg los pesos al nacimiento del sistema tradicional y en 4-4,5 Kg los del sistema con praderas mejoradas, lo que supone una superioridad del 108% y 111% respectivamente. Estos rangos parecen encontrarse de acuerdo con lo descrito por diferentes autores. Lowman (1979) señala, en rebaños Hereford británicos, una diferencia de dos y cuatro Kg entre los pesos de los terneros

nacidos en zonas bajas sobre los de los nacidos en zonas intermedias y altas respectivamente. Laster (1974) encuentra pesos medios un 110% superiores en vacas con altos niveles de energía en su alimentación respecto de las vacas sometidas a niveles energéticos bajos.

El mes de parto afecta significativamente al tamaño del ternero al nacimiento, aunque recoge una pequeña parte de la suma de cuadrados del modelo (2%). Este resultado era esperable a partir de lo recogido en la bibliografía, que señala que el mes de parto tiene escasa o ninguna influencia sobre el PN (Andersen y Plum, 1965; Bourdon y Brinks, 1982; Singh *et al.*, 1970). Parece existir una tendencia a aumentar los pesos al nacimiento al avanzar el año (Figura IV.2) con pesos mínimos en enero (39,8 Kg), y máximos en noviembre (43,6 Kg), aunque las estimas mínimo cuadráticas parecen ser muy estables. En cualquier caso, los pesos encontrados en el período invernal diciembre-abril, son menores que los del resto del año, con máximos en el período de otoño septiembre-noviembre. Este efecto, ya señalado anteriormente (Lowman, 1979) puede estar ligado a las restricciones alimentarias que sufren, generalmente, las vacas de cría en el período invernal. Se

Figura IV.2: Pesos medios al nacimiento por mes de parto de la vaca en la Raza Asturiana de los Valles



observa un claro descenso de los pesos al nacimiento en el mes de agosto, probablemente ligado a la menor duración de la gestación de los partos que suceden en ese mes.

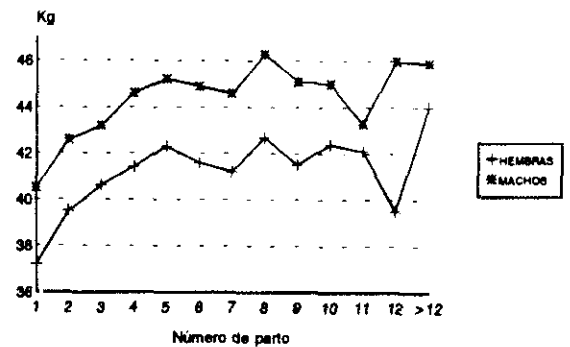
Tabla IV.3: Modelo explicativo del peso al nacimiento en la Raza Asturiana de los Valles.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE EXPLOTACION	2	3365,9 ^{***}	6,5
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	78	358,5 ^{***}	27,0
MES DE PARTO	11	185,2 ^{***}	2,0
NUMERO DE PARTO	5	3938,7 ^{***}	19,0
SEXO DEL TERNERO	1	13475,3 ^{***}	13,0
TIPO DEL TERNERO	2	13524,6 ^{***}	26,1
TIPO DE LA VACA	2	1358,8 ^{***}	2,6
INTERACCIONES			
NUMERO DE PARTO x SEXO DEL TERNERO	5	22,8 ^{**}	0,1
NUMERO DE PARTO x TIPO DE LA VACA	10	85,6 [*]	0,8
NUMERO DE PARTO x TIPO DEL TERNERO	10	160,7 ^{***}	1,6
SEXO x TIPO DEL TERNERO	2	335,0 ^{***}	0,7
SEXO x TIPO DE LA VACA	2	14,6 ^{**}	0,0
TIPO DEL TERNERO x TIPO DE LA VACA	4	117,2 [*]	0,5
error	5.820	44,3	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,280	

*; p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001; ns: no significativo
 % SCM: porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo

El número de parto de la vaca es una importante fuente de variación para el PN (Bourdon y Brinks, 1982; Ahunu y Makarechian, 1986), observándose un aumento de los pesos al nacimiento con la edad de la vaca, lo que puede deberse a cambios fisiológicos en la madre, o simplemente a su mayor tamaño (Andersen y Plum, 1965). En la RAV se observa un aumento de los pesos al

Figura IV.3: Pesos al nacimiento por número de parto de la vaca y sexo del ternero en la Raza Asturiana de los Valles



nacimiento hasta el quinto parto (Figura IV.3), momento a partir del que parece estabilizarse. Esta

pauta es similar a la observada por otros autores (Ahunu y Makarechian, 1986; Burfening *et al.*, 1987) en datos de campo y rebaños experimentales. El comportamiento es similar para ambos sexos, observándose un paralelismo casi exacto en el comportamiento del peso de machos y hembras según el número de parto de la madre (Figura IV.3), lo que supone ausencia de interacción entre el número de parto de la vaca y el sexo del ternero (Tabla IV.3), hecho que ya ha sido descrito con anterioridad (Burfening *et al.*, 1987). Las hembras primerizas paren terneros 2-2,5 Kg más ligeros que las hembras de segundo parto y 5 Kg menores que las hembras adultas (Tabla IV.2).

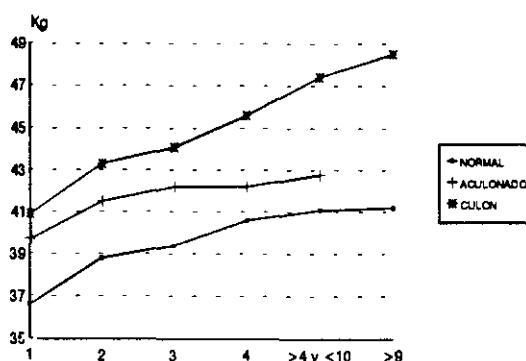
La interacción entre número de parto de la vaca y tipo del ternero es muy significativa, recogiendo el 1,5% de la variabilidad explicada por el modelo. Esta significación parece venir dada por el comportamiento de los terneros culones (Figura IV.4). Mientras que los terneros normales y aculonados presentan un comportamiento típico aumentando su peso al nacer con el número de parto de la vaca hasta

estabilizarse en las vacas adultas, los terneros culones aumentan su peso medio linealmente con la edad de la madre. Esto puede deberse a un efecto de selección sobre las madres. Singh *et al.* (1970) encuentran una correlación muy significativa ($r=0,22$) entre el PN y el número de años productivos de la vaca en la explotación. Puede haberse dado un proceso de selección de las vacas que paren bien terneros culones pesados.

El sexo del ternero es una importante fuente de variación para PN, recogiendo junto con el tipo del ternero y la interacción entre el sexo y el tipo del ternero el 40% de la suma de cuadrados del modelo. Hay una diferencia de 3 Kg en el PN de machos y hembras, diferencia que se encuentra dentro del rango descrito por Gregory *et al.* (1978, 1979). Esta diferencia se mantiene independientemente del número de parto de la madre (Figura IV.3).

El tipo del ternero recoge la cuarta parte de la variabilidad explicada por el modelo, lo que no es extraño ya que en buena medida el tipo del ternero se comporta como una variable discreta estrechamente ligada con el PN. Los terneros culones al nacimiento son 3 y 5 Kg mayores que los terneros aculonados y normales respectivamente, lo que supone respectivamente un 7 y un 13% de

Figura IV.4: Pesos al nacimiento por número de parto de la vaca y tipo del ternero en la Raza Asturiana de los Valles



superioridad al nacimiento de los terneros culones sobre los otros dos tipos de terneros respectivamente. Esta superioridad es menor que la del 18-20 % reseñada por Hanset y Jandrain (1979) en Blanc-Bleu Belge. La diferencia entre los terneros culones y aculonados es mayor que entre aculonados y normales, como era previsible debido a un comportamiento parcialmente dominante del gen de la hipertrofia muscular (Hanset, 1985) estando el genotipo heterocigoto más cercano al homocigoto normal que al homocigoto culón.

La interacción entre el sexo y el tipo del ternero es muy significativa para PN aunque recoge una parte muy pequeña de la suma de cuadrados del modelo (0,6%). La significación parece ser consecuencia de la combinación entre el homocigoto para el gen culón y el sexo macho (Menissier, 1982b). Los machos culones (Tabla IV.4) pesan al nacimiento 4 Kg más que las hembras culonas, 1 Kg por encima de lo esperable por la diferencia entre sexos. La interacción también se refleja entre los tres tipos de machos: los machos culones son 4 Kg mayores que los aculonados y 6 Kg más pesados que los normales, un Kg por encima de lo esperable por la diferencia entre tipos de ternero. Entre hembras las diferencias son de menor magnitud y la influencia de la cularidad parece comportarse aditivamente. Los machos culones presentan las mayores diferencias (8,5 Kg) con las hembras normales.

Tabla IV.4: Estadísticos más importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV por sexo y tipo del ternero.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA [†]	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
MACHO				
Culón	1.197	47,0 ^a	8,9	18,90
Aculonado	583	43,3 ^b	6,3	14,65
Normal	1.684	40,8 ^c	7,0	17,11
HEMBRA				
Culona	1.056	43,2 ^b	8,0	18,60
Aculonada	613	41,0 ^c	6,3	15,44
Normal	1.905	38,5 ^d	6,5	16,88

Letras distintas expresan medias brutas significativamente diferentes para $p < 0,05$.

†: Representa la estima mínimocuadrática

El tipo de la vaca (culona, aculonada o normal) es una fuente de variación significativa para el PN en la RAV, recogiendo el 2,6% de la variabilidad explicada por el modelo. No hay diferencias significativas entre los PN medios de los diferentes tipos de la vaca, aunque la media minimocuadrática del PN de los terneros de las vacas normales es 1,2 y 2,3 Kg superior que el los de las vacas aculonadas y culonas respectivamente. Sin embargo, diversos autores han indicado que las vacas culonas presentan mayores pesos al nacimiento que las vacas normales (Vissac *et al.*, 1973; Hanset, 1985). Una posible explicación puede encontrarse si se tiene en cuenta que los animales culones tienen menores tamaños adultos que los normales y que el peso de la vaca es de gran influencia en el peso al nacimiento del ternero (Singh *et al.*, 1970).

Otros argumentos apoyan esta explicación: las interacciones entre tipo y número de parto de la vaca, y tipo de la vaca y tipo del ternero son significativas recogiendo el 0,8 y 0,4% de la suma de cuadrados del modelo.

La significación de la interacción entre el tipo de la vaca y el número de parto parece deberse, fundamentalmente, al comportamiento de las vacas culonas (Figura IV.5). Las vacas normales y aculonadas presentan un comportamiento típico aumentando el PN de sus terneros hasta la edad adulta para estabilizarse a partir de ese momento. Sin embargo las vacas culonas aumentan los pesos de sus terneros de forma lineal a su edad.

Puede haber aquí un proceso de selección similar al señalado anteriormente (Singh *et al.*, 1970), pero también puede jugar un papel importante la utilización sobre hembras culonas jóvenes de toros de probada facilidad de partos (Hanset, 1972), en el caso de la RAV muchas veces toros de raza Asturiana de la Montaña.

La Tabla IV.5 muestra como las vacas normales paren los terneros más pesados (Arthur *et al.*, 1988) en cada uno de los tipos culón aculonado y normal. Las diferencias son importantes en los pesos de los terneros culones paridos por vacas normales. Menissier (1982b) señala que la cularidad se presenta de forma más extrema cuando aparece en terneros de vacas de musculatura más pobre.

Figura IV.5: Pesos al nacimiento por número de parto y tipo de la vaca en la Raza Asturiana de los Valles

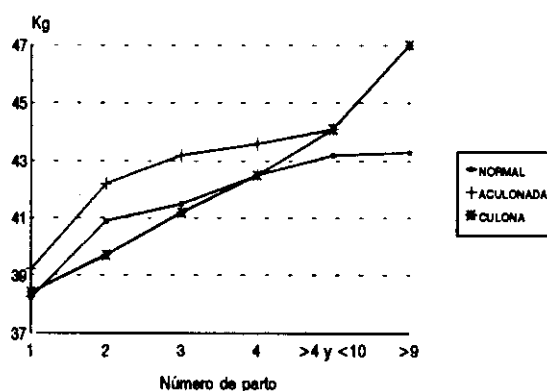


Tabla IV.5: Estadísticos más importantes y significación del peso al nacimiento en la RAV por tipo de la vaca y tipo del ternero.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA [†]	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
CULONA				
Culón	414	43,6 ^e	8,8	20,43
Aculonado	117	42,4 ^{de}	7,1	17,36
Normal	108	38,8 ^f	6,8	17,92
ACULONADA				
Culón	341	44,8 ^b	8,2	18,54
Aculonado	138	41,8 ^b	6,1	15,02
Normal	165	40,5 ^{ef}	6,6	16,63
NORMAL				
Culón	1.314	46,5 ^a	8,8	19,02
Aculonado	840	43,1 ^{cd}	6,3	14,99
Normal	2.932	40,7 ^e	6,9	17,25

Letras distintas expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

†: Representa la estima mínimocuadrática

IV.1.3.1.- Influencia de la Duración de la Gestación

La correlación fenotípica entre la duración de la gestación (DG) y PN fue de 0,21, valor que se encuentra dentro del rango normal para estos caracteres de 0,15 a 0,52 referenciado por Andersen y Plum (1965).

La regresión parcial del PN sobre la DG toma un valor de 0,270 Kg por día de alargamiento de la gestación, valor próximo al rango normal de 0,25 señalado por Smith *et al* (1976). Burfening *et al.* señalan que la regresión no es lineal. En la RAV la covariable cuadrática no es significativa tomando un valor de -0,0019 Kg².

La duración de la gestación recoge el 5,83% de la variabilidad explicada por el modelo, y afecta significativamente al PN, aumentando en 0,1799 Kg por cada día de alargamiento de la gestación. Este valor es lógicamente superior a los 0,154 Kg/día encontrados por Brinks *et al.* (1991) en Angus. No se produce cambio en la significación de los efectos incluidos en el modelo. El coeficiente de determinación pasa a ser de 0,301.

IV.2.- DIFICULTAD DE PARTOS

IV.2.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

La aparición de partos distócicos afecta indiscutiblemente la marcha económica de las explotaciones ganaderas, ya que provoca un aumento de la mortalidad perinatal, una frecuente pérdida de la madre, una mayor necesidad de asistencia veterinaria y unos peores niveles de fertilidad y producción.

La principal causa de descenso de ingresos viene dada por la elevada relación distocia-mortalidad perinatal (Foulley *et al.*, 1976; Philipsson, 1976e). La mortalidad perinatal parece ser un 11% superior en los partos distócicos que en los normales (Morris, 1980). La mayor mortalidad del ternero en los partos resueltos con una fuerte tracción, parece deberse a una acidosis severa como consecuencia de un menor aporte de oxígeno (Massip, 1980). Además, la distocia parece tener efectos duraderos desfavorables sobre el ternero (Dreyer, 1973), provocando un mayor nivel de mortalidad predestete o un menor crecimiento en la etapa de cría, probablemente debido a un menor vigor del ternero, al parecer ligado a una reducción de la capacidad lechera de la madre (Menissier *et al.*, 1981a).

Los partos distócicos parecen estar relacionados con la frecuencia de sacrificio de las madres, en proporciones que pueden llegar hasta el 30% (Christensen y Pedersen, 1978). Este aumento de la tasa de sacrificio viene dada entre otras causas por la aparición de lesiones durante el parto, un descenso de la fertilidad, o una merma de las producciones, aunque sobre este último punto, el propio incremento de la tasa de sacrificio impide obtener estimaciones fiables.

El descenso de la fertilidad en las madres no parece estar asociado a la distocia simple, salvo que ésta se resuelva con fuerte asistencia o cesárea, sino a la distocia que es seguida por la muerte del ternero (Christensen y Pedersen, 1978). La tasa de no retorno a IA parece verse directamente afectada por el grado de la dificultad de partos, variando entre el 5-15% para distocias resueltas por tracción moderada, y el 25-45% después de una cesárea (Hansen, 1979; Menissier, 1975b).

Por último, una importante fuente de aumento de los costes de una explotación puede venir dada por la necesidad de asistencia veterinaria, aunque variará según la atención concreta prestada y la frecuencia con que esta asistencia sea requerida (Meijerig, 1980), frecuencias que variarán según

sistemas de producción o situaciones locales, aunque los aumentos de costes provocados por la mayor necesidad de asistencia técnica pueden valorarse entre el 25-50% de los producidos por la muerte del ternero (Foulley *et al.*, 1976).

La distocia puede deberse a múltiples causas, algunas de difícil identificación, y cuya incidencia real en la aparición de partos difíciles no es estimable salvo por aproximación, debido a las diferentes definiciones de distocia y de los métodos empleados en la recogida de datos (Meijering, 1984).

Desde el punto de vista clínico la mayor parte de las distocias se producen por una obstrucción del canal de expulsión debida bien al tamaño del ternero, bien al tamaño del área pélvica de la vaca, provocando una desproporción feto-pelviana (DFP) (Sloss y Dufty, 1986). Esta DFP parece ser especialmente importante en novillas (Williams, 1968) y ganado de aptitud cárnica (Menissier, 1979; Menissier *et al.*, 1981a).

Aunque parecen contribuir a la dificultad de partos en menor medida de lo esperable, también son causas clínicas de distocia la presentación anormal del ternero, la inercia uterina, o la insuficiente dilatación del cérvix. Estas tres causas parecen ser más frecuentes en vacas multíparas o viejas, que en novillas (Philipsson, 1976a; Sloss y Dufty, 1986), lo que en parte debe ser atribuido a la mayor frecuencia de DFP en primíparas.

En cualquier caso, el peso del ternero y el área pélvica de la madre son los factores que más influyen en la frecuencia de partos difíciles (Menissier, 1975a,b; Price y Wiltbank, 1978a), aunque su valoración real probablemente está infraestimada debido a la subjetividad y discontinuidad de la recogida de datos de campo y una probable no-linealidad de la relación entre los factores implicados (Price y Wiltbank, 1978b).

La definición de distocia puede variar en cada caso dependiendo de las costumbres locales o sistemas de explotación, de tal manera que si en sistemas extensivos todo tipo de asistencia puede considerarse indeseable (Bellows *et al.*, 1971; Brinks *et al.*, 1973; Burfening *et al.*, 1978a,b,c), en condiciones intensivas cierto grado de ayuda puede considerarse normal (Hässig y Schlote, 1979,1980), siendo por tanto las estimaciones de distocia difícilmente comparables entre sí. De hecho existen múltiples procedimientos para la toma de datos sobre las circunstancias en que se desarrolla el parto, pudiendo encontrarse desde procedimientos binomiales que consideran distócico todo parto

terminado con cualquier tipo de asistencia, o bien exclusivamente aquellos terminados con asistencia veterinaria incluida cesárea. Excepto la DFP, las causas señaladas son difíciles de valorar y su inclusión en el cálculo de las frecuencias de partos difíciles variará según la definición de distocia y el número de categorías empleadas, pudiendo llegar a eliminarse una o varias de ellas en la evaluación para este carácter (BIF, 1986).

IV.2.1.1.- Causas Asociadas a la Madre

IV.2.1.1.1.- Dimensiones de la Pelvis

Para explicar el concepto de DFP parece necesario disponer de datos sobre la dimensiones pélvicas en el momento de la expulsión del feto. Las obvias dificultades que ello comporta han hecho recurrir a la medición de la cavidad pelviana preferentemente antes del parto, obteniéndose el valor del área pélvica multiplicando el diámetro vertical sacro-púbico por el diámetro horizontal bisilfaco.

La elevada precisión y repetibilidad de estas medidas (Menissier y Vissac, 1971; Short *et al.*, 1979), permiten explicar al menos un 10% de la variabilidad fenotípica de distocia mediante la variación de las dimensiones pelvianas (Meijering, 1984), admitiéndose unánimemente una correlación negativa entre las frecuencias de distocia y las dimensiones pelvianas, oscilando entre $r = -0,1$ y $r = -0,45$ (Price y Wiltbank, 1978b).

A pesar de todo, puede existir una correlación positiva entre el área pélvica y el PN del ternero (Bellows *et al.*, 1971; Laster, 1974), al menos en vacas adultas (Morrison *et al.*, 1986), lo que dificultaría el objetivo de reducir las frecuencias de distocia seleccionando las novillas de reposición por su área pélvica. Los índices ensayados hasta ahora con este objetivo han mostrado una gran imprecisión aún teniendo en cuenta el PN del ternero, lo que limita su utilidad en la práctica ganadera (Basarab *et al.*, 1993).

IV.2.1.1.2.- Tipo de la Vaca

El tipo de la vaca tiene una gran importancia en las razas continentales de aptitud cárnica con una importante penetración del carácter hipertrofia muscular en las hembras. La hipertrofia muscular provoca una reducción generalizada de las dimensiones esqueléticas de la vaca, con un efecto máximo sobre la cintura pelviana, causando un importante estrechamiento del área pélvica (Vissac, 1968). Este

estrechamiento se acompaña además de una aproximación de las alas del ilion y una protrusión de la cresta pubiana (Vissac *et al.*, 1973) que probablemente se incrementa con el grado de cularidad.

Arthur *et al.* (1989), estudiando diversos cruces entre sementales normales y culones con vacas normales y culonas encuentran las mayores frecuencias de distocia en los cruces ♂culón X ♀culona y frecuencias medias en ♂normal X ♀culona, dándose mínimas incidencias de distocia cuando la vaca es normal.

IV.2.1.1.3.- *Tamaño de la Madre*

Pudiera parecer que las dimensiones pelvianas no son sino un reflejo de las dimensiones generales de la vaca que, por otra parte, pueden ser medidas con mayor facilidad y precisión. Singleton *et al.* (1973), encuentran que el peso de la vaca tiene mayor correlación con las frecuencias de distocia que cualquier medida de la pelvis. A pesar de ello, y aunque los datos disponibles son escasos, las correlaciones halladas entre el peso vivo y las medidas corporales de la vaca con la distocia parecen ser cero (Menissier, 1976; Price y Wiltbank, 1978b; Sapa *et al.*, 1992).

Generalmente se admite que el área pélvica de las novillas se incrementa con su peso vivo (Bellows *et al.*, 1971; Menissier *et al.*, 1981b; Johnson *et al.*, 1988) disminuyendo las probabilidades de DFP. En la raza Rubia Gallega, Monserrat y Fidalgo (1991) encuentran significativo el peso corporal como fuente de variación en las frecuencias de distocia en novillas, pero no en vacas.

IV.2.1.1.4.- *Edad de la Madre*

La evidencia de una mayor frecuencia de distocia en el primer parto que en los siguientes (Menissier *et al.*, 1981a), y de una diferencia relativamente pequeña en la frecuencia de distocia entre el segundo parto y los sucesivos (Philipsson, 1976d), permite tener en cuenta la edad de la vaca o su estimación indirecta, el número de parto, como una fuente de explicación de los partos difíciles.

La mayor frecuencia de partos difíciles en novillas parece venir dada de una mayor DFP. Menissier (1975a) observa un mayor crecimiento relativo del área pélvica entre los dos y cinco años de edad de la vaca sobre el crecimiento del PN del ternero en las mismas edades, lo que implica una más desfavorable relación entre la talla del ternero y el área pélvica de la novilla, no compensada por el menor peso del ternero (Philipsson, 1976b).

Parece existir cierta interacción entre la edad de la vaca y el primer parto cuando éste se lleva a cabo en edades muy jóvenes por accidentes de manejo (Philipsson, 1976d), o cuando se realiza en edades superiores a los tres años en ganado lechero, probablemente debido a un excesivo acúmulo de grasa en la región pélvica. Esta mayor incidencia de distocia cuando el primer parto sucede a edades tardías no parece afectar a las razas cárnicas de menor precocidad (Menissier *et al.*, 1974, 1981a).

IV.2.1.2.- Causas Asociadas al Ternero

IV.2.1.2.1.- *Tamaño del Ternero*

El tamaño del ternero, normalmente recogido como PN, se considera una fuente de variación en las frecuencias de distocia altamente significativa tanto en vacas como en novillas (Laster y Gregory, 1973), explicando al menos entre el 40 y el 50% de la variabilidad en distocia (Menissier *et al.*, 1981b).

Sin embargo, la correcta estimación de la influencia del PN en la aparición de distocia resulta dificultosa no sólo por la necesidad de comparar su influencia dentro de grupos del mismo número de parto (Philipsson, 1976c), sino por el comportamiento no lineal de la relación distocia-peso del ternero (Menissier, 1975b; Philipsson, 1976b; Burfening *et al.*, 1978a).

La frecuencia de distocia aumenta bruscamente cuando el peso del ternero excede de un valor umbral, aunque la posición de este valor varía según raza, cruzamiento, y número de parto (Menissier, 1975a), con una menor desviación de la respuesta lineal en novillas. La posición del valor umbral se ve influenciada asimismo por la definición de distocia y las frecuencias de los casos más graves (Burfening *et al.*, 1978a; Meijering, 1980).

La concurrencia de un comportamiento no lineal y de un carácter de estimación subjetiva, pueden provocar una subestimación de la asociación fenotípica entre distocia y PN, aunque generalmente se acepta una correlación entre $r=0,3$ y $r=0,4$ (Philipsson, 1976c; Burfening *et al.*, 1978a,c).

IV.2.1.2.2.- *Conformación y Tipo del Ternero*

En el concepto de DFP parece posible interpretar parte de su variabilidad por un desequilibrio morfológico entre el feto y la madre, con especial importancia en los terneros que presentan hipertrofia muscular (Vissac *et al.*, 1973), con mayores diámetros corporales, especialmente en el tercio posterior.

Sin embargo, las medidas corporales del ternero al nacimiento, parecen tener menor correlación con la distocia que el peso del ternero al nacimiento (Couteaudier *et al.*, 1971; Menissier *et al.*, 1975; Price y Wiltbank, 1978b), y cuando se elimina el efecto del PN, las correlaciones de las medidas corporales del ternero y la distocia pierden significación (Laster, 1974; Hässig, 1979; Nugent *et al.*, 1991). Hässig (1979), en ganado Fleckvieh, observó que la correlación entre el PN y las frecuencias de distocia no mejora por el hecho de incluir medidas de dimensiones corporales y muscularidad, lo que parece indicar que la variabilidad en la dificultad de partos asociada a las dimensiones del ternero está incluida fundamentalmente en el peso del ternero (Meijering, 1984) y que las medidas corporales del ternero no añaden información que sirva para aumentar la seguridad en la predicción de las frecuencias de distocia (Nugent *et al.*, 1991).

IV.2.1.2.3.- *Sexo del Ternero*

Aunque generalmente se atribuye al sexo del ternero una parte importante de la variabilidad en los niveles de distocia, las diferencias en distocia atribuibles al sexo pueden ser explicadas por las diferencias tanto de dimensiones corporales como de PN entre machos y hembras (Belic y Menissier, 1968).

En este sentido, hay que señalar que aunque los machos parecen tener mayores medidas corporales que las hembras, generalmente no se encuentran diferencias significativas entre las medidas de la espalda y ancas a peso constante (Menissier *et al.*, 1974; Philipsson, 1976b), y que una vez eliminado el efecto del PN la diferencia en frecuencias de distocia atribuible al sexo del ternero se reduce enormemente aunque pueda seguir siendo significativa (Gregory *et al.*, 1978).

Todo ello induce a pensar que esta diferencia intersexos residual puede deberse a una insuficiente corrección del peso a causa de la señalada respuesta no lineal de la distocia respecto del PN (Meijering, 1984).

IV.2.1.3.- Otras Causas

Aunque la mayor parte de la variabilidad en las frecuencias de distocia puede explicarse por la DFP, deben tenerse en cuenta otros factores de gran influencia en el manejo y cuyo ajuste puede ser realizado en la estimación de los parámetros genéticos implicados en la distocia.

IV.2.1.3.1.- *Epoca de Parto*

La incidencia de distocia parece mostrar un comportamiento estacional con una relativamente superior frecuencia de problemas al parto en otoño y principio del invierno, aunque las diferencias encontradas por los diversos autores muchas veces carecen de significación (Meijering, 1984).

Las variaciones estacionales encontradas no parecen guardar un patrón fijo, y los diferentes autores sugieren explicaciones que muchas veces no se ven apoyados en razones evidentes. En este sentido, parece difícil atribuir las variaciones estacionales de distocia a diferencias estacionales de PN (Philipsson, 1976b). Otros factores pueden verse implicados, como un cierto estrés en el parto al producirse la estabulación invernal tras la época de pastoreo, tal como se ha descrito en ovejas por Botenkoe *et al.* (1977) en ovejas.

Las horas de luz asociadas al equilibrio hormonal (Stegenga, 1964), y la cantidad de ejercicio (Sejrsen y Neimann-Sørensen, 1979; Morris, 1980), pueden tener alguna influencia, como también posibles cambios en la cantidad o calidad del alimento ingerido. Finalmente Philipsson (1976b), y Lindstrom y Vilva (1977) apuntan que una más relajada vigilancia en la época veraniega puede ser la causa de un menor número de datos disponibles sobre distocia en esas fechas.

IV.2.1.3.2.- *Niveles Nutricionales*

El efecto de los niveles nutricionales de la última parte de la gestación sobre las frecuencias de distocia se ha estudiado con muestras pequeñas, fundamentalmente en vacas de cría (Grunert, 1979; Petit, 1979).

Severas restricciones alimenticias tres meses antes del parto provocan, en novillas, una significativa reducción del PN del ternero (Bellows y Short, 1978), posiblemente debido a una fuerte

reducción de la duración de la gestación (Corah *et al.*, 1975). La restricción alimentaria parece afectar en menor medida a los hijos de madres viejas (Petit, 1979).

Una sobrealimentación durante la gestación puede aumentar significativamente el PN de los terneros (Laster, 1974), aunque diversos autores indican que esto no sucede ni en hijos de novillas ni en hijos de vacas multíparas (Arnett *et al.*, 1971; Prior *et al.*, 1979). En cualquier caso, si se produce un aumento del PN por excesivos aportes de energía alimentaria a la vaca, el aumento de peso parece afectar en mayor medida a los tejidos blandos que al desarrollo esquelético del ternero, por lo que la facilidad del parto puede afectarse más por acumulación de grasa en el canal pélvico (Petit, 1979).

IV.2.1.3.3.- Duración de la Gestación

La DG parece tener una correlación entre baja y moderada con la distocia (Menissier, 1976; Philipsson, 1976c), asociándose una mayor DG a una mayor frecuencia de distocia. Esta relación parece ser no lineal, incluyendo la presencia de valores umbral (Philipson, 1976c) de manera similar al comportamiento del PN.

El incremento de peso del ternero en el último mes de gestación, cifrado entre 300 y 400 g/día (Andersen, 1978), puede explicar la mayor parte de la variabilidad debida a la DG en la frecuencia de distocia, no encontrándose significación entre las dos variables cuando se elimina el efecto del PN.

IV.2.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.2.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado 8.507 registros de dificultad de partos en partos simples de la base de datos del Control de Rendimiento de la Raza Asturiana de los Valles, de los que se conocía, además, el sexo del ternero (macho o hembra) y el número de parto de la madre. El grado de dificultad en el parto se recogió en cinco categorías valoradas de 1 a 5 según las recomendaciones BIF (1986): (1) la vaca pare sola, (2) parto con ligera ayuda, (3) parto necesitado de gran tracción o ayuda mecánica, (4) cesárea, y (5) presentación anormal. Para la realización de los análisis estadísticos se eliminaron 139 registros de dificultad de parto 5. De los registros restantes se conocía el tipo del ternero (culón,

aculonado, o normal) en 8.327, y el tipo de la madre en 7.601. El PN del ternero se conocía en 6.270 registros y la DG en 4.144.

La dificultad de partos se ha analizado como:

- Nivel de asistencia necesaria para el parto medida en cuatro categorías según las recomendaciones BIF (1986).
- Nivel de dificultad en la realización del parto, con tres categorías: (1) parto fácil (que supondría la suma de las categorías 1 y 2 recomendadas por la BIF), (2) parto difícil (igual a la categoría 3 de la BIF), y (3) cesárea (igual a la categoría 4 de la BIF).
- Nivel de distocia con dos categorías: (1) parto normal (que supondría la suma de las categorías 1 y 2 recomendadas por la BIF), y (2) parto distócico (que supondría la suma de las categorías 3 y 4 recomendadas por la BIF).

IV.2.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de las frecuencias observadas con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Asumiendo una variación continua del carácter dificultad de partos se ajustó, usando el Procedimiento GLM, un modelo que por comodidad sólo se detalla en sus efectos principales:

$$Y_{ijklmnop} = SIS_i + NA_{(0)j} + M_k + P_l + TV_m + S_n + T_o + l(PN_{ijklmnop}) + q(PN_{ijklmnop}) + c(PN_{ijklmnop}) + \epsilon_{ijklmnop}, \quad (2)$$

siendo:

- $Y_{ijklmnop}$: la observación de la variable dependiente dificultad de partos en cada uno de los niveles definidos;
- SIS_i : el sistema de explotación con 3 niveles ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;

- $NA_{(j)}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j = 1 \dots 76$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k = 1 \dots 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l = 1 \dots 6$): primerizas, segundo parto, tercer parto, cuarto parto, de cinco a nueve partos, y vacas de más de nueve partos;
- TV_m : el efecto del tipo de la vaca ($m: 1 \dots 3$): culona, aculonada, y normal;
- S_n : el efecto del sexo del ternero ($n = 1, 2$): macho y hembra;
- T_o : el efecto del tipo del ternero ($o = 1 \dots 3$): culón, aculonado, y normal;
- $l(PN_{ijklmnop})$, $q(PN_{ijklmnop})$, y $c(PN_{ijklmnop})$: el peso al nacimiento de la observación como covariable lineal, cuadrática y cúbica respectivamente.
- $\epsilon_{ijklmnop}$: el error asociado a la observación.

El modelo completo incluía, además, las interacciones de primer orden $P*S_{ln}$, $P*TV_{lm}$, $P*T_{lo}$, $S*T_{no}$, $TV*S_{mn}$ y $TV*T_{mo}$.

Posteriormente, se incluyó en el modelo (2) la duración de la gestación como covariable para estimar su influencia en la dificultad de partos.

IV.2.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

Las frecuencias observadas en la base de datos empleada (Tabla IV.6) se diferencian en buena medida de las citadas anteriormente por Revuelta *et al.* (1991) en la RAV. Si bien la frecuencia de aparición de partos de categoría 2 y 4 en la escala BIF (1986) se mantienen sustancialmente iguales, ha aumentado un 4% la frecuencia de partos sin ayuda, reduciéndose casi un 3% los partos necesitados de fuerte tracción o ayuda mecánica. Además de la utilización de una base de datos que triplica el número de los empleados por Revuelta *et al.* (1991), se ha introducido en Control de

Rendimientos un mayor número de ganaderías pertenecientes al sistema de explotación con praderas mejoradas, lo que explica el aumento de la frecuencia de partos sin ayuda.

Tabla IV.6: Frecuencias de aparición de respuesta a la distocia (en porcentaje) y estadísticos más importantes del peso al nacimiento por cada categoría.

	PARTO SIN AYUDA	LIGERA TRACCION	FUERTE TRACCION	CESAREA	PRESENTACION ANORMAL
FRECUENCIA (en %)	50,1	39,0	7,3	1,9	1,6
NUMERO DE DATOS	4.263	3.319	623	163	139
PESO AL NACIMIENTO					
NUMERO DE DATOS	3.045	2.569	455	122	79
MEDIA	40,1 ^a	42,5 ^d	49,4 ^b	53,1 ^a	45,6 ^c
DESVIACION TIPICA	7,1	7,0	8,8	10,6	9,3
COEFICIENTE DE VARIACION	17,6	16,5	17,8	20,0	20,3

Letras distintas expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$

En todos los modelos ajustados asumiendo una variación continua de la dificultad de partos los efectos núcleo de control-año de parto, mes de parto, número de parto, tipo de la vaca, y sexo y tipo del ternero son fuentes de variación muy significativas en la dificultad de partos. Asimismo, las interacciones empleadas son significativas excepto el número de parto por tipo de la vaca, y tipo del ternero por tipo de la vaca. La más importante fuente de variación encontrada es, sin embargo el PN. El coeficiente de determinación R^2 es mayor (38,6%) para el nivel de asistencia que para los niveles de dificultad y distocia (25,1 y 24,3%) (Tabla IV.7). Esto parece deberse, fundamentalmente, a la diferente influencia del sistema de explotación en cada uno de los niveles de dificultad de partos.

El sistema de explotación sólo es fuente de variación significativa para el nivel de asistencia, aunque recoge apenas un 1% de la suma de cuadrados del modelo. El sistema de explotación tradicional se diferencia en gran medida del semiintensivo y el de utilización de praderas mejoradas en la frecuencia de partos sin ayuda, que resulta un 12% menor (Tabla IV.8), con un aumento similar de la frecuencia de los partos realizados con ligera asistencia (Fig IV.6c). Los sistemas de explotación tradicionales en la RAV prestan una gran atención a las reproductoras por lo que no sorprende que más de la mitad de los partos se realicen con asistencia. El sistema de explotación con praderas mejoradas es el que presenta mayor número medio de vacas por explotación por lo que no sorprende que el ganadero no pueda prestar atención a la vaca en el parto en el 60% de los casos (Tabla IV.8). En el caso del sistema semiintensivo sería previsible encontrar una baja frecuencia de partos sin ayuda, pero esta se sitúa en el 60%. Esto sólo puede explicarse por una falta de atención en los partos

por parte de ganaderos que mayoritariamente se dedican a su explotación a tiempo parcial, o bien por clasificar como parto sin ayuda aquellos que los ganaderos consideran que se hubiera llevado a cabo de esta forma si ellos no hubieran estado presentes.

Sin embargo, las frecuencias de partos fáciles (1+2) son llamativamente iguales en los tres sistemas definidos, por lo que no es extraño que el sistema de explotación no tenga influencia significativa en los niveles de dificultad y de distocia.

La estimación de si un parto es o no distócico depende fundamentalmente del sistema de explotación (Meijering, 1984), ya que en buena medida dependerá de él la posibilidad de que el ganadero asista o no el parto. En un sistema productivo como el asturiano, mayoritariamente minifundista, es posible asegurar la presencia del ganadero en al menos uno de cada dos partos (Tabla IV.6), lo que provoca su intervención, aunque de forma muchas veces innecesaria. Por ello podrían considerarse partos normales los clasificados en las categorías 1 y 2, y distócicos los clasificados en las categorías 3 y 4 (Goyache *et al.*, 1994). Las Figuras IV.6a, IV.6b y IV.6c refuerzan esta hipótesis. Es posible apreciar un paralelismo entre las líneas de frecuencias de los partos sin ayuda o con ligera tracción en todos los sistemas de explotación, de forma mucho más acusada en el sistema de explotación tradicional. Los partos sin ayuda parecen concentrarse en los meses en que el ganadero no puede prestar atención a los animales: en el sistema de explotación con praderas mejoradas (Figura IV.6a) son más frecuentes entre diciembre y mayo, que son los meses donde se acumulan los partos de este sistema y el ganadero no puede prestar atención individualizada; en el sistema semiintensivo alcanza los máximos en el mes de julio, el *mes de la hierba*; en el sistema tradicional las vacas paren solas con más frecuencia entre julio y noviembre, esto es, cuando permanecen en los pastos de altura.

Sin embargo este paralelismo de las líneas de frecuencias no se encuentra en los partos distócicos salvo en el sistema de explotación con praderas mejoradas (Fig. IV.7a). Es llamativo el hecho de que este sistema presente la mayor frecuencia de cesáreas (3,7%) (Tabla IV.8) si se tiene en cuenta que es el sistema con menor frecuencia de vacas y terneros culones. El ganadero asturiano es, en general, muy reacio a la realización de cesárea por razones económicas, en especial en el sistema tradicional, que presenta la menor frecuencia de cesáreas (1,5%). Las explotaciones del sistema de explotación con praderas mejoradas son las más profesionalizadas y suelen contar fácilmente con asistencia veterinaria, muchas veces contratada de forma colectiva. Por ello, es posible que la decisión de la realización de la cesárea no recaiga exclusivamente en el ganadero y de ahí el paralelismo entre las mayores frecuencias de partos difíciles y la realización de cesárea (Fig. IV.7a).

Figura IV.6a: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación con praderas mejoradas por mes del año



Figura IV.7a: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación con praderas mejoradas por mes del año



Figura IV.6b: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación semiintensivo por mes del año

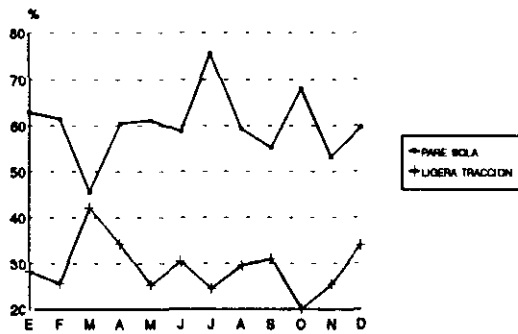


Figura IV.7b: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación semiintensivo por mes del año

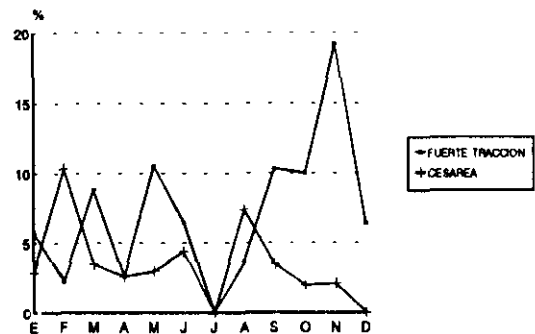


Figura IV.6c: Frecuencias de partos fáciles en el sistema de explotación tradicional por mes del año

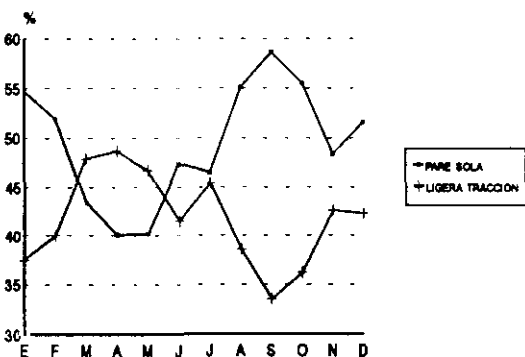
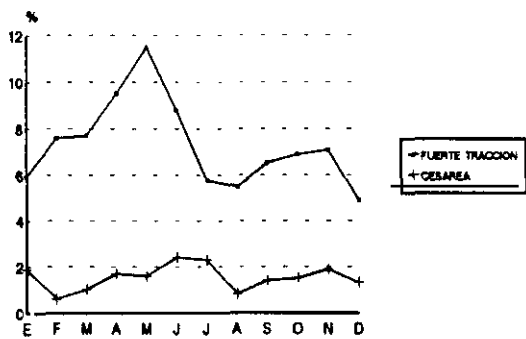


Figura IV.7c: Frecuencias de partos difíciles y cesáreas en el sistema de explotación tradicional por mes del año



En el sistema tradicional (Figura IV.7c) y en el semiintensivo (Figura IV.7a) las frecuencias de aparición de partos difíciles y cesáreas parecen ser independientes, con un nivel más alto (3,3%) de frecuencias de cesáreas en el sistema semiintensivo que es el que presenta mayores pesos medios al nacimiento y mayor porcentaje de hembras culonas.

Tabla IV.7: Cuadrados medios y significación y porcentaje de participación en la suma de cuadrados de los modelos explicativos de la dificultad de partos medida como nivel de asistencia (según las recomendaciones BIF), nivel de dificultad (parto fácil, difícil y cesárea) y nivel de distocia (parto fácil contra difícil) en la RAV.

FUENTE DE VARIACION	G.I.	NIVEL DE ASISTENCIA		NIVEL DE DIFICULTAD		NIVEL DE DISTOCIA	
		CUADRADO MEDIO	% SCM	CUADRADO MEDIO	% SCM	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE PRODUCCION	2	5,20 ^{***}	0,94	0,28 ^{**}	0,29	0,01 ^{**}	0,02
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	74	5,12 ^{***}	29,09	0,22 ^{***}	7,18	0,15 ^{***}	8,15
MES DE PARTO	11	1,81 ^{***}	1,80	0,29 ^{**}	1,65	0,23 ^{***}	2,18
NUMERO DE PARTO DE LA VACA	5	7,36 ^{***}	3,32	1,91 ^{***}	4,95	1,03 ^{***}	4,44
SEXO DEL TERNERO	1	45,72 ^{***}	4,12	12,04 ^{***}	6,24	6,61 ^{***}	5,70
TIPO DEL TERNERO	2	108,53 ^{***}	19,57	22,02 ^{***}	22,82	13,84 ^{***}	23,86
TIPO DE LA VACA	2	3,26 ^{***}	0,59	1,44 ^{***}	1,49	1,20 ^{***}	2,07
INTERACCIONES							
PARTO * SEXO DEL TERNERO	5	1,05 ^{**}	0,47	0,61 ^{***}	1,58	0,28 ^{***}	1,21
PARTO * TIPO DE LA VACA	10	0,32 ^{**}	0,29	0,08 ^{**}	0,41	0,05 ^{**}	0,43
PARTO * TIPO DEL TERNERO	10	1,20 ^{***}	1,08	0,50 ^{***}	2,59	0,25 ^{***}	2,16
SEXO * TIPO DEL TERNERO	2	7,45 ^{***}	1,34	4,01 ^{***}	4,16	1,94 ^{***}	3,34
SEXO * TIPO DE LA VACA	2	0,46 ^{**}	0,08	0,28 ^{**}	0,29	0,15 ^{**}	0,26
TIPO * TIPO DE LA VACA	4	0,57 ^{**}	0,21	0,31 [*]	0,64	0,26 ^{**}	0,90
COVARIABLES							
l(PESO AL NACIMIENTO)	1	322,19 ^{***}	29,05	62,02 ^{***}	32,13	38,52 ^{***}	33,21
q(PESO AL NACIMIENTO)	1	30,54 ^{***}	2,75	24,07 ^{***}	12,47	11,08 ^{***}	9,55
c(PESO AL NACIMIENTO)	1	2,22 ^{**}	0,20	0,01 ^{**}	0,01	0,38 [*]	0,33
error	5.723	0,31		0,10		0,06	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,386		0,251		0,243	
VALOR DE LA COVARIABLE							
l(PESO AL NACIMIENTO)		0,034		0,012		0,011	
q(PESO AL NACIMIENTO)		0,0009		0,0006		0,00051	
c(PESO AL NACIMIENTO)		-,000012		9x10 ⁻⁷		-,000005	

ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001; G.I.: Grados de libertad

%SCM: porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo.

l, q, c: covariables lineal, cuadrática y cúbica del peso al nacimiento.

Tabla IV.8: Frecuencias de aparición de respuesta a la distocia (en porcentaje) y número de datos (abajo) por las fuentes de variación más importantes.

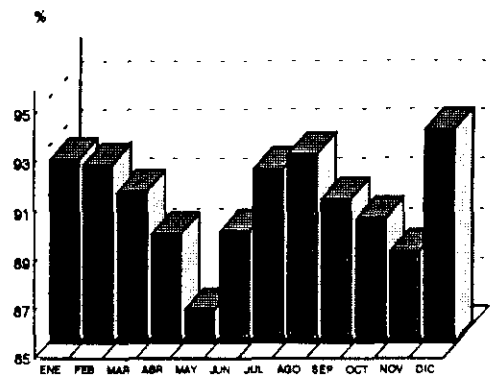
	PARTO SIN AYUDA	LIGERA TRACCION	FUERTE TRACCION	CESAREA
SISTEMA DE EXPLOTACION^{***}				
Praderas mejoradas	59,9 763	30,0 382	6,4 81	3,7 47
Semiintensivo	59,9 377	29,6 186	7,2 45	3,3 21
Tradicional	48,3 3.123	42,6 2.751	7,6 497	1,5 95
SEXO DEL TERNERO^{**}				
Hembra	55,9 2.360	38,0 1.605	5,3 225	0,8 34
Macho	45,9 1.903	41,4 1.714	9,6 398	3,1 129
TIPO DEL TERNERO^{**}				
Culón	42,5 1.204	39,2 1.082	14,7 419	4,6 130
Aculonado	43,1 569	49,1 648	6,6 87	0,2 15
Normal	59,0 2.462	37,7 1.575	2,8 118	0,5 18
TIPO DE LA VACA[*]				
Culona	49,2 388	38,9 307	9,5 75	2,4 19
Aculonada	53,7 403	38,0 285	6,0 45	2,3 17
Normal	49,7 3.015	41,0 2.487	7,5 454	1,8 106
NUMERO DE PARTO^{***}				
Primer parto	44,3 659	40,2 598	10,8 161	4,7 70
Segundo parto	54,3 700	35,3 455	8,8 115	1,6 20
Tercer parto	53,5 666	39,1 486	6,1 76	1,3 16
Cuarto parto	51,9 557	41,2 442	6,0 64	0,9 10
De cinco a nueve	50,7 1.486	41,3 1.212	6,5 189	1,5 44
Mas de nueve	57,0 195	36,8 126	5,3 18	0,9 3

Grado de significación del X^2 : *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

El mes de parto de la vaca es una fuente de variación significativa para la dificultad de partos, aunque recoge una pequeña parte de la variabilidad explicada por los modelos (2%). La frecuencia de aparición de partos distócicos tiene un marcado componente estacional (Fig. IV.8), superando el 10% en primavera (abril mayo y junio) y otoño (noviembre). Por otra parte, los partos distócicos aparecen con una frecuencia menor

del 8% en invierno (diciembre, enero y febrero) y agosto. La frecuencia de cesáreas es del 2% o mayor desde mayo hasta noviembre con el máximo en julio del 2,7%. Los partos que precisan fuerte tracción para resolverse se sitúan entre el 8 y 9% en abril, junio y noviembre, con el máximo del 11,7% en mayo.

Figura IV.8: Frecuencias de partos fáciles por mes del año



Las variaciones estacionales encontradas en la aparición de partos distócicos son difíciles de explicar (Meijering, 1984). En la RAV, Revuelta *et al.* (1991) encuentran que la incidencia de los partos difíciles (fuerte tracción y cesárea) es superior a lo esperable en los meses de abril, mayo, y octubre, e inferiores a las esperadas en los meses de diciembre, no superándose en más de tres puntos la incidencia esperable bajo la hipótesis nula el resto de los meses. Los autores no encuentran posible atribuir estas diferencias a causas concretas, ya que la distribución de paridades y tipos de ternero son, como ocurre en nuestra base de datos, las esperables bajo la hipótesis de homogeneidad.

Esta situación se mantiene sustancialmente en la base de datos analizada para el trabajo de esta Memoria. En las mismas condiciones de homogeneidad en la distribución de partos de primerizas y multíparas, y de tipos de ternero, la incidencia de partos difíciles es más de 3 puntos superior en el mes de mayo, y más de 3 puntos porcentuales inferior en el mes de diciembre. En los meses de abril y octubre no se encuentra una desviación apreciable en la aparición de los partos difíciles, y en el mes de agosto la aparición de partos difíciles es más de 2 puntos inferior a lo esperable. Estas variaciones en la frecuencia de partos distócicos no son explicables por unas variaciones similares en el PN, salvo en el mes de agosto. La mayor acumulación de partos distócicos a final del invierno podría estar relacionada con la falta de iluminación natural y ejercicio físico que sufren las vacas durante la estabulación invernal (Philipson, 1976b; Sejrsen y Neiman-Sørensen, 1979)

El PN es la más importante fuente de variación para la explicación de la dificultad de partos, como ha sido ampliamente referenciado (Makarechian *et al.*, 1982; Liboriussen, 1979; Jonhson *et al.*, 1988), recogiendo más de un 30% de la variabilidad explicada por el modelo de nivel de asistencia, y más de un 40% en los niveles de dificultad y distocia. La eliminación del modelo de la covariable PN no produce cambio alguno en la significación del resto de las variables, aunque los R^2 sufren una reducción considerable (de un 8 a un 13%) respecto de los R^2 de los modelos en que se incluye.

A peso constante (Tabla IV.9) se comprueba que las novillas primerizas superan un 10% de partos difíciles a los 40-41 Kg y llegan al 9% de cesáreas en el tramo 42-45. Por otra parte las vacas multíparas superan el 10% de partos difíciles en los 48-49 Kg, superando el 5% de cesáreas a los 52-53 Kg. Estos umbrales parecen ser bastante estables para todas las razas. Liboriussen (1979) en un conjunto de datos provenientes de diversas razas bovinas explotadas en Dinamarca encuentra que la dificultad de partos comienza en el rango 41,5-51,5 Kg de PN, mientras que la gran dificultad comienza a partir de los 51,5 Kg. En raza Charolais el umbral se sitúa entre los 40 y 45 Kg en novillas de tres años y en los 55 en vacas adultas (Menissier y Foulley, 1979). Monserrat y Sánchez (1993) en raza Rubia Gallega encuentran que para evitar partos difíciles los pesos al nacimiento no deben superar los 40 Kg en novillas y los 45 Kg en multíparas.

En cualquier caso, parece existir una clara relación no lineal entre la dificultad de partos y el PN del ternero (Short *et al.*, 1979; Meijering, 1980). El PN como covariable

Figura IV.9a: Aumento del nivel de asistencia según el peso al nacimiento del ternero

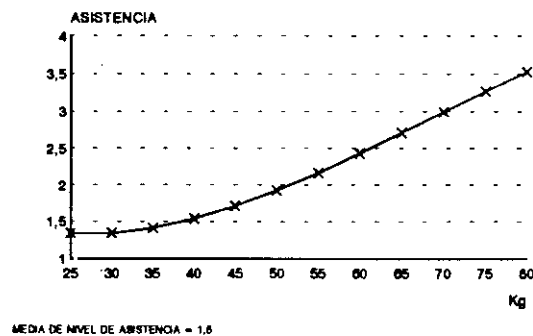


Figura IV.9b: Aumento del nivel de dificultad según el peso al nacimiento del ternero

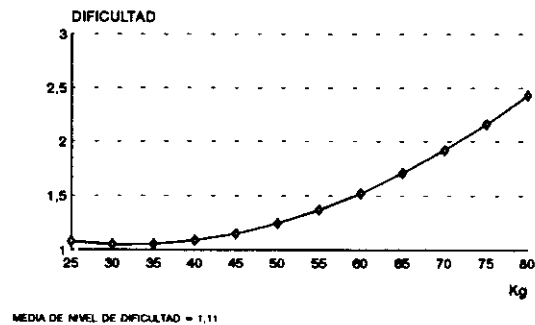
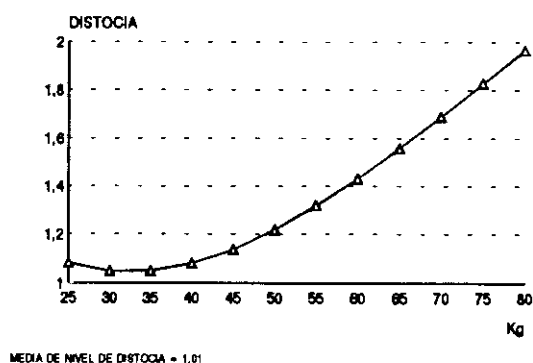


Figura IV.9c: Aumento del nivel de distocia según el peso al nacimiento del ternero



cuadrática manifiesta una influencia significativa en todos los modelos considerados, y como covariable cúbica en el nivel de asistencia y nivel de distocia (Tabla IV.7). Este comportamiento, compatible con la presencia de un umbral de PN que desencadenaría la aparición de partos difíciles (Menissier y Foulley, 1979; Meijering, 1984), implicaría que en una desviación típica de PN, un ternero de 50 Kg tendría un nivel de asistencia 21% superior a la media y unos niveles de dificultad y de distocia un 12% superior a la media, mientras que un ternero de 34 Kg sólo vería reducido su nivel de asistencia en 12% y los niveles de dificultad y distocia en un 4,5% y un 5% respectivamente (Figuras IV.9a, IV.9b, IV.9c).

Tabla IV.9: Frecuencias de dificultad de partos por peso al nacimiento del ternero en novillas primerizas (arriba) y vacas multíparas (abajo).

PESO AL NACIMIENTO	PARTOS FACILES (%)	PARTOS DIFICILES (%)	CESAREAS (%)	NUMERO DE DATOS
< 34	95,0	4,2	0,8	262
	98,9	1,1	0,0	463
34-35	96,6	2,6	0,8	117
	99,1	0,9	0,0	346
36-37	88,8	8,6	2,6	116
	99,4	0,6	0,0	466
38-39	94,1	4,6	1,3	151
	99,4	0,5	0,2	631
40-41	86,7	11,7	1,6	120
	97,8	2,1	0,2	676
42-43	76,1	14,8	9,1	88
	96,7	3,1	0,2	671
44-45	75,8	15,2	9,0	66
	93,0	6,2	0,8	487
46-47	73,6	18,9	7,5	53
	91,1	7,9	1,0	417
48-49	67,4	20,4	12,2	49
	87,6	11,2	1,2	403
50-51	64,5	19,4	16,1	31
	85,6	13,0	1,5	270
52-53	55,6	37,8	16,6	18
	75,3	17,9	6,8	162
54-55	53,9	38,5	7,7	13
	75,0	21,9	3,1	128
> 55	43,8	37,5	18,7	32
	59,4	28,6	12,0	315

El número de parto de la vaca es una fuente de variación significativa en todas las categorías de dificultad de partos consideradas. La influencia del número de parto de la vaca parece deberse fundamentalmente a las diferencias entre las primíparas y las vacas multíparas (Menissier *et al.*, 1981a; Makarechian *et al.*, 1982; Berger *et al.*, 1992). Cuando se realizan los análisis con sólo estos dos niveles en el número de parto de la vaca, tanto los coeficientes de determinación como la participación de la variable en la suma de cuadrados en cada uno de los modelos son prácticamente iguales.

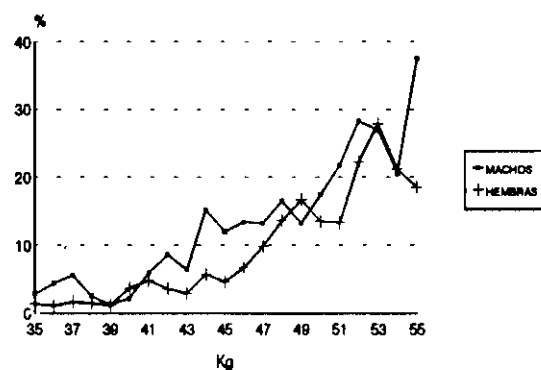
Siguiendo una pauta similar a la descrita por Philipsson (1976d), la frecuencia de partos distócicos en novillas supera el 15% (Tabla IV.8), desciende claramente en vacas de segundo parto (10%) para estabilizarse en el tercer parto y siguientes alrededor del 7%.

El sexo del ternero es una importante fuente de variación de la dificultad de partos (Berger *et al.*, 1992). Esta influencia se produce a pesar de ajustar para el PN del ternero (Gregory *et al.*, 1978), por lo que el efecto del sexo no puede adjudicarse exclusivamente a las diferencias de tamaño entre machos y hembras. Sin embargo, la mayor parte de las referencias bibliográficas consideran que la influencia del sexo en la

dificultad de partos no explicada por el PN se debe a un deficiente ajuste debido a la posible presencia de umbrales en la respuesta de la dificultad de partos respecto del PN (Meijering, 1984). Los machos doblan la frecuencia de aparición de partos difíciles de las hembras (Berger *et al.*, 1992) y presentan una frecuencia de cesáreas prácticamente 4 veces superior. A peso constante, los machos superan el 5 y el 10% de partos distócicos a los 41 y 44-45 Kg en vacas primíparas y multíparas respectivamente (Figura IV.10), mientras que las hembras superan esas frecuencias a los 44 y 47-48 Kg. Estos umbrales son similares a los encontrados por Rutter *et al.* (1983) (44,5 Kg para machos y 50 Kg para hembras) en novillas Charolais.

La interacción del número de parto de la vaca con el sexo del ternero influye significativamente en las frecuencias de distocia aunque explica un bajo porcentaje de la variabilidad (alrededor de un 1%). Esta significación puede venir dada por las grandes diferencias (13%) en las

Figura IV.10: Frecuencia de partos distócicos a peso al nacimiento constante por sexo del ternero



frecuencias de partos difíciles entre machos y hembras en primerizas (Fig. IV.11a, IV.11b, IV.11c), que se traducen en un 7,5% más de partos difíciles y un 5,5% más de cesáreas. No existe interacción entre el sexo y el número de parto de la vaca para el PN en la RAV, lo que refuerza la teoría de la presencia de un peso umbral para la dificultad de partos que se alcanza en mayor medida en novillas primerizas por el menor desarrollo de su área pélvica que no es compensada por el menor peso medio de los terneros (Menissier, 1975a; Philipsson, 1976b). El peso medio de los hijos machos de primerizas es de 40,2 Kg cercano al umbral de aparición de partos difíciles en las novillas de la RAV, mientras que el peso medio de las hembras nacidas de primerizas es de 36,7 Kg por lo que es lógico que los partos difíciles que suceden en primerizas aparezcan cuando el ternero es macho.

El tipo del ternero al nacimiento es la segunda fuente de variación más importante incluida en los modelos de estimación de dificultad de partos, explicando aproximadamente el 20% de la suma de cuadrados del modelo. El tipo del ternero al nacimiento parece confundirse con el PN comportándose como una variable discreta que recoge en buena medida las variaciones de tamaño del ternero en el parto.

La cularidad del ternero ha sido repetidamente citada como una importante fuente de dificultad en el parto (Vissac *et al.*, 1973; Hanset y Jandrain, 1979; Revuelta *et al.*, 1991,

Figura IV.11a: Frecuencias de aparición de partos fáciles por número de parto de la vaca y sexo del ternero

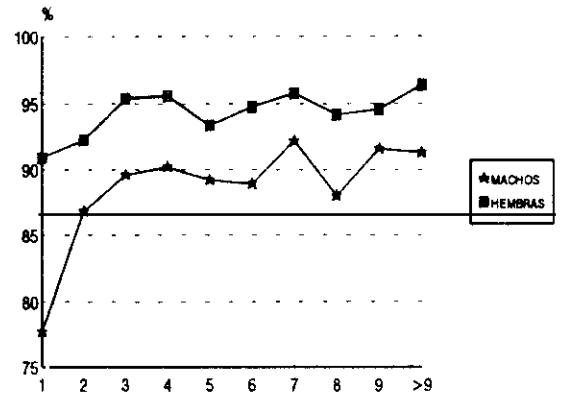


Figura IV.11b: Frecuencias de aparición de partos con fuerte asistencia por número de parto de la vaca y sexo del ternero

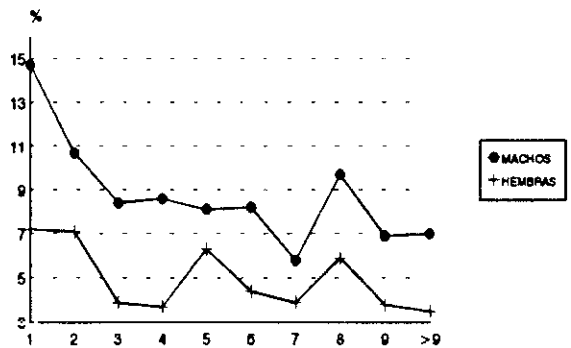
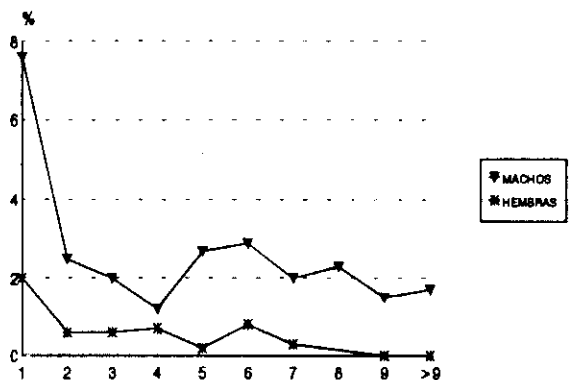


Figura IV.11c: Frecuencias de aparición de cesáreas por número de parto de la vaca y sexo del ternero



Monserrat y Sánchez, 1991), aunque esto se explica fundamentalmente por el mayor PN de este tipo de terneros. El peso medio al nacimiento de los terneros culones en la RAV supera los 45 Kg, 3 y 5 Kg por encima de los pesos de los terneros aculonados y normales respectivamente, y, por tanto, más cerca de los umbrales de la dificultad de partos. Los terneros culones presentan un 19% de partos distócicos (Tabla IV.8), un 12 y un 16% más

que los terneros aculonados y normales respectivamente. El genotipo hipotéticamente intermedio se comporta de forma mucho más cercana al homocigoto normal como era esperable a partir de lo descrito en la bibliografía para distintos caracteres (Menissier, 1982a; Hanset, 1985). Las frecuencias observadas en la RAV son similares a las encontradas por Alonso (1987), aunque son inferiores a las encontradas por Cañón (1991) (Tabla IV.10).

Figura IV.12: Frecuencia de aparición de partos distócicos a peso al nacimiento constante por tipo de ternero

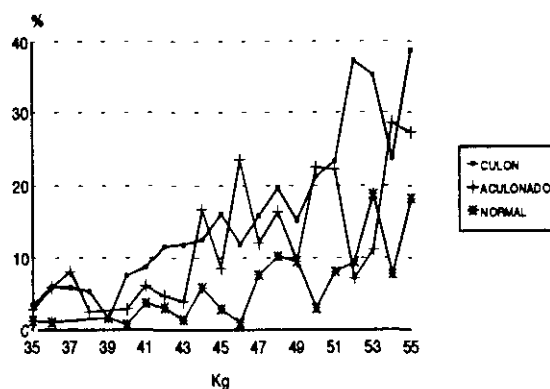


Tabla IV.10: Frecuencias (en %) de respuesta en la RAV a las diferentes categorías de distocia en función del tipo del ternero culón (C), aculonado (AC), o normal (N) (tomado de Goyache *et al.*, 1995).

CATEGORIA DE ASISTENCIA	C*	N*	N**	AC**	C**
(1)	42,3	59,6	53,0	44,0	36,0
(2)	34,8	35,0	42,0	41,0	36,0
(3)	17,5	3,9	4,5	11,0	20,0
(4)	1,3	0,4	0,4	0,5	3,4
(5)	4,1	1,1	1,3	4,4	5,1
NUMERO DE DATOS	607	762	1436	389	911

*: Alonso, 1987; **: Cañón, 1991

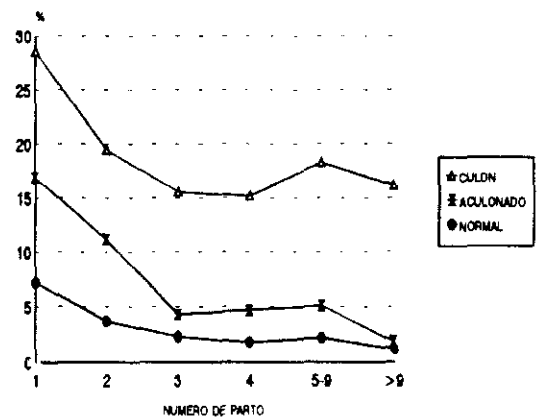
El hecho de que el tipo del ternero siga siendo una fuente de variación significativa de la dificultad de partos a pesar de introducir en el modelo el PN (Arthur *et al.*, 1988; Monserrat y Sánchez, 1991) podría explicarse por el cambio de conformación del ternero provocado por la hipertrofia muscular, con aumento de los diámetros corporales especialmente en el tercio posterior (Vissac *et al.*, 1973). Sin embargo, normalmente se encuentra en la bibliografía que las medidas

corporales del ternero pierden influencia sobre la dificultad de partos cuando se ajustan para peso del ternero (Hässig, 1979; Nugent *et al.*, 1991) aunque pueden seguir siendo significativas. Esto puede ser debido a un deficiente ajuste de una variable lineal como el PN, al trabajar con una variable discreta (Meijering, 1984). Sin embargo, a peso constante (Figura IV.12) los terneros culones sobrepasan el 10% de partos distócicos a los 42 Kg de PN, los aculonados a los 44 Kg, y los normales a los 48 Kg.

El tipo del ternero interacciona muy significativamente para la dificultad de partos con el número de parto de la vaca y el sexo del ternero (Tabla IV.7).

La significación de la interacción entre el tipo del ternero y el número de parto de la vaca parece deberse a las vacas adultas que paren un ternero culón (Figura IV.13). Las diferencias encontradas en los dos primeros partos de la vaca son explicables sustancialmente por las diferencias del tipo del ternero (Tabla IV.8). Sin embargo, las vacas de más de dos partos que paren un ternero culón presentan partos distócicos en un rango estable del 16-17%, mientras que las vacas que paren terneros aculonados y normales presentan frecuencias de partos distócicos muy próximas y estables, entre el 4-6% y el 2-3% respectivamente.

Figura IV.13: Frecuencia de partos distócicos por tipo del ternero y número de parto de la vaca



Como era esperable, la interacción entre el sexo y el tipo del ternero es significativa (Tabla IV.11). Las frecuencias de partos distócicos entre machos y hembras aculonados o normales son próximas y menores de las diferencias encontradas debidas al sexo. Sin embargo, la frecuencia de partos distócicos cuando la vaca pare un ternero culón es el doble que cuando pare una ternera culona (25,2% vs 12,7%). La frecuencia de cesáreas es tres veces superior en los partos de machos culones frente a los de hembras culonas (6,8% vs 2,1). La hipertrofia muscular se expresa con mayor intensidad en los machos (Menissier, 1982b), estando la media de PN de los machos culones en la RAV en 47 Kg, por encima de los umbrales de partos distócicos tanto en machos (Figura IV.10) como en culones (Figura IV.12)

El tipo de la vaca es una fuente de variación significativa para la dificultad de partos aunque recoge una pequeña parte de la variabilidad explicada por los modelos. La frecuencia de partos distócicos en vacas culonas alcanza el 12% superando en un 3-4% las frecuencias observadas en vacas aculonadas y normales que presentan niveles muy próximos y no significativamente diferentes. Esta mayor frecuencia de partos distócicos (un 150% en vacas culonas sobre vacas normales) es inferior a las encontradas por Vissac *et al.* (1973) en novillas Charolais (198%) y por Arthur *et al.* (1988) en culones sintéticos (316%). La peor capacidad de las hembras culonas para el parto no siempre puede explicarse por un mayor peso de sus hijos al nacimiento (Arthur *et al.*, 1988), y se atribuye fundamentalmente a una reducción del área pélvica, que puede oscilar entre un 5% (Arthur *et al.*, 1988) y un 10% (Vissac *et al.*, 1973).

Tabla IV.11: Frecuencias de partos distócicos (en %) por sexo y tipo del ternero.

	PARE SOLA	LIGERA AYUDA	FUERTE TRACCION	CESAREA
MACHOS				
Culones	36,6	38,2	18,4	6,8
Aculonados	38,5	52,0	7,7	1,8
Normales	55,1	40,4	3,7	0,8
HEMBRAS				
Culonas	49,1	38,2	10,6	2,1
Aculonadas	47,5	46,5	5,6	0,4
Normales	62,5	35,3	2,0	0,2

El tipo de la vaca no interacciona significativamente con el número de parto ni con el sexo del ternero, pero sí con el tipo del ternero al nacimiento para nivel de asistencia y de distocia (Tabla IV.7). Las mayores frecuencias de partos distócicos se encuentran en las vacas normales (Tabla IV.12) que igualan a las vacas culonas cuando paren terneros aculonados o normales, y las superan claramente (+6,5%) cuando paren un ternero culón. La hipertrofia muscular parece darse con mayor intensidad en terneros hijos de vacas de musculatura más pobre (Menissier, 1982b). Como ya había sido descrito en la bibliografía (Arthur *et al.*, 1988), las vacas normales en la RAV paren los terneros más pesados en cada categoría de tipo de ternero al nacimiento. Las hembras culonas pueden compensar la posible transmisión de un mayor potencial de crecimiento a sus hijos (Menissier, 1982a) con un menor efecto materno para PN (Vissac *et al.*, 1973) probablemente debido a su menor tamaño adulto. Este efecto materno negativo podría compensar la peor capacidad para el parto de las vacas culonas hasta situarlas en niveles aceptables para los sistemas de explotación de la RAV.

Tabla IV.12: Frecuencias de partos distócicos (en %) por tipo de la vaca y tipo del ternero.

	PARE SOLA	LIGERA AYUDA	FUERTE TRACCION	CESAREA
VACAS CULONAS				
Terneros culones	46,0	38,6	12,1	3,3
Terneros aculonados	52,0	39,2	7,2	1,6
Terneros normales	58,6	39,3	2,1	0,0
VACAS ACULONADAS				
Terneros culones	50,4	37,1	8,2	4,3
Terneros aculonados	56,1	39,4	4,5	0,0
Terneros normales	59,0	38,5	2,5	0,0
VACAS NORMALES				
Terneros culones	39,3	38,8	17,3	4,6
Terneros aculonados	39,5	52,1	7,1	1,3
Terneros normales	57,7	39,2	2,7	0,4

IV.2.3.1.- Influencia de la Duración de la Gestación

La dificultad de partos presentó una correlación significativa aunque baja con la DG, con valores de 0,080, 0,084 y 0,086 para nivel de asistencia, nivel de dificultad y nivel de distocia respectivamente. Clasificando en cuatro categorías, Bellows *et al.* (1971) encuentran valores significativos mayores (0,25) en Hereford, y cercanos (0,10) pero no significativos en Angus, mientras que Burfening *et al.* (1978c) encuentra un valor de 0,04. El grado de distocia presenta mucha mayor correlación con el PN con valores de 0,342, 0,327 y 0,328 para los tres niveles de dificultad de partos considerados. Bellows *et al.* (1971) encuentran valores de 0,54 en Hereford y 0,48 en Angus, mientras que Burfening *et al.* (1978c) en Simmental hallan una correlación de 0,31.

La DG influye significativamente sobre las frecuencias de partos difíciles (Philipsson, 1976c), aunque cuando en el modelo se incluye el PN, la DG se convierte en no significativa (Bellows *et al.*, 1971). La situación en la RAV es coherente con lo esperable (Tabla IV.13): cuando se elimina el efecto del PN, la DG carece prácticamente de influencia significativa sobre la frecuencia de partos difíciles salvo en el nivel de asistencia, que aumenta 0,006 puntos por día de alargamiento de la gestación, de modo que el nivel de asistencia aumentaría un $\pm 2,3\%$ en ± 6 días, correspondientes a una desviación típica de DG (Alonso, 1987). Bellows *et al.* (1971) clasificando en 4 categorías de

dificultad de partos, encuentran unos valores no significativos de 0,04 en Hereford y de -0,05 en Angus. En cualquier caso la participación en la variabilidad explicada por el modelo es muy pequeña.

Tabla IV.13: Significación, valor y participación en la suma de cuadrados de los modelos de dificultad de partos que incluyen la duración de la gestación como covariable lineal (IDG), cuadrática (qDG) y cúbica (cDG) con y sin la presencia de peso al nacimiento.

	MODELOS QUE INCLUYEN EL PESO AL NACIMIENTO			MODELOS SIN INCLUIR EL PESO AL NACIMIENTO		
	COEFICIENTE	%SCM	R ²	COEFICIENTE	%SCM	R ²
NIVEL DE ASISTENCIA			0,407			0,278
IDG	0,006 ^{***}	0,20		0,013 ^{***}	2,45	
qDG	0,0002 ^{ns}	0,02		0,0002 ^{ns}	0,03	
cDG	-0,00003 ^{ns}	0,07		-0,00003 ^{ns}	0,15	
NIVEL DE DIFICULTAD			0,273			0,149
IDG	0,003 ^{ns}	0,02		0,006 ^{***}	1,94	
qDG	0,0002 ^{ns}	0,10		0,0002 ^{ns}	0,31	
cDG	-0,00002 [*]	0,26		-0,00002 [*]	0,57	
NIVEL DE DISTOCIA			0,247			0,139
IDG	0,002 ^{ns}	0,05		0,004 ^{***}	2,22	
qDG	0,0002 ^{ns}	0,24		0,0002 ^{ns}	0,56	
cDG	-0,000015 ^{ns}	0,21		-0,000017 ^{ns}	0,51	

%SCM: Porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo
 ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01; p<0,001

Cuando el PN se elimina del modelo la DG como covariable lineal tiene influencia significativa sobre los partos difíciles en los tres niveles considerados, aunque el coeficiente de determinación se reduce considerablemente. No parece existir en la RAV, al contrario de lo descrito en la bibliografía (Philipsson, 1976c; Burfening *et al.*, 1978c), un comportamiento no lineal de la DG, ligado a la presencia de un umbral similar al del PN. En cualquier caso, el nivel de asistencia parece modificarse en un $\pm 4,9\%$, el nivel de dificultad en un $\pm 3,3\%$, y el nivel de distocia en un $\pm 2,2\%$, para cada desviación típica de duración de gestación.

IV.3.- CARACTERES DE CRECIMIENTO

IV.3.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

Los caracteres de crecimiento influyen decisivamente en el resultado económico de las explotaciones de vacas de cría, cuya productividad frecuentemente se mide mediante el criterio de Kg destetados por vaca y año (Osoro, 1986). Por otra parte, los caracteres de crecimiento presentan notables correlaciones fenotípicas y genéticas con otros caracteres de importancia económica como la dificultad de partos y mortalidad perinatal (Meijering, 1984), y la duración de la gestación y edad al primer parto (Bourdon y Brinks, 1982), por lo que su mejora debe plantearse desde una perspectiva de rebaño o de sistema de producción.

IV.3.1.1.- Efectos Asociados al Medio

IV.3.1.1.1.- Manejo

La expresión de los caracteres de crecimiento predestete están muy influida por el manejo que pueda recibir el ternero. Muchas veces se ha recomendado el estudio de las diferentes variables que afectan al crecimiento por separado en explotaciones con alimentación suplementada y no suplementada (Cundiff *et al.*, 1966). Las recomendaciones BIF (1986) proponen un tratamiento aparte de los animales suplementados y no ajustar sus rendimientos por edad de la madre. En cualquier caso, si los terneros pueden disponer de alimento suplementario durante la lactación, el peso al destete no parece verse afectado por restricciones en el plano alimentario de la madre (Somerville *et al.*, 1983).

Dentro de explotaciones o dentro de sistemas de producción homogéneos es posible, además, encontrar diferencias interanuales en los caracteres de crecimiento que posiblemente son debidas a diferencias en las edades medias al destete (Freeden *et al.*, 1982; Menissier, 1994, comunicación personal).

IV.3.1.1.2.- Epoca de Parto

Salvo en los primeros estadios del crecimiento predestete, en condiciones de explotación en que el pasto es la mayor fuente de alimento, la época de parto se confunde en gran medida con la influencia medioambiental a la que está sometido el ternero (Ahunu y Makarechian, 1987).

Tanto en partos de invierno-primavera como de verano-otoño, las condiciones climáticas asociadas a la estación, así como el fotoperíodo (Low y Wood, 1979; Zinn *et al.*, 1986) influyen sobre la velocidad de crecimiento.

De forma general, los terneros nacidos en verano-otoño deberán alimentarse de la leche de la madre hasta su salida al pasto en primavera, y los nacidos en invierno-primavera sufrirán una reducción de la aportación de leche de la madre debido a la sequía estival (Osoro, 1993), sin posibilidades de suplir esta carencia mediante el incremento de la ingestión de pasto por un insuficiente desarrollo del aparato digestivo (Wright y Russel, 1987). En estas condiciones puede ser recomendable la suplementación del ternero (Osoro, 1993; Ahunu y Makarechian, 1987) o el destete temprano, aunque esta última posibilidad afectará en gran medida a la productividad del rebaño (Osoro, 1986).

Dentro de cada época de parto, la fecha de nacimiento tendrá influencia, ya que en nacimientos de primavera los animales más tempranos generalmente crecen más rápido, de forma más regular, y son más eficientes que los nacidos en la mitad o al final de la estación (Low y Wood, 1979).

IV.3.1.2.- Efectos Asociados a la Madre

IV.3.1.2.1.- Capacidad de Producción Lechera

En la producción de carne con vacas de cría, la madre constituye un factor muy influyente, no sólo por aportar una parte de sus genes al ternero sino por constituir una parte fundamental del ambiente que recibe el ternero. La capacidad de la madre para producir leche a costa de sus reservas corporales es capaz de amortiguar los efectos de una mayor o menor disponibilidad de pasto sobre el crecimiento del ternero (Osoro, 1989). Así, una reducción en el plano nutricional durante el período invernal influye de manera más importante en el peso de la vaca que en su producción lechera (Powell, 1975; Lowman *et al.*, 1979; Somerville *et al.*, 1983). De la misma forma, un incremento de los recursos alimenticios influye relativamente poco en la producción lechera de las vacas de cría salvo en hembras de alto potencial lechero (Osoro, 1989).

La regresión parcial del peso al destete sobre la producción de leche de la madre puede explicar el 40% de los rendimientos de los terneros (Butson *et al.*, 1980; Marston *et al.*, 1992). Por

otra parte la capacidad de producción lechera y la forma de la curva de lactación de la vaca influyen en el desarrollo y en la evolución del peso del ternero. Los hijos de madres buenas productoras de leche dedican poco tiempo al pastoreo siendo la ingestión de hierba escasa. Por contra, los hijos de madres de escasa producción intentan cubrir sus necesidades incrementando la ingestión de hierba (Le Du y Baker, 1979; Somerville *et al.*, 1983), aunque en la primera fase de la vida del ternero difícilmente puede ser compensado de esta manera un pobre consumo de leche. Por otra parte, si la altura de la hierba es inferior a 6-7 cm los terneros son incapaces de mantener la ingestión de hierba compitiendo con sus madres (Baker *et al.*, 1981a,b).

IV.3.1.2.2.- *Tipo de la Madre*

La presencia del gen de la hipertrofia muscular hereditaria en las hembras tiene una clara influencia en su capacidad de producción lechera. En vacas culonas la producción lechera se reduce entre un 10 y un 30% respecto de las hembras normales de forma especialmente clara en el segundo parto y siguientes, lo que hace que en aquellas razas normalmente menos productoras, que apenas alcanzan a cubrir las necesidades del ternero, el aporte de leche a la cría se muestre claramente insuficiente (Vissac *et al.*, 1974). Esta menor capacidad de cría de las hembras culonas puede enmascarar parcialmente una posible transmisión de mayor potencial genético de crecimiento de las hembras culonas a sus hijos (Menissier, 1982a).

IV.3.1.2.3.- *Edad de la Madre*

La velocidad de crecimiento de los terneros están claramente influidas por la edad de la madre (Nelsen y Kress, 1981). La edad de la madre, a su vez, parece tener una relación cuadrática con la producción de leche (Lubritz *et al.*, 1989). Los pesos al destete aumentan casi linealmente hasta los 4-5 años de edad de la vaca (Butson *et al.*, 1980; Elzo *et al.*, 1987) para estabilizarse hasta los 8-9 años y descender suave y progresivamente más tarde (Anderson y Wilham, 1978). Sin embargo, normalmente se encuentra en la bibliografía que el pico de producción aparece entre los 7 y 9 años de edad de la vaca (Lubritz *et al.*, 1989), manteniéndose en niveles similares más allá de los 10 años edad, por efecto, probablemente de la selección realizada en vacas adultas.

IV.3.1.3.- Efectos Asociados al Ternero

IV.3.1.3.1.- *Edad del Ternero*

Estudios teóricos sobre el crecimiento de los mamíferos (Taylor, 1980a, 1980b, 1980c; Moore, 1985) desde fases embrionarias a adulto permiten pensar en una evolución que se ajusta a una curva de tipo logarítmico. Sin embargo, los programas de mejora asumen la linealidad del crecimiento entre dos edades del ternero, sin que ello implique una contradicción con los estudios teóricos, ya que el rango de edades en que se realiza la comparación entre animales, como desde el nacimiento hasta el destete, probablemente impide la manifestación de una curva de crecimiento. La Beef Improvement Federation (1986) propone un sistema lineal de ajuste a edad fija a partir de la ganancia media diaria del ternero. Los programas franceses proponen el cálculo de pesos por interpolación entre pesadas consecutivas realizadas con 3 meses de diferencia (FNOCPAB-ITEB, 1983). El sistema francés debe dar mayor información sobre el efecto de la edad en los caracteres de crecimiento (Fitzhugh, 1976), aunque es posible que dos pesadas hasta el destete sean suficientes para eliminar el efecto de la edad (Renand, 1994, comunicación personal). En el sistema propuesto por la BIF (1986) la toma de datos de diferentes individuos se realiza a diferentes edades, lo que proporciona una información sobre la curva media de crecimiento cuya calidad dependerá de la representatividad de la muestra analizada (Fitzhugh, 1976).

Existen, sin embargo, informaciones que permiten suponer que asumir una evolución lineal del crecimiento predestete del ternero implica incorporar a su análisis cierto grado de error (Minyard y Dinkel, 1965; Woodward *et al.*, 1989; Piedrafita *et al.*, 1993). El crecimiento no lineal del ternero hasta el destete podría explicarse por el descenso del aporte lechero de la madre que fuerza al ternero a buscar nuevas formas de alimentación menos eficientes (Ansotegui *et al.*, 1991).

El comportamiento del ternero según avanza su desarrollo presenta ciertas variaciones debidas a la diferente influencia de la vaca, y, probablemente, a la acción de genes diferentes. Al comienzo de su vida el ternero se alimenta exclusivamente de leche, para, según aumenta su edad, y en relación inversa a la producción lechera de la madre, ir aumentando linealmente su ingestión de pasto por unidad de peso vivo, hasta hacerse constante a los 150-200 Kg de peso vivo (Baker *et al.*, 1978; Bailey y Lawson, 1981; Le Du *et al.*, 1976a,b) convirtiéndose la cantidad de hierba disponible en el factor limitante del crecimiento de los terneros a partir de los 95 días (Baker y Barker, 1978). La energía ingerida por un ternero procedente de la leche de la madre, que representa el 86%

aproximadamente al mes y medio de edad, puede descender hasta el 19% cuando el ternero tiene 5 meses y medio (Bailey y Lawson, 1981).

IV.3.1.3.2.- *Sexo del Ternero*

El sexo del animal es una fuente de variación en las características de crecimiento que ha sido ampliamente referenciada (Gregory *et al.*, 1978, 1979; Freedon *et al.*, 1982) aceptándose generalmente que los machos son más pesados al nacimiento y al destete (tanto en peso real como en peso ajustado a edad fija), y crecen más rápido que las hembras (McKay *et al.*, 1990). Las diferencias de crecimiento empiezan a ser significativamente superiores a partir del momento en que se activa la secreción hormonal propia del sexo (Osoro, 1985) hacia el quinto-sexto mes de vida.

Puede haber características ambientales que favorezcan este mayor potencial de crecimiento, ya que los machos parecen provocar un mayor estímulo a la producción de leche que las hembras (Reynolds *et al.*, 1978), hecho que adquiere mayor importancia si la madre tiene un alto potencial lechero (Dinkel *et al.*, 1990). Sin embargo, Ahunu y Makarechian (1987) encontraron a las hembras tan eficientes como los machos en crecimiento por unidad de peso vivo.

IV.3.1.3.3.- *Tipo del Ternero*

El crecimiento de los animales culones presenta unas características claramente diferenciadas del de los animales normales. El PN de los terneros culones es mayor en un 10-30% al de los normales (Vissac *et al.*, 1973; Nott, 1974) aparentemente como expresión de un mayor potencial genético de crecimiento de los animales culones (Menissier, 1982a), no siempre asociado a una mayor duración de la gestación. Esta mayor capacidad de crecimiento se mantiene en las edades más jóvenes, especialmente en el período predestete (Neuvy y Vissac, 1962; Vissac *et al.*, 1973). Sin embargo, en el período postdestete, y dependiendo de la raza (Menissier, 1982a), parece volverse inferior a la de los animales normales, resultando generalmente en un menor peso adulto (Vissac *et al.*, 1973).

Estas diferencias de crecimiento pueden variar no sólo con la edad y raza, sino también por diversos factores más o menos patológicos asociados al carácter culón, como una mayor dificultad de partos debida a una mayor desproporción feto-pelviana (Vissac *et al.*, 1973), una menor capacidad de cría de las madres culonas (Vissac *et al.*, 1974), y en especial una interacción con el sistema de manejo, ya que estos animales parecen tener mejor comportamiento en sistemas de alimentación

basados en concentrados (Neuvy y Vissac, 1962; Holmes y Robinson, 1970), quizás debido a un menor desarrollo de su aparato digestivo (-13% en peso) (Boyajeau *et al.*, 1971) asociado a un menor apetito de los animales culones. Probablemente los animales culones tienen necesidades nutritivas específicas que no han sido suficientemente determinadas (Vermorel *et al.*, 1976).

IV.3.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.3.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado 4.216 registros de peso al destete realizado entre los 90 y 270 días de edad del ternero (EDAD) de la base de datos del Control de Rendimientos de la RAV. Todos ellos eran partos simples de los que se conocía la fecha de parto, el sexo del ternero y el número de parto de la madre. De 4.173 se conocía además el tipo del ternero: culón, aculonado, o normal, y de 3.860 el tipo de la madre: culona, aculonada, o normal. En 2.391 registros se conocía la duración de la gestación.

A partir del peso al destete real del ternero (PD) se calcularon las siguientes variables de crecimiento predestete:

- La ganancia media diaria (GMD) como $(PD-PN)/EDAD$.
- El peso al destete ajustado a 180 días según las recomendaciones BIF (1986) como $(GMD \times 180) + PN$.
- El crecimiento relativo (CR) predestete (Fitzhugh y Taylor, 1971) como $(\log(PD/PN))/EDAD$, siendo log el logaritmo decimal.

IV.3.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó un modelo que por comodidad sólo se detalla en sus efectos principales:

$$Y_{ijklmnop} = SIS_i + NA_{(j)} + M_k + P_l + TV_m + S_n + T_o + I_1(PN_{ijklmnop}) + I_2(EDAD_{ijklmnop}) + q(EDAD_{ijklmnop}^2) + \epsilon_{ijklmnop} \quad (3)$$

siendo:

- $Y_{ijklmnop}$: la observación de cada una de las variables dependientes de crecimiento predestete (PD, GMD, PD₁₈₀ o CR);
- SIS_i : el sistema de explotación con 3 niveles ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;
- $NA_{(j)}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j=1... 73$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k= 1... 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l=1... 6$): primerizas, segundo parto, tercer parto, cuarto parto, de cinco a nueve partos, y vacas de más de nueve partos;
- TV_m : el efecto del tipo de la vaca ($m:1... 3$): culona, aculonada, y normal;
- S_n : el efecto del sexo del ternero ($n=1,2$): macho y hembra;
- T_o : el efecto del tipo del ternero ($o=1... 3$): culón, aculonado, y normal;
- $I_1(PN_{ijklmnop})$: el peso al nacimiento de la observación desviada de la media como covariables lineal;
- $I_2(EDAD_{ijklmnop})$: la edad al destete de la observación desviada de 180 días como covariables lineal;
- $q(EDAD_{ijklmnop}^2)$: la edad al destete de la observación desviada de 180 días como covariables cuadrática;

- $\epsilon_{ijklmnop}$: el error asociado a la observación.

El modelo completo incluía, además, las interacciones de primer orden $P*S_{in}$, $P*TV_{in}$, $P*T_{lo}$, $S*T_{no}$, $TV*S_{in}$ y $TV*T_{no}$.

Posteriormente, se incluyó en el modelo (3) la duración de la gestación como covariable para estimar su influencia en los caracteres de crecimiento predestete.

IV.3.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

El peso medio al destete fue de 218 Kg, ligeramente superior a los 206 Kg señalados por Alonso *et al.* (1991). El peso medio ajustado a 180 días de edad del ternero es de 219 Kg, muy similar a la media real por una buena distribución de las edades al destete alrededor de la base empleada. La ganancia media diaria predestete es ligeramente inferior al kilo (0,985 g), similar a la de otras poblaciones españolas explotadas en condiciones de montaña (Piedrafita *et al.*, 1993), ligeramente inferior a la estimada por interpolación de pesos a 210 días en razas francesas (Petit y Agabriel, 1993; Shi *et al.*, 1993) y superiores a los las razas británicas (Kennedy y Henderson, 1975a) (Tabla IV.14).

Tabla IV.14: Valores medios de la ganancia media diaria (en Kg) en diferentes razas de ganado bovino de carne.

RAZA	GMD FUENTE
RAV	0,985 Estima actual
Limousin	1,015 Shi <i>et al.</i> , 1993*.
Charolais	1,021 Petit y Agabriel, 1993*.
Bruna dels Pirineus	0,967 Piedrafita <i>et al.</i> , 1993**.
Aberdeen-Angus	0,840 Kennedy y Henderson, 1975a***.
Hereford	0,872 Kennedy y Henderson, 1975a***.

GMD: ganancia media diaria predestete en Kg/día.

* Ganancia hasta peso interpolado a 210 días.

** Población Parda Alpina explotada en el Pirineo Catalán.

*** Canadian Federal ROP. Poblaciones con alimentación del ternero suplementada.

El modelo ajustado para la explicación de los caracteres predestete considerados se comporta de forma diferente en cada uno de ellos. Los R^2 del PD y CR, 59 y 72% respectivamente, son muy superiores a los de la GMD (28%) y PD_{180} (33%), que, a su vez, son muy similares entre sí. Esta

diferencia en el coeficiente de determinación probablemente se debe a la superior influencia de la edad al destete en la explicación del PD y CR (Tabla IV.15). Existe una alta correlación fenotípica (Tabla IV.16), y al parecer también ambiental y genética, entre GMD y Peso ajustado a edad constante, por lo que a todos los efectos prácticos puede tratarse del mismo carácter (Kennedy y Henderson, 1975b).

Tabla IV.15: Cuadrados medios (CM), significación y participación en la suma de cuadrados de los modelos (% SCM) explicativos de los caracteres de crecimiento predestete peso real al destete (PD) en Kg, ganancia media diaria (GMD) en Kg/día, peso al destete ajustado a 180 días (PD180) en Kg y crecimiento relativo (CR) en ganancia/Kg, en la RAV.

FUENTES DE VARIACION	G.l.	PD		GMD		PD ₁₈₀		CR(10 ⁴)	
		CM	% SCM	CM	% SCM	CM	% SCM	CM	% SCM
SISTEMA DE PRODUCCION	2	193676,3***	6,7	1,470532***	5,4	65512,3***	5,9	0,6429***	1,3
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	71	37321,9***	40,7	0,317783***	36,7	10507,6***	30,0	0,1989***	12,5
MES DE PARTO	11	34242,7***	6,5	0,316533***	6,4	10723,7***	5,3	0,7924***	8,7
NUMERO DE PARTO	5	58336,3***	5,1	1,157249***	10,6	56040,0***	12,7	0,0105*	0,1
SEXO DEL TERNERO	1	85971,6***	1,5	7,700845***	14,1	339645,6***	15,4	1,5156***	1,5
TIPO DEL TERNERO	2	22870,5***	0,8	0,004194*	0,0	3518,4**	0,3	1,1289***	2,3
TIPO DE LA VACA	2	234,3*	0,0	0,151861*	0,6	9739,72**	0,9	0,0141*	0,0
INTERACCIONES									
PARTO * SEXO DEL TERNERO	5	2105,9**	0,2	0,027067**	0,3	1030,6**	0,2	0,0146**	0,1
PARTO * TIPO DE LA VACA	10	2485,9*	0,4	0,011631*	0,21	283,4**	0,1	0,0430***	0,4
PARTO * TIPO DEL TERNERO	10	1889,9**	0,3	0,068647**	1,3	2321,4**	1,1	0,0565***	0,6
SEXO * TIPO DEL TERNERO	2	3579,2*	0,1	0,154039*	0,6	4346,7*	0,4	0,1139***	0,2
SEXO * TIPO DE LA VACA	2	5072,2*	0,2	0,109472**	0,4	4027,7*	0,4	0,0418*	0,1
TIPO * TIPO DE LA VACA	4	1484,0**	0,1	0,054748**	0,4	2263,8**	0,4	0,0540***	0,2
COVARIABLES									
I ₁ (PN)	1	171020,8***	3,0	0,099537**	0,2	183263,8***	8,3	17,219***	17,2
I ₂ (EDAD LA DESTETE)	1	1983743,9***	34,3	12,42670***	22,8	402625,2***	18,3	52,626***	52,6
q(EDAD LA DESTETE)	1	9891,6**	0,2	0,154619**	0,3	5009,7**	0,2	2,1897***	2,2
error	3.697	1180,8		0,040544		1313,6		0,00114	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,59		0,28		0,33		0,72	
VALOR DE LAS COVARIABLES									
I ₁ (PESO AL NACIMIENTO)		1,174		0,0007		1,123800		-,1156x10 ³	
I ₂ (EDAD LA DESTETE)		0,693		-,0017366		-,312595		-,3585x10 ⁴	
q(EDAD ²)		-,000688		3,5096x10 ⁻⁴		3,235x10 ⁻⁴		0,0013x10 ⁻⁴	

ns: no significativo; *: p<0,05; **: p<0,01; ***: p<0,001; G.l.: Grados de libertad
 Los cuadrados medios del crecimiento relativo están multiplicados por 10⁻⁴

Tabla IV.16: Correlaciones fenotípicas entre caracteres de crecimiento predestete en la RAV.

	GANANCIA MEDIA DIARIA	PESO AJUSTADO A 180 DIAS	CRECIMIENTO RELATIVO
PESO REAL AL DESTETE	0,580	0,590	-0,117
GANANCIA MEDIA DIARIA		0,987	0,676
PESO AJUSTADO A 180 DIAS			0,600

Todas las correlaciones son significativas para $p < 0,001$.

El sistema productivo recoge entre el 5 y el 7% de la variabilidad explicada por el modelo para los caracteres considerados excepto el CR que parece menos dependiente de las fuentes de variación que incluyen el manejo del ternero. Existen diferencias significativas entre los tres sistemas de explotación para PD, GMD y CR. La GMD del sistema semiintensivo es 66 g/día superior a la del sistema con praderas mejoradas y 77 g/día superior a la del sistema tradicional. Esta superioridad de los sistemas de explotación con alimentación del ternero suplementada ha sido reiteradamente expuesta en la bibliografía, llegando a considerarse en análisis genéticos como poblaciones diferentes (Kennedy y Henderson, 1975a,b). La superioridad del sistema con praderas mejoradas sobre el tradicional puede explicarse por una mejor gestión y suplementación del pasto disponible que compensa los menores crecimientos causados por paradas estacionales en la producción de pasto (Rodríguez Castañón, 1995), y por la mayor proporción de reproductoras normales que aportan mayor cantidad de leche al ternero y durante más tiempo (Menissier, 1982a).

La aparente superioridad del sistema semiintensivo para crecimiento predestete desaparece cuando se utiliza el peso real al destete. En el sistema de explotación con praderas mejoradas los destetes se realizan a mayor edad media (196 días), 17 días por encima del sistema tradicional, y 27 por encima de la media del sistema semiintensivo. Las estimas mínimo cuadráticas del peso al destete real (Tabla IV.17) del sistema semiintensivo es de 233 Kg, 10 Kg superior al peso medio del sistema con praderas mejoradas y 15 Kg superior al del sistema de explotación tradicional. El peso ajustado a 180 días según las recomendaciones BIF mantiene la superioridad en el sistema semiintensivo (Tabla IV.18), pero desaparecen la significación de las diferencias entre los sistemas tradicional y con praderas mejoradas. Esto se produce probablemente por la influencia de los pesos al nacimiento, que en el sistema tradicional son significativamente mayores, y quizás por el sesgo producido por el ajuste a edad fija, que produce una infraestimación de los pesos de los animales que se destetan por encima de la edad de referencia (Woodward *et al.*, 1989), como mayoritariamente sucede en el sistema de explotación con praderas mejoradas.

En las Figuras IV.14a, IV.14b, IV.14c y IV.14d se muestran las tasas de crecimiento de los terneros destetados por tramos de edad de 15 días y por sistema de explotación. El sistema de explotación semiintensivo muestra su superioridad en los pesos reales en todos los tramos de edad. El sistema con praderas mejoradas supera al tradicional cuanto más tarde se destetan los terneros. La GMD (Figura IV.14b) es siempre superior en el sistema semiintensivo especialmente en edades tempranas, manteniéndose alta y estable en los terneros destetados entre los 4 y 7,5 meses de edad, probablemente por una suplementación en su alimentación. En el sistema de explotación con praderas mejoradas se producen las menores velocidades de crecimiento predestete cuando la edad al destete es baja, lo que podría explicarse por el escaso número de datos disponibles; el sistema con praderas mejoradas presenta las lactaciones más largas, y, probablemente, los destetes tempranos se deben a la aparición de algún problema en la vaca o el ternero.

Tabla IV.17: Estadísticos más importantes y significación del peso al destete real (PD) en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
TOTALES	3.920	217,8	52,9	24,31	
SISTEMA DE EXPLOTACION					
Praderas mejoradas	613	236,9 ^a	67,5	28,49	223,4
Semiintensivo	382	226,2 ^b	59,5	26,30	233,5
Tradicional	2.925	212,7 ^c	47,2	22,19	217,9
SEXO DEL TERNERO					
Hembra	1.941	210,2 ^b	46,5	22,12	217,8
Macho	1.979	225,3 ^a	57,7	25,61	232,0
TIPO DEL TERNERO					
Culón	1.293	215,6 ^a	52,6	24,40	224,7
Aculonado	686	219,2 ^a	49,3	22,49	225,6
Normal	1.912	219,2 ^a	54,4	24,82	224,4
TIPO DE LA VACA					
Culona	410	207,9 ^b	50,0	24,05	222,8
Aculonada	385	209,6 ^b	56,1	26,77	225,6
Normal	2.769	221,6 ^a	52,2	23,56	226,3
PARTO DE LA VACA					
Primer parto	637	196,1 ^d	48,5	24,73	211,5
Segundo parto	620	211,5 ^c	51,4	24,30	222,7
Tercer parto	586	217,9 ^{bc}	51,9	23,82	226,0
Cuarto Parto	532	223,9 ^{ab}	54,8	24,48	229,5
Entre cinco y nueve	1.381	227,5 ^a	52,5	23,08	231,0
Diez o más de diez	164	225,1 ^a	49,8	22,12	228,7

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

En el sistema de explotación tradicional la velocidad de crecimiento de los terneros se reduce cuanto más se alarga la lactación, viéndose superado por el sistema con praderas mejoradas a partir de los 5 meses de edad del ternero, cuando el aporte de leche de la madre es menor y los terneros no pueden cubrir sus necesidades aumentando la ingestión de hierba (Baker *et al.*, 1981a,b) en unos momentos en que el pasto puede estar muy agotado por la parada estival y la presencia continua del ganado. A partir de los 7 meses y medio de lactación, en todos los sistemas de explotación se produce una reducción en la velocidad de crecimiento, probablemente debido al agotamiento de la producción lechera de la madre, y a que son las terneras, con destino fundamentalmente a reposición, las que son sometidas a lactaciones más largas.

Tabla IV.18: Estadísticos más importantes y significación del peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀) en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
TOTALES	3.920	219,2	43,7	19,94
SISTEMA DE EXPLOTACION				
Praderas mejoradas	613	220,2 ^b	49,9	22,66
Semiintensivo	382	239,5 ^a	45,5	19,00
Tradicional	2.925	216,3 ^b	41,3	19,09
SEXO DEL TERNERO				
Hembra	1.941	208,3 ^b	40,0	19,20
Macho	1.979	229,8 ^a	44,6	19,41
TIPO DEL TERNERO				
Culón	1.293	220,2 ^a	43,5	19,75
Aculonado	686	219,5 ^a	41,3	18,82
Normal	2.153	218,5 ^a	44,6	20,41
TIPO DE LA VACA				
Culona	410	210,9 ^b	43,9	20,82
Aculonada	385	212,6 ^b	43,4	20,41
Normal	2.769	221,9 ^a	43,2	19,47
PARTO DE LA VACA				
Primer parto	637	197,5 ^d	40,435	20,48
Segundo parto	620	209,1 ^c	42,023	20,10
Tercer parto	586	216,0 ^b	42,986	19,91
Cuarto Parto	532	222,9 ^a	47,914	21,49
Entre cinco y nueve	1.381	224,5 ^a	44,693	19,90
Diez o más de diez	164	222,0 ^a	38,919	17,53

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

El PD₁₈₀ muestra un comportamiento idéntico a la GMD (Figura IV.14b,c), siendo el crecimiento relativo el que presenta mayor homogeneidad entre sistemas (Figura IV.14d).

El efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación recoge entre el 30 y el 40% de la suma de cuadrados de los modelos ajustados para PD, GMD y PD₁₈₀. Las proporciones recogidas por las variables de manejo son similares a otras recogidas en la bibliografía (Kennedy y Henderson, 1975a; Nelsen y Kress, 1981). El crecimiento relativo, sin embargo, es más independiente del manejo, representando solamente el 20% de la variabilidad explicada por el modelo.

El mes de parto de la vaca influye significativamente en los caracteres de crecimiento, representando entre el 6 y el 8% de la suma de cuadrados del modelo (Tabla IV.15). La ganancia media diaria es menor en los terneros nacidos en los 3 primeros meses del año, con mínimos significativamente diferentes en febrero y marzo de 956 y 947 g/día (Figura IV.15a), indicando que los animales nacidos más tempranamente en invierno crecen más rápido y de forma más regular que los nacidos posteriormente en la misma estación (Low y Wood (1979). La GMD asciende paulatinamente para alcanzar las mayores tasas, en torno a los 1.030 g/día, de forma bastante estable, en los terneros nacidos entre agosto y diciembre.

Figura IV.14a: Evolución del peso al destete real por edad del ternero y sistema de explotación

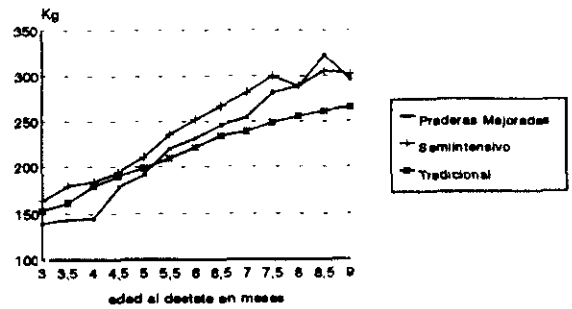


Figura IV.14b: Evolución de la ganancia media diaria predestete por edad del ternero y sistema de explotación

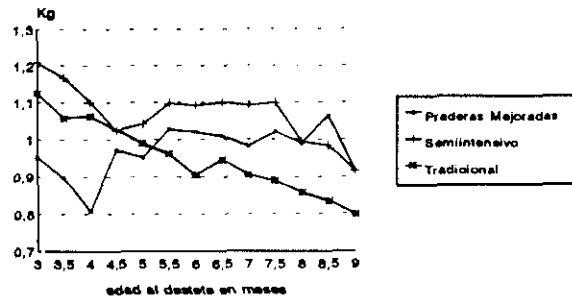


Figura IV.14c: Evolución del peso al destete ajustado a 180 días por edad del ternero y sistema de explotación

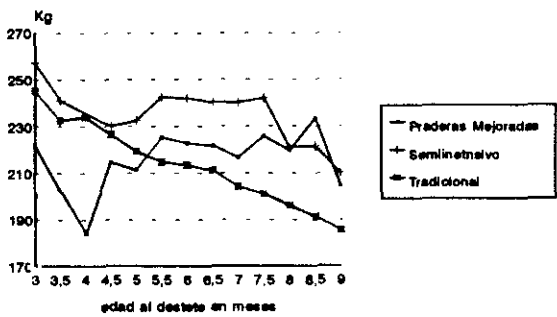
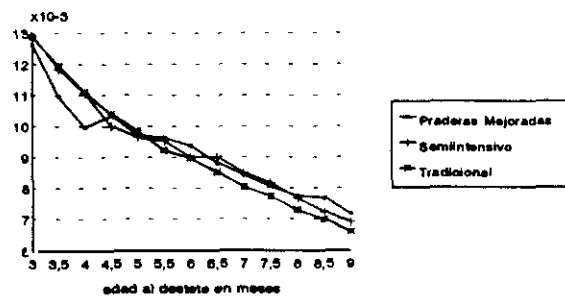
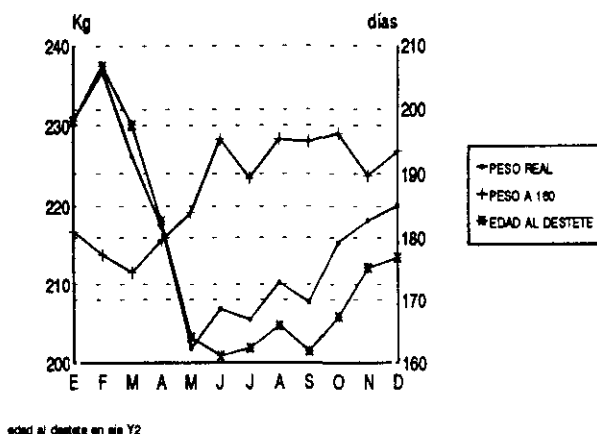


Figura IV.14d: Evolución de crecimiento relativo predestete por edad del ternero y sistema de explotación



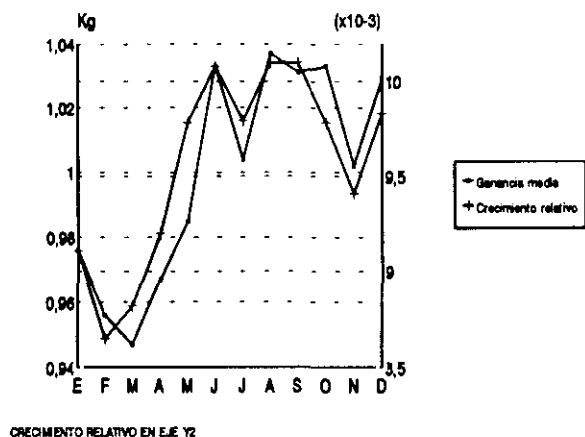
Los menores crecimientos de los terneros nacidos al final del invierno no parecen deberse al efecto de las restricciones alimentarias invernales sobre la producción de leche de la madre (Osoro, 1989). El efecto señalado debe adjudicarse a la influencia de la edad al destete según el mes de nacimiento del ternero. Los pesos reales al destete alcanzan sus mayores valores en los animales nacidos en los primeros meses del año en correspondencia con las mayores edades al destete (Figura IV.15b). Las edades medias al destete en los primeros meses del año rondan los 200 días, y descienden hasta estabilizarse en 160-165 días en los nacidos entre mayo y octubre para situarse en los 175 días en partos de noviembre y diciembre. Parece que los animales nacidos en invierno se destetan de forma sistemática a la bajada de los pastos a los 7 meses de edad por lo que su velocidad de crecimiento se ve afectada sin duda por el descenso de la producción lechera de la madre, su incapacidad de suplir esta falta de aporte mediante la mayor ingestión de pasto (Wright y Russel, 1987), y la sequía estival (Osoro, 1993). Los animales nacidos durante el período de pastoreo son destetados cuando se considera que su desarrollo es suficiente, a una edad de 5-5,5 meses, para proceder a su venta y evitar los costes e inconvenientes de su internada. Finalmente los nacidos al final del otoño se destetan ligeramente más tarde para que mejore su condición al aumentar la producción lechera de la madre en el primer

Figura IV.15a: Evolución del peso al destete real y ajustado a 180 días, y edad al destete, por mes de parto de la vaca



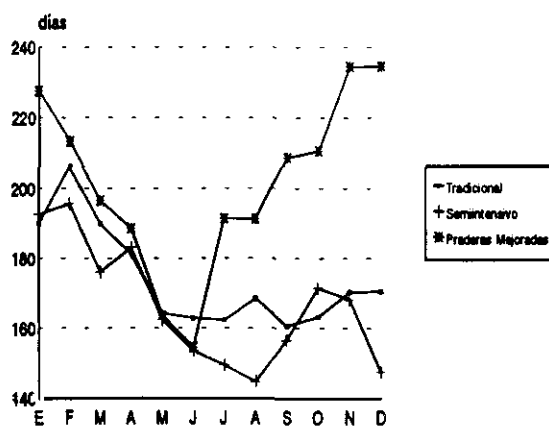
edad al destete en eje Y2

Figura IV.15b: Evolución de la ganancia media diaria y crecimiento relativo por mes de partos de la vaca



CRECIMIENTO RELATIVO EN EJE Y2

Figura IV.15c: Evolución de la edad al destete por sistema de explotación y mes de parto de la vaca



período de pastoreo, alcanzando las mayores GMD, permitiendo, sin embargo, el suficiente tiempo de pastoreo para la recuperación de la condición corporal de la vaca. Esto hace que los pesos ajustados para la edad del ternero sean significativamente superiores en los nacidos entre los meses de octubre y diciembre, situándose alrededor de los 225 Kg. En el resto del año, los pesos al destete ajustados de esta forma, se muestran muy estables, siendo ligeramente inferiores a la media entre marzo y mayo y ligeramente superiores a la media en el resto del año.

Los distintos sistemas de explotación muestran claras diferencias en la edad al destete en función del mes de parto de la vaca (Figura IV.15c). La edad al destete en el sistema tradicional es siempre ligeramente superior a la del sistema semiintensivo, aunque ambos muestran tendencias similares, compatibles con la tendencia general. El sistema con praderas mejoradas presenta mayores diferencias, probablemente por la menor importancia de la venta de terneros en las ferias tradicionales de otoño. En el sistema con praderas mejoradas los terneros se destetan a mayores edades que van descendiendo desde noviembre (8 meses) hasta el mínimo de junio (5 meses). A partir de junio las lactaciones se alargan, probablemente para rentabilizar los terneros nacidos fuera de estación con un destete tardío que posibilite un cebo corto.

El crecimiento relativo se muestra muy dependiente de la GMD (Ahunu y Makarechian, 1987), siendo el comportamiento del PD_{180} en todo similar al de la GMD.

El número de parto de la vaca influye significativamente en los caracteres de crecimiento excepto en el CR (Figuras IV.16a,b,c), de forma similar a lo encontrado por Ahunu y Makarechian (1987). El crecimiento relativo recoge la ganancia diaria por unidad de peso de partida (Fitzhugh y Taylor, 1971). El PN aumenta de forma muy regular hasta el quinto parto de la vaca manteniéndose estable en las vacas adultas, por lo que es posible que toda la variación en el CR debida a la edad de la vaca se recoja por la propia definición del CR y otras variables del modelo.

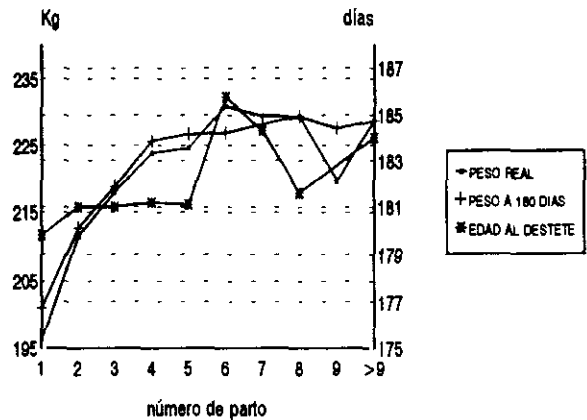
El peso al destete y la GMD del ternero aumentan casi linealmente hasta el cuarto parto (Elzo *et al.*, 1987), a partir del que se estabiliza en los 1.020 g/día, con un máximo no significativamente diferente de 1.037 g/día en el séptimo parto, tras lo que parece descender ligeramente a partir del décimo parto. Un comportamiento similar ha sido descrito numerosas veces en la bibliografía (Cundiff *et al.*, 1966; Nelsen y Kress, 1981). Crecimientos significativamente menores se dan en hembras primerizas (899 g/día), y de forma no significativamente diferente en vacas de segundo (955 g/día) y tercer parto (985 g/día). Estas diferencias deben atribuirse al distinto potencial lechero entre

hembras en desarrollo y adultas (Christian *et al.*, 1965; Lubritz *et al.*, 1989), ya que no hay diferencias significativas en la edad al destete del ternero por el número de parto de la vaca.

El peso al destete real muestra sus máximos entre el sexto y octavo parto, quizás como expresión del máximo potencial de la vaca (Lubritz *et al.*, 1989). Cuando el peso se ajusta para la edad al destete los pesos sólo son significativamente diferentes en esos partos alcanzando los 228-230 Kg.

El sexo del ternero es una fuente de variación significativa para todos los caracteres de crecimiento considerados aunque la importancia que representa para cada uno de ellos varía considerablemente. El sexo recoge un 15% de la variabilidad explicada por el modelo para GMD y PD₁₈₀, mientras que para peso al destete real y crecimiento relativo representa un 1,5% quizás por darse un tratamiento diferencial entre terneros machos y hembras que se traduzca en diferencias de velocidad de crecimiento. Las estimas de GMD y PD de los machos son respectivamente un 7,5% y 6,5% superiores a las de las hembras. Estas proporciones son inferiores a las recogidas normalmente en la bibliografía (Butson *et al.*, 1980; Nelsen y Kress, 1981), que suelen superar el 8%, probablemente porque la comparación de los rendimientos predestete se realiza a una edad base superior a los 180 días de la RAV.

Figura IV.16a: Evolución del peso al destete real, ajustado a 180 días, y edad al destete por número de parto de la vaca



edad al destete en que Y2

Figura IV.16b: Evolución de la ganancia media diaria y crecimiento relativo predestete por número de partos de la vaca

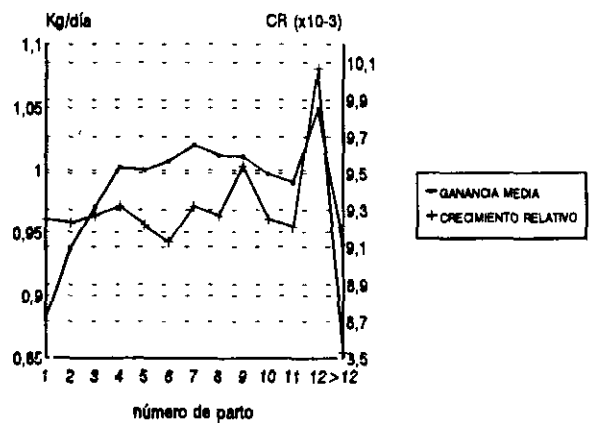
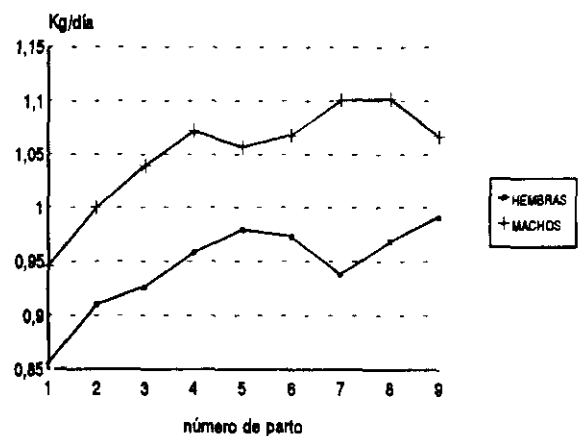


FIGURA IV.16c: Ganancia media diaria por sexo del ternero y parto de la vaca



El efecto del sexo parece ser independiente de la edad de la madre, ya que la interacción con el número de parto de la vaca no es significativa para ninguno de los caracteres considerados (Figura IV.16c).

El tipo del ternero sólo es fuente de variación significativa para el peso real al destete y el crecimiento relativo (Tabla IV.15), lo que parece lógico en ambos casos, ya que el tipo del ternero al nacimiento recoge el PN en forma de variable discreta. El PN presenta una fuerte correlación fenotípica con el PD, y el CR se define como ganancia diaria por unidad de peso de partida, por lo que para estos caracteres, el tipo del ternero al nacimiento debe representar un mayor porcentaje de la suma de cuadrados del modelo que en otros.

Sin embargo, aunque eran esperables diferencias significativas en la GMD de los terneros culones respecto de los normales como consecuencia de la expresión de una posible superioridad genética para caracteres de crecimiento (Menissier, 1982a), estas no se evidencian para el PD y GMD, aunque la diferencia entre estimas muestra una superioridad de 5 g/día de los terneros culones sobre los normales (Tabla IV.19). Sí existen diferencias significativas para el CR entre los terneros culones y los normales (Tabla IV.20) lo que resulta muy ilustrativo. El crecimiento relativo tiende a ser superior en los animales que presentan menores pesos al nacimiento (Gregory *et al.*, 1978), por lo que los terneros culones deberían tener un crecimiento relativo inferior al de los normales a iguales tasas de crecimiento. Sin embargo, en la base de datos RAV, el CR se muestra muy dependiente de la GMD, de tal manera que el CR de los terneros machos es superior al de las hembras (Tabla IV.20). En condiciones experimentales parece claro que existe una mayor capacidad de crecimiento de los terneros culones (Valls Ortiz *et al.*, 1972), superioridad que en condiciones de campo puede verse afectada por factores ambientales como una mayor sensibilidad a situaciones de estrés y restricciones alimentarias (Holmes y Robinson, 1970), y a que la mayor frecuencia de distocia para este tipo de terneros (Revuelta *et al.*, 1991) puede afectar tanto a la propia capacidad de crecimiento del ternero como a la capacidad maternal de la vaca (Meijering, 1984).

Tabla IV.19: Estadísticos más importantes y significación de la ganancia media diaria predestete (GMD) en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
TOTALES	3.920	0,985	0,230	23,80	
SISTEMA DE EXPLOTACION					
Praderas mejoradas	613	0,998 ^b	0,266	26,65	0,997
Semiintensivo	382	1,082 ^a	0,248	22,92	1,063
Tradicional	2.925	0,970 ^c	0,222	22,89	0,986
SEXO DEL TERNERO					
Hembra	1.941	0,933 ^b	0,216	23,15	0,979
Macho	1.979	1,037 ^a	0,241	23,24	1,053
TIPO DEL TERNERO					
Culón	1.293	0,977 ^a	0,233	23,85	1,016
Aculonado	686	0,998 ^a	0,224	22,44	1,020
Normal	1.912	0,991 ^a	0,239	24,12	1,023
TIPO DE LA VACA					
Culona	410	0,942 ^b	0,236	25,05	1,009
Aculonada	385	0,948 ^b	0,232	24,47	1,015
Normal	2.769	0,999 ^a	0,232	23,22	1,011
PARTO DE LA VACA					
Primer parto	637	0,899 ^d	0,209	23,25	0,934
Segundo parto	620	0,955 ^c	0,220	23,04	1,003
Tercer parto	586	0,985 ^b	0,228	23,15	1,021
Cuarto Parto	532	1,016 ^a	0,260	25,59	1,046
Entre cinco y nueve	1.381	1,025 ^a	0,236	23,02	1,052
Diez o más de diez	164	1,004 ^{ab}	0,207	20,62	1,037

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

En cualquier caso, la interacción entre el sexo y el tipo del ternero es significativa para todos los caracteres de crecimiento considerados (Tabla IV.15). Las diferencias entre estimas de machos y hembras de los tipos normal y aculonado, son similares entre sí, y compatibles con las diferencias entre estimas debidas al sexo. Sin embargo, las diferencias entre machos y hembras culones son, en todos los casos, menores que las diferencias debidas a sexo (Tabla IV.21). Salvo en CR, las estimas de los machos culones no son superiores a las de los machos normales, hecho que sí aparece en el caso de las hembras. Si se acepta una superioridad genética para caracteres de crecimiento de los terneros culones, ésta debería aparecer preferentemente en los machos, que parecen mostrar más evidentemente los caracteres asociados a la cularidad (Menissier, 1982a), como sucede con el PN.

Por esta razón puede darse una acumulación de los casos de partos distócicos en los machos culones, lo que impediría la manifestación de su mayor capacidad de crecimiento (Dreyer, 1973; Menissier *et al.*, 1981c), mientras que esto no sucedería en las terneras culonas. Por otra parte, en el sistema de explotación tradicional puede realizarse un ligero acabado de los machos normales próximos al destete para mejorar su conformación y facilitar su venta (Rodríguez Castañón, 1995).

Tabla IV.20: Estadísticos más importantes y significación del crecimiento relativo predestete (CR) en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA ⁺	DESVIACION TIPICA ⁺	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA ⁺
TOTALES	3.920	9,380	1,995	21,26	
SISTEMA DE EXPLOTACION					
Praderas mejoradas	613	9,066 ^c	1,658	18,29	9,283
Semiintensivo	382	9,831 ^a	2,177	22,14	9,672
Tradicional	2.925	9,386 ^b	2,023	21,55	9,381
SEXO DEL TERNERO					
Hembra	1.941	9,555 ^b	1,999	20,92	9,270
Macho	1.979	9,200 ^a	2,007	21,82	9,621
TIPO DEL TERNERO					
Culón	1.322	9,138 ^b	2,022	22,13	9,475
Aculonado	698	9,304 ^{ab}	9,304	100,00	9,435
Normal	2.153	9,335 ^a	2,209	23,66	9,406
TIPO DE LA VACA					
Culona	415	9,230 ^a	2,127	23,04	9,435
Aculonada	385	9,251 ^a	2,000	21,62	9,414
Normal	3.060	9,232 ^a	1,978	21,43	9,488
PARTO DE LA VACA					
Primer parto	637	9,379 ^a	1,884	20,09	9,023
Segundo parto	620	9,389 ^a	2,202	23,45	9,397
Tercer parto	586	9,381 ^a	1,923	20,50	9,464
Cuarto Parto	532	9,398 ^a	2,042	21,73	9,590
Entre cinco y nueve	1.381	9,375 ^a	1,962	20,93	9,623
Diez o más de diez	164	9,323 ^a	1,986	21,30	9,576

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

⁺: ($\times 10^{-3}$)

Tabla IV.21: Estimaciones minimocuadráticas y errores estándar del Peso al destete real, Ganancia media diaria predestete, Peso al destete ajustado a 180 días, y Crecimiento relativo predestete, por sexo y tipo del ternero.

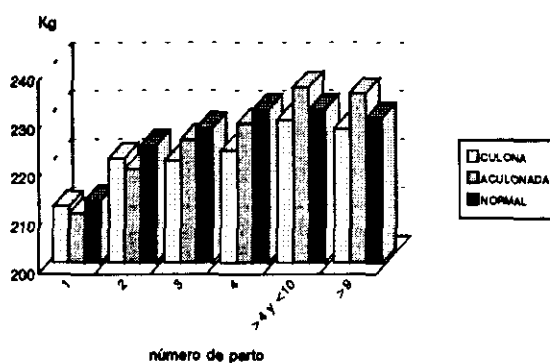
SEXO Y TIPO DEL TERNERO	PESO AL DESTETE REAL	GANANCIA MEDIA DIARIA	PESO A 180 DIAS	CRECIMIENTO RELATIVO ($\times 10^{-3}$)
HEMBRAS				
Culonas	219,9 \pm 2,16	0,990 \pm 0,01	220,1 \pm 2,80	9,335 \pm 0,07
Aculonadas	217,8 \pm 2,58	0,977 \pm 0,02	217,9 \pm 2,72	9,249 \pm 0,08
Normales	215,7 \pm 2,10	0,969 \pm 0,01	216,4 \pm 2,21	9,227 \pm 0,06
MACHOS				
Culones	229,5 \pm 2,12	1,042 \pm 0,01	229,5 \pm 2,24	9,616 \pm 0,07
Aculonados	233,5 \pm 2,61	1,064 \pm 0,01	223,4 \pm 2,75	9,662 \pm 0,08
Normales	233,1 \pm 2,05	1,052 \pm 0,01	231,4 \pm 2,17	9,586 \pm 0,06

De forma contraria al tipo del ternero, el tipo de la vaca sólo es fuente de variación significativa para la GMD y, por lo tanto, para PD₁₈₀, aunque su importancia en la explicación del crecimiento predestete es muy pequeña (Tabla IV.15). Las estimaciones de los caracteres de crecimiento de los hijos de hembras culonas son siempre menores que las de las reproductoras normales, siendo las de los hijos de hembras aculonadas intermedios y más próximos a las de las hembras normales como es usual encontrar en la bibliografía para muchos caracteres productivos de los animales heterocigotos para el gen culón (Menissier, 1982a). Las hembras culonas destetan terneros 3,5 Kg más ligeros y sus hijos crecen 5,5 g/día menos que los de las hembras normales. Esto puede deberse, además de una mayor frecuencia de distocia en las hembras culonas (Arthur *et al.*, 1988), a un menor de leche al ternero, en lactaciones más cortas.

El descenso de producción lechera de las hembras culonas puede cifrarse en 800-1.000 Kg respecto de las hembras no culonas de la misma población (Hanset, 1994, comunicación personal).

La significación de la interacción del número de parto con el tipo de la vaca para el peso al destete real y el crecimiento relativo señala nuevamente las deficiencias de capacidad de cría de las hembras culonas respecto de las normales. Menissier (1982a) señala que el descenso de producción lechera de las hembras culonas es más evidente en el segundo parto y siguientes. En la RAV, las hembras normales y aculonadas aumentan el peso al destete de sus hijos linealmente con

Figura IV.17: Peso al destete por número de parto y tipo de la vaca



el número de parto hasta la edad adulta. Sin embargo, los pesos al destete de los hijos de hembras culonas parecen estabilizarse en el segundo parto y siguientes (Figura IV.17).

IV.3.3.1.- Influencia del Peso al Nacimiento

El PN constituye una fuente de variación muy significativa de los caracteres de crecimiento cuando se considera como variable regresora. El porcentaje de la variabilidad explicada por el modelo recogida por el PN varía en cada caso, siendo lógicamente mayor en los casos de CR (17%) y PD₁₈₀ (8%), ya que el PN entra directamente en la definición de esos caracteres. Las correlaciones encontradas entre el PN (Tabla IV.22) y los cuatro caracteres considerados, son muy significativas y de signo positivo salvo en el caso del CR cuyo signo es lógicamente negativo. Es frecuente encontrar en la bibliografía correlaciones más altas con el PN tanto para peso al destete y ganancia media diaria (Butson *et al.*, 1980; Bourdon y Brinks, 1982) como para crecimiento relativo (Gregory *et al.*, 1978), aunque esto puede deberse a que las estimas se realizan a partir de datos experimentales.

Tabla IV.22: Correlaciones fenotípicas entre peso al nacimiento y caracteres de crecimiento predestete (peso al destete real, ganancia media diaria predestete, peso al destete ajustado a 180 días y crecimiento relativo predestete) en la RAV.

	PESO AL DESTETE	GANANCIA MEDIA DIARIA	PESO A 180 DÍAS	CRECIMIENTO RELATIVO
PESO AL NACIMIENTO	0,20	0,13	0,30	-0,31

El peso al destete se incrementa en 1,1 Kg y la ganancia media diaria en 0,7 g/día por Kg de desviación de la media de PN. Estas estimas son menores que otras que se pueden encontrar en la bibliografía (Singh *et al.*, 1970; Butson *et al.*, 1980), posiblemente porque en el modelo empleado se encuentran otras variables que recogen en cierta medida las diferencias en PN.

IV.3.3.2.- Efecto de la Edad al Destete

La edad media al destete de los terneros en la RAV es de 6 meses (Tabla IV.23), aunque existe una amplia variación entre sistemas de explotación y entre ganaderías dentro de sistema. Las recomendaciones BIF (1986), asumidas en el Programa de Mejora de la RAV, proponen un ajuste del peso al destete a una edad de referencia, en la RAV 180 días, mediante el siguiente cambio de variable:

$$PD_{180} = (GMD * 180) + PN$$

siendo el PD_{180} el peso al destete ajustado a la edad de referencia, GMD la ganancia media diaria hasta el destete calculada como $(PD-PN)/EDAD$ (peso al destete real (PD) menos peso al nacimiento (PN) entre edad real al destete (EDAD)), multiplicada por la edad de referencia y sumado al peso al nacimiento (PN).

Este método de ajuste ha recibido críticas en el sentido de no optimizar la independencia del peso ajustado de la edad real del ternero al destete (Minyard y Dinkel, 1965; Rossi *et al.*, 1992), y, especialmente, por producir un sesgo en los pesos del ternero por sobreestimación de los pesos de los animales destetados realmente antes de la edad de referencia, y una infraestimación de los destetados con posterioridad a esa edad (Minyard y Dinkel, 1965; Woodward *et al.*, 1989).

Para evitar este sesgo se propone utilizar el método de ajuste en un estricto rango de edades (± 45 días), en los que parece comportarse suficientemente bien (Rossi *et al.*, 1992) a cambio de eliminar de los análisis un importante número de animales. Sin embargo, la eliminación de una parte sustancial de los registros disponibles está poco justificado desde el punto de vista estadístico, y supone encarecer el enorme coste que supone la recogida de datos de campo. El deseo, o el interés en bases de datos con pequeño número de registros, de aprovechar el mayor número posible de datos disponibles, hace necesario revisar los métodos de ajuste a una edad base constante (Woodward *et al.*, 1989).

Minyard y Dinkel (1965) proponen, para comprobar la bondad del ajuste, considerar el grado de reducción de los coeficientes de regresión y correlación del peso sobre la edad al destete. Woodward *et al.* (1989) y Rossi *et al.* (1992) proponen el cálculo de los factores de ajuste para cada carácter considerado dentro de número de parto y sexo del ternero.

Tabla IV.23: Estadísticos más importantes y significación de la edad al destete (EDAD) en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
TOTALES	3.920	180,9	43,6	24,10
SISTEMA DE EXPLOTACION				
Praderas mejoradas	613	196,1 ^a	40,6	20,70
Semiintensivo	382	168,6 ^c	43,2	25,62
Tradicional	2.925	179,4 ^b	43,4	24,19
SEXO DEL TERNERO				
Hembra	1.941	184,9 ^a	43,1	23,31
Macho	1.979	177,2 ^b	43,7	24,66
TIPO DEL TERNERO				
Culón	1.293	177,7 ^b	43,2	24,31
Aculonado	686	182,4 ^a	43,1	23,63
Normal	1.912	182,9 ^a	44,0	24,06
TIPO DE LA VACA				
Culona	410	179,6 ^c	41,3	23,00
Aculonada	385	178,4 ^a	44,9	25,17
Normal	2.769	182,2 ^a	43,9	24,09
PARIDAD DE LA VACA				
Primer parto	637	176,1 ^b	41,2	23,40
Segundo parto	620	181,0 ^{ab}	43,6	24,09
Tercer parto	586	181,2 ^{ab}	42,4	23,40
Cuarto Parto	532	181,1 ^{ab}	44,9	24,79
Entre cinco y nueve	1.381	182,7 ^a	44,4	23,18
Diez o más de diez	164	184,0 ^a	44,1	22,32

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0,05$.

Moda = 183

En las Tablas IV.24 y IV.25 se muestra la influencia de la edad al destete del ternero en los cuatro caracteres considerados. Todos los coeficientes de regresión lineal son distintos de cero con una mayor influencia de la edad en el peso al destete real (34%) que sobre la GMD y PD₁₈₀ (23 y 18% respectivamente). El paralelismo del PD₁₈₀ y la GMD es total, lo que es explicable si se tiene en cuenta que el PD₁₈₀ es equivalente a una ganancia diaria igual a $GMD + (PN/180)$. El componente PN/180 tiene un valor muy pequeño respecto de la GMD, por lo que la influencia fundamental en el comportamiento del PD₁₈₀ la aporta la GMD. El coeficiente lineal del PD es mucho mayor que el

del PD_{180} , siendo el de la GMD muy próximo a cero (Schaeffer y Wilton, 1974; Ahunu y Makarechian, 1986), debido a que la GMD, y por tanto el PD_{180} está intrínsecamente ajustado al efecto de la edad del ternero (Kennedy y Henderson, 1975a). Como era de esperar a partir de las Figuras IV.14b y IV.14c, los coeficientes lineales de la GMD y PD_{180} son negativos. El crecimiento relativo está enormemente influido por la componente lineal de la edad al destete (53%). El crecimiento relativo es la ganancia de peso por unidad de peso de partida y día (Fitzhugh y Taylor, 1971). La ganancia de peso disminuye cuando aumentan los días de lactancia permaneciendo el peso inicial constante.

Tabla IV.24: Coeficientes de regresión lineal y sus errores estándar (EE) de las variables Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD_{180}), y Crecimiento relativo (CR) sobre la edad del ternero al destete calculados dentro del número de parto de la vaca y sexo del ternero.

CLASES PARTO*SEXO	I(EDAD)±EE			
	PD	GMD ($\times 10^{-2}$)	PD_{180}	CR ($\times 10^{-4}$)
PRIMER PARTO				
Hembra	0,60 ^{***} ±0,053	-,16 ^{***} ±0,031	-,29 ^{***} ±0,056	-,36 ^{***} ±0,017
Macho	0,75 ^{***} ±0,054	-,11 ^{***} ±0,032	-,19 ^{***} ±0,057	-,32 ^{***} ±0,017
SEGUNDO PARTO				
Hembra	0,55 ^{***} ±0,050	-,20 ^{***} ±0,029	-,36 ^{***} ±0,053	-,37 ^{***} ±0,016
Macho	0,84 ^{***} ±0,049	-,10 ^{***} ±0,029	-,19 ^{***} ±0,052	-,32 ^{***} ±0,015
TERCER PARTO				
Hembra	0,68 ^{***} ±0,052	-,16 ^{***} ±0,030	-,28 ^{***} ±0,055	-,34 ^{***} ±0,016
Macho	0,79 ^{***} ±0,050	-,14 ^{***} ±0,030	-,26 ^{***} ±0,053	-,34 ^{***} ±0,016
CUARTO PARTO				
Hembra	0,63 ^{***} ±0,053	-,21 ^{***} ±0,031	-,38 ^{***} ±0,056	-,37 ^{***} ±0,017
Macho	0,68 ^{***} ±0,050	-,23 ^{***} ±0,019	-,41 ^{***} ±0,053	-,39 ^{***} ±0,016
ENTRE CINCO Y NUEVE PARTOS				
Hembra	0,58 ^{***} ±0,033	-,23 ^{***} ±0,019	-,42 ^{***} ±0,035	-,39 ^{***} ±0,010
Macho	0,79 ^{***} ±0,032	-,16 ^{***} ±0,019	-,28 ^{***} ±0,034	-,35 ^{***} ±0,010
MAS DE NUEVE PARTOS				
Hembra	0,83 ^{***} ±0,092	-,08 ^{**} ±0,054	-,14 ^{**} ±0,098	-,32 ^{***} ±0,029
Macho	0,71 ^{***} ±0,099	-,19 ^{***} ±0,058	-,35 ^{***} ±0,108	-,37 ^{***} ±0,031

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

Tanto los coeficientes como los errores estándar de la GMD deben multiplicarse por 10^{-2} .

Tanto los coeficientes como los errores estándar del CR deben multiplicarse por 10^{-4} .

Los coeficientes cuadráticos de la GMD y PD_{180} , aunque se acercan mucho a la significación no lo son (Tabla IV.25). Cuando en el modelo no se incluye el PN la regresión cuadrática pasa a ser significativa en los dos caracteres. En la bibliografía el coeficiente cuadrático es en ocasiones significativo y en otras carece de significación, tal vez dependiendo de la raza o sistema de manejo (Ahunu y Makarechian, 1986; Rossi *et al.*, 1992). La aparición de significación en el componente cuadrático de las variables de ganancia predestete parece lógico si se asume que el límite del comportamiento lineal de la ganancia diaria son los 250 días de edad del ternero (Schaeffer y Wilton, 1974). Se calcularon los factores de regresión lineales y cuadráticos para edad del ternero con los registros comprendidos entre 180 ± 45 días de edad al destete, esto es, en el rango marcado por Schaeffer y Wilton (1974), y los coeficientes cuadráticos de PD, GMD y PD_{180} resultaron ser no significativos, y los coeficientes lineales significativos y muy próximos en valor a los calculados en el rango 180 ± 90 días. El CR parece más sensible a la influencia de la edad ya que ambos coeficientes calculados en el rango 180 ± 45 días resultaron muy significativos.

Como cabía esperar, todos los coeficientes lineales son muy significativos. Los coeficientes lineales para el PD son de signo positivo y de valor en rango de 0,6 a 0,8 Kg/día, aunque menores que los encontrados por Woodward *et al.* (1989) en la población de Simmental americano. Los coeficientes lineales de la GMD y PD_{180} son siempre negativos y con valores entre para GMD entre -0,0010 y -0,0023, y entre -0,19 y -0,41 para el PD_{180} . Los coeficientes lineales para el PD_{180} son de rango similar a los calculados por Woodward *et al.* (1989) para peso ajustado a 205 ± 45 días, y mayores y más consistentes que los calculados por Rossi *et al.* (1992) para peso ajustado a 180 ± 35 días. Esto puede deberse a que en las edades utilizadas por los primeros se expresan variaciones en el crecimiento similares a las de la base de datos de la RAV, lo que no sucede en el segundo caso. Los coeficientes lineales para el CR son muy significativos, negativos, y de valor muy similar desde -0,000032 a -0,000039.

Tabla IV.25: Coeficientes de regresión cuadrática y sus errores estándar (EE) de las variables Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) sobre la edad del ternero al destete calculados dentro de parto de la vaca y sexo del ternero.

CLASES PARTO*SEXO	q(EDAD) ± EE			
	PD (x10 ⁻²)	GMD (x10 ⁻⁵)	PD ₁₈₀ (x10 ⁻³)	CR (x10 ⁻⁶)
PRIMER PARTO				
Hembra	-,08 ^{ns} ± 0,110	0,33 ^{ns} ± 0,647	0,59 ^{ns} ± 1,163	0,15 ^{***} ± 0,03
Macho	-,03 ^{ns} ± 0,117	0,21 ^{ns} ± 0,686	0,38 ^{ns} ± 1,236	0,13 ^{***} ± 0,04
SEGUNDO PARTO				
Hembra	-,24* ± 0,104	-,53 ^{ns} ± 0,610	-,95 ^{ns} ± 1,097	0,10 ^{***} ± 0,03
Macho	-,04 ^{ns} ± 0,101	0,50 ^{ns} ± 0,595	0,90 ^{ns} ± 1,071	0,12 ^{***} ± 0,03
TERCER PARTO				
Hembra	-,02 ^{ns} ± 0,112	0,57 ^{ns} ± 0,664	1,02 ^{ns} ± 1,195	0,13 ^{***} ± 0,04
Macho	-,07 ^{ns} ± 0,110	0,24 ^{ns} ± 0,647	0,44 ^{ns} ± 1,164	0,13 ^{***} ± 0,03
CUARTO PARTO				
Hembra	-,02 ^{ns} ± 0,108	0,99 ^{ns} ± 0,637	1,77 ^{ns} ± 1,147	0,16 ^{***} ± 0,03
Macho	-,05 ^{ns} ± 0,104	1,34* ± 0,612	2,42* ± 1,102	0,19 ^{***} ± 0,03
ENTRE CINCO Y NUEVE PARTOS				
Hembra	-,14* ± 0,067	0,38 ^{ns} ± 0,392	0,68 ^{ns} ± 0,706	0,13 ^{***} ± 0,02
Macho	-,09 ^{ns} ± 0,066	0,24 ^{ns} ± 0,390	0,44 ^{ns} ± 0,703	0,13 ^{***} ± 0,02
MAS DE NUEVE PARTOS				
Hembra	-,19 ^{ns} ± 0,197	-,47 ^{ns} ± 1,156	-,84 ^{ns} ± 2,081	0,11 ^{ns} ± 0,06
Macho	-,09 ^{ns} ± 0,219	1,64 ^{ns} ± 1,288	2,96 ^{ns} ± 2,317	0,23 ^{***} ± 0,07

ns: no significativo; *: p < 0,05; **: p < 0,01; ***: p < 0,001.

Tanto los coeficientes como los errores estándar del PD deben multiplicarse por 10⁻², los de la GMD por 10⁻⁵, los del PD₁₈₀ por 10⁻³, y los del CR por 10⁻⁶.

La significación del coeficiente cuadrático del peso al destete real parece provenir fundamentalmente de las hembras, que presentan coeficientes significativos en hembras adultas y de segundo parto.

Los coeficientes lineales dentro del sexo macho son mayores que dentro del sexo hembra para el PD, GMD y PD₁₈₀, revelando el mayor potencial de crecimiento de los machos (Woodward *et al.*, 1989).

El comportamiento de la edad del ternero dentro de número de parto de la madre (Tabla IV.26) coincide con el señalado por Woodward *et al.*, (1989). Los coeficientes lineales parecen ser muy estables para PD, y en este caso también para el CR, al aumentar la edad de la madre, pero son casi continuamente crecientes para la GMD y PD₁₈₀ desde las novillas de primer parto hasta vacas adultas. Esto provoca una nueva fuente de

sesgo en los pesos ajustados a edad fija según las recomendaciones BIF (1986) por sobreestimación de los pesos de los hijos de hembras adultas (Woodward *et al.*, 1989).

Parece, por tanto, que a partir del ajuste a PD₁₈₀ serán elegidos mayoritariamente hijos de hembras adultas que hayan sido destetados de forma temprana. El sesgo entre una vaca adulta y una primeriza es de 10 Kg, y entre una vaca adulta y una de tercer parto de 7 Kg (Figura IV.18).

Figura IV.18: Incremento del sesgo en el peso ajustado a 180 días por el número de parto de la vaca

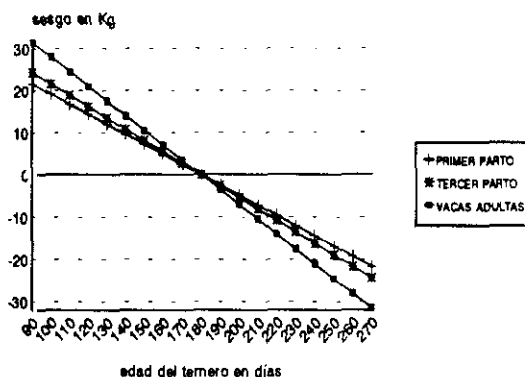


Tabla IV.26: Coeficientes lineales del Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀), y Crecimiento relativo predestete (CR) por número de parto de la vaca.

PARTO DE LA VACA	PD	GMD	PD ₁₈₀	CR
PRIMER PARTO	0,67***	-,0013***	-,24***	-,0000342***
SEGUNDO PARTO	0,69***	-,0015***	-,27***	-,0000349***
TERCER PARTO	0,73***	-,0015***	-,27***	-,0000343***
CUARTO PARTO	0,65***	-,0022***	-,40***	-,0000382***
ENTRE CINCO Y NUEVE PARTOS	0,69***	-,0019***	-,35***	-,0000368***
MAS DE NUEVE PARTOS	0,76***	-,0014***	-,26***	-,0000351***

***: p < 0,001.

En la Tabla IV.27 se aprecia que el ajuste de los datos produce un gran descenso en el valor de los coeficientes lineales de regresión de los caracteres de crecimiento sobre la edad del ternero al destete. Sin embargo el ajuste no parece ser del todo adecuado ya que la edad al destete como regresora lineal sigue siendo significativa para todos los caracteres de crecimiento predestete, y se siguen obteniendo coeficientes significativos en abundantes clases de número de parto y sexo del ternero, en especial en reproductoras jóvenes. Además, la falta de ajuste parece tener un marcado

componente sexual, es decir el PD parece haber sido sobreajustado en hembras, apareciendo un signo negativo en todos los coeficientes, mientras que el efecto contrario aparece en los machos. En los caracteres GMD, PD₁₈₀ y CR, son fundamentalmente los machos los que presentan coeficientes significativos, pareciendo haber sido infraajustados los terneros machos hijos de hembras jóvenes.

Tabla IV.27: Coeficientes de regresión lineal I(EDAD) y sus errores estándar (EE) para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) ajustados para edad al destete.

CLASES PARTO*SEXO	I(EDAD) ± EE			
	PD	GMD (x10 ⁻³)	PD ₁₈₀	CR (x10 ⁻⁵)
PRIMER PARTO				
Hembra	-,09 ^{ns} ± 0,054	0,15 ^{ns} ± 0,315	0,03 ^{ns} ± 0,057	-,03 ^{ns} ± 0,167
Macho	0,06 ^{ns} ± 0,053	0,66* ± 0,316	0,12* ± 0,057	0,33* ± 0,168
SEGUNDO PARTO				
Hembra	-,14 ^{ns} ± 0,050	-,24 ^{ns} ± 0,293	-,04 ^{ns} ± 0,053	-,15 ^{ns} ± 0,156
Macho	0,15 ^{ns} ± 0,049	0,70* ± 0,289	0,12* ± 0,052	0,33* ± 0,153
TERCER PARTO				
Hembra	-,02 ^{ns} ± 0,052	0,18 ^{ns} ± 0,304	0,03 ^{ns} ± 0,055	0,14 ^{ns} ± 0,161
Macho	0,10 ^{ns} ± 0,050	0,30 ^{ns} ± 0,300	0,05 ^{ns} ± 0,532	0,17 ^{ns} ± 0,157
CUARTO PARTO				
Hembra	-,06 ^{ns} ± 0,053	-,34 ^{ns} ± 0,313	-,06 ^{ns} ± 0,056	0,13 ^{ns} ± 0,166
Macho	-,01 ^{ns} ± 0,050	-,56 ^{ns} ± 0,291	-,10 ^{ns} ± 0,052	-,32* ± 0,155
ENTRE CINCO Y NUEVE PARTOS				
Hembra	-,11 ^{ns} ± 0,033	-,61* ± 0,194	-,11 ^{ns} ± 0,035	-,26* ± 0,103
Macho	0,10 ^{ns} ± 0,032	0,17 ^{ns} ± 0,188	0,03 ^{ns} ± 0,034	0,05 ^{ns} ± 0,100
MAS DE NUEVE PARTOS				
Hembra	0,13 ^{ns} ± 0,092	0,94 ^{ns} ± 0,543	0,17 ^{ns} ± 0,098	0,36 ^{ns} ± 0,288
Macho	0,01 ^{ns} ± 0,098	-,20 ^{ns} ± 0,580	-,04 ^{ns} ± 0,104	-,14 ^{ns} ± 0,307

ns: no significativo; *: p < 0,05; **: p < 0,01; ***: p < 0,001.

Tanto los coeficientes como los errores estándar de la GMD deben multiplicarse por 10⁻³.

Tanto los coeficientes como los errores estándar del CR deben multiplicarse por 10⁻⁵.

Se calcularon los factores de ajuste lineales y cuadráticos dentro de cada sexo del ternero (Tabla IV.28). Todos los coeficientes lineales resultaron ser significativos. El coeficiente cuadrático de PD para los machos no fue significativo (p=0,41). En el caso de la GMD y el PD₁₈₀, los coeficientes cuadráticos para los machos tienden a la significación (p=0,056), mientras que el de las

hembras está muy alejado de ella ($p=0,2$). Este hecho puede revelar no sólo diferencias sexuales en el crecimiento de machos y hembras, sino, probablemente, un manejo distinto. Las hembras, destinadas fundamentalmente a reposición, no reciben apoyo alimentario alguno en las fases tardías de la lactación, lo que provoca un descenso rápido y sostenido de su GMD, mientras que los machos, que serán vendidos en su mayoría, pueden recibir algún aporte de concentrado para mejorar su conformación (Alonso, 1987), por lo que su GMD declina más lentamente. Esto puede permitir a los machos mantener una linealidad en su peso al destete real, lo que no sucede en las hembras.

Tabla IV.28: Coeficientes lineales y cuadráticos para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀) y Crecimiento relativo (CR), por sexo del ternero en la RAV.

SEXO	PD	GMD	PD ₁₈₀	CR
HEMBRAS				
l(EDAD)	0,612 ^{***}	-,00196 ^{***}	-,35 ^{***}	-,37x10 ⁻⁴ ^{***}
q(EDAD)	-,001091 ^{***}	3,2x10 ⁻⁶ ns	5,7x10 ⁻⁴ ns	0,13x10 ⁻⁶ ***
MACHOS				
l(EDAD)	0,774 ^{***}	-,00151 ^{***}	-,27 ^{***}	-,35x10 ⁻⁴ ***
q(EDAD)	-,000348 ^{ns}	4,7x10 ⁻⁶ ns	8,5x10 ⁻³ ns	0,14x10 ⁻⁶ ***

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

El ajuste para el efecto de la edad dentro de sexo del ternero se reveló más conveniente puesto que tanto la componente lineal como cuadrática del PD resultaron no significativas con la variables ajustada (Tabla IV.29). Para el carácter PD sólo mantiene la significación el coeficiente lineal de hembras nacidas de vacas viejas. Las componentes lineales de la GMD y el PD₁₈₀ sufrieron una gran reducción de su significación en el modelo de estimación ($p=0,014$) y las covariables cuadráticas no fueron significativas. Los coeficientes lineales significativos que todavía se encuentra para GMD y PD₁₈₀ toman un pequeño valor de (0,4-0,7 g/día). El CR se comportó de forma similar. La componente cuadrática resultó no significativa y la lineal débilmente significativa ($p=0,04$), siendo significativo sólo uno de los coeficientes lineales dentro de sexo del ternero y parto de la madre.

Tabla IV.29: Coeficientes de regresión lineal I(EDAD) y sus errores estándar (EE) para Peso al destete real (PD), Ganancia media diaria predestete (GMD), Peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀), y Crecimiento relativo (CR) ajustados para edad al destete dentro de sexo del ternero.

CLASES PARTO*SEXO	I(EDAD) ± EE			
	PD	GMD (x10 ⁻³)	PD ₁₈₀	CR (x10 ⁻⁵)
PRIMER PARTO				
Hembra	-0,01 ^{ns} ± 0,054	0,37 ^{ns} ± 0,315	0,07 ^{ns} ± 0,057	0,07 ^{ns} ± 0,167
Macho	-0,02 ^{ns} ± 0,053	0,43 ^{ns} ± 0,316	0,08 ^{ns} ± 0,057	0,24 ^{ns} ± 0,168
SEGUNDO PARTO				
Hembra	-0,06 ^{ns} ± 0,049	-0,02 ^{ns} ± 0,293	-0,00 ^{ns} ± 0,053	-0,05 ^{ns} ± 0,156
Macho	0,06 ^{ns} ± 0,049	0,47 ^{ns} ± 0,289	0,09 ^{ns} ± 0,052	0,24 ^{ns} ± 0,153
TERCER PARTO				
Hembra	-0,06 ^{ns} ± 0,051	0,40 ^{ns} ± 0,308	0,07 ^{ns} ± 0,055	0,24 ^{ns} ± 0,161
Macho	0,02 ^{ns} ± 0,053	0,07 ^{ns} ± 0,296	0,01 ^{ns} ± 0,532	0,08 ^{ns} ± 0,157
CUARTO PARTO				
Hembra	0,01 ^{ns} ± 0,053	-0,12 ^{ns} ± 0,313	-0,02 ^{ns} ± 0,056	-0,03 ^{ns} ± 0,166
Macho	-0,10 ^{ns} ± 0,049	-0,79 ^{ns} ± 0,292	-0,14 ^{ns} ± 0,053	-0,41 ^{ns} ± 0,155
ENTRE CINCO Y NUEVE PARTOS				
Hembra	-0,02 ^{ns} ± 0,033	-0,39 [*] ± 0,194	-0,07 [*] ± 0,035	-0,16 ^{ns} ± 0,103
Macho	0,02 ^{ns} ± 0,032	-0,06 ^{ns} ± 0,188	-0,01 ^{ns} ± 0,033	-0,04 ^{ns} ± 0,100
MAS DE NUEVE PARTOS				
Hembra	0,21 [*] ± 0,092	1,16 [*] ± 0,543	0,21 [*] ± 0,097	0,46 ^{ns} ± 0,288
Macho	0,07 ^{ns} ± 0,099	-0,43 ^{ns} ± 0,580	-0,08 ^{ns} ± 0,104	-0,23 ^{ns} ± 0,307

ns: no significativo; *: p < 0,05; **: p < 0,01; ***: p < 0,001.

Tanto los coeficientes como los errores estándar de la GMD deben multiplicarse por 10⁻³.

Tanto los coeficientes como los errores estándar del CR deben multiplicarse por 10⁻⁵.

IV.3.3.3.- Influencia de la Duración de la Gestación

Las correlaciones fenotípicas entre la DG y los caracteres de crecimiento predestete fue baja pero significativa, tomando los valores de 0,056 para peso real al destete, 0,047 para velocidad de crecimiento, 0,08 para peso a 180 días, y -0,06 para crecimiento relativo.

Estos valores son cercanos al 0,04 y 0,02 encontrados por Burfening *et al.* (1978) para peso al destete ajustado a 205 días y velocidad de crecimiento respectivamente, lo que parece implicar que

una mayor capacidad de crecimiento está ligada a gestaciones más largas. Sin embargo, Bourdon y Brinks (1982) encuentran valores de -0,09 para velocidad de crecimiento y -0,04 para peso al destete ajustado a 205 días. El valor negativo de la correlación con el peso al destete a 205 días puede parecer lógico por el sobreajuste que reciben los animales más jóvenes, entre los que posiblemente tienden a estar aquellos que han tenido gestaciones más largas (Brinks *et al.*, 1991), pero difícil de entender si se tienen en cuenta las altas correlaciones fenotípicas y genéticas del PN con los caracteres de crecimiento predestete, y la moderadamente alta correlación genética y fenotípica hallada entre PN y DG por los mismos autores.

Los valores negativos de la correlación fenotípica y covariable de crecimiento relativo sobre la DG parece lógica si se tiene en cuenta que los animales más pequeños al nacimiento, asociados a gestaciones más largas, tienden a tener crecimientos relativos más bajos (Gregory *et al.*, 1978). El grado de madurez al nacimiento presenta una correlación genética negativa con el crecimiento relativo (Fitzgugh y Taylor, 1971).

En los modelos que incluyan el PN, la DG no presentó influencia significativa (Tabla IV.30). Burfening *et al.* (1978) encuentran que la DG no influye sobre los caracteres de crecimiento cuando se introduce el PN en el modelo. En los modelos en que se eliminó el PN, la DG tuvo una influencia significativa para peso al destete real y crecimiento relativo, y fue muy cercana a la significación ($p=0,056$) para peso a 180 días, probablemente por la influencia del PN en su definición.

Tabla IV.30: Coeficientes de determinación (R^2), porcentaje de participación de la duración de la gestación en la suma de cuadrados del modelo (%SCM), y valor de la covariable de duración de la gestación en los modelos explicativos de caracteres de crecimiento predestete que no incluyan el peso al nacimiento.

VARIABLE DE CRECIMIENTO	R^2	% SCM	VALOR DE LA COVARIABLE
Peso real	0,60	0,13	0,25* Kg/día de gestación
Ganancia media diaria	0,31	0,05	0,5** g/día de gestación
Peso a 180 días	0,34	0,31	0,24** Kg/día de gestación
Crecimiento relativo	0,60	0,36	-,161x10 ⁻⁴ ***

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$.

Los valores de las covariables son cercanos a otros encontrados en la bibliografía para pesos al destete, pero mucho menor en el caso de la ganancia diaria (Burfening *et al.*, 1978a,b).

IV.4.- DURACION DE LA GESTACION

IV.4.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

La DG en ganado bovino es un carácter de fuerte determinación genética que presenta heredabilidades medias (Andersen y Plum, 1965), y que por sus correlaciones genéticas con el PN (Bourdon y Brinks, 1982) y distocia (Nadarajah y Burnside, 1989), ha sido propuesto como carácter susceptible de mejora para reducir los pesos al nacimiento sin afectar a los caracteres de crecimiento predestete (Burfening *et al.*, 1979; Bourdon y Brinks, 1982; Brinks *et al.*, 1991). En cualquier caso, es posible que los genes que regulan el crecimiento desde la concepción hasta el nacimiento sean, en gran medida, los mismos que regulan el crecimiento hasta el destete (Lasley *et al.*, 1961).

Se han descrito muchos factores que influyen en la DG, pero de entre ellos, la edad de la vaca (o número de parto) y el sexo del ternero parecen considerarse los factores mas importantes (Andersen y Plum, 1965).

IV.4.1.1.- Efectos Asociados a la Madre

IV.4.1.1.1.- *Edad y Tamaño de la Madre*

La DG de las novillas primerizas parece ser significativamente menor que la de las vacas multíparas (Azzam y Nielsen, 1987) manteniéndose estable a partir del segundo parto y siguientes (Bourdon y Brinks, 1982; Nadarajah *et al.*, 1989) aunque se han descrito diferencias entre las gestaciones de las vacas de segundo parto y las siguientes (Azzam y Nielsen, 1987).

Estas diferencias pueden estar ligadas a diferencias en el tamaño de la madre. Nadarajah *et al.* (1989) encuentran en ganado Holstein canadiense que las vacas de gran tamaño retrasan su parto 0,2 y 0,4 días respecto de las vacas de tamaño medio y pequeño.

IV.4.1.1.2.- *Tipo de la Madre*

El efecto de la hipertrofia muscular hereditaria sobre la DG no está bien determinado, y las informaciones disponibles no son coincidentes (Menissier, 1982a). Si bien se ha referenciado una mayor DG en las vacas culonas (Raimondi, 1963; Hanset, 1985), los resultados obtenidos por otros equipos no encuentran diferencias (Valls Ortiz *et al.*, 1972; Vissac *et al.*, 1973). Michaux et Hanset (1986) encuentran en Blanc-Bleu Belge gestaciones mas largas en las novillas *mixtes* que en las *viandeuses* salvo en el caso de acabar en cesárea.

IV.4.1.2.- Efectos Asociados al Ternero

IV.4.1.2.1.- *Tamaño del Ternero*

El tamaño del ternero, medido normalmente por el PN está estrechamente ligado a la DG (Nadarajah *et al.*, 1989; Brinks *et al.*, 1991), pudiendo tener ambos caracteres una relación no lineal (Burfening *et al.*, 1978). La correlación fenotípica entre ambos caracteres es clara pudiendo oscilar entre 0,14 y 0,52 (Andersen y Plum , 1965) siendo frecuente encontrar en la bibliografía valores alrededor de 0,2-0,3 (Burfening *et al.*, 1978; Selk y Buchanan, 1991).

IV.4.1.2.2.- *Sexo del Ternero*

Aunque no siempre se encuentran diferencias significativas (Andersen y Plum, 1965), el sexo del ternero tiene una influencia significativa sobre la DG. Los machos parecen retrasar el parto alrededor de un día sobre las hembras (Lasley *et al.*, 1961; Liboriussen, 1979). Sin embargo, cuando la DG se ajusta por los efectos ambientales mas importantes la influencia del sexo puede ser menor aunque conservando la significación (Nadarajah *et al.*, 1989).

IV.4.1.2.3.- *Tipo del Ternero*

Como la influencia de la Hipertrofia Muscular en las madres, la influencia del carácter culón en el ternero sobre la DG no está bien determinada, y es posible que las mayores duraciones de la gestación encontradas por algunos autores en hembras culonas (Raimondi, 1963; Hanset, 1985) sean debidas a la mayor frecuencia de obtención de terneros culones a partir de estas hembras. Echevarría

et al., 1988) encuentran en la RAV que los terneros culones retrasan su parto 1 día sobre los terneros normales, aunque esta diferencia no es significativa.

IV.4.1.3.- Otros Efectos

IV.4.1.3.1.- Raza

La DG parece estar fuertemente determinada por la raza de los animales (Andersen y Plum, 1965). Esta influencia se manifiesta tanto en raza pura como en cruzamiento, siendo significativas las diferencias producidas por la raza del semental como por la raza de la madre (Liboriussen, 1979; Bourdon y Brinks, 1982).

IV.4.1.3.2.- Epoca de Parto y Nivel de Alimentación

La DG parece alargarse en los meses de invierno (Andersen y Plum, 1965), aunque no siempre se encuentran diferencias significativas. Estas diferencias no parecen estar ligadas a las restricciones alimentarias invernales que suele sufrir el ganado de carne. Corah *et al.* (1975) observan una fuerte reducción de la duración de la gestación (5 días) en la vaca subalimentada, mientras que fuertes aportes de energía alimentaria en el período preparto parecen tender a prolongar la gestación (Preston y Willis, 1977).

IV.4.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.4.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado los registros de partos simples disponibles en la base de datos del Control de Rendimientos de la RAV. El cálculo de la DG se ha realizado a partir del último servicio IA o monta natural conocido. Debido al carácter no experimental de los datos y a la abundancia de cubriciones en servicio de monta natural, los registros de duración inferior y superior a 271 y 304 días respectivamente han sido considerados erróneos. Los límites corresponden aproximadamente a ± 3 desviaciones típicas de la duración de la DG (Nadarajah, *et al.*, 1989; Azzam y Nielsen, 1987) ($287 \pm 6,2$ días) de la RAV calculada por Alonso (1987).

De los datos útiles se utilizaron 5.040 de los que se conocía el sexo del ternero y el número de parto de la vaca. De 5.024 de ellos se conocía además el tipo del ternero (culón, aculonado y normal), y de 4.697 el tipo de la madre (culona, aculonada o normal). En 4.209 registros se conocía el PN.

IV.4.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó un modelo que por comodidad sólo se detalla en sus efectos principales:

$$DG_{ijklmnop} = SIS_i + NA_{(j)} + M_k + P_l + TV_m + S_n + T_o + I(PN_{ijklmnop}) + \epsilon_{ijklmnop}, \quad (4)$$

siendo:

- $DG_{ijklmnop}$: la observación de la variable dependiente duración de la gestación;
- SIS_i : el sistema de explotación con 3 niveles ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;
- $NA_{(j)}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j=1... 65$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k= 1... 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l=1... 6$): primerizas, segundo parto, tercer parto, cuarto parto, de cinco a nueve partos, y vacas de mas de nueve partos;
- TV_m : el efecto del tipo de la vaca ($m:1... 3$): culona, aculonada, y normal;
- S_n : el efecto del sexo del ternero ($n=1,2$): macho y hembra;
- T_o : el efecto del tipo del ternero ($o=1... 3$): culón, aculonado, y normal;

- $l(PN_{ijklmnop})$: el PN de la observación, desviado de la media, como covariable lineal.
- $\epsilon_{ijklmnop}$: el error asociado a la observación.

El modelo completo incluía, además, las interacciones de primer orden $P*S_{ln}$, $P*TV_{lm}$, $P*T_{lo}$, $S*T_{no}$, $TV*S_{mn}$ y $TV*T_{mo}$.

IV.4.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

La duración media de la gestación en la RAV en partos simples es de 287 días, significativamente superior a los 282 días encontrados para los partos gemelares (Tabla IV.31). La DG parece estar fuertemente ligada a la raza, oscilando entre los 279 días de la Aberdeen Angus y los 291 de la Brown Swiss (Andersen y Plum, 1965). Los 287 días de la RAV son compatibles con la capacidad de la RAV para producir terneros pesados al nacimiento (Echevarría *et al.*, 1988).

El modelo empleado (Tabla IV.32) explica una pequeña parte de la variabilidad de la DG ($R^2=0,115$). Esto puede deberse a una gran influencia genética en la determinación del carácter (Bourdon y Brinks, 1982; Azzam y Nielsen, 1991) no incluida en el modelo. Las heredabilidades estimadas para este carácter oscilan entre 0,25 y 0,50 (Andersen y Plum, 1965). Las variables sistema de explotación, núcleo-año de parto jerarquizado a sistema de explotación, mes de parto, número de parto de la vaca, sexo del ternero, tipo del ternero, el PN y las interacciones entre el número de parto de la vaca y el sexo del ternero, sexo y tipo del ternero, y sexo del ternero y tipo de la vaca resultaron significativas. El tipo de la vaca resultó ser muy cercano a la significación ($p=0,0503$).

Tabla IV.31: Estadísticos mas importantes sobre la duración de la gestación en la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA†	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
TIPO DE PARTO				
GEMELAR	96	282,19 ^b	6,07	2,15
SIMPLE	5.040	287,06 ^a	6,07	2,11
SEXO DEL TERNERO				
Hembra	2.541	286,9 ^a	6,05	2,11
Macho	2.499	287,4 ^a	6,07	2,11
SISTEMA DE EXPLOTACION				
Praderas mejoradas	438	288,3 ^a	6,49	2,25
Semiintensivo	518	286,5 ^b	6,40	2,23
Tradicional	4.084	286,7 ^b	5,96	2,08
MUMERO DE PARTO				
Primerizas	790	286,5 ^d	5,93	2,07
Segundo parto	762	287,0 ^{bc}	6,17	2,15
Tercer parto	708	286,7 ^c	6,05	2,11
Cuarto parto	652	287,2 ^b	5,92	2,06
Entre cinco y nueve	1.901	287,3 ^{ab}	6,08	2,11
Mas de nueve partos	227	288,1 ^a	6,04	2,10
TIPO DEL TERNERO				
Culón	1.758	287,5 ^a	6,26	2,17
Aculonado	938	287,3 ^b	5,72	1,99
Normal	2.326	286,7 ^c	6,02	2,10
TIPO DE LA VACA				
Culona	546	287,0 ^a	6,34	2,21
Aculonada	493	287,1 ^a	6,04	2,10
Normal	3.658	287,4 ^a	6,04	2,10

Letras distintas expresan medias brutas significativamente diferentes para $p < 0.05$.

†: Representa la media minimocuadrática excepto para tipo de parto.

Tabla IV.32: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo de las variables introducidas en el modelo explicativo de la duración de la gestación en la RAV.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE EXPLOTACION	2	772,1 ^{***}	8,69
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	63	77,8 ^{***}	27,57
MES DE PARTO	11	163,3 ^{***}	10,10
PARIDAD DE LA VACA	1	306,9 ^{***}	1,73
SEXO DEL TERNERO	1	1035,7 ^{***}	5,83
TIPO DEL TERNERO	2	742,4 ^{***}	8,35
TIPO DE LA VACA	2	99,7 ^{ns}	1,12
INTERACCIONES			0,00
PARIDAD*SEXO	5	75,6 [*]	2,13
PARIDAD*TIPO	10	29,0 ^{ns}	1,63
PARIDAD*TIPO DE LA VACA	10	50,8 ^{ns}	2,86
SEXO*TIPO DEL TERNERO	2	117,5 [*]	1,32
TIPO*TIPO DE LA VACA	4	41,0 ^{ns}	0,92
SEXO*TIPO DE LA VACA	2	112,7 [*]	1,27
COVARIABLES			0,00
I(PESO AL NACIMIENTO)	1	3483,3 ^{***}	19,59
error	4.008	33,3	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,115	
VALOR DE LA COVARIABLE		0,138	

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

% SCM: Porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo

El sistema de explotación es una fuente de variación significativa de la DG recogiendo aproximadamente el 9% de la suma de cuadrados del modelo. La significación parece estar originada por la mayor duración media (Tabla IV.31) de las gestaciones en el sistema de explotación con praderas mejoradas (entre 1,5 y 2 días) respecto de las DG en los sistemas semiintensivo y tradicional, que, a su vez, no presentan diferencias significativas entre sí. Estas diferencias no son fáciles de explicar. Sin que puedan descartarse diferencias genéticas entre los animales explotados en los diferentes sistemas, la menor duración de la DG del sistema tradicional puede explicarse por llegar la mayor parte de las vacas al parto después de una fuerte restricción alimentaria en los meses de invernada (Corah *et al.*, 1975). Sin embargo, las vacas del sistema semiintensivo pueden tener un alto

aporte de energía alimentaria en los últimos meses de gestación lo que tendería a prolongar la gestación (Preston y Willis, 1977). La mayor DG en el sistema de explotación con praderas mejoradas puede deberse al acúmulo de los partos entre diciembre y mayo (63%) que son los meses en que la gestación alcanza mayor duración. Los meses de verano (de junio a septiembre) parecen reducir la DG en 1,27 días respecto al resto del año.

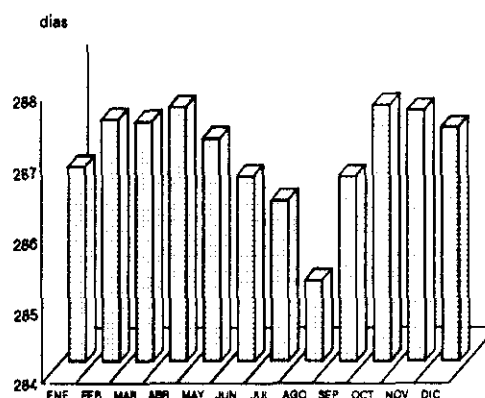
El núcleo-año jerarquizado a sistema de explotación recoge una parte importante de la variabilidad de la DG explicada por el modelo (28%). Esta variable, además de una parte del fondo ambiental y especialmente genético existente, puede absorber otros factores de influencia en la DG no recogidos en la base de datos analizada, como el tamaño y/o peso de la vaca (Foot *et al.*, 1960; Nadarajah *et al.*, 1988).

El mes de parto de la vaca tiene una influencia muy significativa en la DG. Las medias de DG se mantienen estables y sin diferencias significativas desde octubre a mayo, siempre por encima de los 287 días excepto en enero. En los restantes meses cae por debajo de esa cifra apareciendo el mínimo en agosto (285 días) (Figura IV.19). El efecto de la época de parto sobre la DG parece claro (Brakel *et al.*, 1952), con un alargamiento de

las gestaciones en los meses de invierno (Andersen y Plum, 1965), aunque muchos autores no encuentran diferencias significativas (Selk y Buchanan, 1991). A la vista de los datos recogidos en la RAV, podrían no encontrarse diferencias significativas en la DG entre épocas de parto si las parideras estuvieran concentradas en los meses de primavera y otoño.

El PN recoge el 20% de la suma de cuadrados del modelo (Tabla IV.32), pero su influencia parece ir más allá. Cuando la covariable PN no se incluye en el modelo las interacciones entre el sexo y el tipo del ternero, y entre el sexo del ternero y el número de parto de la vaca pasan a ser no significativas. Existe una importante correlación fenotípica y genética entre DG y PN del ternero (Selk y Buchanan, 1991; Bourdon y Brinks, 1982), y ambos caracteres están influenciados por el sexo del ternero y el número de parto. La gestación parece alargarse 0,14 días por cada Kg desviado de la media de PN en la RAV, valor similar al encontrado en ganado Angus por Brinks *et al.* (1991).

Figura IV.19: Duración de la gestación por mes de parto



El sexo y el tipo del ternero influyen significativamente en la DG, recogiendo el 6 y el 8% de la suma de cuadrados del modelo respectivamente (Tabla IV.32).

Las diferencias encontradas debidas al sexo son las esperables a partir de lo descrito en la bibliografía. Los terneros machos parecen retrasar el parto 0,5 días sobre las hembras (Tabla IV.31), valor similar a la estima encontrada en ganado Holstein canadiense por Nadarajah *et al.* (1989). Sin embargo la diferencia entre medias brutas debidas al sexo es cercana al día (Lasley *et al.*, 1961; Alonso, 1987) y no significativa.

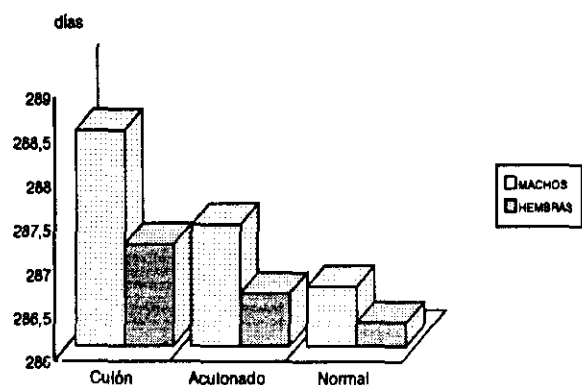
La presencia de hipertrofia muscular en el ternero parece retrasar el parto (Raimondi, 1963; Hanset, 1962, citado por Vissac *et al.*, 1973; Alonso, 1987). Probablemente el comportamiento de los heterocigotos y homocigotos para el gen culón se ajusta al modelo de dominancia parcial para ese gen. Los animales heterocigotos presentan para muchos caracteres un comportamiento mas cercano a los animales normales que al de los culones homocigotos (Thiessen y Rollins, 1982; Hanset, 1985). Las medias de las gestaciones que acaban con partos de animales culones, aculonados, o normales, son significativamente diferentes, siendo 1,4 y 0,9 días (Tabla IV.31) superior la de los culones sobre la de los terneros normales y aculonados respectivamente. Los terneros aculonados alargan la gestación en 0,5 días sobre los normales.

El alargamiento de la DG puede suponer un retraso de los animales hipertróficos en la llegada al grado de madurez necesaria, en el eje hipotálamo-hipófisis-adrenales, para que se produzca el parto. La señal que provoca el desencadenamiento del

parto es una mayor producción de corticoides por el ternero (Hoffmann *et al.*, 1979). Michaux *et al.* (1982), en terneros sometidos a valoración individual en estación, encuentran que la hipertrofia muscular provoca un cambio en el fisiologismo hormonal que expresaría una madurez mas tardía de las funciones endocrinas.

Como cabía esperar, la interacción entre el sexo y el tipo del ternero tiene una influencia significativa en el modelo. La cularidad parece expresarse en mayor grado en los machos (Menissier,

Figura IV.20: Duración de la gestación por sexo y tipo del ternero



1982b). Dentro de cada sexo se mantienen las diferencias significativas en cada categoría de cularidad (Figura IV.20) aunque las diferencias son siempre mayores en los machos, con un máximo de 1,77 días entre machos culones y normales, para 0,88 días de diferencia entre las mismas categorías en hembras.

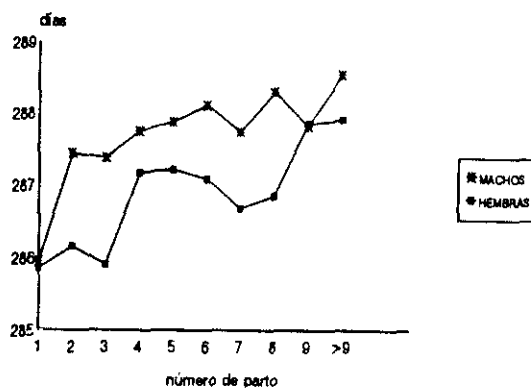
El número de parto de la vaca influye significativamente en la DG, retrasándose el parto progresivamente con la edad de la madre (Figura IV.21). Las novillas primerizas paren 0,9 días antes que las de segundo parto, y estas 0,7 días antes que las vacas adultas (Tabla IV.31). Andersen y Plum (1965), señalan una media de adelanto del parto de 1 día en novillas primerizas sobre la media de las vacas multíparas. Las primerizas adelantan

el parto en 1,1 días y las vacas de 10 o más partos lo retrasan 1,2 días respectivamente sobre la media de DG, de forma similar a lo señalado por Brinks *et al.* (1991) en Angus.

El incremento de DG con el número de parto de la vaca parece estar ligado al sexo del ternero (Jafar *et al.*, 1950). La interacción el número de parto de la vaca y el sexo del ternero recoge el 2% de la variabilidad explicada por el modelo, pero no es significativa cuando en el modelo no está presente el PN. La significación parece provenir fundamentalmente de las vacas de segundo parto o más. En primerizas la edad de la madre parece primar sobre el sexo del ternero, no habiendo diferencias significativas entre medias muy próximas. Sin embargo en vacas de segundo parto el comportamiento entre sexos es totalmente diferente: las hembras presentan una media de DG comparable y no estadísticamente diferente a la de las vacas primerizas (Tabla IV.33), mientras que los machos presentan una media significativamente superior a las hembras y no significativamente diferente de las DG de las vacas adultas. En vacas de 3 o más partos los machos y las hembras presentan medias significativamente diferentes entre sí.

La variable tipo de la vaca no influye significativamente en la DG, aunque se acerca mucho a la significación ($p=0,0503$). Cuando el análisis se realiza sin incluir el sistema de manejo y el núcleo-año jerarquizado a sistema utilizando el efecto núcleo-año de parto como grupo de

Figura IV.21: Duración de la gestación por número de parto de la vaca y sexo del ternero



comparación, el tipo de la vaca incrementa su significación ($p=0,02$) sin que apenas se produzca variación en el coeficiente de determinación ($R^2=0,104$), que se mantiene en niveles bajos.

Tabla IV.33: Estadísticos mas importantes sobre la duración de la gestación en la RAV según paridad de la vaca y sexo del ternero.

PARTO Y SEXO	NUMERO DE DATOS	MEDIA'	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION
PRIMERIZAS				
Hembras	409	286,4 ^d	5,96	2,08
Machos	381	286,7 ^d	5,95	2,08
SEGUNDO PARTO				
Hembras	379	286,4 ^{cd}	6,14	2,15
Machos	383	287,5 ^b	6,14	2,14
TERCER PARTO				
Hembras	363	286,0 ^{bc}	5,79	2,03
Machos	345	287,4 ^{ab}	6,23	2,17
CUARTO PARTO				
Hembras	350	287,3 ^{bc}	6,06	2,11
Machos	302	287,2 ^{ab}	5,75	2,00
DE CINCO A NUEVE				
Hembras	932	287,0 ^{bc}	6,11	2,13
Machos	969	287,6 ^{ab}	6,02	2,09
MAS DE NUEVE				
Hembras	108	287,9 ^b	5,91	2,05
Machos	119	288,3 ^a	6,17	2,14

Letras distintas expresan medias significativamente diferentes por el orden de parto para $p < 0,05$.

†: Representa la estima minimocuadrática.

Se volvió a analizar la influencia de la cularidad en la vaca sobre la DG sustituyendo el tipo de la vaca por dos variables que comparaban: ausencia contra presencia del gen en un caso, y homocigosis para el gen contra no homocigosis en el segundo. Ambas variables fueron significativas para $p < 0,05$. La diferencia entre estimas mínimo cuadráticas fue de 0,24 días de retraso en el parto de las vacas normales respecto de la suma de las vacas culonas y aculonadas, y de 0,13 días de retraso en el parto de la suma de las vacas normales y aculonadas respecto de las culonas. El retraso del parto de las vacas normales sobre el de las aculonadas parece ser de 0,11 días.

Estos resultados parecen ser coherentes con otros encontrados en la bibliografía. Alonso (1987) encuentra en la RAV un retraso del parto no significativo de 0,4 días de las hembras normales sobre las culonas. Michaux y Hanset (1986), en Blanc-Bleu Belge, encuentran que las novillas culonas presentan gestaciones entre 0,2 y 0,5 días más cortas que las *mixtes*, mayoritariamente heterocigotas.

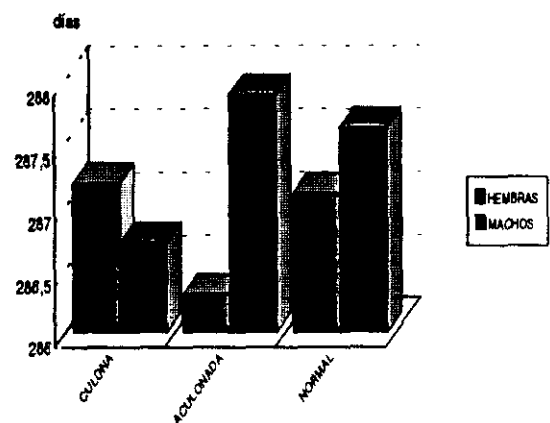
La influencia real en este carácter debe atribuirse a las hembras homocigotas para la hipertrofia muscular. Además de la falta de linealidad del comportamiento de la cularidad antes señalado, en el caso de las hembras adultas se presenta una gran dificultad en la clasificación fenotípica de la cularidad (Menissier, 1982b), dificultad que aumenta con el número de parto de la vaca. Es posible que entre las vacas aculonadas se encuentre un número indeterminado de vacas normales de buen formato carnícero, y que en la categoría N se encuentren vacas heterocigotas.

La razón de que vacas que tienen mayor probabilidad de parir un ternero hipertrófico parezcan adelantar el parto puede deberse a que dentro de grupo de comparación, esto es, dentro de grupos de manejo genéticamente homogéneos, los animales culones presentan un menor tamaño adulto (Menissier, 1982a), habiendo sido referenciado que el mayor tamaño de la vaca alarga la DG (Andersen y Plum, 1965).

Las interacciones entre el tipo y el número de parto de la vaca, y entre el tipo de la vaca y el tipo del ternero resultaron no significativas. Sin embargo, parece que los diferentes tipos de vaca tienen comportamientos diferentes según el sexo de su hijo (Figura IV.22). Las vacas culonas y normales presentan una diferencia entre estimas de la DG de terneros machos o hembras de 0,5-0,6 días, coherente con la diferencia general, mientras que las vacas aculonadas llegan a 1,5 días de diferencia

según el sexo de sus hijos. Este efecto es de difícil explicación, y puede deberse a una mala clasificación de los terneros en el momento del nacimiento. Se pueden clasificar como aculonados al nacimiento animales normales de gran desarrollo y peso al parto (Alonso, 1988), que normalmente han de tener una gestación mas larga.

Figura IV.22: Duración de la gestación por tipo de la vaca y sexo del ternero



IV.5.- EDAD AL PRIMER PARTO

IV.5.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

La edad al primer parto es determinante en el comportamiento reproductivo de la vaca a lo largo de su existencia. Parece existir una alta correlación entre la edad al primer parto y la edad en los partos sucesivos, así como entre las edades al parto y el intervalo entre partos siguiente. Como consecuencia, no parece posible compensar partos tardíos con intervalos entre partos cortos (Michaux *et al.*, 1987).

Por otro lado, el momento en el que se decide la fecundación de las novillas depende tanto de factores fisiológicos y ambientales como de económicos y de explotación.

IV.5.1.1.- Llegada a la Pubertad

Pueden existir diferencias raciales (Ferrel, 1982) en cuanto a la edad y peso necesarios para la llegada a la pubertad. Aunque puede haber un umbral de edad en la aparición de la pubertad en razas menos precoces (Olleta *et al.*, 1993), el efecto ritmo de crecimiento-peso vivo parece tener mayor importancia que la edad en que las novillas queden gestantes (Morris, 1980; Osoro y Alenda, 1988). La ganancia diaria predestete y el peso al destete parecen ser determinantes en este sentido (Aman *et al.*, 1981). Vallet y Manière (1991) en novillas de raza Charolais nacidas a principio del invierno y manejadas para alcanzar el parto a los tres años, señalan como limitante de la fertilidad el ritmo de crecimiento de la novilla en el segundo invierno. El peso al que las novillas alcanzan la preñez parece rondar dos tercios del peso adulto (Osoro y Alenda, 1988; Vallet y Manière, 1991).

La hipertrofia muscular afecta a la llegada a la pubertad en las hembras. Vissac *et al.* (1974) señala un retraso en la llegada a la madurez sexual en novillas de raza Charolais: sólo el 50% de las novillas culonas incluídas en aquel trabajo eran cíclicas a los 30 meses de edad, en contraste con la ciclicidad del 100% de las novillas normales.

IV.5.1.2.- Factores Ambientales

El efecto de la época de nacimiento sobre la llegada a la pubertad no está bien esclarecido. Diferentes autores ofrecen informaciones contradictorias sobre el particular (Hansen, 1985). Estas discrepancias no sorprenden cuando se tiene en cuenta que el desarrollo sexual de la novilla se realiza en sucesivas y diferentes estaciones.. Por lo tanto, el efecto de la época de nacimiento puede confundirse con el de otros estadíos en el desarrollo prepuberal.

Hansen (1985) concluye a partir del experimento de Schillo *et al.* (1982), que el ambiente de otoño-invierno durante los seis meses de vida de la novilla acelera la llegada a la pubertad, mientras que recibir el mismo ambiente entre los 6 y 12 meses de edad la retrasa.

IV.5.1.3.- Factores de Explotación

La edad al primer parto, en cualquier caso, está determinada en gran medida por una decisión del ganadero. La exposición al toro estará determinada por el interés bien en un primer parto precoz que reduzca los costes de producción, o bien en un parto más tardío que no afecte al tamaño adulto de la vaca. Otras fuentes de decisión dependerán del sistema de explotación, de la utilización óptima de los recursos económicos de la explotación, del método de inseminación elegido, o de la necesidad de atender los primeros partos (Michaux *et al.*, 1987).

IV.5.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.5.2.1.- Datos Utilizados

Se dispuso de la fecha de nacimiento de 901 novillas para el cálculo de la edad al primer parto (EPP), de las que además se conocía el tipo: culón, aculonado, o normal en 823 casos.

IV.5.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó el siguiente modelo:

$$EPP_{ijklm} = SIS_i + NA_{0j} + M_k + TV_l + TS_{il} + \epsilon_{ijklm} \quad (5)$$

siendo:

- EPP_{ijklm} : la observación de la variable dependiente edad al primer parto;
- SIS_i : el efecto del sistema de explotación ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;
- NA_{0j} : el efecto del núcleo de control-año de nacimiento de la novilla jerarquizado a sistema de explotación ($j= 1... 87$);
- M_k : el efecto del mes de nacimiento de la novilla ($k=1... 12$);
- TV_l : el efecto del tipo de la novilla ($l=1... 3$): culona, aculonada y normal;
- TS_{il} : el efecto de la interacción del tipo de la novilla con el sistema de explotación;
- ϵ_{ijklm} : el error asociado a la observación.

IV.5.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

La edad media al primer parto calculada a partir de la base de datos analizada en esta Memoria fue de 1.024 días (34 meses), cifra señalada por Cañón *et al.* (1993b) con una base de datos de menor tamaño muestral.

El modelo explicativo de EPP presenta un alto coeficiente de determinación para un carácter reproductivo ($R^2=0,407$). Las variables sistema de manejo, núcleo-año de nacimiento de la novilla jerarquizado a sistema de explotación, tipo de la novilla y la interacción del tipo de la novilla con el sistema de explotación, resultaron significativas (Tabla IV.34).

Tabla IV.34: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo (en porcentaje) de las variables introducidas en el modelo explicativo de la edad al primer parto en la RAV.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE EXPLOTACION	2	1262696,3 ^{***}	14,38
NUCLEO-AÑO DE NACIMIENTO JERARQUIZADO A SISTEMA	85	156314,0 ^{***}	75,63
MES DE NACIMIENTO DE LA NOVILLA	11	43545,3 ^{**}	2,73
TIPO DE LA NOVILLA	2	384277,9 ^{***}	4,37
TIPO DE LA NOVILLA * SISTEMA DE EXPLOTACION	4	126900,9 ^{**}	2,89
error	739	27669,2	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,463	

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$
 % SCM: Porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo.

El sistema de explotación recoge el 14 de la variabilidad explicada por el modelo para EPP (Tabla IV.34). La edad al primer parto es un carácter de gran importancia económica y está muy influido por la opción productiva (Marsico, 1989; Michaux *et al.*, 1987), reflejando las diferencias de manejo existentes entre sistemas. Se comprueba que como norma general (Tabla IV.35) los ganaderos asturianos exponen las novillas al toro a los dos años de edad y que se procura que el primer parto no se realice antes de los 2,5 años, en prevención de problemas de parto, y para evitar que se afecte el tamaño adulto de la vaca, lo que dificultaría una posible venta como reproductora.

No existen diferencias significativas entre las EPP del sistema de explotación con praderas mejoradas y tradicional (Tabla IV.35), aunque sí entre esos dos sistemas y el semintensivo cuya media de EPP es de 33 meses, 4 y 5 meses menos que en el sistema con praderas mejoradas y el tradicional respectivamente, explicable en buena parte por la especialización de muchas explotaciones de ese sistema en la venta de novillas de primer parto, especialmente culonas, lo que lleva a forzar la alimentación de las novillas más allá de los bajos niveles alimenticios de los otros sistemas de explotación.

Entre sistemas comparables, los 894 días de edad al primer parto del sistema semiintensivo son similares a los 868 días de edad de las Blanc-Bleu Belge dedicadas al amamantamiento del ternero, e inferiores a los 939 días de los rebaños de aptitud mixta de esa misma raza (Michaux *et al.*, 1987).

El efecto núcleo-año jerarquizado al sistema de explotación recoge la mayor parte de la suma de cuadrados del modelo lo que implica enormes variaciones entre grupos de manejo dentro de los sistemas de explotación. Gran parte de estas variaciones pueden ser debidas al efecto del año de nacimiento de la novilla. Cuando el efecto NA_{0j} se sustituye en el modelo por el año de nacimiento de la novilla y su interacción con el sistema de explotación recogen el 42% y el 17 % de la variabilidad explicada por el modelo, aunque se produce una gran disminución del coeficiente de determinación ($R^2=0,25$).

Tabla IV.35: Estadísticos más importantes sobre la edad al primer parto en la RAV en días y meses (abajo).

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
TOTALES	901	1024 34	200,7 6,6	19,60	
SISTEMA DE EXPLOTACION					
Praderas Mejoradas	85	1013 ^a 33,5	188,1 6,2	18,57	1.089 36
Semiintensivo	120	894 ^b 29,5	188,1 6,2	21,03	905 30
Tradicional	696	1048 ^a 34,6	194,7 6,4	18,58	1.083 36
TIPO DE LA NOVILLA					
Culona	145	1055 ^a 35	224,1 7,4	21,23	1.044 35
Aculonada	121	1080 ^a 36	188,3 6,2	20,76	1.060 35
Normal	557	1022 ^b 33	193,1 6,4	18,89	973 32

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

Esto parece indicar que, si bien dentro de cada sistema de manejo existen pautas más o menos fijas para la recría de novillas, la exposición al toro de la novilla se decide bajo la influencia de factores coyunturales y/o intrínsecos a cada explotación, como pueden ser las posibilidades de disponer de alimentos, las plazas disponibles en la estabulación o la venta de animales para vida. Marsico (1989) en Parada Alpina explotada en el Pirineo Aragonés, y Hanset *et al.* (1989) en Blanc-Bleu Belge señalan grandes diferencias entre explotaciones para la EPP.

El tipo de la vaca, explica aproximadamente el 4,5% de la suma de cuadrados del modelo. Las vacas culonas y aculonadas paren por primera vez 1 y 2 meses más tarde (Tabla IV.35), respectivamente, que las vacas normales, lo que es explicable por un posible retraso en la llegada a la pubertad de las hembras que manifiestan hipertrofia muscular (Vissac et al., 1974). Hanset *et al.*, (1989), señalan un retraso en la EPP de 34 días de las novillas culonas Blanc-Bleu Belge respecto de las de tipo convencional.

Parece existir un tratamiento diferente de los distintos tipos de novillas entre sistemas de explotación, ya que la interacción entre el tipo de la novilla y el sistema de explotación es significativa, recogiendo el 3% de la variabilidad explicada por el modelo. Dentro de los sistemas de explotación, sin embargo, el tipo de la vaca pierde significación (Tabla IV.36), lo que evidencia la importancia del manejo sobre los animales que presentan este carácter. Se aprecia que en el sistema con praderas mejoradas y, sobre todo, en el sistema semiintensivo, las vacas culonas presentan una EPP 1 y 3 meses menor respectivamente que la de las novillas normales de sus sistemas de explotación, lo que podría explicarse por un tratamiento preferencial. Al contrario, en el sistema tradicional las novillas culonas y aculonadas presentan un comportamiento más esperable, retrasando 3 meses su edad al primer parto.

Tabla IV.36: Edad al primer parto por sistema de explotación y tipo de la vaca en la RAV en días y meses (abajo).

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
SISTEMA TRADICIONAL					
Culona	101	1135,9 ^a 37,5	198,7 6,5	17,50	1.130 37
Aculonada	106	1104,5 ^{ab} 36,5	176,8 5,8	16,01	1.130 37
Normal	447	1013,0 ^{abc} 33,5	187,3 6,2	18,49	1.025 34
SISTEMA SEMIINTENSIVO					
Culona	36	849,0 ^{ad} 33,5	85,1 5,0	10,02	854 28
Normal	66	930,0 ^{ad} 31	205,3 6,7	22,09	887 29
CON PRADERAS MEJORADAS					
Culona	8	973,0 ^{bd} 32,2	188,6 6,2	19,38	917 30
Aculonada	10	973,5 ^{bd} 32,2	147,6 4,8	15,17	1.058 35
Normal	44	1006,5 ^{bc} 33	212,9 7,0	21,15	1.054 35

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

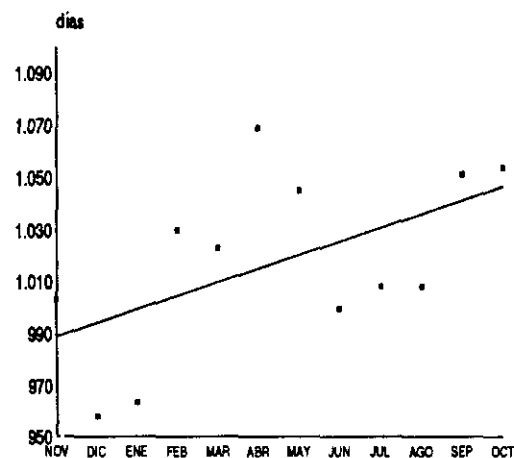
Debido al escaso numero de datos no se reflejan las medias de las hembras aculonadas del sistema semiintensivo

Aunque parece evidente que el ritmo de crecimiento es la variable más importante sobre la edad a la pubertad y primera concepción (Wiltbank *et al.*, 1985), la época de nacimiento también ha sido señalada como variable con efectos sobre dichos parámetros (Hansen, 1985; Hanset *et al.*, 1989). El año de nacimiento de la novilla parece recoger la mayor parte de las influencias ambientales sobre el carácter EPP. El mes de nacimiento, sin embargo, no influye significativamente sobre la edad al primer parto.

Cañón *et al.* (1993b), habían señalado una tendencia no significativa de aumento de la edad al primer parto de noviembre a octubre. Cuando se elimina del modelo el efecto del núcleo de control-año de nacimiento de la novilla, la edad al primer parto gana significación ($p=0,027$), aunque el coeficiente de determinación del modelo se reduce considerablemente ($R^2=0,113$).

Como habían señalado Cañón *et al.* (1993b), la edad al primer parto parece aumentar de noviembre a octubre (Figura IV.23). Si en el modelo se elimina el año de nacimiento de la novilla, y se introduce el mes de nacimiento ordenado de noviembre hasta octubre como covariable, ésta toma un valor significativo de aproximadamente 5 días (4,94) de retraso del primer parto por mes. Este comportamiento no se ajusta al señalado por Hanset *et al.* (1989) para Blanc-Bleu Belge, que presenta unas edades al primer parto mayores en las novillas nacidas entre noviembre y marzo.

Figura IV.23: Edad al primer parto por mes de nacimiento de la novilla



IV.6.- INTERVALO ENTRE PARTOS

IV.6.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

Obtener tanto una alta fertilidad anual como una regularidad reproductiva son objetivos básicos en la explotación del ganado bovino, independientemente de la opción productiva (Esselmont, 1982). En cualquier caso, el alargamiento del intervalo entre partos más allá del objetivo de los 365 días, causa mayores pérdidas económicas en los rebaños de carne que en los lecheros, ya que estos últimos pueden compensar parcialmente las pérdidas con el incremento del período de ordeño (Zeddies, 1982).

Esselmont (1982) resume los costes de un mayor intervalo entre partos en un aumento de los costes de reposición y alimentarios, en el cambio de precios que sufren en el tiempo los productos de la explotación (coste de oportunidad), en los costes suplementarios que suponen el lucro cesante y una menor producción a la que imputar los costes fijos, así como en mayores costes de trabajo, medicinas y veterinario.

En el caso del ganado de carne, la necesidad de concentrar los partos en determinadas épocas del año coordinando la reproducción del rebaño con la disponibilidad de alimentos y/o la salida de productos al mercado (Marsico, 1989), recomienda estudiar, a partir de la información disponible, aquellos factores que influyen en la duración del intervalo entre partos en cada sistema de explotación.

Una gran cantidad de factores influyen en la duración del intervalo entre partos interactuando entre sí: el toro, el método de inseminación, la vaca, y las condiciones de manejo (De Kruif, 1978). Aunque ninguno parece ser determinante, la presencia del ternero y los niveles nutricionales ligados al sistema de explotación (Short *et al.*, 1990), y, probablemente, la influencia del fotoperíodo y/o la temperatura (Peters y Riley, 1982b), se consideran los factores más importantes.

IV.6.1.1.- Efectos Asociados al Medio

El sistema productivo constituye la variable que merece mayor atención en relación a los resultados reproductivos del rebaño (De Kruif, 1978), ya que implica el condicionamiento de la explotación por la elección y/o asunción de ciertas variables como son: el clima, la estación de partos, el tamaño del rebaño, la elección del toro o sistema de inseminación, la higiene en el parto, el

intervalo parto-primera inseminación, el sistema de detección de celos, y la alimentación y selección de las vacas.

La elección del modo de estabulación afecta a los resultados reproductivos. Las vacas que gozan de libertad de movimientos presentan celos más evidentes (Kiddy, 1977; Lamb *et al.*, 1979), y mayores tasas de concepción, afectando especialmente a las primíparas (De Kruif, 1978). Esto puede afectar especialmente a aquellas explotaciones con estabulación invernal prolongada e instalaciones inadecuadas, en que la detección de celos es difícil y las tasa de concepción, a menudo, bajas. Las diferencias entre rebaños tienden a desaparecer en la época de pastoreo.

IV.6.1.1.1.- *Epoca de Parto*

La época de parto constituye una importante variable de influencia sobre parámetros reproductivos. Su interacción con los factores alimenticios (Peters y Riley, 1982b) hace que muchas veces se confunda con el sistema de producción. Los meses de invierno presentan menores tasas de concepción a la primera inseminación debido a un conjunto de factores entre los que se encuentran una menor exposición a la luz, celos menos evidentes y una peor detección de celos (De Kruif, 1975).

Aunque es más abundante la información sobre partos de invierno-primavera que sobre los de verano-otoño, éstos presentan un anoestro postparto significativamente más corto que los primeros (25-50 días sobre 55-85) (Hansen *et al.*, 1982). Dentro de cada estación, existe una clara tendencia a la reducción del anoestro al aumentar la fecha de parto en invierno-primavera (Morris, 1980, 1984; Hansen *et al.*, 1982; Peters y Riley, 1982a), y por contra un alargamiento del anoestro al aumentar la fecha de parto en verano-otoño (Morris *et al.*, 1978; Peters y Riley, 1982b).

Este comportamiento permite suponer que el fotoperiodo, bien por sí mismo, bien en combinación con la temperatura y humedad, afecta en gran medida al comportamiento reproductivo (Peters y Riley, 1982b; Hansen, 1985). Altas temperaturas unidas a un alto grado de humedad provocan celos menos evidentes y reducen la tasa de concepción (Guazdawskas *et al.*, 1973). Sin embargo, la influencia de la época de parto sobre los parámetros reproductivos no es homogénea, interaccionando de forma compleja con la nutrición, manejo, producción lechera o raza (Hansen, 1985).

IV.6.1.1.2.- Niveles Nutricionales

La alimentación preparto parece ser decisiva para el acortamiento del anoestro postparto (Sreenan, 1979; Wiltbank, 1970) y la consecución de un ternero por vaca y año. La alimentación postparto por su parte, aunque parece afectar a la tasa de concepción y porcentaje de animales gestantes al final del período de monta (Dunn *et al.*, 1969; Wiltbank *et al.*, 1962, 1964) no manifiesta influencia sobre la duración del anoestro antes de los 70 días postparto, e incluso podría ser negativo en vacas de alto potencial genético para producción de leche por estimular ésta y no la salida en celo. Altos niveles de alimentación postparto no afectan significativamente la duración del anoestro en vacas con buena alimentación preparto (Corah *et al.*, 1975; Oxenreider y Wagner, 1971).

En cualquier caso, el mantenimiento de una buena condición corporal al parto tiene mayor influencia sobre el anoestro postparto que las variaciones de peso pre y postparto (Peters y Riley, 1982a), aunque una buena condición corporal al parto no asegura unos buenos resultados reproductivos, ya que éstos están influenciados por los cambios de condición corporal desde el parto hasta la cubrición y durante ésta (Rakestraw *et al.*, 1984), presentando vacas con una baja condición corporal en el período de monta bajos niveles de concepción (Warnick *et al.*, 1981).

IV.6.1.1.3.- Presencia del Ternero

El amamantamiento del ternero, necesario en los sistemas de producción de carne con vacas de cría, afecta considerablemente los resultados reproductivos. Esto parece deberse a una inhibición de la secreción pulsátil de la LH (Short *et al.*, 1972; Carruthers y Hafs, 1980), hormona que parece esencial para el inicio de la ciclicidad ovárica (Laming *et al.*, 1982). El alargamiento de la aparición del primer celo por causa del amamantamiento se puede cifrar entre 15 y 70 días dependiendo de condiciones más o menos favorables (Osoro, 1986). El retraso en el inicio de la secreción de LH parece provocado por la capacidad inhibidora del amamantamiento sobre la secreción de GnRH hipotalámica, y/o sobre la capacidad de la pituitaria para responder adecuadamente al estímulo de la GnRH (Williams, 1990), aunque la vía nerviosa somato-sensorial por la que el estímulo de la mama es capaz de regular la función hipotálamo-hipofisaria no ha sido determinada.

Por otra parte, el estímulo de succión aumenta la producción lechera por lo que el amamantamiento múltiple tiende a prolongar el anoestro postparto (Oxenreider y Wagner, 1971; Wettemann *et al.*, 1978). Esta circunstancia adquiere mayor importancia en madres de alto potencial

lechero probablemente por provocar un aumento de la frecuencia de mamado o por un incremento de la demanda energética en vacas explotadas en sistemas de producción con niveles de alimentación generalmente restringidos (Randel, 1981).

IV.6.1.1.4.- *Presencia del Toro*

La presencia del toro parece capaz de estimular la actividad hipotálamo-hipofisaria de las hembras (Paccard, 1987). La presencia de machos o hembras testosteronizadas reduce el intervalo parto primer ciclo (Burns y Spitzer, 1992), presentando un mayor efecto a los 60 días postparto. La influencia de la presencia del toro puede ser mayor en primerizas que en multíparas (Gifford *et al.*, 1989), e incluso puede ser un factor importante para que las novillas alcancen el primer parto a edades tempranas (Osoro *et al.*, 1993).

IV.6.1.2.- Efectos Asociados a la Vaca

IV.6.1.2.1.- *Edad de la Vaca*

Si bien las causas están sometidas a discusión, es un hecho que las vacas jóvenes, de menos peso, tienen anoestros postparto más prolongados, que van disminuyendo a medida que alcanza su edad o peso adulto (Bastidas *et al.*, 1984a), siendo más acentuadas las diferencias en el caso de las primerizas (Bastidas *et al.*, 1984b) especialmente si el nivel de alimentación es bajo.

La vaca, en su primera fase productiva, se encuentra todavía en período de desarrollo y crecimiento, siendo la demanda energética superior a la del animal maduro, lo que afecta a los parámetros reproductivos (Osoro, 1986). Sin embargo, otros autores (De Kruif, 1978; Doornbos *et al.*, 1984) no achacan la menor tasa de concepción de las primíparas a la edad, sino a la mayor incidencia de problemas en el parto y puerperio, o al agotamiento físico que produce en la hembra un parto normalmente más trabajoso, con alteración de la condición corporal.

IV.6.1.2.2.- *Tipo de la Vaca*

La hipertrofia muscular hereditaria hace que los caracteres de cría, comportamiento sexual y fertilidad de las vacas, se vean afectados, especialmente a edades jóvenes. La fertilidad de las vacas culonas se ve considerablemente afectada especialmente debido a un retraso en la llegada a la pubertad

y a un comportamiento sexual menos marcado, probablemente ligados a una menor producción de estrógenos (Vissac *et al.*, 1974). Asimismo las consecuencias de una mayor tasa de distocia aumentan la subfertilidad de este tipo de ganado.

Menissier (1982a), a partir de datos de Vissac *et al.* (1973, 1974) cita un -26,2% de tasa de gestación de las vacas culonas sobre las normales, y un -36,1% en tasa de parto. Este peor comportamiento puede ser causado en parte por una mayor tasa de reabsorción en los embriones que presentan la HMH (Rollins *et al.*, 1972).

IV.6.1.3.- Efectos Asociados al Parto

IV.6.1.3.1.- *Tipo de Parto*

El parto gemelar puede presentar mayores intervalos entre partos que el parto simple. Sin embargo esta mayor duración no parece poder imputarse a una mayor tasa de distocia. El alargamiento del intervalo entre partos (Wyatt *et al.*, 1977) puede deberse al amamantamiento múltiple, seguramente en interacción con una peor condición corporal debida a la doble gestación.

IV.6.1.3.2.- *Grado de Distocia*

La mayor duración del intervalo entre partos posterior a un parto distócico es un hecho que ha sido frecuentemente descrito (Brinks *et al.*, 1973; Laster *et al.*, 1973). Sin embargo, el grado de distocia en sí mismo no parece ser causa esencial del alargamiento del intervalo entre partos, sino la mayor duración de la segunda fase del parto (Doornbos *et al.*, 1987). En este sentido, es frecuente encontrar intervalos entre partos de similar duración tras partos difíciles que tras partos con ligera asistencia (Agabriel *et al.*, 1992). Michaux *et al.* (1987) citan en Blanc-Bleu Belge intervalos entre partos muy moderados tras la rápida realización de cesárea, en un sistema productivo que excluye toda manipulación obstétrica previa.

IV.6.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.6.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado 4.765 observaciones de intervalos entre partos (IEP) procedentes de la base de datos del Control de Rendimiento Cárnico de la Raza Asturiana de los Valles, de los que 845 corresponden a novillas primerizas y 4.044 a vacas multíparas. En 4.713 casos se conocía el sexo del ternero y en 4.601 el tipo del ternero: culón, aculonado y normal. Sólo 84 de los IEP registrados eran consecuencia de partos gemelares. En 4.495 observaciones se conocía el tipo de la vaca: culona (C), aculonada (AC), o normal (N). En 4.468 casos recogía la dificultad en el parto en escala de 1 a 4 de acuerdo con las normas BIF (BIF, 1986). El intervalo entre primer y segundo partos se conocía en 429 animales.

IV.6.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó un modelo que por comodidad sólo se detalla en sus efectos principales:

$$\text{IEP}_{ijklmnopq} = \text{SIS}_i + \text{NA}_{(0)j} + \text{M}_k + \text{P}_l + \text{D}_m + \text{S}_n + \text{T}_o + \text{TV}_p + \epsilon_{ijklmnopq} \quad (6)$$

siendo:

- $\text{IEP}_{ijklmnopq}$: la observación de la variable dependiente intervalo entre partos;
- SIS_i : el efecto del sistema de explotación ($i=1... 3$): tradicional, semiintensivo, y con praderas mejoradas;
- $\text{NA}_{(0)j}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j=1... 67$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k= 1... 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l=1,2$): primerizas y vacas multíparas;

- D_m : el efecto del grado de distocia ($m=1... 12$): pare sola, ligera tracción, fuerte tracción, y cesárea;
- S_n : el efecto del sexo del ternero ($n=1,2$): macho y hembra;
- T_o : el efecto del tipo del ternero ($o=1... 3$): culón, aculonado, y normal;
- TV_p : el efecto del tipo de la vaca ($m=1... 3$): culona, aculonada, y normal;
- $\epsilon_{ijklmnopq}$: el error asociado a la observación.

El modelo completo incluía, además, las interacciones de primer orden $(P*S)_m$, $(P*TV)_m$, $(P*T)_{ip}$, $(S*T)_{op}$, $(TV*S)_{qp}$ y $(TV*T)_{qo}$.

Posteriormente se ajustó el modelo (6) añadiendo el PN desviado de la media, peso al destete ajustado a 180 días y la edad al destete desviada de 180 días como variables regresoras.

La influencia de la EPP sobre el primer IEP se estimó ajustando un modelo equivalente a (6), con la lógica eliminación del número de parto de la vaca, que incluía la EPP como covariable lineal.

IV.6.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

La media encontrada para el intervalo entre partos fue de 390 días, inferior a los 400 y 394 días encontrados por Echevarría *et al.* (1988), y Cañón *et al.* (1993b) respectivamente en la RAV.

La Tabla IV.37 muestra duraciones medias del IEP en diversas razas continentales europeas. El IEP medio encontrado en la RAV es similar al IEP de la Blanc-Bleu Belge y Parda Alpina, superior a los de las razas Charolais y Limousin, e inferior al de la Blonde d'Aquitaine y Pirenaica. Las medias señaladas en la Tabla IV.37, no sólo deben indicar diferencias raciales, sino, como es claro en la RAV, la introducción de condiciones más racionales de explotación que mejoran sustancialmente los resultados reproductivos. Petit (citado por Marsico, 1989) atribuye parcialmente los buenos resultados de los rebaños franceses a una buena política de reposición, consistente en eliminar sistemáticamente las vacas vacías tras dos o tres meses de período reproductivo.

Tabla IV.37: Duración media del IEP en diferentes razas de ganado bovino de carne.

RAZA	IEP	FUENTE
RAV	390	Estima actual.
RAV	400	Echevarría <i>et al.</i> , 1988.
RAV	394	Cañón <i>et al.</i> , 1993b.
Blanc-Bleu Belge	391	Michaux <i>et al.</i> , 1987.
Charolais	377	Petit y Lienard, 1988.
Limousin	373	Petit y Lienard, 1988.
Blonde d'Aquitaine	407	Petit y Lienard, 1988.
Parda Alpina*	396	Marsico, 1989.
Rubia Gallega**	426	Montserrat y Sánchez, 1993.
Asturiana de la Montaña	452	Cañón <i>et al.</i> , 1995.
Pirenaica***	430	Echevarría <i>et al.</i> , 1988.

IEP: Duración media del intervalo entre partos en días; RAV: Raza Asturiana de los Valles.

* Población explotada en el Pirineo Aragonés.

** Rebaño experimental.

*** Tipo de explotación tradicional.

El modelo empleado (Tabla IV.38) presenta un pequeño R^2 (0.089). Esto no parece deberse a una gran influencia genética no incluida en el modelo. Las heredabilidades estimadas normalmente para este carácter oscilan entre 0,03 y 0,05 (Freeman, 1984), lo que implicaría que un buen control de los factores ambientales permite conseguir buenos resultados reproductivos (Hanset *et al.*, 1989). Las variables sistema de manejo, núcleo-año de parto jerarquizado a sistema de producción, mes de parto, paridad de la vaca, grado de distocia, sexo del ternero, tipo del ternero, tipo de la vaca, y la interacción entre sexo y tipo del ternero resultaron significativas.

El sistema de explotación (Tabla IV.39) es una fuente de variación significativa del IEP, recogiendo el 11% de la suma de cuadrados del modelo. El sistema con praderas mejoradas presenta un IEP significativamente menor en 10-11 días que los sistemas semiintensivo y tradicional, lo que es explicable por un manejo más racional del ganado. Sin embargo, no existen diferencias significativas entre los IEP del sistema semiintensivo y los de el tradicional, e incluso el primero tiene una duración media superior en un día al tradicional que, en principio, se explota en condiciones más difíciles. Las estimas mínimo cuadráticas modifican la situación en el sentido de manifestar una superioridad clara (7 días) del sistema semiintensivo sobre el tradicional. La tendencia del sistema semiintensivo a presentar IEP más largos de lo esperable puede explicarse en la línea

de Petit y Lienard (1988) para Blonde d'Aquitaine: una paridera repartida a lo largo de todo el año y un mayor uso de la IA exigen una mayor atención del ganadero, que éste no es capaz de ofrecer.

Tabla IV.38: Significación, grados de libertad, cuadrados medios, y porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo de las variables introducidas en el modelo explicativo del intervalo entre partos en la RAV.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE MANEJO	2	65170,9 ^{***}	10,60
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	65	8355,3 ^{***}	44,17
MES DE PARTO	11	8965,8 ^{***}	8,02
PARTO DE LA VACA	1	137033,8 ^{***}	11,15
GRADO DE DISTOCIA	3	34948,6 ^{***}	8,53
SEXO DEL TERNERO	1	17263,5 [*]	1,40
TIPO DEL TERNERO	2	41729,6 ^{***}	6,79
TIPO DE LA VACA	2	29175,1 ^{***}	4,75
INTERACCIONES			
PARIDAD*SEXO	1	1614,8 ^{ns}	0,13
PARIDAD*TIPO	2	6321,4 ^{ns}	1,03
PARIDAD*TIPO DE LA VACA	2	5366,2 ^{ns}	0,87
SEXO*TIPO DEL TERNERO	2	24556,4 [*]	3,99
TIPO*TIPO DE LA VACA	4	592,7 ^{ns}	0,19
SEXO*TIPO DE LA VACA	2	1450,1 ^{ns}	0,24
error	4.006	3155,7	
COEFICIENTE DE DETERMINACION		0,089	

ns: no significativo; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$
 % SCM: Porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo.

Tabla IV.39: Estadísticos más importantes en la descripción del intervalo entre partos de la RAV.

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
TOTALES	4.765	390	57,9	14,86	
SISTEMA DE EXPLOTACION					
Praderas Mejoradas	434	371 ^a	48,5	13,09	382
Semiintensivo	287	393 ^a	63,2	12,36	400
Tradicional	4.044	392 ^a	58,1	14,83	407
PARIDAD DE LA VACA					
Primerizas	845	401 ^a	63,7	15,86	403
Múltiparas	3.920	387 ^b	56,3	14,54	390
SEXO DEL TERNERO					
Hembra	2.334	388 ^a	57,4	14,81	395
Macho	2.295	391 ^a	58,1	14,85	398
Gemelar	84	488 ^b	57,8	11,85	
TIPO DEL TERNERO					
Culón	1.545	395 ^a	60,5	15,32	398
Aculonado	689	394 ^a	60,7	15,39	400
Normal	2.367	384 ^b	54,6	14,20	392
TIPO DE LA VACA					
Culona	473	404 ^a	64,2	15,90	402
Aculonada	414	396 ^b	62,4	15,78	397
Normal	3.608	388 ^c	56,4	14,57	390
GRADO DE DISTOCIA					
Pare sola	2.176	388 ^a	58,0	14,95	383
Ligera ayuda	1.919	389 ^a	55,3	14,22	382
Fuerte tracción	326	399 ^a	63,8	15,99	389
Cesárea	47	443 ^b	74,4	16,79	432

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

La superioridad del sistema de explotación con praderas mejoradas se mantiene tanto en primerizas como en múltiparas (Figura IV.24), no apareciendo diferencias significativas entre vacas de primer parto y adultas, lo que probablemente se debe a un adecuado nivel de alimentación (Marsico, 1989). No existen diferencias significativas entre la duración del IEP en las primerizas de los sistemas semiintensivo y tradicional, aunque en el semiintensivo el IEP medio dura doce días más que en el tradicional. Este hecho causa extrañeza, ya que en el sistema semiintensivo las novillas paren por primera vez a una edad significativamente más temprana (5 meses antes) que las novillas

del sistema de explotación tradicional, lo que debería estar ligado a un menor primer intervalo entre partos (Michaux *et al.*, 1987).

Tampoco hay diferencias significativas entre los IEP de las vacas multíparas de los sistemas semiintensivo y tradicional, aunque la duración media de los IEP en el sistema semiintensivo es tres días inferior a la del sistema tradicional.

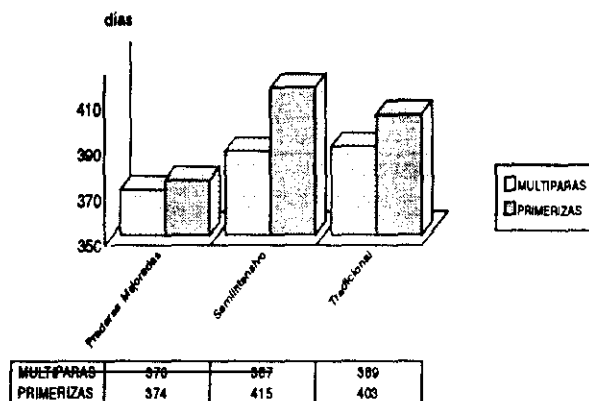
Las estimas mínimocuadráticas del intervalo entre partos de primerizas y multíparas dentro de sistema de explotación señalan un intervalo entre partos de las

primerizas de 377, 396 y 417 días para los sistemas de explotación con praderas mejoradas, semiintensivo y tradicional respectivamente. Las diferencias con los IEP de multíparas son de 7 y 14 días en los sistemas con praderas mejoradas y tradicional, pero de 33 días en el caso del sistema semiintensivo, lo que puede suponer una decisión generalizada de los ganaderos de este sistema de retrasar al menos un celo el momento de cubrición de las hembras de primer parto respecto de las multíparas.

El efecto núcleo-año de parto de la vaca jerarquizado al sistema de explotación recoge el 45% de la variabilidad explicada por el modelo. Este efecto no sólo comprende diferencias entre distintas unidades de manejo dentro de cada sistema de explotación sino las diferencias ambientales debidas al año. Cuando en le modelo se sustituye el efecto $NA_{(0j)}$ for el efecto del año de parto y la interacción año de parto-sistema de manejo, el año de parto recoge un 23% de la suma de cuadrados del modelo mientras que la interacción resulta no significativa.

El mes de parto, influye significativamente en la duración del IEP, recogiendo el 8% de la variabilidad explicada por modelo. Al incluir en el modelo el mes de parto como covariable, el IEP parece reducirse 1,19 días por mes desde septiembre a agosto, de forma similar a lo referenciado en ganado Blanc-Bleu Belge (Hanset *et al.*, 1989). En la RAV, Cañón *et al.* (1993b) encontraron el mes de parto fuente significativa de variación, con menores duraciones de los IEP posteriores a partos de julio y agosto (Figura IV.25) y los de mayor duración en los posteriores a noviembre-febrero.

Figura IV.24: Duración del intervalo entre partos por sistema de explotación y número de parto de la vaca



La larga duración encontrada en los IEP posteriores a partos de mayo y junio puede deberse a una concentración de partos de primerizas en esos meses, o bien por un efecto encontrado en la RAV por Revuelta *et al.* (1991), consistente en una mayor incidencia de los partos difíciles (categorías 3 y 4) en los meses de abril y mayo. Este efecto es de difícil explicación, ya que en esos meses la distribución de partos de novillas primerizas o vacas multíparas, y tipo de los terneros paridos es la esperable bajo la hipótesis de homogeneidad.

En cualquier caso, los datos expuestos concuerdan con las informaciones que señalan anoestros postparto menores en los partos de verano-otoño sobre los de invierno-primavera, con una clara tendencia a la reducción al aumentar la fecha de parto en invierno-primavera (Morris, 1980; Hansen *et al.*, 1982; Cori *et al.*, 1990), y un alargamiento al aumentar la fecha de parto en verano-otoño (Peters y Riley, 1982b; Michaux *et al.*, 1987). Ordenando los meses de parto desde septiembre a agosto (Agabriel *et al.*, 1992), e incluyendo el mes de parto como covariable en el modelo, ésta toma un valor significativo que expresa una reducción del IEP de aproximadamente 1 día por mes.

El número de parto tiene una influencia muy significativa sobre la duración del IEP, recogiendo el 11% de la suma de cuadrados del modelo. Las primerizas tienen un IEP 14 días superior al de las multíparas (Tabla IV.40). Esta diferencia se mantiene independientemente del sexo del ternero. El primer intervalo entre partos (Figura IV.26) es 12 días superior al segundo y 16 al tercero, a partir del cual el IEP se mantiene más o menos estable hasta el séptimo parto, a partir del que parece incrementarse. Un comportamiento similar ha sido descrito en Blanc-Bleu Belge por Michaux *et al.* (1987), y en Charolais por Vallet y Manière (1988).

Figura IV.25: Duración del intervalo entre partos por mes de parto de la vaca

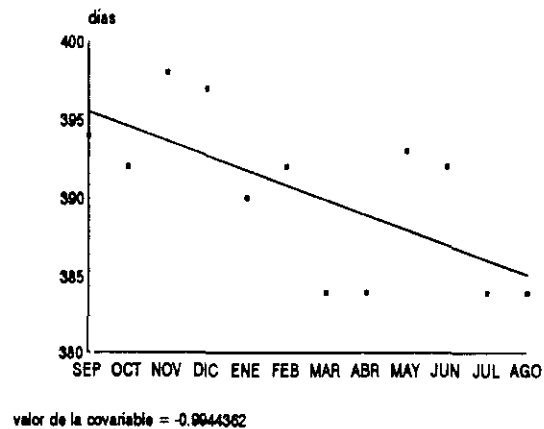
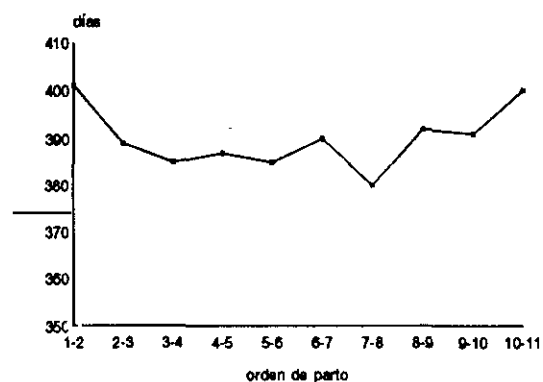


Figura IV.26: Duración del intervalo entre partos por orden de parto de la vaca



La mayor duración del intervalo entre partos de las primerizas sobre las multíparas, cifrada entre 11 y 36 días por Vallet y Manière (1988) y citado repetidamente en la bibliografía (Tabla IV.40), puede explicarse por una mayor demanda energética en relación a las multíparas, provocada por el mantenimiento de la gestación-parto-lactación en un animal que se encuentra todavía en fase de desarrollo y crecimiento (Osoro, 1986; Agabriel *et al.*, 1992), o bien por una mayor tasa de distocia (De Kruiff, 1978; Revuelta *et al.*, 1991) debido a una mayor desproporción fetopelviana (Menissier, 1975), lo que puede provocar, según Doornbos *et al.* (1984), un aumento de la duración de la segunda fase del parto, con agotamiento físico de la hembra, lo que causaría descensos significativos en la condición corporal.

Tabla IV.40: Diferencia del intervalo entre partos de las hembras primerizas sobre las hembras multíparas en diversas razas de ganado bovino de carne.

RAZA	DIFERENCIA	FUENTE
RAV	+14	Estima Actual.
Charolais	+17	Cori <i>et al.</i> , 1990.
Charolais	+21	Agabriel <i>et al.</i> , 1992.
Limousin	+25	Agabriel <i>et al.</i> , 1992.
Blanc-Bleu Belge	+14	Michaux <i>et al.</i> , 1987.
Blonde d'Aquitaine	+24	Petit y Lienard, 1988.
Rubia Gallega	+57	Montserrat y Sánchez, 1993.

En este sentido, y en consonancia con lo señalado por Cañón *et al.* (1993b) en la RAV y Hanset *et al.* (1989) en Blanc-Bleu Belge, sólo aparecen diferencias significativas en los IEP posteriores a partos por cesárea (+53 días sobre la media). La media de IEP posteriores a partos sin o con ligera asistencia (categorías 1 y 2) es prácticamente la misma (-1 día sobre la media) y los posteriores a una fuerte asistencia (categoría 3) tienen una media no significativamente diferente de +10 días sobre los partos fáciles, lo que indica que el agotamiento de la hembra y los posibles problemas de puerperio posteriores, no son suficientes para marcar diferencias significativas. Michaux y Hanset (1986) señalan un retraso de 14 días en el IEP tras la práctica de cesárea en un sistema, como el de le Blanc-Bleu Belge que recurre sistemáticamente a ella evitando toda manipulación. Agabriel *et al.* (1992) señalan 23 y 26 días de incremento del IEP posterior a cesárea sobre el parto asistido en primerizas y multíparas de raza Charolais respectivamente. Por razones económicas, el ganadero asturiano es muy reacio a la realización de cesárea, por lo que el incremento del IEP puede deberse no sólo a la práctica quirúrgica sino a un parto previo muy largo y trabajoso. El coste de una cesárea en Asturias puede significar entre el 20 y el 25% del valor del ternero al destete, porcentaje muy superior al 10% señalado por Michaux y Hanset (1986) en Blanc-Bleu Belge.

Cuando se compara la influencia del grado de distocia en el IEP en primerizas o multíparas, la ausencia de significación salvo en el caso de cesárea se mantiene (Tabla IV.41). En el caso de cesárea, las primerizas tienen IEP superiores en 15-20 días a los de las hembras multíparas que la sufren. A su vez, el IEP medio de las hembras multíparas que resuelven su parto con cesárea aumenta 30 días sobre la media del IEP en la RAV.

Tabla IV.41: Intervalo entre partos por número de parto de la vaca y grado de distocia en la RAV.

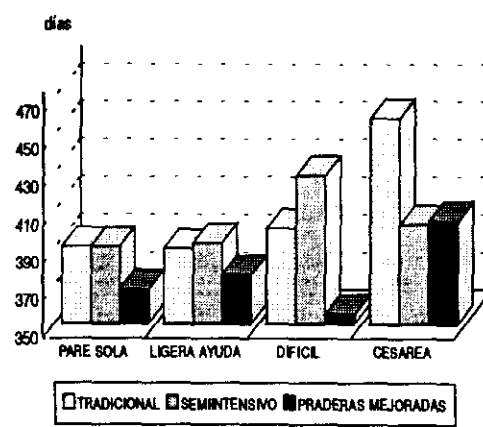
	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
PARTO SIN AYUDA					
Primerizas	355	399 ^f	63,4	15,90	388
Multíparas	1822	386 ^e	56,8	14,70	371
LIGERA AYUDA					
Primerizas	318	400 ^f	61,2	15,30	385
Multíparas	1604	387 ^e	53,9	13,97	371
FUERTE TRACCION					
Primerizas	80	406 ^f	65,4	16,10	388
Multíparas	246	396 ^e	63,2	15,94	378
CESAREA					
Primerizas	25	449 ^a	83,3	18,53	434
Multíparas	23	429 ^b	69,9	16,30	419

Letras distintas expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

Cuando se introduce en el modelo el grado de distocia jerarquizado al sistema de producción aparece como significativo (Figura IV.27). La significación puede explicarse por el comportamiento de los partos difíciles en los sistemas semiintensivo y con praderas mejoradas. Los IEP posteriores a partos que precisen gran tracción son los de mayor duración en el sistema semiintensivo (429 días) superando en 26 días a los posteriores a cesárea, mientras que en el sistema de explotación con praderas mejoradas son los

de menor duración, viéndose superados en 2-3 semanas por los IEP posteriores a partos fáciles. Los IEP posteriores a cesárea son similares en ambos sistemas. Posiblemente las vacas que sufren partos

Figura IV.27: Intervalo entre partos por sistema de explotación y nivel de asistencia en el parto



difíciles en el sistema de explotación con praderas mejoradas son sometidas a cuidados veterinarios que aseguran la ausencia de problemas ginecológicos, hecho que sólo parece suceder en el caso de cesárea en el sistema semiintensivo.

El sexo del ternero en partos simples tiene influencia significativa sobre la duración del IEP, aunque explica una parte muy pequeña de la variabilidad explicada por el modelo (Tabla IV.39). Es frecuente encontrar en la bibliografía que este factor no presenta significación tanto en análisis de datos de campo (Cañón *et al.*, 1993b; Marsico, 1989), como en rebaños experimentales (Doren *et al.*, 1986). Existe una diferencia de +3 días en los IEP consiguientes al parto de un macho sobre los de una hembra. Pueden ser causas de este alargamiento una mayor DG (Gregory *et al.*, 1979), una mayor posibilidad de distocia (Belic y Menissier, 1968; Revuelta *et al.*, 1991) debida a un mayor PN (Alonso *et al.*, 1991), e incluso un mayor estímulo de succión que provoca una mayor producción de leche en las madres (Reynolds *et al.*, 1978).

Sin embargo el parto doble (Tabla IV.39) provoca un aumento significativo del IEP de 97-100 días respecto de partos simples de machos y hembras respectivamente. Este aumento puede explicarse por el incremento del estímulo de succión y/o el aumento de las necesidades energéticas provocadas por el amamantamiento múltiple (Oxenreider y Wagner, 1971; Wettemann *et al.*, 1978; Randel, 1981).

El parto de un ternero de tipo culón o aculonado, coherentemente con lo encontrado por Cañón *et al.* (1993b), produce un incremento significativo de 10-11 días en la duración del IEP (Tabla IV.42). El tipo del ternero recoge aproximadamente un 7% de la variabilidad del IEP explicada por el modelo. Este retraso puede deberse a una mayor DG de los terneros culones (Menissier, 1982a), no siempre significativa, cifrada en +1 días por Echevarría *et al.* (1988) en la RAV, pero sobre todo, al aumento de la frecuencia de distocias (Vissac *et al.*, 1973; Revuelta *et al.*, 1991) asociadas al mayor PN de estos animales (Alonso *et al.*, 1991).

La interacción entre sexo y tipo del ternero tiene una influencia significativa sobre el IEP, recogiendo el 4% de la suma de cuadrados del modelo. Esto puede deberse a que esta interacción recoge en buena medida las diferencias de PN de los terneros, ya que, al introducir en el modelo como covariable el PN la interacción pasa a ser no significativa ($p=0,7783$). Los IEP que siguen a los partos de terneros culones y aculonados son superiores independientemente del sexo del ternero. En hembras, la influencia del tipo pierde significación, con un alargamiento del IEP de sólo 6 días,

pero se mantiene en machos en los que los IEP se alargan 14 días, probablemente por desarrollar los mayores pesos al nacimiento (Alonso *et al.*, 1991).

Tabla IV.42: Intervalo entre partos por sexo y tipo del ternero en la RAV.

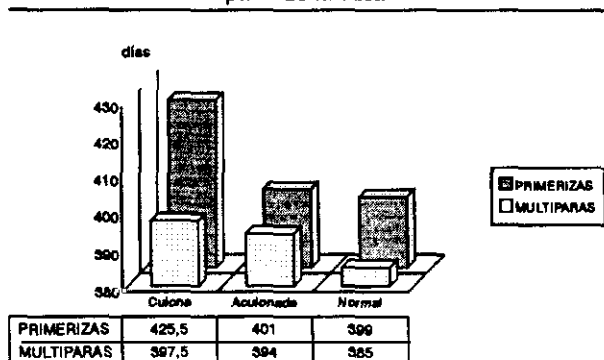
	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
HEMBRAS					
Culón	726	391 ^{bc}	59,4	15,18	386
Aculonado	357	391 ^{bc}	58,8	15,03	386
Normal	1233	385 ^{cd}	55,8	14,49	384
MACHOS					
Culón	817	398 ^a	61,4	15,42	392
Aculonado	330	398 ^{ab}	62,6	15,75	396
Normal	1130	384 ^d	53,2	13,86	382

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

El tipo de la vaca, culona, aculonada o normal, explicó el 5% de la variabilidad explicada por el modelo, resultando diferencias significativas entre las tres clases de vacas (Tabla IV.39). Los IEP de las vacas culonas y aculonadas fueron 16 y 8 días superiores, respectivamente, a los IEP de vacas normales. Esta mayor duración de los IEP puede estar ligada a un comportamiento sexual menos marcado (Vissac *et al.*, 1974), probablemente a consecuencia de una menor producción de estrógenos, y a las mayores tasas de distocia (Arthur *et al.*, 1989) en este tipo de vacas, en parte provocado por un importante estrechamiento del área pélvica (Vissac, 1968; Vissac *et al.*, 1973).

Menissier (1982a) señala que los efectos negativos de la cularidad sobre los parámetros reproductivos de las hembras son más importantes a edades más jóvenes. La interacción entre el número de parto y el tipo de la vaca no es significativa ($p=0,13$). Tanto en primerizas como en multíparas, las vacas culonas presentan IEP significativamente superiores a las normales (Figura IV.28), en +27 y +13 días respectivamente, pero las aculonadas pierden significación aunque sus IEP siguen siendo más largos que los de las vacas normales.

Figura IV.28: Intervalo entre partos por tipo y número de parto de la vaca



Cuando en el modelo de estimación se incluye, además del tipo de la vaca, la interacción entre el tipo de la vaca y el sistema de explotación, no se encuentra significación. Es importante notar que dentro de sistemas de explotación las vacas culonas presentan IEP medios no significativamente superiores a los otros tipos de vaca (Tabla IV.43), demostrando la decisiva influencia del manejo sobre los rendimientos de este tipo de ganado. Aunque la diferencia entre las estimas de la duración del IEP de vacas culonas y normales es de 14 y 16 días en los sistema con praderas emjoradas y tradicional respectivamente, esta diferencia se reduce prácticamente a la mitad en el sistema semiintensivo.

Tabla IV.43: Intervalo entre partos por sistema de explotación y tipo de la vaca en la RAV.

SISTEMA Y TIPO DE LA VACA	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	ESTIMA MINIMOCUADRATICA
PRADERAS MEJORADAS					
Culona	27	390 ^{ab}	51,9	13,32	386
Aculonada	41	384 ^{ab}	56,9	15,62	375
Normal	289	368 ^{bc}	47,0	12,79	365
SEMIINTENSIVO					
Culona	61	400 ^{ab}	68,2	17,03	399
Normal	171	395 ^{ab}	64,2	16,26	391
TRADICIONAL					
Culona	376	405 ^a	64,4	15,89	416
Aculonada	366	397,5 ^{ab}	63,2	15,91	410
Normal	3030	388,5 ^{ab}	56,1	14,44	404

Letras diferentes expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

Debido a la escasez de datos se han eliminado los estadísticos correspondientes a las vacas aculonadas en el sistema semiintensivo

El modelo explicativo del IEP se amplió introduciendo como covariables el PN, el peso al destete ajustado a 180 días, y la edad al destete del ternero desviada de 180 días. Se esperaba poder determinar sus efectos sobre el IEP como causa de una mayor probabilidad de distocia en el caso del PN, medir indirectamente una mayor producción de leche con el peso al destete, y la influencia de la presencia del ternero en el tercero. Las tres covariables resultaron no significativas con valor positivo para el PN, negativo en el caso de peso al destete y negativo y con valor prácticamente cero para edad al destete.

El valor negativo para la covariable de peso al destete (-6,3), entra en contradicción con lo que se suele encontrar en la bibliografía (Doren *et al.*, 1986). Cañón *et al.* (1993b) encuentran

significación en el peso ajustado a 205 días como covariable, también con signo negativo. Una explicación puede estar en el amplio rango de las edades de destete presentes en la base de datos y el sesgo que produce este tipo de ajuste (Woodward *et al.*, 1989) sobreestimando los pesos de los animales que se han destetado a edades más tempranas, y, por tanto, han pasado menos tiempo en compañía de su madre. Posiblemente el hecho de ajustar el peso a 205 días, edad muy superior a la media y la moda de la RAV, provoca un sesgo en los resultados encontrados por Cañón *et al.* (1993b).

Es llamativa la ausencia de diferencias significativas en la duración media del IEP según la duración de la lactación del ternero (Figura IV). La edad del ternero introducida como covariable en el modelo no resulta significativa y de valor muy pequeño (-0,012). Sin embargo, parece demostrado que las vacas nodrizas presentan un intervalo parto-primer celo mayor que las que no amamantan (Short *et al.*, 1972; Wettemann *et al.*, 1978).

La falta de significación de las diferencias observadas en la duración del IEP según la duración de la lactación del ternero es muy consistente, ya que se mantiene en la interacción de la duración de la lactación con el sistema de manejo o con el tipo de la vaca. Sólo aparecen intervalos ligeramente mayores en vacas cuya lactación ha sido muy corta (≤ 3 meses) o muy larga (≥ 9 meses) lo que anima a pensar que es en las vacas que tienen algún tipo de problema donde se dan lactaciones extrañas.

La ausencia de significación es explicable en los sistemas semiintensivo y tradicional, dada la normal separación vaca-ternero en las primeras semanas post-parto con alimentación controlada en dos tetadas diarias, lo que parece mejorar los resultados reproductivos en relación a la constante presencia del ternero (Bastidas *et al.*, 1984ab; Odde *et al.*, 1986; Hill Y Grodke, 1987), a veces con resultados espectaculares como los relatados por San Juan *et al.* (1993) en vacas Parda Alpina en el Pirineo Aragonés. Sin embargo, esta explicación no puede aplicarse al sistema con praderas mejoradas, por lo que se debe atribuir la no aparición de significación a la interacción de un manejo más adecuado con la presencia continua del toro con las hembras, cuyo efecto bioestimulador sobre el acortamiento del anoestro post-parto es claro (Alberio *et al.*, 1987; Burns y Spitzer, 1992), pudiendo ser de mayor importancia en vacas primíparas que en multíparas (Gifford *et al.*, 1989). Por otra parte, en el sistema de explotación con praderas mejoradas, las hembras gozan de total libertad de movimientos desde pocos días después del parto, lo que puede coadyuvar a la mejora de sus resultados reproductivos (De Kruif, 1978).

IV.6.3.1.- Influencia de la Edad al Primer Parto

La EPP tiene una influencia muy significativa ($p < 0,01$) sobre el posterior intervalo entre partos. Introducida como covariable en el modelo (6) toma un valor de 0,048 días, lo que supone que una desviación típica de edad al primer parto supone ± 11 días de acortamiento o alargamiento del primer intervalo entre partos. Este resultado está en completo acuerdo con lo señalado por Michaux *et al.* (1987). Marsico (1989), probablemente por contar con una muestra escasa, no encuentra influencia significativa de la EPP sobre el primer IEP, aunque señala la tendencia a mayores IEP posteriores a primeros partos más tardíos.

Parece haber una contradicción entre este resultado y el hecho de que las novillas del sistema semiintensivo presentan los primeros IEP más largos con las menores edades al primer parto (Figura III). Posiblemente, estos primeros IEP más largos responden a una decisión consciente de los ganaderos del sistema semiintensivo de dejar pasar más celos en las primerizas que en las hembras antes de proceder a la nueva cubrición, probablemente para no afectar demasiado al tamaño adulto de la vaca.

IV.7.-ANÁLISIS DE LA HIPERTROFIA MUSCULAR HEREDITARIA

IV.7.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

El carácter culón se manifiesta en la Raza Asturiana de los Valles con una frecuencia moderada. La expresión del carácter en la población RAV provoca un cambio sustancial de los sistemas de explotación, del manejo del rebaño y de la propia gestión económica de la ganadería. Los animales de tipo culón tienden a desplazar a los de tipo tradicional y modifica los modos de actuación del ganadero que elige este tipo de animales (Villa *et al.*, 1995).

La introducción de la hipertrofia muscular hereditaria (HMH) en la RAV parece haberse producido a primeros de siglo a partir de la Rubia Gallega previamente influida por la raza Fleckvieh (García Fierro, 1972), si bien no puede descartarse un papel importante del ganado Frisón en este aspecto. El ganado Shorthorn, que parece haber jugado un papel esencial en la difusión de la cularidad en el continente europeo (Menissier, 1982a), no ha tenido una presencia importante en Asturias, aunque existen referencias de la importación de animales de esta raza a principios de siglo (Naredo y Bajo, 1916). La creciente mecanización del campo asturiano redujo la importancia de la aptitud *trabajo* para la que están mejor dotados los animales que no presentan el carácter culón, pasando la producción de carne a tomar mayor importancia en la economía de las explotaciones (Villa *et al.*, 1995).

A pesar de la influencia negativa de la cularidad sobre ciertos caracteres reproductivos y maternos de las vacas de cría, en especial la aparición de mayores frecuencias de partos difíciles, descenso de la producción de leche, y menor precocidad sexual (Menissier, 1982a), la hipertrofia muscular se ha difundido en determinados sistemas productivos por la evidente superioridad de este tipo de animales en cuanto a características de la canal (Menissier, 1982a; Vallejo *et al.*, 1992).

No existen datos económicos objetivos que permitan conocer el tipo de producto más rentable. Sin embargo, es cierto que en Asturias los animales culones obtienen un precio de mercado Kg/canal de al menos un 40% superior sobre los normales (ASCAR S.A., 1994, comunicación personal). Esta sobrevaloración de las canales de animales culones parece ser bastante estable en el tiempo, ya que diferenciales de precios similares habían sido citados anteriormente (Lavín Arenas, 1964; García Fierro, 1972). El mayor precio del mercado por las canales culonas es un hecho generalizado, y Menissier (1982a) habla de una sobrevaloración media del 20 a 30%.

IV.7.1.1.- Determinación Genética

Aunque las evidencias no son absolutas, parece claro que la cularidad se comporta como un carácter monofactorial de penetrancia incompleta y expresividad variable (Menissier, 1982b). El gen mayor determinante de la cularidad no está ligado al sexo y es, por lo tanto, transmisible por machos y hembras.

La hipótesis genética de un único gen autosómico parcialmente recesivo que actúa como un gen mayor no explica totalmente la aparición de este síndrome. Las frecuencias observadas en hijos de padres del mismo tipo genético, culón o normal, siempre se separan en alguna medida de lo esperable en el caso de una determinación monogénica (Menissier, 1982b). La aparición de hijos culones en apareamientos de animales normales hace pensar a algunos autores en un comportamiento recesivo del gen culón, dependiendo su aparición de la frecuencia del gen en la población normal (Rollins *et al.*, 1972). Sin embargo esto entra en contradicción con el nacimiento de animales normales producto del apareamiento de padres culones (Logeay y Vissac, 1970). La aparición de animales culones provenientes del apareamiento de un reproductor normal con otro culón lleva a otros autores a asumir que el gen culón es dominante (Sopeña y Blanco, 1970). La polémica no es nueva, y su completa resolución parece difícil. En la Tabla IV.44 se resumen las hipótesis hereditarias formuladas sobre la hipertrofia muscular en la primera mitad del siglo XX.

Tabla IV.44: Teorías sobre el modo de herencia de la Hipertrofia Muscular Hereditaria en el transcurso de la primera mitad del siglo XX (Tomado de Hanset, 1985).

FUENTE	RAZA	GENES	MODO DE HERENCIA
Wriedt, 1929	Shorthorn danés	uno	dominancia variable
Magliano, 1933	Piamontese	uno	recesivo parcial
Kronacker, 1934	Pie-noir	tres	dos para el carácter, uno supresor
Weber e Ibsen, 1934	US Hereford	uno	recesivo incompleto, expresividad variable, presencia de genes modificadores
Paci, 1935	Piamontese	uno	dominante, expresividad variable
Smith, 1949	US Angus	uno	recesivo incompleto
Kidwell <i>et al.</i> , 1952	US Angus x Africander	uno	recesivo incompleto, expresividad variable

Estas dificultades en la determinación de la dominancia o recesividad del gen culón viene dadas en gran medida por la dificultad en la determinación del genotipo de los reproductores. En el caso de reproductores de razas en que los animales normales presentan un buen formato carnívoros,

los animales hipotéticamente heterocigotos presentan un fenotipo intermedio, con alguna característica de los culones, pero tan próximos al de los animales normales que es casi imposible distinguirlos (Sopeña y Blanco, 1970; Valls Ortíz *et al.*, 1972). Por otra parte, los hijos normales de sementales culones usados en cruce industrial sobre hembras normales no se diferencian fenotípicamente de los hijos de sementales normales, aunque sí se diferencia su comportamiento en cebo y características de la canal (Valls Ortíz *et al.*, 1972). Por todo ello, la determinación de la dominancia o recesividad del gen pierde importancia ante el concepto de penetrancia: si la penetrancia es alta, como en las razas continentales de buen formato carnicero, el gen parece comportarse como dominante, y parece ser recesivo cuando la penetrancia es baja (Menissier, 1982b).

En cualquier caso, ninguna de las dos teorías sobre el tipo de herencia del gen de la hipertrofia muscular es totalmente satisfactoria. La variabilidad de la expresión de la HMH se produce, además de por la influencia de factores ambientales, por la acción de un indeterminado número de genes modificadores (Nott y Rollins, 1979), bien uno (Sopeña y Blanco, 1972), bien varios (Valls Ortiz *et al.*, 1972) de efecto epistático. Parece lógico pensar que dada la amplia variación de la presentación de la cularidad, ésta está controlada de forma poligénica, genes probablemente ligados a los responsables del formato carnicero en animales normales (Valls Ortíz *et al.*, 1972).

Sin embargo, Hanset (1972,1985) piensa que no existe relación entre ambos grupos de poligenes, y que la mayor frecuencia de cularidad en hembras normales de razas carniceras se debe exclusivamente a una mayor frecuencia del gen culón en la población femenina. Para apoyar su hipótesis de que el determinismo genético de la HMH está fundamentalmente ligado a la presencia de un gen mayor, Hanset (1985), se basa en datos experimentales y datos de campo:

- La prueba experimental consiste en producir vacas F_1 heterocigotas para el gen a partir de dos tipos diferentes genéticamente, uno homocigoto para el gen culón y otro homocigoto para el tipo normal. La F_1 fue sometida después a un cruce recurrente con toros homocigotos para el gen HMH. Estudiando la distribución del carácter cuantitativo (grado de musculatura de los productos y peso muscular total en la media canal de los terneros sacrificados a peso fijo) según el tipo de acoplamiento y comparándola con una variación poligénica, deduce la acción de un gen mayor parcialmente recesivo.

- Los datos de campo se refieren al estudio de la descendencia de toros de IA (en apareamiento con vacas de diferentes fenotipos), calificándola por su conformación. Estudiando el perfil de la distribución obtenida considera que es compatible con la segregación de un gen mayor. Considerando la regresión de la proporción de los terneros HMH sobre la puntuación muscular de sus madres, siendo el tipo del toro constante, y la regresión de la proporción de los terneros HMH sobre la puntuación muscular de sus padres (heterocigotos u homocigotos para el carácter), independientemente del genotipo de las madres, considera que debe abandonarse en los dos casos la hipótesis de la linealidad, concluyendo que la transmisión del carácter se debe a la segregación de un gen mayor con genes modificadores.

IV.7.1.2.- Expresión de la Cularidad

Sólo cuando se comparan tipos extremos y bien diferenciados de ganado hipertrófico y normal se pueden discernir claramente las características que diferencian externamente a los animales culones. En estas condiciones los animales hipertróficos presentan un aspecto completamente diferenciado debido especialmente a una hipertrofia de las masas musculares en gradiente positivo antero-posterior y disto-proximal (Menissier, 1982a), especialmente en las áreas crurales y braquiales (Boccard y Dumont, 1974), con mantenimiento de la masa muscular e incluso presentando hipotrofia de las regiones costo-torácica, abdominal y del cuello, presentando un aspecto más compacto. Las masas musculares y los surcos intermusculares son especialmente visibles bajo la piel, lo que sugiere una fuerte reducción de la capacidad de depósito de grasa subcutánea, probablemente unida a una alteración del metabolismo lipídico (Holmes y Robinson, 1970).

La hipertrofia muscular se une a un menor desarrollo óseo, que en la región raquídea parece seguir un gradiente negativo antero-posterior (McKellar, 1968), y a un menor desarrollo del aparato digestivo (Boyajeau *et al.*, 1971) que puede cifrarse en un peso 13% menor que el del aparato digestivo de los animales normales, provocando un agalgamiento del vientre, lo que en conjunto da a los animales culones cierto aspecto de caballo (grupa de potro) (Menissier, 1982a).

Estas diferencias externas *in vivo* se reflejan también en la canal, siguiendo los mismos gradientes. Respecto de las canales de los animales normales, los culones presentan menos grasa intramuscular (West, 1976) y un color más pálido (Boccard y Monin, 1973). Boyajeau *et al.* (1971) revisan las características de las canales que presentan HMH respecto de las normales (Tabla IV.45),

mostrando un mayor porcentaje de rendimiento a la canal (+8% en valor relativo), una amplia reducción del *quinto cuarto*: hígado, corazón y pulmón, (hasta un -12%), de la piel y el aparato digestivo (-13%), y una mayor proporción de músculo en la canal (+17% en valor relativo), especialmente si se compara con las reducciones en hueso y grasa de la canal (-14% y -44% en valor relativo respectivamente). La calidad de la canal también se ve afectada, ya que la carne de los animales culones tiene un mayor contenido en agua (Raimondi, 1957), peor textura (Kidwell *et al.*, 1952), y mayor ternura (West, 1976) que la de los animales normales.

Tabla IV.45: Comparación global de las características de la canal del ganado culón y normal en porcentaje, (Boyajeau *et al.*, 1971).

CARACTER	TIPO DE ANIMAL Y PONDERACION			
	C ¹	N ¹	C-N ¹	(C-N)*100/N ²
CABEZA	3,5	3,6	-0,2	-2,0
PATAS	2,6	2,8	-0,2	-6,3
PIEL	6,1	7,3	-1,2	-13,0
CORAZON	0,4	0,4	0,0	-12,0
PULMON	0,8	1,0	-0,1	-12,1
HIGADO	1,2	1,3	-0,2	-12,2
APARATO DIGESTIVO	4,5	5,5	-1,0	-13,1
RENDIMIENTO CANAL	64,4	59,9	4,5	8,2
% MUSCULO CANAL	75,3	63,8	11,5	17,4
% GRASA CANAL	7,9	17,7	-9,8	-43,5
% HUESO CANAL	13,4	15,8	-2,4	-13,9
RELACION MUSCULO HUESO	5,87	4,17	1,70	35,3

C: Culón; N: Normal

1: Media no ponderada de datos bibliográficos

2: Media experimental ponderada como $2 \times N_c \times N_n / (N_c + N_n)$; N_c: Número de animales culones; N_n: Número de animales normales

IV.7.1.3.- Posibilidades de Clasificación

La gran influencia de la HMH en los rendimientos del ganado, tanto en caracteres de crecimiento, reproductivos y de cría, así como la incidencia que tiene sobre el precio del Kg canal, hace que sea imprescindible la correcta determinación de la cularidad. Sin embargo, la clasificación, generalmente realizada de forma subjetiva por comparación del tipo culón con el normal, se vuelve

pronto insuficiente si se toman dos categorías (culón-normal) o tres (culón-aculonado-normal) creando una categoría intermedia supuestamente heterocigota (Sopeña y Blanco, 1970).

Es difícil decidir qué característica merece mayor importancia, bien la hipertrofia muscular de la grupa, los surcos intermusculares o la inclinación de la grupa. De hecho, la expresión de la muscularidad varía mucho dependiendo de la raza, en especial en las razas que en condiciones normales tienen buen formato carnívoras como la RAV (Menissier, 1982b), y paradójicamente la muscularidad se muestra más exagerada cuando se da en razas de pobre musculatura o muy engrasadas. Los surcos intermusculares, especialmente entre los músculos semitendinoso y semimembranoso, se encuentran frecuentemente en ausencia de hipertrofia (Hanset, 1961).

Por otra parte, la HMH se presenta de forma más marcada en los machos (McKellar, 1968), y varía su presentación a diferentes edades, apareciendo diferentes signos varias semanas después del nacimiento (Vissac y Lauvergne, 1969), siendo los signos de tipo patológico (macroglosia, raquitismo) los más variables (Lauvergne *et al.*, 1963). Además la manifestación de la HMH tiende a hacerse menos evidente en los animales adultos, e incluso a desaparecer en algunas razas como la Blonde d'Aquitaine o RAV (Menissier, 1982b). El sistema de manejo influye considerablemente, apreciándose mejor la muscularidad cuando el régimen de alimentación es intensivo (Vissac y Lauvergne, 1969; Vissac *et al.*, 1973).

Una mejor estimación se obtiene a partir de un índice (Neuvy y Vissac, 1962; Vissac *et al.*, 1973) (Tabla IV.46) que cuantifique la expresión de varios signos específicos de la HMH.

Rollins *et al.*, (1972) proponen dos índices que puntúan de 1 a 4 cada uno de los caracteres considerados: el primero pondera 1 y 2 la convexidad de la nalga y el surco entre el semitendinoso y semimembranoso respectivamente; el segundo pondera 1, 0,5 y 8 la musculación de la espalda, la musculación de la grupa y la convexidad de la nalga respectivamente.

En Blanc-Bleu Belge (Hanset, 1985), los terneros se clasifican como *viandeux* (culones) o *mixtes* (no completamente culones) a una edad de 1 ó 2 meses. La conformación de los terneros supervivientes a los 11 meses se califica en una escala de 55 a 120 en tramos de 5. Una calificación de 90 en adelante se considera correspondiente al tipo *viandeux*.

Neuvy y Vissac (1962), establecen un modelo de puntuación de la cularidad, basándose en diez características que describen el carácter, asignándoles un valor dependiendo de la intensidad con que se presenten (Tabla IV.46): 0, si la expresión del carácter es baja, 1, si es intermedia, y 2, si es alta. De esta manera se puede obtener una puntuación global de 0 a 20 puntos que permite medir la intensidad de la manifestación del carácter en cada animal. No existen muchas referencias respecto de la utilización de este índice, variando la categorización de los animales con la base de datos empleada. Logeay y Vissac (1970) puntúan 66 terneros Charolais considerando culones aquellos con puntuación igual o superior a 12. Valls *et al.* (1972) puntúan 120 terneros de la misma raza considerando el tipo normal de 0 a 6, el intermedio de 6 a 9, y el culón a partir de 10.

Alguna de las características propuestas por Neuvy y Vissac (1962) para la medición del carácter varían en intensidad con la edad del animal (Vissac *et al.*, 1971) (Tabla IV.46). La macroglosia, por ejemplo, ya no es evidente a edades comercialmente importantes como el destete. Por otra parte, los surcos cutáneos de la espalda y muslo aparecen a veces en ausencia de hipertrofia muscular e incluso en animales famélicos (Hanset, 1961; Menissier 1982b). Por ello, el sistema de Neuvy y Vissac (1962) no es del todo válido para su uso masivo sin información previa del ternero.

El programa de Control de Rendimientos de la RAV emplea para la medición de la cularidad al destete una modificación del método de Neuvy y Vissac (1962) que, aunque con un funcionamiento algo más rígido, permite su total adaptación a edades comerciales de destete y cebo (Villa *et al.*, 1995).

IV.7.1.4.- Influencia en los Caracteres de Crecimiento

Aunque algunos autores señalan una menor capacidad de crecimiento de los terneros culones respecto de los normales, éste hecho parece justificarse por una selección de los reproductores dirigida a la expresión de la muscularidad en detrimento de los caracteres de crecimiento (Arthur *et al.*, 1989) o por la toma de datos en sistemas de explotación en que los terneros culones no son capaces de demostrar su mayor potencial de crecimiento (Montserrat y Sánchez, 1991).

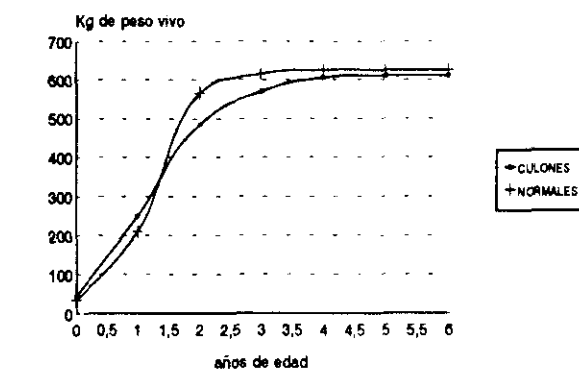
En general se admite una mayor capacidad de crecimiento de los terneros culones hasta el destete, especialmente si se explotan en condiciones intensivas (Nott y Rollins, 1979; Vissac *et al.*, 1973; Lavín Arenas, 1964; Sopeña y Blanco, 1970), y una menor ganancia diaria en el período post-

destete que los terneros normales, aunque este hecho puede variar según la raza (Menissier, 1982a).

Respecto de los animales normales la curva de crecimiento de los animales culones adopta una forma típica (Figura IV.28). Los culones presentan un mayor PN como consecuencia, posiblemente, de un mayor potencial genético de crecimiento. Este mayor

potencial se sigue expresando durante el período predestete y hasta el año de edad, para, posteriormente y según razas, presentar una menor velocidad de crecimiento que los animales normales, para llegar finalmente a un menor peso adulto (Menissier, 1982a).

Figura IV.29: Curvas de crecimiento de animales normales y culones en razas especializadas de carne



ADAPTADO DE MENISSIER, 1982a

IV.7.2.- MATERIAL Y METODOS

IV.7.2.1.- Datos Utilizados

Se han utilizado 2.493 registros de puntuación cular al destete de la base de datos del Control de Rendimiento de la Raza Asturiana de los Valles. Los registros utilizados realizaron el destete entre los 90 y 270 días de edad del ternero. Se exigió que se conociera el tipo del padre (culón, aculonado y normal), el tipo de la madre (culona, aculonada y normal), el del ternero al nacimiento (culón, aculonado y normal), el sexo del ternero (macho o hembra), el número de parto de la madre y el peso al destete. De 2.318 registros se conocía, además, el PN, y de 2.420 la dificultad de partos medida de 1 a 4 según las recomendaciones BIF (1986). Tras la depuración de los datos, sólo se disponía de 15 registros correspondientes al sistema semiintensivo, que fueron eliminados.

En el programa de mejora de la RAV, tanto al nacimiento como cuando se dan de alta como reproductores, los individuos se clasifican por su tipo en tres categorías:

- Culones (C): son los animales que manifiestan todas las características representativas del carácter muy evidentemente.

- Aculonados (AC): los que presentan características intermedias entre los culones muy evidentes y los normales.

- Normales (N): los que no presentan estas características en grado manifiesto.

El método de puntuación cular en la RAV es una modificación del sistema de puntuación descrito por Neuvy y Vissac (1962), adaptándolo a las particularidades de su Control de Rendimientos (Tabla IV.46). Se eliminan del índice caracteres como la macroglosia y la presencia de surcos cutáneos, y se da más importancia a la hipertrofia de los músculos de la espalda y de la pierna, multiplicando su puntuación por 2. La puntuación mínima, que expresa la falta completa de cularidad, se considera 1. La puntuación final sigue siendo de 20 puntos en el caso de máxima expresividad del carácter en todas sus regiones.

Tabla IV.46: Caracteres que se consideran para la clasificación por cularidad. Edad de máxima expresividad de cada uno de ellos, y ponderación realizada en el Programa de Mejora de la RAV (Tomado de Villa *et al.*, 1995).

CARACTER*	PUNTOS	PONDERACION RAV	EDAD DE MAXIMA EXPRESIVIDAD**
MACROGLOSIA	0,1,2	NO	Nacimiento. Desaparece a las 3 semanas
HIPERTROFIA MUSCULAR DE LA ESPALDA	0,1,2	x2	De 3 meses a 1 año
COMPACIDAD GENERAL	0,1,2	=	Toda la vida
APLOMOS PARTICULARES	0,1,2	=	Toda la vida
RETRACCION DEL VIENTRE	0,1,2	=	De 3 meses a 1 año
INCLINACION DE LA GRUPO	0,1,2	=	Toda la vida
NACIMIENTO DE LA COLA ADELANTADO	0,1,2	=	Toda la vida
HIPERTROFIA MUSCULAR DE LA PIERNA	0,1,2	x2	De 3 meses a 1 año
PRESENCIA DE SURCOS CUTANEOS EN ESPALDA Y MUSLO	0,1,2	NO	De 3 meses a 1 año
FINURA DE HUESO	0,1,2	=	Toda la vida
TOTAL	20	20	

* Neuvy y Vissac, 1962.

** Vissac *et al.*, 1971.

= La misma puntuación que en el método original.

Las puntuaciones culares se han agrupado arbitrariamente en 3 categorías: de 1 a 6, que incluye los terneros normales al destete, de 7 a 10 que incluye los terneros aculonados, y de 11 en adelante que recoge los terneros claramente culones.

IV.7.2.2.- Análisis Estadísticos

Se han realizado análisis de significación de medias y frecuencias con el paquete estadístico SAS (SAS, 1988). Usando el Procedimiento GLM se ajustó el modelo:

$$PC_{ijklmnop} = SIS_i + NA_{(j)} + M_k + P_l + S_m + TV_n + TP_o + (TV*TP)_{no} + I(EDAD_{ijklmnop}) + \epsilon_{ijklmnop} \quad (7)$$

siendo:

- $PC_{ijklmnop}$: la observación de la variable dependiente puntuación cular;
- SIS_i : el efecto del sistema de explotación ($i=1,2$): tradicional y con praderas mejoradas;
- $NA_{(j)}$: el efecto del núcleo de control-año de parto de la vaca jerarquizado a sistema de explotación ($j=1... 38$);
- M_k : el efecto del mes de parto de la vaca ($k=1... 12$);
- P_l : el efecto del número de parto de la vaca ($l=1... 6$): primer parto, segundo parto, tercer parto, cuarto parto, de cinco a nueve partos, y más de nueve partos;
- S_m : el efecto del sexo del ternero con ($m=1,2$): macho y hembra;
- TV_n : el efecto del tipo de la vaca ($n=1... 3$): culona, aculonada o normal;
- TP_o : el efecto del tipo del semental ($o=1... 3$): culón, aculonado y normal;
- $(TV*TP)_{no}$: el efecto de la interacción del tipo de la vaca con el tipo del semental.
- $I(EDAD_{ijklmnop})$: la edad la destete como covariable lineal desviada de 180 días;
- $\epsilon_{ijklmnop}$: el error asociado a la observación.

Posteriormente se ha incluido la puntuación cular como covariable lineal y cuadrática en el análisis de las siguientes variables productivas :

- Peso al nacimiento.
- Peso al destete real.
- Ganancia media diaria (GMD), definida como (PD-PN)/EDAD.
- Peso al destete ajustado a 180 días según las recomendaciones BIF (1986) como (GMD x 180)+PN.
- Crecimiento relativo (CR) predestete (Fitzhugh y Taylor, 1971) como (log(PD/PN))/EDAD, siendo log el logaritmo decimal.
- Dificultad de partos, recogida de 1 a 4 según las recomendaciones BIF (1986).

El modelo ajustado fue el siguiente:

$$Y_{ijklmno} = SIS_i + NA_{(j)} + M_k + P_l + S_m + TV_n + (P*TV)_{ln} + l_1(PN)_{ijklmno} + l_2(EDAD)_{ijklmno} + q_1(EDAD)^2_{ijklmno} + l_3(PC)_{ijklmno} + q_2(PC)^2_{ijklmno} + \epsilon_{ijklmno} \quad (8)$$

siendo:

- $Y_{ijklmno}$: la observación las variables dependientes;
- $(P*TV)_{ln}$: el efecto de la interacción del número de parto de la vaca con el tipo de la vaca;
- l_n y q_n las covariables lineales o cuadráticas del peso al nacimiento (PN), edad al destete (EDAD) o puntuación cular (PC);

y el resto, los efectos fijos que se definieron en el modelo (7).

En el modelo (8) de estimación del PN se eliminaron lógicamente las covariables de peso al nacimiento y edad al destete, y en la dificultad de partos la edad al destete.

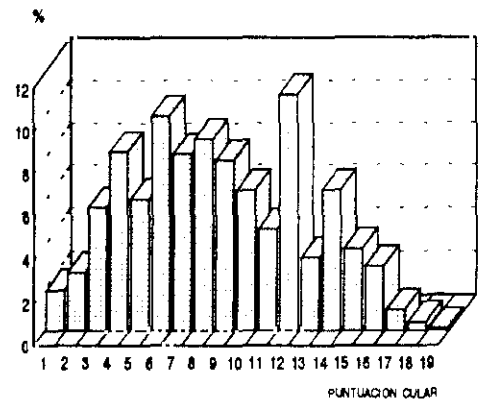
IV.7.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

La distribución de las puntuaciones culares toma la forma de una distribución no normal (Figura IV.30) con moda en 12. El doble valor de los caracteres de muscularidad hace menos frecuente la aparición de puntuaciones impares, en especial en puntuaciones altas.

Las categorías de puntuación cular empleadas están estrechamente correlacionadas con el tipo de ternero al nacimiento (culón, aculonado y normal) ($r=0,69$). A partir de los valores 11-12 los terneros son claramente culones (Figura IV.31a). El 75 % de los terneros culones al nacimiento se destetan con una puntuación igual o superior a 11, siendo la moda de su distribución 12. Sólo el 6 % de los terneros clasificados como culones al nacimiento presentan al destete una puntuación inferior a 7. Posiblemente este porcentaje residual se debe a terneros normales que nacen con gran tamaño y desarrollo (Figura IV.32).

Los terneros aculonados al nacimiento presentan una distribución más plana y sesgada hacia puntuaciones más altas, con una moda de 8. El 51% de los terneros culones al nacimiento se desteta con una puntuación entre 7 y 10, pero el 36% lo hacen con puntuaciones superiores, lo que implica una expresión deficiente de las características culares al nacimiento en un elevado número de terneros. Los terneros culones, aculonados y normales al nacimiento presentan medias de puntuación cular del 137%, 111% y 66% respectivamente sobre la media de puntuación cular de la base de datos. La mayor proximidad del comportamiento del supuesto heterocigoto con el homocigoto culón refuerza la hipótesis de que buena parte de los terneros clasificados como aculonados al nacimiento son en realidad homocigotos culones.

Figura IV.30: Frecuencias de aparición de puntuación cular



Test de Kolmogorov para normalidad
D:Normal 0,001; Prob>D<0,01

El 66% de los terneros normales al nacimiento se destetan con puntuación menor de 7. Un elevado porcentaje (36%) se desteta con puntuaciones correspondientes a animales aculonados, aunque la mayoría (23%) se puntúa con 7-8. Los terneros culones y aculonados al nacimiento presentan una media de puntuación cular al destete del 205% y 167% sobre la de los terneros normales (Tabla IV.47).

Los animales claramente mal clasificados al nacimiento, esto es, terneros culones y aculonados destetados con puntuación menor de 7 y normales destetados con puntuación superior a 10 alcanza un bajo nivel del 7%. Si a ellos se añade una quinta parte de los terneros en el segundo tramo de puntuación más probable según su tipo al nacimiento, el error de clasificación alcanza el 13%.

Las frecuencias de aparición de las diferentes categorías de puntuación cular en hijos de sementales culones o vacas normales (Figura IV.31a) son paralelas entre sí y con la distribución general, como no podía ser menos al constituir la mayoría de los sementales y reproductoras utilizadas en la población (Tabla IV.47). En cualquier caso, la distribución de los hijos de vacas normales está desplazada hacia puntuaciones más bajas (con una moda de 6) respecto de la de los hijos de toros culones (con moda de 12).

Figura IV.31a: Frecuencias de aparición de puntuación cular por tipo del ternero al nacimiento

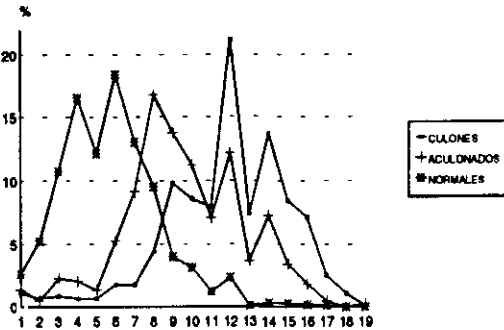


Figura IV.31b: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de sementales culones o vacas normales

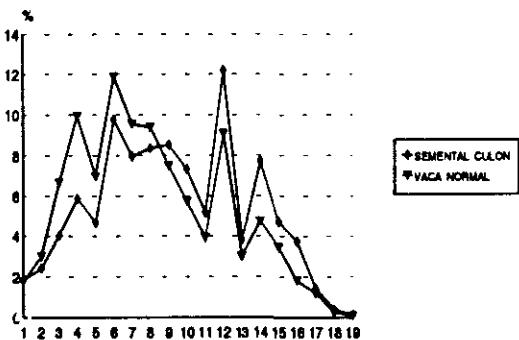


Figura IV.31c: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de sementales aculonados o normales

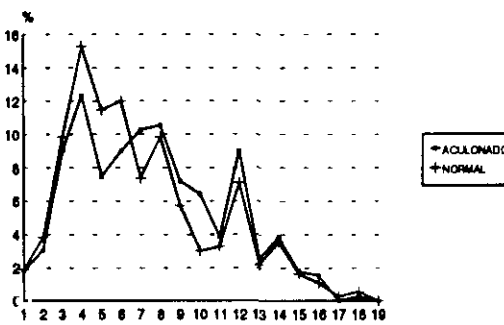
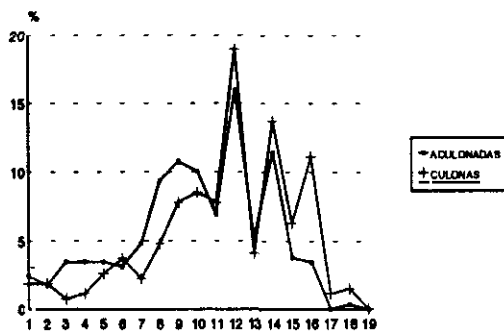


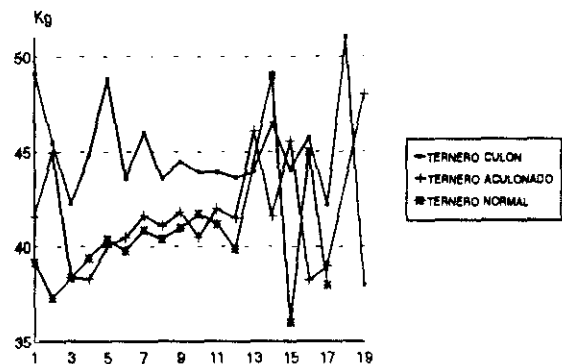
Figura IV.31d: Frecuencias de aparición de puntuación cular en hijos de vacas aculonadas o culonas



La distribución de las frecuencias de las categorías de cularidad en hijos de sementales normales o aculonados son muy similares con un valor de 4 para la moda. El fenotipo de los animales heterocigotos para la HMH es muy próximo al de los animales normales (Kidwell *et al.*, 1952; Hanset, 1985) y prácticamente imposible de distinguir en razas de buen formato carnicero (Sopeña y Blanco, 1970; Valls *et al.*, 1972). Es muy

posible que se hayan clasificado como normales algunos sementales heterocigotos y viceversa. Las medias de puntuación cular de los hijos de sementales culones y aculonados suponen el 132% y 108% respectivamente sobre la de los hijos de sementales los normales. A su vez, las medias de puntuación cular de los hijos de sementales culones, aculonados y normales suponen el 107%, 87% y 81% respectivamente sobre la media general de puntuación cular. La mayor proximidad de los valores de los sementales aculonados y normales implica una mejor clasificación de los toros por su tipo

Figura IV.32: Medias de peso al nacimiento por puntuación cular al destete y tipo del ternero al nacimiento



Las distribuciones de las frecuencias de las categorías de la cularidad de hijos de vacas culonas y aculonadas son muy parecidas aunque sesgadas hacia puntuaciones altas con un valor para la moda de 12. La expresión de la cularidad tiende a desaparecer en animales adultos y especialmente en las hembras (Vissac *et al.*, 1969). Este proceso puede afectar en mayor medida a las hembras de razas cuya población normal está menos musculada (Menissier, 1982b). Es muy posible que una parte de las hembras clasificadas como aculonadas sean homocigotas para la HMH. Las medias de puntuación cular de los hijos de vacas culonas y aculonadas suponen el 141% y 123% respectivamente sobre la de los hijos de vacas normales. A su vez, las medias de puntuación cular de los hijos de vacas culonas, aculonadas y normales suponen el 132%, 115% y 93% respectivamente sobre la media general de puntuación cular.

En cualquier caso la utilización de un semental normal o aculonado parece asegurar en gran medida la obtención de un ternero normal al destete, ocurriendo lo contrario en el caso de la utilización de vacas culonas o aculonadas. Aunque esto puede explicarse en parte porque las hembras culonas y aculonadas son apareadas con semental culón en un 11% más de ocasiones que las hembras normales, y que las hembras normales se aparean con un semental normal en un 8% más de ocasiones que las culonas y aculonadas (X^2 30,451, $p < 0,001$, $G1=4$), probablemente buscando recría no

culona, no puede descartarse totalmente que el gen que transmita la madre sea más eficiente que el gen que transmite el padre, al contrario de lo que ocurre en ovino con el gen callipyge.

Tabla IV.47: Estadísticos más importantes en la descripción de la puntuación cular en la RAV

	NUMERO DE DATOS	MEDIA	DESVIACION TIPICA	COEFICIENTE DE VARIACION	MODA
TOTALES	2493	8,6	4,0	46,51	12
TIPO DEL TERNERO					
Culón ^a	906	11,8	3,2	27,06	12
Aculonado ^b	436	9,6	3,1	32,90	8
Normal ^c	1143	5,7	2,5	44,35	6
TIPO DEL SEMENTAL					
Culón ^a	1738	9,2	4,0	43,52	12
Aculonado ^b	389	7,6	3,7	48,58	4
Normal ^c	366	7,0	3,7	52,67	4
TIPO DE LA VACA					
Culona ^a	269	11,4	3,7	32,81	12
Aculonada ^b	288	9,8	3,7	37,58	12
Normal ^c	1936	8,6	3,8	48,33	6
SEXO DEL TERNERO					
Macho ^a	1280	8,8	4,1	47,02	12
Hembra ^b	1213	8,5	3,9	45,86	12
NUMERO DE PARTO					
Primer parto ^b	386	8,2	3,9	47,78	12
Segundo parto ^{ab}	366	8,8	4,0	45,73	8
Tercer parto ^a	345	8,9	4,0	45,03	12
Cuarto parto ^a	335	8,9	3,9	44,11	12
Mas de cinco y menos de diez ^{ab}	939	8,6	4,1	47,48	12
Mas de nueve ^{ab}	122	8,3	3,8	45,86	7

Letras distintas expresan medias significativamente diferentes para $p < 0.05$.

Las medias de puntuación cular para los niveles de fuentes de variación expresadas en la Tabla IV.47 son muy estables y presentan enormes coeficientes de variación elevados con valores entre 30 y 50%

IV.7.3.1.- Penetrancia del Gen Culón

La discusión sobre la dominancia o recesividad del gen culón se ve desplazada a efectos prácticos por el problema de su penetrancia. Las frecuencias de terneros culones observadas según el fenotipo de sus padres siempre se separan en alguna medida de lo esperable a partir de una determinación monogénica de la hipertrofia muscular (Menissier, 1982b). Los datos disponibles de cruzamientos realizados en condiciones experimentales no aportan mayor luz sobre el asunto debido al pequeño número de efectivos con que se han realizado. En cualquier caso, la penetrancia del gen parece ser alta en los terneros hijos de padres homocigotos culones, pudiendo oscilar entre el 60% (Hanset, 1961) y el 87% (Logeay y Vissac, 1970), y baja en los terneros posiblemente heterocigotos producto del cruzamiento de un padre homocigoto culón con otro homocigoto normal, oscilando entre el 8% (Hanset, 1961) y el 10-20% (Logeay y Vissac, 1970), aunque el estudio de Paci (1935) se separa notablemente del resto de los conocidos, señalando una penetrancia en los heterocigotos del 57%.

Menissier (1982b) a partir de datos bibliográficos, encuentra una media de penetrancia del gen culón del 80-87% en el cruce C x C, del 4-17% en los heterocigotos, y nula o muy baja (0-2,5%) en el cruce N x N, según el genotipo más probable de los padres. Cuando realiza la revisión según el fenotipo de los padres el resultado es menos concluyente: la frecuencia de aparición de culones en los heterocigotos (C x N o N x C) aumenta hasta un 21-29%, y en el cruce N x N hasta el 4,5-6,5%, manteniéndose una frecuencia alta en la aparición de terneros culones en el cruce C x C (86-87%).

Los resultados de los cruzamientos observables en la RAV se separan en buena medida de lo reseñado anteriormente (Tabla IV.48). La penetrancia del gen HMH en los homocigotos sería de, al menos, el 69%, lo que entra dentro de lo esperable, pero la penetrancia en los heterocigotos producto de la suma de los cruzamientos C x N y N x C alcanza el 35%. Las frecuencias observadas en el cruzamiento N x N indican la aparición de terneros culones en un 16% de los casos. Si se acepta que la proporción de terneros culones producto del cruce N x N puede llegar al 6% (Paci, 1935) para descartar posibles errores de medida en datos de campo, todavía habría que admitir que, al menos, un 10% de los sementales y un 15% de las vacas considerados normales serían heterocigotos para el gen. Nuevamente aparece el problema de la detección de animales heterocigotos en edad adulta. Lavín Arenas (1964), en la RAV, encuentra que novillas normales hijas y nietas de semental culón producen terneros culones en el 63 y 98% de los casos tras ser cruzadas con semental normal y culón respectivamente.

Tabla IV.48: Frecuencia, de aparición de puntuaciones culares al destete según el tipo semental (culón, aculonado y normal) y de vaca (culona, aculonada y normal)

CRUZAMIENTO	DE 1 a 6	DE 7 a 10	MAYOR DE 10	NUMERO DE TERNEROS
(C x C)+(C x C)	7,6	23,1	69,3	212
(N x N)+(N x N)	57,2	26,9	15,9	320
(AC x AC)+(AC x AC)	35,7	35,7	28,6	42
C x N	34,5	32,9	32,6	1.302
N x C	45,8	16,7	37,5	24
(C x N)+(N x C)	34,8	32,6	32,6	1.326
C x AC	13,8	36,2	50,0	224
AC x C	15,2	30,3	54,5	33
(C x AC)+(AC x C)	14,0	35,4	50,6	257
AC x N	46,5	34,7	18,8	314
N x AC	22,7	54,6	54,6	22
(AC x N)+(N x AC)	44,9	33,9	21,2	336

C: tipo culón; AC: tipo aculonado o intermedio; N: tipo normal

La primera letra del cruzamiento indica el tipo del semental, y la segunda el de la vaca
Frecuencias expresadas en porcentaje

En cualquier caso estos resultados están de acuerdo con los encontrados en la RAV por Alonso (1987) sobre una muestra de 1.141 terneros hijos de sementales y vacas fenotípicamente culones o normales, y clasificados al nacimiento como culones o normales. Alonso (1987) encuentra una penetrancia del 87,5% en el homocigoto (C x C), coherente con lo encontrado por Menissier (1982b), pero la penetrancia en los heterocigotos (C x N y N x C) es del 49,6% y en el cruce N x N del 22,5%.

La aparición cada vez más frecuente de terneros culones en la RAV está ligada, sin duda, al aumento de la frecuencia del gen culón en las hembras de la población (Hanset, 1985). Se ha llevado a cabo de forma intuitiva una selección de reproductores en la forma descrita por Vissac (1972) para la selección del carácter con vista a su explotación en raza pura, de modo que se permiten características culares más acusadas en los sementales que en las reproductoras para limitar los inconvenientes productivos provocados por el empeoramiento de las características maternas ligadas a la expresión del gen culón.

Aunque no se puede descartar la existencia de una serie de genes modificadores, probablemente de comportamiento en gran medida aditivo, que regulen la expresión de la cularidad y que como resultado de la selección favorable se habrían ido acumulando en la población RAV, este hecho no explicaría por sí mismo la gran desviación de las frecuencias esperables en las categorías de puntuación cular en hijos de hembras fenotípicamente normales ni que estas frecuencias se hayan mantenido sustancialmente iguales en el plazo de una generación.

En otras especies animales se ha descrito la aparición de caracteres regulados por genes dominantes de penetrancia incompleta como consecuencia de cambios ambientales (domesticación o laboratorialización) que provocan cambios en el medio ambiente interno, fundamentalmente de origen hormonal (Ruvinsky, 1987). Aunque no parece probable que esto explique las desviaciones de frecuencias encontradas en una población bovina ligada fundamentalmente al medio físico donde se explota, no es descartable que variaciones fisiológicas individuales puedan estar en la base de la aparición de hijos normales del cruzamiento de homocigotos.

IV.7.3.2.- Factores que Influyen en la Puntuación Cular

El modelo empleado para la estimación de los factores de influencia sobre la puntuación cular presentó un R^2 del 26,7%. Las variables de manejo, que recogen en gran medida las diferencias genéticas existentes entre rebaños, son las que más contribuyen a la explicación de la puntuación cular: la interacción núcleo-año de parto de la vaca recoge prácticamente el 70% de la variabilidad explicada por el modelo, mientras que el sistema de manejo solamente el 5% (Tabla IV.49).

La estima de la media de la puntuación cular en el sistema de explotación tradicional es de 9,2, un 3,5% superior a la media del sistema de explotación con praderas mejoradas, cuyo valor es de 8,9. Estas diferencias se explican por la menor proporción de vacas cuyo fenotipo presenta características de HMH presentes en el sistema de explotación con praderas mejoradas.

Tabla IV.49: Modelo explicativo de la puntuación cular en la Raza Asturiana de los Valles

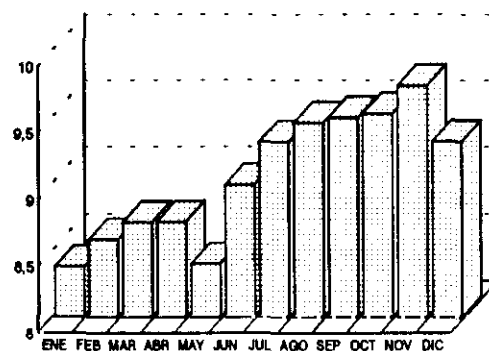
FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADO MEDIO	% SCM
SISTEMA DE EXPLOTACION	1	578,2 ^{***}	5,40
NUCLEO-AÑO JERARQUIZADO A SISTEMA	36	203,9 ^{***}	68,57
MES DE PARTO	11	30,8 ^{**}	3,17
NUMERO DE PARTO DE LA VACA	5	45,9 ^{**}	2,14
SEXO DEL TERNERO	1	119,6 ^{**}	1,12
TIPO DEL SEMENTAL	2	65,7 ^{**}	1,23
TIPO DE LA VACA	2	831,3 ^{***}	15,53
TIPO DEL SEMENTAL x TIPO DE LA VACA	4	24,3 ^{**}	0,91
COVARIABLE EDAD AL DESTETE	1	207,3 ^{***}	1,94
error	2.429	12,1	
COEFICIENTE DE DETERMINACION			0,267

*; $p < 0,05$; **; $p < 0,01$; ***; $p < 0,001$; ns: no significativo
 % SCM: Porcentaje de participación en la suma de cuadrados del modelo

El mes de parto de la vaca tiene una influencia muy significativa en el grado de cularidad de los terneros al destete, recogiendo el 3% de la suma de cuadrados del modelo. Las medias de puntuación cular por mes del parto (Figura IV.33) son claramente superiores en los terneros nacidos en el segundo semestre del año, de julio a diciembre. La cularidad se expresa mejor en animales sanos cuya alimentación permite

buenos crecimientos (Vissac y Lauvergne, 1969; Vissac *et al.*, 1973) y no están sometidos a estrés nutricional (Holmes y Robinson, 1970). Los animales nacidos en la segunda mitad del año alcanzan medias de crecimiento superiores a las de los nacidos en el primer semestre, mientras que los animales nacidos en el primer semestre del año, han de sufrir antes del destete el descenso de producción lechera de su madre por la sequía estival, siendo incapaces de suplir esta deficiencia con la mayor ingestión de pasto (Wright y Russel, 1987; Osoro, 1993).

Figura IV.33: Puntuación cular por mes de nacimiento del ternero



El número de parto de la vaca recoge el 2% de la variabilidad explicada por el modelo. Las medias y las estimas mínimocuadráticas de la puntuación cular son apreciablemente estables a partir del segundo parto hasta la edad de la vaca considerada adulta (Tabla IV.49), mientras que son ligeramente menores en vacas primerizas (92% de la estima de la puntuación cular de vacas adultas) y en vacas de más de nueve partos (93% del valor de la estima de puntuación cular en vacas adultas). Si se admite que la cularidad depende fundamentalmente de la acción un gen mayor, las menores puntuaciones culares de los hijos de vacas primerizas o viejas debe explicarse por la menor capacidad de estas vacas para amamantar al ternero.

El sexo del ternero recoge el 1% de la suma de cuadrados del modelo. Esta proporción pudiera parecer menor de la esperable, ya que parece claro que los machos presentan las características de la cularidad de forma más marcada y más duradera en el tiempo (Menissier, 1982b). No hay diferencias significativas en categorías de puntuación cular por sexo del ternero (X^2 3,858, $p=0,145$; $G1=2$), aunque sí existe un 3,6% más de terneros machos con puntuación cular mayor de 10.

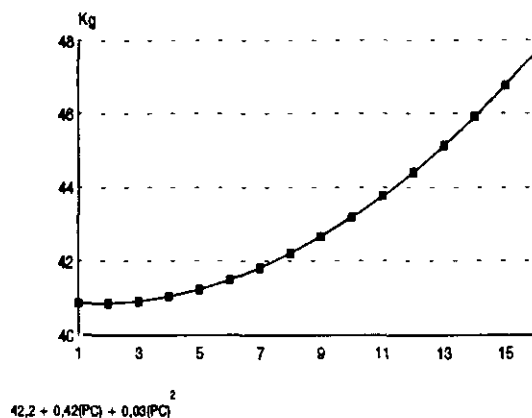
Tanto el tipo del semental como el de la vaca son fuente significativa de variación de la puntuación cular. Los hijos de sementales culones presentan una media de puntuación cular superior en un 7 y 10% que las de los hijos de sementales aculonados y culones respectivamente. Los hijos de hembras culonas presentan una puntuación cular media superior en un 7 y un 26% a la de los hijos de hembras aculonadas y culonas respectivamente. Estas diferencias explican que el tipo del semental sólo recoja el 1% de la variabilidad explicada por el modelo, mientras que el tipo de la vaca llega a explicar prácticamente el 16%. Puesto que el tipo de semental a utilizar se puede considerar fijo, el hecho de que con una vaca culona o aculonada aumente enormemente la probabilidad de obtener un ternero culón, explica, por razones económicas la cularización de la raza.

La interacción entre el tipo de semental y el tipo de vaca no resulta ser significativa, lo que se explica debido a que los productos de cada cruzamiento no se desvían de lo esperable. Las frecuencias obtenidas de cruzamientos de padres culones y un padre culón y otro aculonado son similares a las esperables en los hijo de vacas culonas y aculonadas (Figura IV.31d). Como no podía ser de otra manera, el cruzamiento de un padre culón con otro normal produce frecuencias similares a la distribución general (Figuras IV.30,IV.31b). Los cruzamientos de padre aculonado o normal con hembra normal no se desvían de lo esperado en hijos de padres aculonados o normales (Figura IV.31c).

La edad del ternero influye significativamente en la presentación de la cularidad recogiendo el 2% de la suma de cuadrados del modelo. Rollins *et al.* (1972) no son capaces de distinguir la cularidad al nacimiento en el 28% de los terneros estudiados. Gran parte de los caracteres definitorios de la cularidad no son apreciables claramente más que a partir de los tres meses de vida del ternero (Vissac *et al.*, 1971) (Tabla IV.46). En general se puede apreciar que la

cularidad se empieza a manifestar desde el mes de edad acrecentándose hasta los 18 meses tendiendo a desaparecer al avanzar hacia el estado adulto (Lauvergne *et al.*, 1963). La puntuación parece aumentar en 0,007 unidades por día de edad (Figura VI), produciéndose un sesgo de $\pm 0,6$ a los 3 y 9 meses de edad del ternero. Ni la covariable cuadrática ni la cúbica de la edad al destete influyeron en la puntuación cular.

Figura IV.34: Incremento de los pesos al nacimiento por puntuación cular del ternero



IV.7.3.3.- Efecto de la Cularidad del Ternero sobre Caracteres Productivos

El grado de cularidad del ternero introducido como covariable lineal en los modelos de estimación, tuvo una influencia significativa para el PN, peso al destete real y ajustado a 180 días, ganancia media diaria predestete y dificultad de partos. La covariable cuadrática tuvo una influencia significativa, además, para el PN (Tabla IV.50). En el caso del crecimiento relativo la covariable lineal sólo fue significativa cuando se eliminó del modelo el PN. El porcentaje de participación en la suma de cuadrados de cada modelo empleado es de un 21,5% en el caso del covariable lineal en el PN (1,7% la cuadrática), mientras que en los caracteres de crecimiento predestete, excepto el crecimiento relativo, recoge entre el 1 y 3% de la variabilidad explicada por el modelo. En el caso de la dificultad de partos recoge el 2%.

Tabla IV.50: Significación y valor de las covariables de puntuación cular para peso al nacimiento, peso al destete real, peso al destete ajustado a 180 días, crecimiento relativo predestete, y dificultad de partos.

VARIABLE DEPENDIENTE	COVARIABLE LINEAL	COVARIABLE CUADRÁTICA
PESO AL NACIMIENTO	0,42 ^{***}	0,03 ^{***}
PESO AL DESTETE REAL	1,29 ^{***}	0,07 ^{**}
PESO A 180 DIAS	1,34 ^{***}	0,06 ^{**}
GANANCIA MEDIA DIARIA	0,006 ^{***}	0,0002 ^{**}
CRECIMIENTO RELATIVO	$-,45 \times 10^{-6}$ ^{**}	$-,62 \times 10^{-6}$ ^{**}
DIFICULTAD DE PARTOS	0,017 ^{***}	0,0002 ^{**}

La influencia del grado de la cularidad al destete sobre el PN demuestra que el método de puntuación empleado en la RAV es capaz de detectar diferencias reales en el grado del carácter que se expresan en diferentes edades del ternero. Los terneros culones parecen tener un mayor potencial de crecimiento a edades tempranas (Menissier, 1982a) que va decreciendo con la edad para llegar a edad adulta con pesos más ligeros que los animales normales. Esta pauta de crecimiento coincide con la predicha por Fitzhugh y Taylor (1971) para los animales que presentan a una edad temprana dada mayor grado de madurez, entendida como el cociente entre el peso a una edad dada y el peso adulto.

Indiscutiblemente, los animales culones pesan más al nacimiento (Hanset y Jandrain, 1979; Alonso *et al.*, 1991). El grado de cularidad afecta al peso al nacimiento de forma lineal y cuadrática lo que indica una relación curvilínea entre ambas variables. Los valores de las covariables implican que los terneros de puntuación cular 1 pesarían 1,3 Kg por debajo de la media al nacimiento, mientras que los terneros de puntuación cular 16 pesarían 4,5 Kg por encima de la media. Esto supone un 114% de superioridad del PN de los terneros de puntuación 16 respecto de los terneros de puntuación 1. Menissier (1982a) encuentra en la bibliografía una superioridad de los terneros culones en PN, del 10-30% sobre los normales. Los sistemas de explotación RAV imponen que, al menos, uno de cada dos partos debe realizarse sin ayuda, por lo que parece lógico que las diferencias máximas se encuentren en el rango más bajo.

La covariable lineal de puntuación cular afecta significativamente al peso real al destete y ajustado a 180 días tomando unos valores de 1,29 y 1,34 lo que implica una diferencia de ± 9 Kg al destete entre terneros de puntuación cular 1 y 16. La covariable lineal afecta también a la ganancia media diaria, tomando un valor de 6 g/punto, lo que implica una diferencia de ± 42 g en el rango de

1 a 16. Parece claro que los terneros culones muestran un mayor potencial de crecimiento, aunque la curva de crecimiento presentada por Menissier (1982a), parecería exigir que la covariable cuadrática tuviera influencia significativa. Posiblemente el tramo de crecimiento hasta el destete es lo suficientemente corto como para que no se muestre una caída del potencial de crecimiento, aunque es posible que el escaso número de datos no permita eliminar alguna influencia ambiental que lo oculta.

La covariable lineal de puntuación cular sólo afecta significativamente al crecimiento relativo cuando en el modelo no se incluye el PN, tomando un valor de $-0,18 \times 10^4$. El crecimiento relativo es la ganancia diaria por unidad de peso inicial (Fitzhugh y Taylor, 1971). La puntuación cular parece recoger en este caso una parte de las diferencias en PN. El valor negativo se explica por la tendencia a presentar mayores crecimientos relativos aquellos animales que presentan menores pesos al nacimiento (Gregory *et al.*, 1978). Asimismo, los animales con mayor grado de madurez a una edad fija presentan correlaciones genéticas y fenotípicas muy bajas o negativas con el crecimiento relativo a edades superiores (Fitzhugh y Taylor, 1971).

La puntuación cular afecta a la facilidad de parto de forma lineal, aumentando 0,02 puntos por punto de cularidad. Los terneros de puntuación cular 16 tendría un 20% más de dificultad de partos que los de puntuación cular 1. Este porcentaje es mayor que la superioridad de los mismos terneros para PN, lo que abonaría el hecho de la presencia de un umbral a partir del que aumentaría la frecuencia de partos distócicos (Meijering, 1984).

**V.- ANALISIS DE LOS COMPONENTES GENETICOS
QUE INFLUYEN EN LOS CARACTERES DE
IMPORTANCIA ECONOMICA**

V.1.- REVISION BIBLIOGRAFICA

El conocimiento de los parámetros genéticos es necesario, entre otras cosas, para la predicción del valor genético de los animales. Los métodos estadísticos actuales de evaluación de reproductores utilizan las ecuaciones del modelo mixto (Henderson, 1986), incorporando tanto la información *a priori* como, la información realizada. Los modelos de evaluación son más dependientes de los valores de las varianzas de los efectos aleatorios introducidos *a priori* cuanto más escasa sea la información realizada, adquiriendo los valores bibliográficos de estos parámetros mayor importancia.

El valor exacto de los efectos aleatorios, como, por ejemplo, el mérito genético aditivo de los animales es, por definición, desconocido, lo que impide conocer el verdadero valor de sus varianzas, y nos obliga a obtener valores aproximados de las mismas.

Si bien a partir de datos experimentales de laboratorio, que posibilitan un diseño óptimo, no hay muchos problemas metodológicos para lograr estimaciones eficientes de los parámetros genéticos (Thompson, 1976), a partir de datos de campo es precisa la utilización de metodologías estadísticas sofisticadas debido a que las bases de datos utilizadas suelen ser de una estructura muy particular, normalmente desequilibradas, y los datos pueden haber sido sometidos a un proceso de selección.

Las estimaciones de componentes de varianza para los caracteres productivos y reproductivos de mayor importancia económica parecen ser dependientes de un considerable número de factores (Mohiuddin, 1993; Koots *et al.*, 1994): el número de datos utilizados en el análisis, el método de estimación, los ajustes de factores ambientales realizados en cada base de datos, el número de medidas o registros realizados por cada animal y carácter, las razas y la constitución genética de cada población, el sexo, el sistema de manejo, el origen de los datos, y la varianza de muestreo, entre los más importantes.

V.1.1.- Métodos de Estimación de los Componentes de Varianza

Los métodos de estimación de componentes de varianza se basan por un lado en medir los parecidos fenotípicos de familias de hermanos o medio hermanos y, por otro, en medir los parecidos fenotípicos entre padres e hijos, por lo que los primeros métodos utilizados fueron la covarianza entre medios hermanos, la regresión hijo-padre, y el análisis de varianza (ANOVA). Los tres métodos, a pesar de ser de cálculo sencillo, presentan serios inconvenientes: sólo son adaptables a bases de datos

de estructura adecuada impidiendo la utilización de toda la información disponible, y son métodos sesgados al no poder separar fuentes de covarianza ambiental entre distintas generaciones (Falconer, 1981). El ANOVA presenta propiedades interesantes como la ausencia de sesgo en datos no sometidos a selección, invarianza a la traslación, y mínima varianza de estimación, pero sólo para datos equilibrados.

Henderson (1953) extendió las posibilidades del ANOVA a casos desequilibrados proponiendo los métodos conocidos como Henderson I, II, y III. El método I sólo es utilizable en modelos exclusivamente aleatorios, y el método II no permite interacción entre efectos fijos, ni jerarquización de los efectos aleatorios dentro de los fijos. El método III permite su adaptación a gran número de modelos y ha sido ampliamente utilizado al haber sido programado en algunos paquetes estadísticos (Harvey, 1977; SAS, 1988). Consiste en calcular varias formas cuadráticas reducidas e igualarlas a sus esperanzas, por lo que, al existir muchas formas cuadráticas reducidas las soluciones no son únicas. Los tres métodos son insesgados, aunque pueden perder esta propiedad estadística si los datos utilizados han sido sometidos a selección.

Otros métodos estadísticos desarrollados fueron el MIVQUE (estimación cuadrática insesgada de varianza mínima) (LaMotte, 1973), el MINQUE (estimación cuadrática insesgada de norma mínima) (Rao, 1971), y el llamado Henderson IV (Henderson, 1980). Hartley y Rao (1967) desarrollaron la adaptación de la metodología estadística de la máxima verosimilitud (ML) a la estimación de los componentes de la varianza en los modelos utilizados habitualmente en mejora genética. Los tres primeros, al contrario que ML, son dependientes de la información *a priori*, llevando diferentes valores *a priori* a soluciones distintas.

Finalmente, el método de máxima verosimilitud restringida (REML) desarrollado por Patterson y Thompson (1971) se ha convertido en el método de elección para la estimación de componentes de varianza (Mohiuddin, 1993). El REML, que es equivalente a la utilización iterativa del MIVQUE, es independiente de la estimación de los efectos fijos al corregir la pérdida de grados de libertad que se producía por su estimación mediante ML, utiliza toda la información que producen los datos sobre los parámetros a estimar, y las estimaciones son independientes de que los datos hayan sido sometidos a selección si se utiliza toda la información de parentesco. Por otra parte, es un método sesgado ante el tamaño de la muestra al definir la función de verosimilitud siempre dentro del espacio paramétrico, y exige un gran esfuerzo computacional.

V.1.2.- Algoritmos

Una posibilidad para reducir las necesidades de cálculo del método REML es la utilización de algoritmos que simplifiquen la localización del máximo de la función de verosimilitud. De todos los algoritmos desarrollados, los algoritmos EM (Esperanza-Maximización) y DF (Libre de Derivadas) son los de más amplio uso.

El algoritmo EM (Dempster *et al.*, 1977) se basa en la asunción de que el cociente de componentes de varianza *a priori* coincide con el verdadero, evaluando la función de verosimilitud en dicho punto, para posteriormente maximizar la función utilizando la primera derivada lo que simplifica el cálculo al no ser necesario calcular la segunda derivada de la función, pero acarrea un gran gasto computacional al precisar la inversión de la matriz de coeficientes del modelo mixto en cada iteración.

El algoritmo DF (Graser *et al.*, 1987) realiza la búsqueda del máximo de la función de verosimilitud exclusivamente por métodos numéricos. Presenta una gran ventaja computacional respecto del algoritmo EM al no precisar la inversión de la matriz de coeficientes en cada evaluación de la función, sino el cálculo del determinante de dicha matriz,.

La elección del algoritmo de resolución de REML dependerá fundamentalmente del modelo y las posibilidades computacionales. El algoritmo DF puede presentar problemas de convergencia en modelos complejos que incluyen varios efectos aleatorios (Boldman y Van Vleck, 1990). Sin embargo, esto no puede achacarse a la presencia de máximos locales de la función de verosimilitud, ya que el comportamiento de los dos algoritmos ante este problema es el mismo. El algoritmo EM presenta una convergencia muy lenta y permite el análisis de un menor número de datos al precisar el cálculo de una inversa. Por otra parte existen programas comerciales de fácil acceso (Meyer, 1991) que incluyen el algoritmo DF, lo que facilita su utilización.

V.1.3.- Modelos

Los valores de los componentes de varianza dependen en cierta medida del modelo utilizado. La elección del modelo, que dependerá de los objetivos que se intenten cumplir, de la estructura de la base de datos, y de las posibilidades computacionales, puede ser esencial para la fiabilidad de la

estimación de los componentes de varianza y para que la posterior evaluación genética de los animales se realice adecuadamente.

Parece claro que entre los modelos mixtos, el Modelo Animal (Henderson y Quass, 1976), que considera como efecto genético el del propio animal que produce el registro, debe ser el modelo de elección en la estimación de componentes de varianza al ser la mejor aproximación a la realidad, si no concurren circunstancias limitantes. El Modelo Animal permite incorporar toda la información disponible de parentesco, trabajando con la verdadera distribución de los datos, y adaptándose, en consecuencia, a la peculiar estructura de la población.

La estimación de los parámetros de dispersión de un Modelo Animal es compleja por la propia estructura de los datos, por lo que muchos autores utilizan modelos de menor coste computacional, como los modelos Padre y Padre-Abuelo materno, especialmente si el número de datos a tratar es muy grande. Estos modelos no explican correctamente la estructura de la varianza de los datos al ignorar las relaciones existentes vía hembra. Sin embargo, en bases de datos desequilibradas y con importantes faltas de información de pedigrí, el Modelo Padre puede dar estimaciones de los componentes de varianza comparables a las del Modelo Animal (Gutiérrez *et al.*, 1994b, 1995).

V.1.3.- Modelos con Efectos Maternos

En vacuno de carne, la expresión fenotípica de algunos caracteres de gran importancia económica como los de crecimiento predestete o dificultad de partos están determinados no sólo por el efecto directo del animal que produce el dato, sino, también, por un efecto indirecto, genético para la madre y estrictamente ambiental para el ternero, denominado efecto materno. El conocimiento de la importancia relativa entre efectos directos y maternos en la expresión del carácter considerado y de las relaciones entre ellos es de gran importancia en la implantación de un programa de mejora en vacuno de carne al ser necesarios para el desarrollo de los criterios de selección y la correcta ordenación de los animales por el mérito genético.

El componente materno de los caracteres productivos señalados suele ser de menor magnitud que el directo, siendo el de la dificultad de partos menor que el del PN, y éste menor que el de los caracteres de crecimiento predestete (Koots *et al.*, 1994).



El principal problema de la estimación de los componentes de varianza maternos consiste en la aparente correlación negativa, entre moderada y fuerte, que existe entre los efectos directos y maternos. Sin embargo, parecen existir importantes fuentes de sesgo que hacen dudar de la bondad de estas estimaciones (Swalve, 1993; Meyer, 1994).

Sin descartar que los propios modelos de estimación, incluso los más sofisticados (Meyer, 1992) puedan inducir la aparición de correlaciones negativas, y que muchas veces se produce un abuso en la utilización de las relaciones de parentesco, es probable que los modelos de estimación no estén teniendo en cuenta términos como una posible interacción entre efectos genéticos directos y maternos (Cantet *et al.*, 1988), y una covarianza ambiental entre efectos directos y maternos que disminuiría la covarianza madre-descendiente forzando las estimaciones de la covarianza genética entre efectos directos y maternos en dirección negativa (Mangus y Brinks, 1971; Hohenboken y Brinks, 1971).

En cualquier caso, parece que el problema fundamental en el estudio de la relación entre efectos genéticos directos y maternos es la cuantificación del efecto del fenotipo materno en el futuro comportamiento materno de sus hijas (Baker, 1980). Se debe tener en cuenta que los efectos maternos se expresan una generación más tarde que los efectos directos, pudiendo confundirse, en una sola generación, la expresión materna con las diferencias entre descendientes que podrían haberse absorbido en ella (Wilham, 1980).

V.1.4.- Estimación de Componentes de Varianza en Caracteres Discretos

El análisis genético-estadístico del carácter dificultad de partos presenta ciertas dificultades inherentes a su propia definición (Meijering, 1984). La distocia se registra mediante un número reducido y finito de categorías que no se adaptan a las exigencias de normalidad y aditividad de los efectos que requiere el análisis de varianza para el establecimiento de pruebas de hipótesis.

La dificultad de partos, como carácter discreto que se expresa mediante una o varias categorías mutuamente excluyentes, precisa para su análisis la suposición de la existencia de una variable continua subyacente de distribución normal que se relaciona con la variable observable discreta mediante unos puntos de truncamiento, umbrales, que constituyen los puntos de discontinuidad de la variable discreta, lo que se conoce como modelo umbral (Cañón, 1986). La utilización de modelos lineales para la estimación de componentes de la varianza de la dificultad de

partos presenta grandes deficiencias al existir para el carácter varianzas muy diferentes en novillas y vacas lo que que sean tratados como dos caracteres diferentes aunque con una alta correlación genética (Cue, 1990).

En cualquier caso, se asume una herencia aditiva del carácter cuya interpretación en cuanto a heredabilidad y correlaciones genéticas entre los factores intervinientes, se ve enormemente influenciada por la definición de distocia, las frecuencias de cada categoría y los pesos que se le asignen a cada una de ellas (Manfredi *et al.*, 1991). Cuando se usa un modelo lineal la heredabilidad calculada en la escala observable supone una subestimación de la heredabilidad *real* en la escala continua subyacente (Sapa *et al.*, 1992). Por otra parte la transformación de la heredabilidad obtenida en la escala observable (h^2_o) en heredabilidad en la escala continua subyacente (h^2_c) mediante la fórmula $h^2_n = h^2_o / \alpha$ en la que $\alpha = z_i^2 / p_i(1-p_i)$ siendo p_i la frecuencia observada en la categoría i y z_i la ordenada de la distribución continua en el punto correspondiente al umbral entre las categorías i e $i+1$, parece sobreestimar dicho valor (Van Vleck, 1972).

V.2.- MATERIAL Y METODOS

V.2.1.- Datos Utilizados

Se ha utilizado el procedimiento REML univariado para estimar los componentes de varianza en 9 caracteres, tres de ellos pertenecientes a la esfera reproductiva (intervalo entre partos, edad al primer parto y duración de la gestación), cinco de crecimiento (peso al nacimiento, peso real al destete, ganancia media diaria predestete, peso al destete ajustado a 180 días, y crecimiento relativo predestete), y uno de conformación al destete (puntuación cular).

La base de datos original se depuró previamente según los siguientes criterios:

- eliminación de los partos gemelares
- eliminación de los registros de los que no se conociera el sexo del ternero y el número de parto de la vaca, salvo para el carácter edad al primer parto.
- eliminación de los registros cuya fecha de nacimiento fuera incoherente.
- eliminación de aquellos registros con una duración superior a 600 días o inferior a 290 días para el carácter intervalo entre partos.
- eliminación de aquellos registros con una edad superior a 1.525 días o inferior a 600 para el carácter edad al primer parto.

- eliminación de aquellos registros con una duración superior a 305 días o menor de 270 para el carácter duración de la gestación.
- eliminación de aquellos registros no comprendidos en un intervalo de 3,5 desviaciones típicas de sus medias respectivas para los caracteres PN y crecimiento predestete .
- eliminación de aquellos registros con clave de manejo irregular o con una edad al destete superior a 270 días o inferior a 90 para los caracteres de crecimiento predestete y puntuación cular.

La estructura de las bases de datos finalmente utilizadas para cada carácter se muestra en la Tabla V.1. Por su importancia en los análisis que incluyen efectos maternos, debe advertirse el escaso número de animales de los que se conoce su propio registro y el de su progenie. En los modelos en que sólo se estima el efecto genético directo, las relaciones singulares padre-hijo que se producen cuando los padres carecen de registro de producción son eliminadas para evitar la presencia de ecuaciones que complican el análisis sin añadir información.

V.2.1.1.- *Dificultad de Partos*

El carácter dificultad de partos se analizó ajustando un Modelo Umbral según la tecnología descrita por Misztal *et al.* (1988), que utiliza un algoritmo EM para la resolución de REML, bajo un Modelo Padre. Los programas escritos para resolver un Modelo Umbral no llegan a la convergencia cuando todas las respuestas para una clase dada de un factor fijo (como puede ser un nivel del núcleo-año) sucede en una categoría extrema. Para evitar ese problema el carácter elegido para la estimación fue el de nivel de asistencia, ya que el agrupamiento de las categorías 1 y 2 para estimar el nivel de dificultad o el nivel de distocia hubiera obligado a la eliminación de una enorme cantidad de datos, con el peligro de que los restantes no fueran representativos.

La base de datos original se depuró previamente según los siguientes criterios:

- eliminación de los partos gemelares
- eliminación de los registros con la categoría 5 de dificultad (presentación anormal)
- eliminación de los registros de los que no se conociera el sexo del ternero y el número de parto de la vaca
- eliminación de los registros en que no figurara la identificación del semental.

Finalmente se dispuso de 7.298 registros correspondientes a 357 sementales (Tabla V.2).

Tabla V.1: Medias aritméticas, desviaciones típicas, coeficientes de variación y estructura de los datos utilizados para la estimación de los parámetros genéticos de los caracteres: intervalo entre partos (IEP), edad al primer parto (EPP), duración de la gestación (DG), peso al nacimiento (PN), peso al destete real (PD), ganancia media diaria predestete (GMD), peso al destete ajustado a 180 días (PD₁₈₀), crecimiento relativo predestete (CR), y puntuación cular (PC) en la RAV.

	IEP	EPP	DG	PN	PD	GMD	PD ₁₈₀	CR	PC
ESTADISTICOS									
Media	389,6	1.035,0	287,1	41,7	209,2	0,972	21,7	9,488 x 10 ⁻³	8,5
Desviación típica	57,7	214,0	6,1	7,9	49,5	0,233	43,8	1,989 x 10 ⁻³	4,1
Coeficiente de variación	14,8	20,7	2,1	19,0	23,7	24,0	20,2	21,0	47,7
ESTRUCTURA DE LOS DATOS									
Número de animales	2.488	1.673	3.296	11.327	6.498	=	=	=	4.849
Animales sin progenie	1.851	1.226	2.476	7.099	3.449	=	=	=	2.508
Sementales	137	141	180	543	449	=	=	=	349
Reproductoras	500	306	640	3.977	2.600	=	=	=	2.031
Animales en el modelo	2.236	1.246	2.957	11.327	6.498	=	=	=	4.849
Sementales con registro y progenie	74	20	105	37	22	=	=	=	12
Reproductoras con registro y progenie	303	25	384	255	94	=	=	=	27
EFFECTOS AMBIENTALES									
Núcleo-Año de parto	113	120	84	122	111	=	=	=	93
Epoca de parto	3	3	3	3	3	=	=	=	3
Número de parto	4	---	4	4	4	=	=	=	4
Sexo del ternero	2	---	2	2	2	=	=	=	2
EDAD AL DESTETE									
Covariable lineal	---	---	---	---	1	=	=	=	---
Covariable cuadrática	---	---	---	---	1	=	=	=	---

Unidades en Kg excepto ganancia diaria en Kg/día, crecimiento relativo en (Kg/día)/Kg de partida, y puntuación cular en unidades de cularidad
 = Los mismos valores que para PD

Tabla V.2: Frecuencias en cada categoría de nivel de asistencia y estructura de los datos utilizados para la estimación de la heredabilidad del carácter dificultad de partos en la RAV.

CATEGORIAS DE NIVEL DE ASISTENCIA	FRECUENCIA EN %
Pare sola	49,7
Ligera ayuda	41,2
Fuerte tracción	7,2
Cesárea	1,9
ESTRUCTURA DE LOS DATOS	NUMERO
NUMERO DE REGISTROS	7.298
SEMENTALES CON REGISTROS	357
SEMENTALES SIN PADRE NI ABUELO MATERNO CONOCIDOS	248
SEMENTALES CON PADRE CONOCIDO	141
SEMENTALES CON PADRE Y ABUELO MATERNO CONOCIDOS	35
EFFECTOS AMBIENTALES	
Núcleo-Año de parto	123
Epoca de parto	3
Número de parto	4
Sexo del ternero	2

V.2.2.- Métodos Utilizados

Todos los modelos han incluido como efectos fijos el núcleo de control-año de parto (que constituye el grupo de comparación) y la época de parto (en tres niveles: enero-febrero, marzo-mayo, y resto del año). Cuando en un núcleo de control existían diferentes sistemas de manejo el grupo de comparación lo constituyeron las ganaderías de manejo homogéneo de cada núcleo. Excepto para la edad al primer parto se incluyeron, además, el sexo del ternero (con dos niveles: macho y hembra) y el número de parto de la vaca (con cuatro niveles: primer parto, segundo parto, tercer parto, y cuarto o más partos). Para los cuatro caracteres de crecimiento predestete se incluyó además la edad al destete como covariable lineal y cuadrática.

Teniendo en cuenta los efectos aleatorios se ajustaron cuatro modelos diferentes:

1.- Para edad al primer parto un modelo animal con un único efecto aleatorio, además del error, constituido por el efecto genético aditivo, cuya matriz de (co)varianzas fue proporcional a la matriz de relaciones aditivas,

2.- Para intervalo entre partos y duración de la gestación, un modelo animal como el anterior que incluía, además, como efecto aleatorio el ambiente permanente.

3.- Para los cuatro caracteres de crecimiento predestete y la puntuación cular, un modelo animal como el primero que incluía además el efecto genético materno y la covarianza entre ambos efectos genéticos, siendo las matrices de (co)varianzas tanto para el efecto genético directo como para el efecto genético materno proporcionales a la matriz de relaciones aditivas.

4.- Para peso al nacimiento, un modelo animal completo como el anterior que incluía, además, como efecto aleatorio el ambiente permanente materno.

Aunque generalmente se admite, para los caracteres de crecimiento predestete, la influencia del ambiente permanente materno con un valor entre el 5 y el 9% (Shi *et al.*, 1993; Mohiuddin, 1993), análisis previos realizados en una base de datos similar a la utilizadas en este análisis mostraron que el valor del ambiente permanente materno era prácticamente nulo (Gutiérrez *et al.*, 1995), por lo que finalmente no fue incluido en el modelo.

Los modelos 1, 2, y 3 pueden derivarse fácilmente del modelo 4 por que sólo se describirá éste. Expresado matricialmente puede escribirse:

$$y = Xb + Za + Wm + Wc + e \tag{9}$$

con los momentos:

$$E \begin{bmatrix} y \\ b \\ a \\ m \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ b \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{array}{c} \mathbf{y} \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \text{Var} \begin{bmatrix} \mathbf{y} \\ \mathbf{a} \\ \mathbf{m} \\ \mathbf{c} \\ \mathbf{e} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{V} & & & & \\ & \mathbf{ZAZ}'\sigma_a^2 + \mathbf{WAW}'\sigma_m^2 + (\mathbf{ZAW}' + \mathbf{WAZ}')\sigma_{am} & & & \\ & & \mathbf{A}\sigma_a^2 & & \\ & & & \mathbf{A}\sigma_m^2 & \\ & & & & \mathbf{W}\sigma_c^2 \\ & & & & & \mathbf{I}\sigma_c^2 \\ & & & & & & \mathbf{I}\sigma_c^2 \end{bmatrix}$$

siendo:

$$\mathbf{V} = \mathbf{ZAZ}'\sigma_a^2 + \mathbf{WAW}'\sigma_m^2 + (\mathbf{ZAW}' + \mathbf{WAZ}')\sigma_{am} + \mathbf{WW}'\sigma_c^2 + \mathbf{I}\sigma_c^2$$

y el vector de las observaciones.

\mathbf{X} la matriz de incidencias que relaciona las observaciones con los efectos fijos.

\mathbf{Z} , y \mathbf{W} las matrices de incidencias que relacionan las observaciones con los efectos genéticos animal y materno respectivamente.

\mathbf{b} el vector de los parámetros desconocidos de los efectos fijos.

\mathbf{a} , \mathbf{m} , y \mathbf{c} los vectores de los parámetros desconocidos de los efectos aleatorios animal, materno y ambiente permanente materno, respectivamente, que se distribuyen con esperanza nula y varianzas σ_a^2 , σ_m^2 , σ_c^2 .

\mathbf{e} el vector de los residuos, variable definida también como aleatoria, distribuida normalmente, de esperanza nula y varianza σ_e^2 .

\mathbf{A} la matriz de relaciones aditivas.

σ_{am} la covarianza entre los efectos genéticos directo y materno.

Todas las estimaciones se han llevado a cabo mediante al programa DFREML escrito por Meyer (1991). En todos los casos, el programa ha sido resuelto con diferentes valores *a priori* de los parámetros genéticos para evitar la confusión que pudiera producir la posible existencia de máximos locales.

La heredabilidad total (h^2_T) ha sido calculada mediante la fórmula $h^2_T = (\sigma_a^2 + 1.5\sigma_{am} + 0.5\sigma_m^2)/\sigma^2$ (Dickerson, 1947), siendo σ^2 la varianza fenotípica.

V.2.2.1.- *Dificultad de Partos*

Debido al mayor coste computacional del Modelo Umbral y a que el principal interés del Programa de Mejora de la RAV sobre la dificultad de partos es conocer el efecto directo de los sementales sobre este carácter se ajustó un Modelo Padre que incluía las relaciones aditivas de aquellos sementales cuyo padre y abuelo materno eran conocidos. Se desechó ajustar un Modelo Padre-Abuelo Materno debido a que se hubieran tenido que eliminar los registros de alrededor del 70% de las 2.263 reproductoras de que se disponían datos.

El modelo ajustado incluyó como efectos fijos el núcleo de control-año de parto (que constituye el grupo de comparación), la época de parto (en tres niveles: enero-febrero, marzo-mayo, y resto del año), el sexo del ternero (con dos niveles: macho y hembra) y el número de parto de la vaca (con dos niveles: primer parto y dos más partos).

Expresado matricialmente puede escribirse:

$$y = Xb + Zs + \epsilon \tag{10}$$

con los momentos:

$$E \begin{bmatrix} y \\ b \\ s \\ \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ b \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

y

$$\text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ \epsilon \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v & & \\ & ZA_1\sigma^2 & 0 \\ & & A_1\sigma^2 & 0 \\ & & & & I\sigma^2 \end{bmatrix}$$

siendo:

$$V = ZAZ'\sigma_a^2 + I\sigma_e^2$$

y el vector de valores de la de variable conceptual subyacente a la variable discreta.

X la matriz de incidencias que relaciona las observaciones con los efectos fijos.

Z la matriz de incidencias que relaciona las observaciones con el efecto aleatorio del semental.

A_s la matriz de relaciones aditivas entre machos, incluyendo el abuelo materno del toro.

b el vector de los parámetros desconocidos de los efectos fijos.

s el vector de los parámetros desconocidos del efecto aleatorio del semental, que se distribuye con esperanza nula y varianza σ_s^2 .

ϵ el vector de los residuos del modelo, variable definida también como aleatoria, distribuida normalmente, de esperanza nula y varianza σ_e^2 .

A_s la matriz de relaciones aditivas entre sementales.

La equivalencia de las componenetes de varianza se realiza de la siguiente manera:

sabemos que $s = \frac{1}{2}a$, lo que implica que $\sigma_s = \frac{1}{4}\sigma_a$,

y que $\sigma^2 = \sigma_s^2 + \sigma_e^2 = \sigma_a^2 + \sigma_e^2$.

De aquí se deduce que: $\sigma_a^2 = 4\sigma_s^2$, y $\sigma_e^2 = \sigma^2 - 3\sigma_s^2$.

V.3.- RESULTADOS Y DISCUSION

Las estimas obtenidas de los más importantes parámetros genéticos y ambientales de los caracteres analizados se encuentran en la Tabla V.3.

Tabla V.3: Valores de parámetros genéticos y sus errores típicos (abajo) en diez caracteres de importancia económica de la RAV.

	h^2	m^2	r_{am}	c^2	σ_{am}/σ^2	h^2_T
INTERVALO ENTRE PARTOS	0,12 0,03	---	---	0,00 0,03	---	0,12
EDAD AL PRIMER PARTO	0,27 0,12	---	---	---	---	0,27
DURACION DE LA GESTACION	0,15 **	---	---	0,01 **	---	0,15
PESO AL NACIMIENTO	0,28 0,05	0,07 0,03	-0,10	0,08 0,03	-0,01 0,03	0,30
PESO REAL AL DESTETE	0,67 0,10	0,29 0,11	-0,76	---	-0,34 0,12	0,31
GANANCIA MEDIA DIARIA PREDESTETE	0,51 0,07	0,31 0,08	-0,82	---	-0,33 0,09	0,17
PESO AL DESTETE A 180 DÍAS	0,51 0,10	0,29 0,10	-0,75	---	-0,29 0,11	0,22
CRECIMIENTO RELATIVO PREDESTETE	0,18 0,06	0,12 0,06	-0,43	---	-0,06 0,06	0,15
PUNTUACION CULAR	0,19 0,07	0,14 0,10	-0,24	---	-0,04 0,01	0,20
DIFICULTAD DE PARTOS	0,42	---	---	---	---	0,42

** : Fallo de las aproximaciones de las varianzas muestrales

V.3.1.- Peso al Nacimiento y Caracteres de Crecimiento Predestete

Los valores de heredabilidad para el PN y los caracteres de crecimiento predestete encontradas en la RAV (Tabla V.3) presentan grandes diferencias. Mientras que los encontrados para PN están dentro de lo observado en la bibliografía (Tabla V.4) (Waldron *et al.*, 1993; Swalve, 1994), no sucede lo mismo con los de los caracteres de crecimiento predestete, en los que se encuentran mayores valores de la heredabilidad tanto de los efectos genéticos directo como, en menor medida, del materno.

Tabla V.4: Estimaciones medias de parámetros genéticos directos y maternos del peso al nacimiento y caracteres de crecimiento predestete.

	h^2	m^2	r_{am}	c^2	σ_{am}	h^2_T	FUENTE
PESO AL NACIMIENTO	0,30	0,10	-0,35	0,03	-0,06	0,27	Mohiuddin, 1993.*
	0,35	0,18	----	---	---	---	Koots <i>et al.</i> , 1994.**
	0,31	0,14	----	---	----	---	Koots <i>et al.</i> , 1994.***
PESO AL DESTETE	0,22	0,13	-0,15	0,07	-0,07	0,23	Mohiuddin, 1993.*
	0,27	0,20	----	---	---	---	Koots <i>et al.</i> , 1994.**
	0,24	0,13	----	---	---	---	Koots <i>et al.</i> , 1994.***
GANANCIA MEDIA DIARIA	0,27	0,23					Koots <i>et al.</i> , 1994.***
	0,29	0,25					Koots <i>et al.</i> , 1994.***
CRECIMIENTO RELATIVO	0,15						Koots <i>et al.</i> , 1994.**
	0,22						Koots <i>et al.</i> , 1994.***

* media de datos bibliográficos ponderada por el número de observaciones de cada estimación

** media no ponderada de datos bibliográficos

*** media de datos bibliográficos ponderada por la inversa del error estándar de cada estimación

Estas discrepancias pueden deberse a la complejidad de los modelos que incluyen efectos maternos, junto con una diferente estructura de las bases de datos utilizadas. La covarianza entre los efectos directos y maternos sobre el PN en la RAV es pequeña y próxima a cero, lo que garantizaría un alto grado de seguridad en la estimación de los parámetros genéticos. Sin embargo, los caracteres de crecimiento predestete están claramente influenciados por los efectos maternos, lo que hace precisa una buena estructura de la población para estimar con cierta fiabilidad, dos parámetros genéticos correlacionados. En este sentido, es necesario hacer notar que la base de datos utilizada para los caracteres de crecimiento predestete consta de la mitad de los registros útiles que la del PN, y que el número de hembras que aparecen con registro propio y progenie es dos tercios inferior.

En publicaciones recientes (Johnson *et al.*, 1992; Meyer, 1992, 1993, 1994; Waldron *et al.*, 1993) se encuentran valores similares a los encontrados en la RAV para los caracteres de crecimiento predestete. Estos resultados pueden atribuirse a la confusión entre efectos directos y maternos debido a fuertes errores de muestreo (Foulley y Lefort, 1978; Meyer, 1994). Sin embargo, en poblaciones con una correcta estructura de sus bases de datos se siguen encontrando correlaciones negativas de valores entre moderados y elevados (Shi *et al.*, 1993; Swalve, 1993), que son normalmente explicadas por la existencia de una fuerte covarianza ambiental negativa entre los efectos directos y maternos, covarianza que no es tenida en cuenta en los modelos actuales. Estas correlaciones

negativas suelen forzar la heredabilidad hacia valores superiores si se comparan con los obtenidos en modelos que no incluyen esta componente de varianza (Swalve, 1993; Meyer, 1994; Gutiérrez *et al.*, 1995).

El parecido en magnitud de los valores encontrados para la ganancia media diaria y el peso ajustado a 180 días (Tabla V.3) es consecuencia de la enorme similitud entre ambos caracteres para todos los efectos prácticos (Kennedy y Henderson, 1975a,b). Gutiérrez *et al.* (1995) proponen evaluar el peso al destete real incluyendo en el modelo de estimación la edad al destete como covariable lineal y cuadrática. Aunque los resultados obtenidos con el peso al destete real son tan criticables como los del peso ajustado a 180 días, su comportamiento es lo suficientemente diferente como para poder suponer que el peso real al destete y la ganancia media diaria predestete son dos caracteres distintos altamente correlacionados.

Otra posible explicación de las amplias varianzas genéticas encontradas para los caracteres de crecimiento predestete puede estar en la existencia de una tendencia genética que no es tenida en cuenta al no haberse utilizado grupos genéticos en el modelo de estimación. Aunque dada la reciente implantación del Plan de Mejora en la RAV es posible descartar, en principio, la influencia de un progreso genético debido a la selección (Cañón *et al.*, 1994), y en estas condiciones la inclusión de grupos genéticos no debe reducir de forma importante la varianza genética aditiva (Pieramati y Van Vleck, 1993), ésta no es una posibilidad descartable. Sin embargo, las razones expuestas, y el hecho de no conocer con seguridad la fecha de nacimiento de muchos animales de ascendencia desconocida, no se han incluido grupos genéticos en los modelos.

El crecimiento relativo predestete presenta un comportamiento interesante. Con la misma estructura de datos que el resto de los caracteres de crecimiento predestete, es el carácter que presenta una menor covarianza entre efectos directos y maternos. No se encuentran en la bibliografía estimaciones con modelos que tengan en cuenta los efectos maternos asociados al crecimiento relativo predestete (Tabla V.4). Fitzhugh y Taylor (1971) encuentran una heredabilidad del crecimiento relativo hasta los 6 meses de 0,27, pudiendo estar sobreestimada esta heredabilidad por no tener en cuenta los efectos maternos. Johnston *et al.* (1992) en ganado Charolais canadiense encuentra una heredabilidad de 0,18 con el método REML bajo un Modelo Padre.

V.3.2.- Dificultad de Partos

La heredabilidad encontrada para la dificultad de partos en la RAV presenta un alto valor de 0,42. Este resultado es sorprendente a la vista de las estimaciones clásicas encontradas en la bibliografía. Philipsson (1979) revisa los rangos normales de heredabilidad para la distocia encontrando 0,03-0,20 y 0,00-0,08 para el efecto genético directo en novillas y vacas respectivamente, y de 0,03-0,20 para el efecto genético del abuelo materno. Las medias no ponderadas de 6 estimas bibliográficas de la heredabilidad de la distocia en novillas presentadas por Meijering (1984) son de 0,06 y 0,23 para la escala discontinua observable y la escala continúa subyacente respectivamente. El mismo autor presenta 4 estimas en vacas multíparas con valores medios no ponderados de 0,075 y 0,21 para las escalas observable y subyacente respectivamente.

Parece claro que existe una subestimación de la heredabilidad *real* cuando ésta se calcula en la escala observable (Manfredi *et al.*, 1991), problema que puede ser solucionado con la utilización de Modelos Umbral. Además puede existir un componente genético materno de importancia similar al genético directo. Cubas *et al.* (1991) con un Modelo lineal Padre-Abuelo Materno encuentran en dos muestras de campo de ganado Angus Americano heredabilidades del 0,27 y 0,20 para el efecto directo y 0,21 y 0,07 para el efecto genético del abuelo materno. Usando un Modelo Umbral bajo un Modelo Padre-Abuelo Materno Manfredi *et al.* (1991) encuentran para parto asistido-no asistido una heredabilidad de 0,285 y 0,105 para los efectos genéticos directo y materno respectivamente. Sapa *et al.* (1992) en novillas Charolais mantenidas en estación encuentran con un modelo umbral una heredabilidad de 0,32 y 0,22 para el nivel de asistencia y nivel de partos fáciles respectivamente.

La estima encontrada en la RAV se encuentra por encima de las estimas más recientes. Aunque podrían existir otras razones, es posible que el componente genético esté sobreestimado por no haberse incluido en el modelo ajustado el efecto genético materno.

V.3.3.- Duración de la Gestación

La DG es un carácter relativamente poco estudiado. A pesar de ser considerado normalmente como un carácter reproductivo, se admite una amplia variabilidad genética aditiva, estando la mayor parte de los valores de heredabilidad encontrados para el carácter en el rango 0,25-0,50. Asimismo, puede existir una correlación genética con el PN de entre 0,15 y 0,52 (Andersen y Plum, 1965).

Los estudios realizados merecen ser revisados por varias razones:

- La DG se ha tratado en la mayor parte de los casos como un carácter del ternero y no de la vaca pudiendo confundirse en gran parte con el peso del ternero al nacimiento. Cuando se consideraba la DG como un carácter de la vaca, bien calculando la repetibilidad (De Fries *et al.*, 1959; Bourdon y Brinks, 1982) o el efecto del abuelo materno más recientemente (Azzam y Nielsen, 1987; Nadarajah *et al.*, 1989), la heredabilidad resultante era mucho menor.
- La mayor parte de las estimaciones de heredabilidad de la DG se han realizado utilizando la correlación entre medio hermanos paternos o por regresión de la progenie sobre la vaca. Los modelos más completos utilizados son modelos macho-abuelo materno (Azzam y Nielsen, 1987; Nadarajah *et al.*, 1989) asumiendo una covarianza no nula entre el efecto del padre y el del abuelo materno. La asunción de una covarianza no nula entre efectos directos y maternos provoca una sobreestimación de la varianza genética directa y materna, si la covarianza resulta ser entre moderada y alta y de signo negativo (Meyer, 1994).
- Muchas de las estimaciones de heredabilidad de la DG no han tenido en cuenta más que los tres primeros partos de las vacas (Azzam y Nielsen, 1987; Nadarajah *et al.*, 1989; Nadarajah y Burnside, 1989) pudiendo ser los valores de la heredabilidad en los primeros partos mayores que en los restantes.

La heredabilidad calculada en la RAV fue de 0,15 con un pequeño efecto ambiental permanente de 0,01. El valor de esta estima se encuentra próximo al encontrado por Sapa *et al.* (1992) (Tabla V.5), que puede haber sido sobreestimada al haber utilizado datos obtenidos en estación. Los parámetros obtenidos son consistentes con los encontrados por De Fries *et al.* (1959) que encuentran una repetibilidad de la DG de 0,19 con un valor del ambiente permanente de 0,02, y los de Bourdon y Brinks (1982) que obtienen una repetibilidad de la DG de 0,20.

Tabla V.5: Valores de la heredabilidad de la duración de la gestación encontrados recientemente.

DURACION DE LA GESTACION		
h ²	FUENTE	OBSERVACIONES
0,27	Nadarajah y Burnside, 1989.	Estimación realizada en Holstein canadiense con el método REML bajo modelo Padre
0,21	Sapa <i>et al.</i> , 1992	Estimación realizada en novillas Charolais, Limousin y Blonde d'Aquitaine mantenidas en estación con el método Henderson III

V.3.4.- Edad al Primer Parto e Intervalo Entre Partos

Normalmente se considera que los caracteres reproductivos presentan una escasa variabilidad genética aditiva como consecuencia de una intensa selección natural en el proceso de adaptación al medio. La heredabilidad de los caracteres reproductivos, de acuerdo con la información bibliográfica, puede encontrarse en el rango 0,03-0,05 (Freeman, 1984). Sin embargo, el número de estimaciones para cada carácter reproductivo es escaso y el número de animales evaluados en cada una, normalmente, pequeño. Esta situación está provocada fundamentalmente por la necesidad de un gran intervalo de tiempo para la medición de estos caracteres (un parto en la edad al primer parto y dos en el intervalo entre partos), y la falta de acuerdo sobre el carácter de importancia económica a utilizar (Freeman, 1984; Koots *et al.*, 1994).

Las bajas estimas de la heredabilidad de estos caracteres (Hanset *et al.*, 1989; López de Torre y Brinks, 1991; Rege y Famula, 1993; Haile-Mariam y Kassa-Mersha, 1994) puede venir dada por varias causas: el pequeño número de animales utilizados para estimar los parámetros genéticos de estos caracteres en muchas ocasiones, una importante influencia ambiental, la eliminación de las vacas que no quedan preñadas en un intervalo considerado normal disminuyendo la variabilidad genética, la necesidad de contar con buena información de los efectos fijos para poder realizar un buen ajuste, la interferencia de unos caracteres como la DG y el período parto-concepción sobre otros como la edad al primer parto e intervalo entre partos, y el uso de modelos que no utilizan correctamente la estructura de la población.

Los valores de la heredabilidad de la edad al primer parto e intervalo entre partos obtenidas en la RAV (0,27 y 0,12 respectivamente) son superiores a muchos de los encontrados en la bibliografía (Koots *et al.*, 1994) (Tabla V.6). Esto puede deberse a varias razones:

- La utilización de un modelo animal, que al recoger todas las relaciones entre los animales hasta la población base es capaz de estimar mejor la varianza genética aditiva (Sorensen y Kennedy, 1984). Haile-Mariam y Kassa-Mersha (1994), en condiciones tropicales, usando el método REML bajo un modelo animal encuentran heredabilidades relativamente altas de 0,07 y 0,04 para la edad al primer parto e intervalo entre partos respectivamente.
- Un buen ajuste de los factores ambientales en el caso de la edad al primer parto, por la gran influencia del manejo sobre este carácter detectada anteriormente.

- La relativamente pequeña varianza fenotípica del carácter intervalo entre partos (Tabla V.1) de la población RAV respecto de otras poblaciones explotadas en climas más adversos (Haile-Mariam y Kassa-Mersha, 1994), lo que permite la inclusión en la estimación de vacas que quedan preñadas 10-11 meses después de haber parido. López de Torre y Brinks (1991), encuentran resultados superiores de heredabilidad al ajustar el intervalo entre partos bruto.

La variabilidad genética aditiva de la población para los caracteres considerados, especialmente para edad al primer parto, puede justificar un programa de selección de sementales por las cualidades maternas de sus hijas, aunque para evitar un excesivo alargamiento del intervalo entre generaciones, la selección podría llevarse a cabo en estación.

Tabla V.6: Estimaciones realizadas en ganado bovino de carne de la heredabilidad (h^2) del intervalo entre partos y edad al primer parto.

INTERVALO ENTRE PARTOS		
h^2	FUENTE	OBSERVACIONES
0,01	Morris, 1980	Media no ponderada de 4 referencias bibliográficas
0,10	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media no ponderada de 4 referencias bibliográficas calculadas en vacas múltiparas
0,01	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media, ponderada por la inversa de sus errores estándar, de 4 referencias bibliográficas calculadas en vacas múltiparas
0,09	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media no ponderada de 7 referencias bibliográficas calculadas en novillas
0,06	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media, ponderada por la inversa de sus errores estándar, de 7 referencias bibliográficas calculadas en novillas
EDAD AL PRIMER PARTO		
h^2	FUENTE	OBSERVACIONES
0,14	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media no ponderada de 7 referencias bibliográficas
0,06	Koots <i>et al.</i> , 1994	Media ponderada por la inversa de sus errores estándar de 7 referencias bibliográficas

V.3.5.- Puntuación Cular

McKellar (1968) estima la heredabilidad de la cularidad, considerada como carácter cuantitativo que distribuye en 4 categorías, encontrando un valor de $h^2=0,58 \pm 0,08$. A partir de este dato Menissier (1982b) no descarta una determinación poligénica del carácter, aunque ésta le parece improbable. La puntuación cular en la RAV presenta una heredabilidad moderada (0,19) compatible con una determinación monogénica del carácter. Parece claro que la expresión de la cularidad parece deberse fundamentalmente a la acción de un gen mayor de dominancia más o menos completa (Menissier, 1982b), e incluso se ha propuesto un modelo de explicación de las diferencias en la expresión de la hipertrofia muscular basado en la existencia de una interacción epistática entre un gen mayor semidominante con uno o varios genes modificadores semidominantes, epistáticos y acumulativos (Masoero y Poujardieu, 1982). En cualquier caso, parece que la parte de la expresión de la cularidad explicable mediante una determinación poligénica debe ser pequeña, coincidiendo con lo encontrado en la RAV.

Sin embargo no pueden descartarse otras explicaciones para este bajo valor de la heredabilidad. La puntuación cular en la RAV presenta un coeficiente de variación muy grande, cercano al 50%. Esto puede deberse tanto a una gran influencia ambiental sobre la expresión de la cularidad, de modo que ésta reduce notablemente su variabilidad en condiciones experimentales favorables (Logeay y Vissac, 1970), como, fundamentalmente, a la fuente de error que supone tratar como variable continua un carácter categórico.

Diversos autores apuntan la posibilidad de que la expresión de la cularidad esté determinada por una serie de poligenes modificadores que podrían coincidir con los responsables de la determinación del formato carnívor en los animales normales (Valls Ortiz *et al.*, 1972; Menissier, 1982b). La puntuación cular presenta una heredabilidad moderada del efecto genético directo (0,19) con una importante influencia del efecto genético materno (0,14) y una también moderada correlación negativa entre efectos genéticos directos y maternos (Tabla V.3). Estos resultados parecen coincidir con los valores obtenidos por otros autores para el formato carnívor al destete (Shi *et al.*, 1993). Es posible suponer que la parte de la expresión de la cularidad que está determinada poligénicamente se corresponda en buena medida con el formato carnívor. No debe olvidarse que el formato carnívor es otra variable categórica que se trata como si fuera continua y que la selección para formato carnívor provoca la acumulación de genes culones en la población (Hanset, 1985) al ser el heterocigoto el genotipo más deseable (Kidwell *et al.*, 1952).

VI.- CONCLUSIONES

-
- PRIMERA:** La base de datos formada por el Control Oficial de Rendimientos de la Raza Asturiana de los Valles permite conocer con suficiente precisión los principales efectos ambientales y genéticos sobre los caracteres de interés económico.
- SEGUNDA:** El peso al nacimiento en la Raza Asturiana de los Valles está fuertemente influido por la presencia del carácter culón en los terneros y su interacción con el sexo. Puede existir una selección de vacas que paren terneros culones pesados con un nivel suficiente de facilidad de partos. Las reproductoras culonas paren terneros más ligeros que las normales en cualquier categoría de tipo de ternero al nacimiento.
- TERCERA:** La aparición de partos distócicos en la Raza Asturiana de los Valles depende de forma no lineal del peso al nacimiento y no está influenciada por el sistema de explotación. Las reproductoras culonas presentan menores frecuencias de partos distócicos que las normales cuando se tiene en cuenta el tipo del ternero producido.
- CUARTA:** Los valores medios de la Raza Asturiana de los Valles para los caracteres de crecimiento predestete son comparables con los de las razas continentales europeas especializadas en la producción cárnica. El peso al destete real es susceptible de ser ajustado para el efecto de la edad del ternero al destete sin incurrir en el sesgo producido por el cambio de variable al ajustar la ganancia media diaria a edad fija. La superioridad para crecimiento predestete de los terneros culones sobre los normales no se manifiesta claramente en los machos.
- QUINTA:** Los terneros culones alargan la gestación en la Raza Asturiana de los Valles, mientras que la cularidad en las hembras reproductoras la acorta débilmente. La duración de la gestación influye en el nivel de asistencia a los partos incluso cuando se tiene en cuenta el peso al nacimiento.
- SEXTA:** La edad al primer parto en la Raza Asturiana de los Valles depende fundamentalmente del sistema de explotación detectándose un tratamiento preferencial a las novillas culonas en sistemas de explotación no tradicionales.

-
- SEPTIMA:** El intervalo entre partos en la Raza Asturiana de los Valles está influenciado en mayor medida por el sistema de explotación y número de parto de la vaca que por la cularidad de la reproductora. Sólo cuando un parto distócico se resuelve con la práctica de cesárea se produce un alargamiento significativo del intervalo entre partos.
- OCTAVA:** En la Raza Asturiana de los Valles la penetrancia del gen culón en los terneros hipotéticamente homocigotos normales y en los hipotéticamente heterocigotos es superior a la esperable. El índice de puntuación cular ensayado permite estimar la importancia de las distintas fuentes de variación en la expresión de la hipertrofia muscular y encontrar diferencias debidas a la cularidad a diferentes edades del ternero y en diferentes caracteres productivos, en especial en cuanto a su mayor potencial de crecimiento predestete.
- NOVENA:** La estructura genética de la Raza Asturiana de los Valles no permite, por el momento, la total separación de los componentes genéticos directo y materno en los caracteres de crecimiento predestete. Las heredabilidades calculadas para caracteres de crecimiento predestete, edad al primer parto, e intervalo entre partos son superiores a las normalmente encontradas en la bibliografía.

VII.- RESUMEN y SUMMARY



Se han utilizado 13.069 registros recogidos en la base de datos del Control de Rendimiento Cárnico de la Raza bovina Asturiana de los Valles hasta el 31 de diciembre de 1993, correspondientes a 4.971 reproductoras. En 5.625 registros se conocía el intervalo entre partos, en 9.206 la fecha de cubrición, en 9.526 la fecha de parto, en 5.126 la fecha de destete, en 7.262 el peso al nacimiento, en 5.077 el peso al destete, en 2.604 la puntuación cular al destete, en 9.201 la dificultad de partos, en 9.512 el sexo del ternero, en 9.297 el tipo del ternero, y en 11.800 el tipo de la vaca. Se definieron 3 sistemas de explotación: semiintensivo, tradicional con uso de puerto de montaña, y con praderas mejoradas. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (1988), y los parámetros genéticos mediante un DF-REML (Meyer, 1991) bajo Modelo Animal excepto la dificultad de partos que se analizó mediante un Modelo Padre con la metodología desarrollada por Misztal *et al.* (1989) mediante algoritmo EM para resolución de REML.

La media de peso al nacimiento (PN) fue de 42,0 Kg, siendo 4-5 Kg mayor en el sistema semiintensivo que en los otros dos. Los terneros machos pesaron 3 Kg más que las hembras y los terneros culones 5 Kg más que los normales. Las primerizas parieron terneros 2-2,5 Kg más ligeros que las hembras de segundo parto y 5 más que las hembras

adultas. Existió una fuerte interacción entre el sexo y el tipo del ternero oscilando los pesos entre los 47 Kg de los machos culones y los 38,5 de las hembras normales. Las vacas normales parieron terneros 2 Kg más pesados que las vacas culonas. La heredabilidad calculada para los efectos genéticos directo y materno del PN fueron de 0,28 y 0,07 respectivamente y la correlación genética entre ambos fue de -0,10, con un efecto ambiental permanente de 0,01.

Las frecuencias de dificultad de partos en las categorías recomendadas por la BIF (1986) fueron de 50,1% para la categoría 1, 39,0% para la categoría 2, 7,3% para la categoría 3, 1,9% para la categoría 4, y 1,6 para la categoría 5. No aparecieron diferencias significativas entre sistemas de explotación para partos fáciles (1+2) y distócicos (3+4). El PN fue la fuente de variación más importante para la dificultad de partos. Los partos distócicos se acumularon en novillas a partir de los 41-42 Kg de PN del ternero, y en vacas multíparas de los 48-49 Kg. Los terneros machos presentaron un 6,5% más de partos distócicos que las hembras, y los culones un 16% más que los normales. Los machos culones presentaron una frecuencia de partos distócicos del 25%. Las vacas culonas presentaron una frecuencia de partos distócicos 4% superior a las vacas normales. La heredabilidad calculada para el efecto genético directo de la dificultad de partos fue de 0,42.

La media de peso al destete real (PD) fue de 218 Kg y de la ganancia media diaria (GMD) predestete de 0,985 g/día. La relación entre la GMD y el peso al destete ajustado a 180 días de edad (PD_{180}) según las recomendaciones BIF (1986) fue completa, demostrando ser el mismo carácter a todos los efectos prácticos. El crecimiento relativo predestete (CR) tuvo un comportamiento bastante ligado a la GMD aunque más dependiente del PN y edad al destete, siendo independiente del número de parto de la vaca. El sistema semiintensivo consiguió las mayores GMD, superiores a 1 Kg/día. La influencia de la edad al destete fue muy importante aumentando 0,67 Kg/día para el PD, y disminuyendo 2 g/día para la GMD y 4×10^5 unidades para el CR por día desviado de la media. El componente cuadrático de la edad al destete resultó significativo para PD y CR. El PD aumentó 1,17 Kg, la GMD 0,7 g/día y el CR disminuyó 1×10^4 unidades por Kg de desviación del PN del ternero. Los terneros machos crecieron 104 g/día y se destetaron con 15 Kg más que la hembras una semana más jóvenes. Los terneros culones se destetaron 3-4 Kg más ligeros y no mostraron diferencias significativas en GMD con los normales probablemente debido a la mayor frecuencia de distocia en los machos culones. En cualquier caso, los terneros culones mostraron un superior CR que los normales. Los hijos de las vacas culonas crecieron 57 g/día menos que los de las vacas normales y se

destetaron 15 Kg más ligeros. Las heredabilidades calculada para los efectos genéticos del PD, GMD, PD_{180} , y CR al destete fueron de 0,67, 0,51, 0,51, y 0,18, para el efecto directo, y 0,29, 0,31, 0,29, y 0,12, para el efecto materno respectivamente, siendo la correlación genética entre ambos efectos de -0,76, -0,82, -0,75, y -0,24, respectivamente.

La media de la duración de la gestación (DG) fue de 287 días. Los terneros machos retrasaron su parto 0,5-1 día respecto de las hembras, y los culones 1,4 días respecto de los normales. La gestación se alargó 0,14 días por Kg de peso del ternero al nacimiento desviado de la media. Las primerizas acortaron su gestación 0,9 días sobre las hembras de segundo parto y 1,6 sobre las adultas. Las hembras culonas adelantaron 0,24 días su parto respecto de las normales. La heredabilidad calculada fue de 0,15 con un ambiente permanente materno de 0,01.

La edad al Primer parto (EPP) media fue de 34 meses como resultado de la práctica de cubrir las novillas a los dos años de edad. El manejo presentó gran influencia sobre la EPP siendo en el sistema semiintensivo 4-5 meses menor que en los otros dos. Las novillas culonas retrasaron 2-3 meses su primer parto sobre las normales. Existió una tendencia no significativa a que la edad al primer parto aumentara 5 días por mes de

nacimiento de la novilla de noviembre a octubre. La heredabilidad calculada fue de 0,27.

El intervalo entre partos (IEP) medio fue de 390 días, siendo 20 días menor en el sistema con praderas mejoradas que en los otros dos. Las primerizas alargaron su IEP 14 días respecto de las multíparas, los terneros machos 3 días sobre las hembras, y los terneros culones 10 días sobre los normales. Las vacas culonas alargaron su IEP 16 días sobre las normales. Las cesáreas alargaron el IEP posterior 53 días respecto de la media. El IEP se redujo 1 día/mes de parto desde septiembre a agosto. El primer IEP aumentó 0,05 días por día de aumento de la EPP. La heredabilidad calculada fue de 0,12 con un ambiente permanente materno de 0,00.

La penetrancia del gen culón en el heterocigoto y en el homocigoto normal fue del 32,6% y 15,9% respectivamente, muy superior a la esperable a la vista de lo descrito en la bibliografía. Se ensayó un índice de puntuación cular modificando el propuesto por Neuvy y Vissac (1968). Los terneros culones se acumularon a partir de 11-12 y los normales en puntuaciones menores de 7. La correlación de la clasificación al destete con la clasificación al nacimiento fue de $r=0,69$. Los terneros nacidos en el segundo semestre del año presentaron mayores puntuaciones culares medias. Los hijos de primerizas presentaron

menor puntuación media que los de hembras de segundo partos y siguientes. Los terneros machos presentaron mayores puntuaciones medias que las hembras. El tipo del semental tuvo menor influencia que el de la vaca en la determinación de la cularidad. La puntuación cular afectó significativamente al PN como covariable lineal (+0,42 Kg/punto) y cuadrática ($0,03 \text{ Kg/punto}^2$), al peso al destete como covariable lineal (1,29 Kg/punto), a la GMD como covariable lineal (6 g/punto), confirmando la mayor capacidad de crecimiento de los terneros culones hasta el destete. La heredabilidad calculada para los efectos genéticos directo y materno de la puntuación cular al destete fue de 0,19 y 0,14 respectivamente y la correlación genética entre ambos caracteres fue de -0,24.

Up to 13,069 records from the Control of Performance data base of the Asturiana de los Valles beef cattle breed were available, corresponding to 4,971 cows. Of these, 5,625 records were known to have the calving interval, 9,206 the mating date, 9,526 the calving date, 5,126 the weaning date, 7,262 the birth weight, 5,077 the weaning weight, 2,604 the culard index, 9,201 the degree of dystocia, 9,512 the calf sex, 9,297 the calf type (culard, normal, or intermediate), and 11,800 the cow type (culard, normal or intermediate). Three management systems were defined: intensive, traditional, and with improved pastures. Data were analysed with SAS (1988) and genetic parameters with DFREML (Meyer, 1991) under an Animal Model except the degree of dystocia which were analysed with a threshold model under a Sire Model using EM-REML algorithm (Misztal *et al.*, 1989).

The average Birth Weight (BW) was 42.0 Kg, being 4-5 Kg heavier in intensive system than the others. Male calves weighed 3 Kg more than female calves, and culard calves 5 more Kg than normal calves. Heifers born were 2-2.5 Kg lighter than second calving females and 5 Kg lighter than adult cows. There is a strong interaction between sex and type of the calf being the BW range between the culard males calves 47 Kg and normal females calves 38.5 Kg. Normal cows produced 2 Kg heavier calves than culard

cows. Calculated heritability for direct and maternal genetic effects were 0.28 and 0.07 respectively, with a -0.10 genetic correlation between them. The permanent maternal environment was 0.01.

Frequencies of dystocia recorded as recommended by the BIF (1986) were 50.1% for category 1, 39.0% for category 2, 7.3% for category 3, 1.4% for category 4, and 1.6% for category 5. There were not significant differences between management systems for easy calvings (1+2) and dystocic calvings (3+4). PN was the most important source of variation for dystocia. Threshold BW for dystocic calvings in heifers was between 41-42 Kg, and between 48-49 Kg in multiparous cows. Male calves showed 6.5% more dystocic calvings than female calves, and culard calves 16% more than normal calves. Culard cows showed 4% more dystocic calvings than normal cows. Calculated heritability for direct genetic effect was 0.42.

The average of actual weaning weight (PD) was 218 Kg, and 985 g/day the mean of Average Daily Gain (ADG). There was a close relationship between ADG and 180 days adjusted weaning weight (PD₁₈₀) showing the same behaviour for every practical goal. The preweaning Relative Growth Rate (RGR) was closely linked to ADG but more dependent on BW and age at weaning, being independent of cow calving number. The intensive system

performed the higher ADG, which was above 1 Kg/day. The influence of age at weaning was very important: PD increased 0.67 Kg/day, and ADG and RGR decreased 2 g/day and 4×10^{-5} units/day respectively. PD increased 1.17 Kg, ADG 0.7 g, and RGR decreased 0.0001 units per BW Kg deviated of mean. Male calves grew 104 g/day more than female calves. Culard calves were weaned 3-4 Kg lighter than normal calves, and there are not any significative differences between their ADG, probably because culard calves showed large incidence of dystocia. Nevertheless culard calves showed a superior RGR than normal calves. Normal cows' sons grew 57 g/day and their PD is 15 Kg superior than culard cows' sons. Calculated heritability for direct genetic effects for PD, ADG, PD_{180} , and RGR, were 0.67, 0.31, 0.29, and 0.18, respectively, and 0.29, 0.31, 0.29, and 0.12 for the maternal genetic effects, being the genetic correlation between them -0.76, -0.82, -0.85, and -0.24, respectively.

The average Gestation Length (GL) was 287 days. The male calves increased GL 0.5-1 days as compared to the female calves, and culard calves 1,4 days comparing the normal calves. GL increased 0.14 days/Kg of calf birth weight. Heifers shortened their GL 0.9 days compared to second calving females and 1,6 days as compared adult females. Normal cows GL was 0,24 days larger than culard cows. Calculated heritability was 0.15

and maternal permanent environment was 0.01.

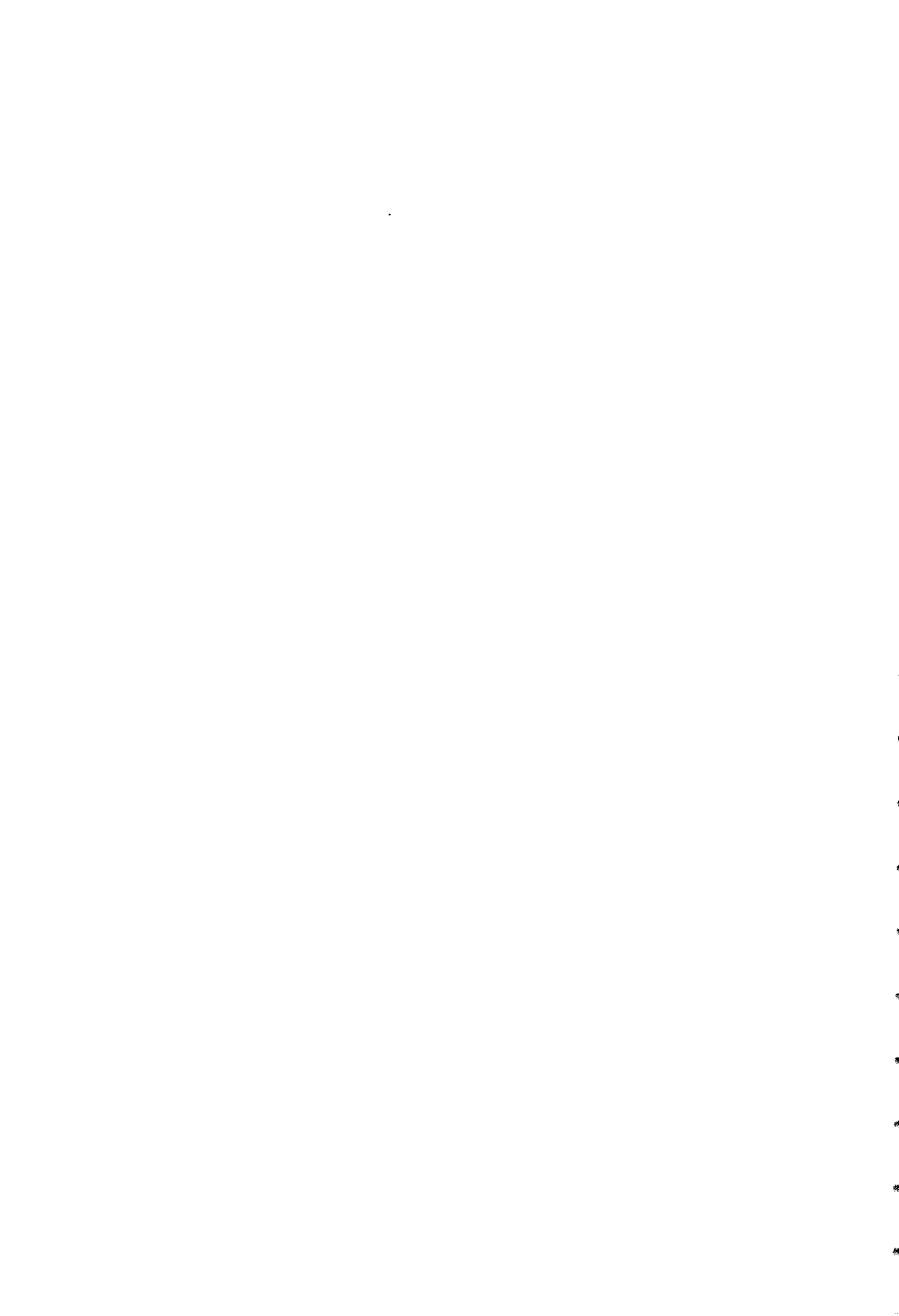
The average Age at First Calving (AFC) was of 34 months, resulting from mating the heifers when they were two years old. Management system influenced very much AFC, being the intensive system AFC 4-5 months shorter than the others. Culard heifers AFC were 2-3 months larger than normal heifers. There was a non significative trend to increase the AFC 5 days/month of birth date of the heifer from november to october. Calculated heritability was 0.27.

The average Calving Interval (CI) was 390 days. CI is 20 days shorter in improved pastures system than the others. Heifers CI were 14 days larger than multiparous cows, male calves CI are 3 days larger than female calves, and culard calves 10 days larger than normal calves. The culard cows presented 16 days larger CIs than normal cows. Subsequent CI to Cesarean section was 53 days larger than the average CI. CI was shortened 1 day/month from september to August. First CI increase 0.05 days/AFC day. Calculated heritability was 0.12 with a maternal permanent environment 0.00.

Culard gen penetrance at the heterozigous and normal homozigous is 32.6% and 15.9% respectively, very superior than other estimations from literature. A

modification of Neuvy and Vissac's cularity index method (1968) was assayed. Culard calves were over 11-12 points, and normal calves were below 7 points. Correlation between weaning and birth classification was $r=0.69$. Calves borned in the second semester of the year showed higher average culard index. Heifer sons show lower average culard index than multiparous cows' sons. Cow type influenced more than sire type the degree of cularity. Culard index affect BW as a linear (+0.42 Kg/point) and quadratic covariate (0.03 Kg/point^2), and PD (+1.29 Kg/point) and ADG (+6 g/point) as linear covariate confirming the culard calves higher ability for preweaning growth characters. Calculated heritability for direct and maternal effects were 0.19 y 0.14, respectively, and genetic correlation between them was -0.24.

VIII.- BIBLIOGRAFIA



- AGABRIEL J., GRENET N., Y PETIT M., 1992.
État corporel et intervalle entre vêlages chez la vache allaitant. Bilan de deux années d'enquêtes en exploitation. *INRA Prod Anim*, 5:355-369.
- AHUNU B., y MAKARECHIAN M., 1986.
Influence of birth date, sex of calf, breed group and age of dam on preweaning performance of range beef calves. *Can J Anim Sci*, 66: 381-388.
- AHUNU B., y MAKARECHIAN M., 1987.
Preweaning patterns of growth in three breed groups of range beef calves. *Can J Anim Sci*, 67: 653-661.
- ALBERIO R.H., SCHIERSMANN N., CAROU N., y MESTRE J., 1987.
Effect of teaser bull on ovarian and behavioral activity of suckling beef cows. *Anim Reprod Sci*, 14: 263-266.
- ALONSO L., 1987.
Memoria de actividades del año 1987. *Becas de la Caja de Ahorros de Asturias*, en Anexo I.
- ALONSO L., 1988.
Memoria de actividades del año 1988. *Becas de la Caja de Ahorros de Asturias*, en Anexo I.
- ALONSO L., 1992.
Raza Asturiana de los Valles. *Eurocarne*, 6: 69-73.
- ALONSO L., CIMA M., CAÑÓN J., REVUELTA J. R., y VALLEJO M., 1991.
Núcleos de control de rendimientos en las razas asturianas: II. Resultados de pesos del ternero. *ITEA*, Vol Extra, 11, 2: 571-573.
- ALONSO L., CAÑÓN J., CIMA M., GOYACHE F., GUTIERREZ J.P., y VALLEJO M., 1992.
Programas de Mejora Genética para las Razas Asturianas. I. Asturiana de los Valles. *Mundo Ganadero*, 9: 57-71.
- AMAN A.B., BROWN C.J., y RAY M.L., 1981.
Growth relationships associated with first conception and calving of beef heifers on bermuda-fescue pasture. *J Anim Sci*, 53: 580-588.
- ANDERSEN B. B., 1978.
Animal size and efficiency, with special reference to growth and feed conversion in cattle. *Anim Prod*, 27: 381-391.
- ANDERSEN H. y PLUM M., 1965.
Gestation length and birth weight in cattle and buffaloes: A review. *J Dairy Sci*, 46: 1225-1235.
- ANDERSON J.H. y WILHAM R.L., 1978.
Weaning weights correction factors from Angus field data. *J Anim Sci*, 47: 124-130.
- ANSOTEGUI R.P., HAVSTAD K.M., WALLACE J.D., y HALLFORD D.M., 1991. Effect of milk intake on forage intake and performance of suckling range calves. *J Anim Sci*, 69: 899-907.
- ANONIMO, 1992.
Programa de mejora genética de la raza Asturiana de los Valles. En *Plan Regional de Mejora del Ganado Vacuno*. Consejería de Medio Rural y Pesca del Principado de Asturias. Gráficas Otero, Oviedo (Asturias), 25-40.
- APARICIO G., 1944.
Zootecnia especial. Etnología compendiada, 3ª edición. Imprenta Moderna, Córdoba (España), 494 pp.
- ARNETT D. W., HOLLAND G. L., y TOTUSEK R., 1971.
Some effects of obesity in beef females. *J Anim Sci*, 33: 1129-1136.
- ARTHUR P. F., MAKARECHIAN M., y PRICE M. A., 1988.
Incidence of dystocia and perinatal calf mortality resulting from reciprocal crossing of double-muscled and normal cattle. *Can Vet J*, 29: 163-167.
- ARTHUR P. F., MAKARECHIAN M., y PRICE M. A., 1989.
Mating double-muscled and normal cattle for lean beef production. *Livest Prod Sci*, 21: 201-211.
- ASEAVA, 1984-1994.
Memorias de actividades, sin publicar.
- AZZAM S.M. y NIELSEN M.K., 1987.
Genetic parameters for gestation length, birth date and first breeding date in beef cattle. *J Anim Sci*, 64: 348-356.
- BAILEY C.B., y LAWSON J.E., 1981.
Estimated water and forage intakes nursing range calves. *Can J Anim Sci*, 61: 415-421.
- BAKER R.L., 1980.
The role of maternal effects on the efficiency of selection in beef cattle: A review. *Proc N Z Soc Anim Prod*, 40: 285-303.
- BAKER R.D., y BARKER J.M., 1978.
Milk-fed calves 4. The effect of herbage allowance and milk intake, and performance of set-stocked suckler cows and calves. *J Agric Sci Camb*, 90: 31-38.
- BAKER R.D., ALVAREZ F., y LE DU Y.L.P., 1981a.
The effect of herbage allowance upon the herbage intake and performance of suckler cows and calves. *Grass and Forage Sci*, 36: 189-200.
- BAKER R.D., LE DU Y.L.P., y ALVAREZ F., 1981b.
The herbage intake and performance of set-stocked suckler cows and calves. *Grass and Forage Sci*, 36: 201-210.

- BAKER R.D., LE DU Y.L.P., y BARKER J.M., 1976. Milk-fed calves 1. The effect of milk intake on herbage intake and performance of grazing calves. *J Agric Sci Camb*, 87: 187-196.
- BASARAB J. A., RUTTER L. M., y DAY P. A., 1993. The efficacy of predicting dystocia in yearling beef heifers: I. Using ratios of pelvic area to birth weight. *J Anim Sci*, 71: 1359-1371.
- BASTIDAS P., TROLONIZ J., VERDE O., y SILVA O., 1984a. Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology*, 21: 199-204.
- BASTIDAS P., TROLONIZ J., VERDE O., y SILVA O., 1984b. Effect of restricted suckling on pregnancy rates and calf performance in Brahman cows. *Theriogenology*, 21: 525-532.
- BEEF IMPROVEMENT FEDERATION, 1986. Guidelines for uniform beef improvement programs. 5ª edición. North Carolina State University, Raleigh, NC, USA.
- BELIC M, y MENISSIER F., 1968. Etude de quelques facteurs influençant les difficultés du vêlage en croisement industriel. *Ann Zootech*, 17: 107-142.
- BELLOWS R.A. y SHORT R.E., 1978. Effects of precalving feed level on birth weight, calving difficulty and calf birth weight. *J Anim Sci*, 46: 1.522-1.528.
- BELLOWS R. A., SHORT R. A., ANDERSON D. C., KNAPP B. W., y PANISH O. F., 1971. Cause and effect relationship associated with calving difficulty and calf birth weight. *J Anim Sci*, 33: 407-415.
- BERGER P.J., CUBAS A.C., KOEHLER K.J., y HEALEY M.H., 1992. Factors affecting dystocia and early calf mortality in Angus cows and heifers. *J Anim Sci*, 70: 1775-1786.
- BOCCARD R., y DUMONT B.L., 1974. Consequences de l'hypertrophie musculaire héréditaire des bovins sur la musculature. *Ann Génét Sél Anim*, 6: 177-186.
- BOCCARD R, y MONIN G., 1973. Glycogénolyse *post mortem* et caractéristiques de qualité de la viande des bovins culards. 7 p.
- BOLDMAN K.G. y Van VLECK L.D., 1990. Effects of different starting values on parameter estimates by DF-REML and EM-REML in an animal model. *J Anim Sci*, 68-Suppl: 71(Abstr).
- BONTEKOE E. H. M., BLACQUIERE J. F., NAAKTGEBOREN C., DIELEMAN S. J., y WILLEMS P. P. M., 1977. Influence of environmental disturbances on uterine motility during pregnancy and parturition in rabbit and sheep. *Behav Processes*, 2: 41-73.
- BOURDON R.M. y BRINKS J.S., 1982. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. *J Anim Sci*, 55: 543-553.
- BOYAJEAN D., MENISSIER F, y VALLS ORTIZ J.M., 1971. Document de travail sur le caractère "culard" chez les bovins. 38 p.
- BRAKEL W.J., RIFE D.C. y SALISBURY S.M., 1952. Factors associated with the duration of gestation in dairy cattle. *J Dairy Sci*: 35: 179-194.
- BRINKS J. S., OLSON J. E., y CARROL E. J., 1973. Calving difficulty and its association with subsequent production in Herefords. *J Anim Sci*, 36: 11-17.
- BRINKS J.S., SCHAEFER D.W., LeFEVER D.G., y MOON J.L., 1991. Effect of gestation length on birth weight and actual and adjusted weaning weights. *J Anim Sci*, 69-Suppl, 221(Abstr).
- BOURDON R.M. y BRINKS J.S., 1982. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, growth traits and age at first calving in beef cattle. *J Anim Sci*, 55: 543-553.
- BURFENING P. J., KRESS D. D., FRIEDRICH R. L., y VANIMAN D., 1978a. Calving ease and growth rate of Simmental-sired calves I. Factors affecting calving ease and growth rate. *J Anim Sci*, 46: 922-929.
- BURFENING P. J., KRESS D. D., FRIEDRICH R. L., y VANIMAN D., 1978b. Calving ease and growth rate of Simmental-sired calves II. Genetic parameters estimates. *J Anim Sci*, 46: 930-936.
- BURFENING P. J., KRESS D. D., FRIEDRICH R. L., y VANIMAN D., 1978c. Phenotypic and genetic relationships between calving ease, gestation length, birth weight and preweaning growth. *J Anim Sci*, 47: 595-600.
- BURFENING P. J., KRESS D. D., y FRIEDRICH R. L., 1981. Calving ease and growth rate of Simmental-sired calves. III. Direct and maternal effects. *J Anim Sci*, 53: 1210-1216.

- BURFENING P. J., KRESS D. D., y HANFORD K., 1987.
Effect of region of the United States and age of dam on birth weight and 205-d weight of Simmental calves. *J Anim Sci*, 64: 955-962.
- BURNS P.D., y SPITZER J.C., 1992.
Influence of bioestimulation on reproduction in postpartum beef cows. *J Anim Sci*, 70: 358-363.
- BUTSON S., BERG R.T., y HARDIN R.T., 1980.
Factors influencing weaning weights of range beef and dairy-beef calves, *Can J Anim Sci*, 60: 727-742.
- CANTET R.J.C., KRESS D.D., ANDERSON D.C., DOORNBOS D.E., BURFENING P.J., y BLACKWELL R.L., 1988.
Direct and maternal variances and covariances and maternal phenotypic effects on preweaning growth of beef cattle. *J Anim Sci*, 66: 648-660.
- CAÑÓN J., 1986.
Caracteres discretos en mejora genética animal. *Invest Agr Prod Sanim anim*, 1: 205-236.
- CAÑÓN J., 1991.
Mejora de la eficiencia productiva en ganado vacuno. I. Ganado vacuno de carne. *Mundo Ganadero*, 9: 59-65.
- CAÑÓN, 1995.
La raza autóctona Tudanca. *FEAGAS*, 6: 70-71.
- CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., DUNNER S., y GOYACHE F., 1993a.
Estructura Genética de la Raza Asturiana de los Valles. *FEAGAS*, 1: 25-26.
- CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., GOYACHE F., y DUNNER S., 1993b.
Factores que influyen sobre la edad al primer parto y el intervalo entre partos en la raza Asturiana de los Valles. *ITEA*, Vol Extra 12,1: 319-321.
- CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., DUNNER S., GOYACHE F. y VALLEJO M., 1994.
Herdbook analyses of the Asturiana beef cattle breeds. *Genet Sel Evol*, 26: 65-75.
- CAÑÓN J., GOYACHE F., GUTIERREZ J.P., y de DIEGO V., 1995.
Valores medios de caracteres productivos en la raza Asturiana de la Montaña. *FEAGAS*, 6: 26-27.
- CARAMES F., 1928.
Mejora de la Ganadería. Fomento de la Agricultura. Repoblación forestal y aprovechamiento de los ríos. Datos de la campaña emprendida por la Diputación de Asturias en 1927. Imprenta de Micres. Asturias, 145 pp.
- CARRUTHERS TD., y HAFS H.D., 1980.
Suckler and four times daily milking influence on ovulation, estrus and serum luteinizing hormone, glucocorticoids and prolactin in postpartum Holsteins. *J Anim Sci*, 50: 919-925.
- CENSO PECUARIO BOVINO DE ASTURIAS, 1934.
En "Estadística y Comercio", *Asturias Ganadera*, 6: 3.
- CHRISTENSEN L. G., y PEDERSEN J., 1978.
A crossbreeding experiment with Red Danish, their influence on subsequent performance. *29th Annu Meeting E.A.A.P.*, Stockholm.
- CHRISTIAN L.L., HAUSER E.R., CHAPMAN A.B., 1965.
Asociation of preweaning and postweaning traits with weaning weight in cattle. *J Anim Sci*, 24: 652-659.
- CIMA M., 1986.
Estudio biotipológico de las razas bovinas autóctonas del Principado de Asturias. Gráficas Summa, Silvota, Oviedo (Asturias), 82 pp.
- CIMA M., REVUELTA J. R., CAÑÓN J., ALONSO L., y VALLEJO M., 1991.
Núcleos de control de rendimientos en las razas asturianas: I. Organización y gestión de datos. *ITEA*, Vol Extra, 11, 2: 568-570.
- CONASPI, 1993.
La raza Pirenaica. *FEAGAS*, 1: 37-38.
- CORAH L.R., DUNN T.G., y KALTENBACH C.C., 1975.
Influence on prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *J Anim Sci*, 41: 819-824.
- CORI G., GRIMARD B., y MIALOT J.P., 1990.
Facteurs d'allogement se l'intervalle vêlage-vêlage chez les vaches Charolaises primipares. *Rec Méd Vét*, 166: 1147-1152.
- COUTEAUDIER J. F., REGIS R., y MENISSIER F., 1971.
Possibilité de sélection de l'aptitude au vêlage en race Charolaise. *10th Annu Meeting E.A.A.P.*, Paris-Versailles.
- CUBAS A.C., BERGER P.J. y HEALEY M.H., 1991.
Genetic parameters for calving ease and survival at birth in Angus field data. *J Anim Sci*, 69: 3952-3958.
- CUE R.I., 1990.
Genetic parameters for calving ease in Ayrshires. *Can J Anim Sci*, 70: 67-71.

- CUNDIFF L.V., WILHAM R.L., y PRATT C.A., 1966. Effects of certain factors and their two-way interactions on weaning weights in beef cattle. *J Anim Sci*, 25:972-982.
- DeFRIES J.C., TOUCHBERRY R.W., y HAIS R.L., 1959. Heritability of the length of the gestation period in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 42: 598-606.
- De KRUIF A., 1975. An investigation of the parameters which determine the fertility of a cattle population and of some factors which influence these parameters. *Tijdschr Diergeneesk*, 100: 1089-1098.
- De KRUIF A., 1978. Factors influencing the fertility of a cattle population. *J Reprod Fert*, 54: 507-518.
- DEMPSTER A.P., LAIRD N.M., y RUBIN D.B., 1977. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *J Royal Statist Soc*, B 39: 1-38.
- DICKERSON G.E., 1947. Composition of hog carcasses as influenced heritable differences in rate and economy of gain. *Iowa Agric Exp Sta Res Bull*, 354: 489-524.
- DINKEL C.A., TUCKER W.L., y MARSHALL D.M., 1990. Sources of variation in beef cattle weaning weight. *Can J Anim Sci*, 70 761-769.
- DOORNBOS D.E., BELLOWS R.A., BURFENING P.J., y KNAPP B.W., 1984. Effect of dam age, prepartum nutrition and duration of labor on productivity and postpartum reproduction in beef females. *J Anim Sci*, 59: 1-10.
- DOREN P.E., LONG C.R., y CARTWRIGHT T.C., 1986. Factors affecting the relationship between calving interval of cows and weaning weights of calves. *J Anim Sci*, 62: 1194-1202.
- DREYER D., 1973. Nachkommenprüfung auf Leichtkalbigkeit und geringe Kälberverluste. *Tierzüchter*, 25: 58-61.
- DUNN T.G., INGALLS J.E., ZIMMERMAN D.R., y WILTBANK J.N., 1969. Reproductive performance of 2-year-old Hereford and Angus heifers as influenced by pre and post calving energy intake. *J Anim Sci*, 29: 719-726.
- DUNNER S., CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., VALLEJO M., ALONSO L., y GOYACHE F., 1993a. La Race Bovine Asturienne des Vallées. *AGRI*, 11: 75-84.
- DUNNER S., CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., VALLEJO M., ALONSO L., y GOYACHE F., 1993a. La Race Bovine Asturienne de Montagne. *AGRI*, 11: 85-91.
- ECHEVARRIA L.A., OLAY J.L., y CIMA M., 1988. Estudio preliminar sobre los caracteres maternos en la raza bovina Asturiana de los Valles. 3th World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding, 20-23 de Junio, Paris, 2: 170-172.
- ECHEVERRIA A., RINCON C., y QUINTIN F.J., 1988. Aspectos reproductivos de las hembras de raza bovina Pirenaica. 3th World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding, 20-23 de Junio, Paris, 2: 173-175.
- ELZO M.A., QUASS R.L., y POLLAK E.J., 1987. Effects of age of dam on weight traits in the Simmental population. *J Anim Sci*, 64: 992-1001.
- ESSLEMONT R.J., 1982. Economic aspects related to cattle infertility and the postpartum interval. En "Factors influencing fertility in the postpartum cow". Karg H., y Schallenberger E., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 20: 442-458.
- FALCONER D.S., 1986. Introducción a la genética cuantitativa. Compañía Editorial Continental S.A., México D.F., México, 383 pp.
- FERREL C.L., 1982. Effects of postweaning rate of gain on onset of puberty and productive performance of heifers of different breeds. *J Anim Sci*, 55: 1272-1283.
- FERRER M., 1963. La ganadería bovina en la región asturcántabra (Oviedo y Santander). Diputación de Oviedo. Instituto de Estudios Asturianos. Oviedo (Asturias), 114 pp.
- FITZHUGH H.A.Jr., 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim Sci*, 42: 1.036-1.051.
- FITZHUGH H.A.Jr. y TAYLOR St.C.S., 1971. Genetic analysis of degree of maturity. *J Anim Sci*, 33: 717-725.
- FNOC-PAB-ITEB, 1983. Le Règlement Technique du Contrôle des Performances Bouchères (Vaches Allaitantes). FNOC-PAB-ITEB, France.
- FOOT W.D., HAUSER E.R. y CASIDA L.E., 1960. Effect of uterine horn pregnant, parity of dam and sex of calf on birth weight and gestation length in Angus and Shorthorn cows. *J Anim Sci*, 19: 470-477.
- FOULLEY J.L. y LEFORT G., 1978. Methodes d'estimation des effets directs et maternels en sélection animal. *Génét Sél Anim*, 10: 475-496.

- FOULLEY J. L., MENISSIER F., y VISSAC B., 1976. Calving ability in french beef breeds and its genetic improvement. *Beef Improvement Federation Meeting at Kansas City, U.S.A.*, 17-19 May, p 131.
- FREEDEN H.T., WEISS G.M., RAHNEFELD G.W., LAWSON J.E., y NEWMAN J.A., 1982. Environmental and genetic effect on preweaning performance on calves from first cross cows. II. Growth traits. *Can J Anim Sci*, 62: 51-67.
- FREEMAN A.E., 1984. Secondary traits: Sire valuation and the reproductive complex. *J Dairy Sci*, 67: 449-458.
- GARCIA FIERRO B.F., 1972. El ganado vacuno en Asturias. El carácter "Anca de potro", "Grupa doble" o "Culón". *Ganadería*, 345: 117 - 128.
- GARCIA MARTINEZ A., 1984. Los vaqueiros de alzada en Asturias. Un estudio histórico-antropológico. *Servicio central de publicaciones del Principado de Asturias*. Oviedo. 400 pp.
- GIANOLA D., y FOULLEY J. L., 1983. Sire evaluation for ordered categorical data with a threshold model. *Gen Sel Evol*, 15: 201-224.
- GIFFORD D.R., D'OCCHIO M.J., SHARPE P.H., WEATHERLY T., PITTAR R.Y., y REEVE D.O., 1989. Return to cyclic ovarian activity following in parturition in mature cows and first calf heifers exposed to bulls. *Anim Reprod Sci*, 19:209-214.
- GOYACHE F., VILLA A., ALONSO L., CAÑÓN J., GUTIERREZ J.P., y DUNNER S., 1994. Factores que influyen en la aparición de partos difíciles en la raza Asturiana de los Valles. *FEAGAS*: 4.
- GRASER H.U., SMITH S.P., y TIER B., 1987. A derivative-free approach for estimating variance components in animal models by Restricted Maximum Likelihood. *J Anim Sci*, 64: 1362-1370.
- GREGORY K.E., CUNDIFF L.V., SMITH G.S., LASTER D.B., y FITZHUGH H.A.Jr., 1978. Characterization of biological types of cattle - cycle II: 1. Birth and weaning weights. *J anim Sci*, 47: 1022-1030.
- GREGORY K.E., SMITH G.S., CUNDIFF L.V., KOCH R.M., y LASTER D.B., 1979. Characterization of biological types of cattle - cycle III: 1. Birth and weaning weights. *J anim Sci*, 48: 271-279.
- GRUNERT E., 1979. Clinical aspects of the nutritional status of the dam and parturition. En "Calving problems and early viability of the calf", Hoffmann B., Mason I. L., y Schmidt j., (Eds.). Martinus Nijhoff, The Hague, 468-477.
- GUZDAWSKAS F.C., THATCHER W.W., y WILCOX C.J., 1973. Physiological, environmental and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J Dairy Sci*, 56: 873-877.
- GUTIERREZ J.P. y CAÑÓN J., 1994. Sementales de inseminación artificial de Asturiana de los Valles y Asturiana de la Montaña. *ASEAVA-ASEAMO*, Gráficas Cano, Oviedo (Asturias), 15 pp.
- GUTIERREZ J.P., CAÑÓN J., GOYACHE F., y DUNNER S., 1994a. Programa de mejora genética de la Raza Asturiana de los Valles. *FEAGAS*, 3: 21-26.
- GUTIERREZ J.P., CAÑÓN J., y RICO M., 1990. Aplicación de un método modificado de cálculo del coeficiente de consanguinidad en una muestra de ganado vacuno Frisón Español. *Arch Zootec*, 39: 3-8.
- GUTIERREZ J.P., CAÑÓN J., y RICO M., 1994b. Comparison of two models for estimation of variance components in a sample of Spanish Holstein Friesians. *J Anim Breed Genet*, 111: 169-174.
- GUTIERREZ J.P., CAÑÓN J., y GOYACHE F., 1995. Estimation of direct and maternal genetic parameters for preweaning traits in the "Asturiana de los Valles" beef cattle breed. *Livest Prod Sci*, enviado para publicación.
- HAILE-MARIAM H. y KASSA-MERSHA H., 1994. Genetic and environmental effects on age at first calving and calving interval of naturally bred Boran (zebu) cows in Ethiopia. *Anim Prod*, 58: 329-334.
- HANSEN M., 1979. The effect of calving performance on fertility and yield in the subsequent lactation. *26th Annu Meeting E.A.A.P.*, Warsaw.
- HANSEN P.J., 1985. Seasonal modulation of puberty and the postpartum anestrus in cattle a review. *Livest Prod Sci*, 12: 309-327.
- HANSEN P.J., BAIK D.G., RUTLEDGE J.J., y HAUSER E.R., 1982. GenotypeXenvironmental interaction on reproductive traits in bovine females II. Postpartum reproduction as influenced by genotype, dietary regimen, level milk production and parity. *J Anim Sci*, 55: 1448-1472.
- HANSET R., 1961. Le problème des bovins a "groupe de poulain". *Ann Méd Vét*, 105: 14-31.
- HANSET R., 1972. L'interférence du caractère culard et de la sélection basée sur la conformation dans la race Bovine de Moyenne et Haute Belgique. *Ann Méd Vét*, 116: 27-56.

- HANSET R., 1985.
Hypertrophic musculaire. En "Genetique et Production Animale". *Rijksuniversiteit Genet. Faculteit van de Diergeneeskunde. Belgische. Francqui-Leerstool. IV:* 36pp.
- HANSET R. y JANDRAIN M., 1979.
Selection for double-muscling and calving problems. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 91-104.
- HANSET R., MICHAUX C y DETAL G., 1989.
Genetic analysis of some maternal reproductive traits in the Belgian Blue cattle breed. *Livest Prod Sci*, 23: 79-86.
- HARTLEY H.O., y RAO J.N.K., 1967.
Maximum likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. *Biometrika*, 54: 93-108.
- HARVEY W.R., 1977.
User's guide for LMSL76. Mixed model least squares and maximum likelihood computer program. *United States Department of Agriculture, ARS*.
- HÄSSIG H., 1979.
Populationsanalysen zum geburtsverlauf bei Fleckviehfärsen. *Thesis, Hohenheim University*.
- HÄSSIG H., y SCHLOTE W., 1979.
Untersuchungen zum geburtsverlauf bei Fleckviehfärsen. *Züchtungskunde*, 51: 275-288.
- HÄSSIG H., y SCHLOTE W., 1980.
Beziehungen zum zwischen dem geburtsverlauf und hilfsmarkmalen bei Fleckviehfärsen. *Züchtungskunde*, 52: 4-15.
- HENDERSON C.R., 1953.
Estimation of variance components. *Biometrics*, 9: 226-252.
- HENDERSON C.R., 1980.
A simple method for unbiased estimation of variance components in the mixed model. Mimeo. Cornell University, Ithaca, NY, USA.
- HENDERSON C.R., 1986.
Recent developments in variance and covariance estimation. *J Anim Sci*, 63: 208-216.
- HENDERSON C.R. y QUASS R.L., 1976.
Multiple trait evaluation using relative's records. *J Anim Sci*, 43: 1188-1197.
- HERNANDEZ D., DIAZ C., HERRAIZ P., y ALENDA R., 1994.
Programa de mejora genética de caracteres productivos en ganado vacuno de raza Avileña-Negra Ibérica. *FEAGAS*, 4: 27-29.
- HILL G.M. y GRODKE R.A., 1987.
Limited nursing effects on reproductive performance of primiparous and multiparous cows and preweaning calf performance. *Can J Anim Sci*, 67: 615-622.
- HOFFMANN B., SCHMIDT J., y SCHALLENBERGER, 1979.
Hormonal mechanism involved in control of parturition in the cow. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 263-281.
- HOHENBOKEN W.D. y BRINKS J.S., 1971.
Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords: II. Partitioning of covariance between relatives. *J Anim Sci*, 32: 26-32.
- HOLMES J.H.G. y ROBINSON D.W., 1970.
Hereditary muscular hypertrophy in the bovin: metabolic response to nutritional stress. *J Anim Sci*, 31: 776-780.
- JAFAR S.M, CHAPMAN A.B., y CASIDA L.EL, 1950.
Causes of variation in length of gestation in dairy cattle. *J Anim Sci*, 9: 593-1002.
- JOHNSON S. K., DEUTSCHER G. H. y PARKHURST A., 1988.
Relationships of pelvic structure, body measurements, pelvic area and calving difficulty. *J Anim Sci*, 66: 1081-1088.
- JOHNSON Z.B., WRIGHT D.W., BROWN C.J., BERTRAND J.K., y BROWN Jr. A.H., 1992.
Effect of including relationships in the estimation of genetic parameters of beef calves. *J Anim Sci*, 70: 78-88.
- JOHNSTON D.J., BENYSHECK L.L., BERTRAND J.K., JOHNSON M.H., y WEISS G.M., 1992.
Estimates of genetic parameters for growth and carcass traits in Charolais cattle. *Can J Anim Sci*, 72: 493-499.
- JORDANA J. y PIEDRAFITA J., 1992.
Programa de mejora genética de la agrupación racial bovina "Bruna dels Pirineus". En "V Reunión nacional de mejora genética animal", *Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura y Pesca*, 27: 167-170.
- KENNEDY B.W. y HENDERSON C.R., 1975a.
Components of variance of growth traits among Hereford and Aberdeen Angus calves. *Can J Anim Sci*, 55: 493-502.
- KENNEDY B.W. y HENDERSON C.R., 1975b.
Genetic, environmental and phenotypic correlations between growth traits of Hereford and Aberdeen Angus calves. *Can J Anim Sci*, 55: 493-502.
- KIDDY C.A., 1977.
Variation in physical activity as an indication of oestrus in dairy cows. *J Dairy Sci*, 60: 235-263.

- KIDWELL J.F., VERNON E.H., CROWN R.M., y SIGLETARY C.B., 1952.
Muscular hypertrophy in cattle. *J Hered*, 43: 62-68.
- KOOTS K.R., GIBSON J.P., SMITH C., y WILTON J.W., 1994.
Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. *Anim Breed Abstr*, 62: 309-338.
- KRONACHER C., 1934.
Genetik und Tierzuchtung. En BAUR E. y HARTMAN M., *Handbuch der Vererbungswissenschaft*, Gebrüder Bornträger, Berlin, 3: 139pp.
- LAMB R.C., BARKER B.O., ANDERSON M.J., y WALTERS J.C., 1979.
Effects of forced exercise on two years old Holstein heifers. *J Dairy Sci*, 62: 1791-1797.
- LAMING L.E., PETER A.R., RILEY G.M., y FISHER M.W., 1982.
Factors influencing fertility in the postpartum cow. *Proceedings of ECC Seminar*, 1981, Karg H. & Schallenberg M. Eds, Martinus Nijhoff Publishers, The Hague, p 148.
- LAMOTTE L.R., 1973.
Quadratic estimation of variance components. *Biometrics*, 29: 311-330.
- LAMPO P. y WILLEM A., 1965.
Causes of variation in birth weight of calves. *Vlaams Diergeneeskunde Tijdschrift*, 43: 79-94.
- LASLEY J.F., DAY B.N., y COMFORT J.E., 1961.
Some genetic aspects of gestation length, and birth and weaning weights in hereford cattle. *J Anim Sci*, 20: 737-741.
- LASTER D. B., 1974.
Factors affecting pelvic size and dystocia in beef cattle. *J Anim Sci*, 38, 3: 496-503.
- LASTER D.B., GLIMP H.A., CUNDIFF L.V., y GREGORY K.E., 1973.
Factors affecting dystocia and the effects of dystocia on subsequent reproduction in beef cattle. *J Anim Sci*, 36: 695-702.
- LASTER D. B., y GREGORY K. E., 1973.
Factors influencing peri- and postnatal calf mortality. *J Anim Sci*, 37: 1092-1097.
- LAUVERGNE J.J., VISSAC B., y PERRAMON A., 1963.
Etude du caractère culard. I. Mise en point bibliographique. *Ann Zootech*, 12: 133-156.
- LAVIN ARENAS S., 1964.
La raza Asturiana de los Valles como productor de carne. *Noticias Neosan*, 122: 61-87.
- LE DU Y.L.P., y BAKER R.D., 1979.
Milk-fed calves 5. The effect of a change in milk intake upon the herbage intake and performance of grazing calves. *J Agric Sci Camb*, 92: 443-447.
- LE DU Y.L.P., BAKER R.D., y BARKER J.M., 1976a.
Milk-fed calves 2. The effect of length of feeding period and milk intakes upon herbage intake and performance of grazing calves. *J Agric Sci Camb*, 87: 197-204.
- LE DU Y.L.P., BAKER R.D., y BARKER J.M., 1976b.
Milk-fed calves 3. The milk intake, herbage intake and performance of suckling calves. *J Agric Sci Camb*, 87: 205-211.
- LIBORIUSSEN T., 1979.
Influence of sire breed on calving performance, performance, perinatal mortality and gestation length. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 120-132.
- LINDSTRÖM U. B. y VILVA V., 1977.
Frequency of stillborn calves and its association with production traits in Finnish cattle breeds. *Z Tierz Züchtungsbiol*, 94: 27-43.
- LOGEAY B., y VISSAC B., 1970.
Etude du caractère culard. V. Experience de croisements entre bovins culards et normaux. *Ann Génét Sel Anim*, 2: 5-17.
- LOPEZ de TORRE G. y BRINKS J.S., 1990.
Some alternatives to calving date and interval as measures of fertility in beef cattle. *J Anim Sci*, 68: 2650-2657.
- LOW W.A., y WOOD J.T., 1979.
Growth rate in British beef calves in Central Australia. *Aust J Exp Agric Anim Husb*, 19: 283-289.
- LOWMAN B.G., 1979.
Pre-calving management and feeding of the beef cow in relation to calving problems and viability of the calf. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 392-407.
- LOWMAN B.G., EDWARDS R.A., y SOMERVILLE S.H., 1979.
The effect of plane of nutrition on early lactation on the performance of beef cows. *Anim Prod*, 29: 293-303.
- LUBRITZ D.L., FORREST K., y ROBISON O.W., 1989.
Age of cow and age of dam effects on milk production of Hereford cows. *J Anim Sci*, 67: 2544-2549.
- MAKARECHIAN M., BERG R.T., y WEINGARDT R., 1982.
Factors influencing calving performance in range beef cattle. *Can J Anim Sci*, 62: 345-352.

- MAGLIANO A., 1933.
Indagini circa il comportamento genetico della cosiddetta "groppe di cavallo" nei bovini di razza Piemontese. *Clinica Vet*, 11: 124-139.
- MANRIQUE E., REVILLA R., OLAIZOLA A., y BERNUES A., 1992.
Los sistemas de producción de vacuno en montaña y su dependencia del entorno. *Bovis*, 46: 9-42.
- MANFREDI E. J., SAN CRISTOBAL M., y FOULLEY J. L., 1991.
Some factors affecting the estimation of genetic parameters for cattle dystocia under a threshold model. *Anim Prod*, 53: 151-156.
- MANGUS W.L. y BRINKS J.S., 1971.
Relationships between direct and maternal effects in growth in Hereford: I. Environmental factors during preweaning growth. *J Anim Sci*, 32: 17-25.
- MARSICO D.H., 1989.
La reproducción en las explotaciones de vacuno en el Pirineo Oscense: efecto de diversos factores de manejo sobre la duración del intervalo entre partos en la raza Parda Alpina. *Master of Science*, I.A.M. de Zaragoza, 138 pp.
- MARSTON T.T., SIMMS D.D., SCHALLES R.R., ZOELLNER K.O., MARTIN L.C., y FINK G.M., 1992.
Relationship of milk production, milk expected progeny difference, and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *J Anim Sci*, 70: 3304-3310.
- MASOERO G. y POUJARDIEU B., 1982.
A note on the recent history of Piemontese cattle surveying the genetic determination of muscular hypertrophy. En "Muscular Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". King J.W.B., Menissier F., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 16: 450-459.
- MASSIP A., 1980.
The relation between the type of delivery and the acid-base and plasma cortisol levels of the newborn calf. *Br Vet J*, 136: 488-491.
- McKAY R.M., RAHNEFELD G.W., WEISS G.M., FREEDEN H.T., LAWSON J.E., NEWMAN J.A., y BAILEY D.R.C., 1990.
Prewaning performance of calves for first-cross and reciprocal back-cross cows. *Can J Anim Sci*, 70: 35-45.
- McKELLAR, 1968.
The occurrence of muscular hypertrophy in South Devon cattle. *Vet Rec*, 72: 507-510.
- MEIJERING A., 1980.
Beef crossing with Ducht Friesian cows: model calculation on expected levels of calving difficulties and their consequences for profitability. *Livest Prod Sci*, 7: 419-436.
- MEIJERING A., 1984.
Dystocia and stillbirth in cattle. A review of causes, relations and implications. *Liv Prod Sci*, 11: 143-177.
- MENISSIER F., 1975a.
Genetic aspects related to use of beef breeds. En "The early calving of heifers and its impact on beef production". Proc EEC Symp, Roskilde, Denmark, 81-122.
- MENISSIER F., 1975b.
Calving ability in french beef breeds: analysis of components and breeding improvement. En "Optimum breeding plans for beef cattle". Bull Tech Dép Génét Anim, (INRA), 21.
- MENISSIER F., 1976.
Comments on optimization of cattle breeding schemes; beef breeds for suckling herds. A review. *Ann Genet Sel Anim*, 8: 71-87.
- MENISSIER F., 1979.
Un exemple d'action conjointe des effets directs et maternels: les difficultés de mise bas chez les bovins. En "Action conjointe des effets et maternels des genes sur les caractères de production". Bull Tech Dép Génét Anim, (INRA), 29-30: 132-190.
- MENISSIER, F., 1982a.
General survey of the effect of double muscling on cattle performance. En "Muscular Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". King J.W.B., Menissier F., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 16: 26-53.
- MENISSIER, F., 1982b.
Present state of knowledge about the genetic determination of muscular hypertrophy or the double muscle trait in cattle. En "Muscular Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". King J.W.B., Menissier F., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 16: 387-428.
- MENISSIER F. y BIBÉ B., 1971.
Variations de fréquence du caractère culard dans la descendance de taureaux culards suivant le type génétique des mères: resultats partiels. *Ann Génét Sél Anim*, 4: 128(Abstr).
- MENISSIER F. y FOULLEY J.L., 1979.
Present situation of calving problems in the EEC: incidence of calving difficulties and early calf mortality in beef herds. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 30-85.
- MENISSIER F., y VISSAC B., 1971.
Possibilités d'amélioration des conditions de vêlage parPresent situation of calving problems in the EEC: incidence of selection. I. Technique de mesure de l'ouverture pelvienne des bovins. *Ann Genet Sel Anim*, 3: 207-214.

- MENISSIER F., BIBÉ B., y PERREAU B., 1974. Possibilités d'amélioration des conditions de vêlage par sélection. II. Aptitude au vêlage des trois races à viande françaises. *Ann Genet Sel Anim*, 6:69-90.
- MENISSIER F., VISSAC B., y FREBLING J., 1975. Optimim breeding plans for beef cattle. *Bull Tech Dép Génét*, (INRA), 21: 102-111.
- MENISSIER F., FOULLEY J. L., y PATTIE W. A., 1981a. The calving ability of the Charolais breed in France, and its possibilities for genetic improvement. I. The importance and causes of calving difficulties. *Ir Vet J*, 35: 73-81.
- MENISSIER F., FOULLEY J. L., y PATTIE W. A., 1981b. The calving ability of the Charolais breed in France, and its possibilities for genetic improvement. III. Genetic improvement of calving ability in the Charolais as a Sire breed. *Ir Vet J*, 35: 100-105.
- MENISSIER F., FOULLEY J. L., y PATTIE W. A., 1981c. The calving ability of the Charolais breed in France, and its possibilities for genetic improvement. III. Genetic improvement of calving ability in the Charolais as maternal breed. *Ir Vet J*, 35: 128-134.
- MEYER K., 1991. Estimating variances and covariances for multivariate Animal Models by Restricted Maximum Likelihood. *Genet Sel Evol*, 23: 67-83.
- MEYER K., 1992. Variance components due to direct and maternal correlations among growth traits of Australian beef cattle. *Livest Prod Sci*, 31: 179-204.
- MEYER K., 1993. Covariance matrices for growth traits of Australian Polled Hereford cattle. *Anim Prod*, 57: 37-45.
- MEYER K., 1994. Estimates of direct and maternal correlations among growth traits in Australian beef cattle. *Livest Prod Sci*, 38: 91-105.
- MICHAUX C. y HANSET R., 1986. Mode de vêlage et reproduction chez les génisses de race Blanc-Bleu Belge des types viandeux et mixte. *Ann Méd Vét*, 130: 439-452.
- MICHAUX C., DETAL G., y HANSET R., 1987. Age aux vêlages, intervalles de vêlages et taux de renouvellements à l'intérieur de troupeaux Blanc-Bleu Belge de type viandeux. *Ann Méd Vét*, 131: 553-570.
- MICHAUX C., van SICHEM-REYNAERT R., BECKERS J.F., de FONSECA M., y HANSET R., 1982. Endocrinological studies on double muscled cattle: LH, GH, testosterone and insuline plasma levels during the first years of life. En "Muscular Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production". King J.W.B. y Menissier F., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 16: 350-367.
- MINYARD J.A. y DINKEL C.A., 1965. Weaning weight of beef calves as affected by age and sex of calf and age of dam. *J Anim Sci*, 24: 1067-1071.
- MISZTAL I., GIANOLA D., y FOULLEY J.L., 1989. Computing aspects of nonlinear method of sire evaluation for categorical data. *J Dairy Sci*, 72: 1557-1568.
- MOHIUDDIN G., 1993. Estimates of genetic parameters of some performance traits in beef cattle. *Anim Breed Abstr*, 61: 495-522.
- MONSERRAT L., y FIDALGO L. E., 1991. Relación de la dificultad de parto con el peso del ternero al nacimiento en la raza Rubia Gallega. *ITEA*, Vol Extra, 11, 1: 307-309.
- MONSERRAT L. y SANCHEZ L., 1991. Efecto del carácter culón sobre la dificultad del parto, mortalidad perinatal y postnatal y ganancia de los terneros en rebaños de raza Rubia Gallega manejados en pastoreo. *Invest agr: Prod Sanid anim*, 6: 27-38.
- MONSERRAT L. y SANCHEZ L., 1993. Dificultad de parto en la raza Rubia Gallega. Causa y efectos. *Arch Zootec*, 42: 53-64.
- MOORE A.J., 1985. A mathematical equation for animal growth from embryo to adult. *Anim Prod*, 40: 441-453.
- MORILLO A., 1995. Cántabros y Astures, pueblos prerromanos del norte de la Península. En "ASTVRES, pueblos y culturas en la frontera del Imperio Romano". *Gran Enciclopedia Asturiana*, Gráficas Rigel S.A., Avilés (Asturias): 41-51.
- MORRIS C.A., 1980. A review of relationships between aspects of reproduction in beef heifers and their lifetime production. *Anim Breed Abstr*, 48: 753-767.
- MORRIS C.A., 1984. Calving dates and subsequent calving intervals in New Zealand beef herds. *Anim Prod*, 39: 51-57.
- MORRIS C.A., PLEASANTS A.B., y BARTON R.A., 1978. Postpartum oestrus interval of single suckled Angus beef cows. *N Z J Agric Res*, 21: 557-582.
- MORRISON D. G., WILLIAMSON W. D., y HUMES P. E., 1986. Estimates of heritabilities and correlations of traits associated with pelvic area in beef cattle. *J Anim Sci*, 63: 432-437.

- NADARAJAH K. y BURNSIDE E.B., 1989.
Relationships among gestation length, calving ease and calf mortality in Ontario Holstein cattle. *J Anim Sci*, 67-Suppl, 87 (Abstr).
- NADARAJAH K., BURNSIDE E.B. y SCHAEFFER L.R., 1989.
Factors affecting gestation length in Ontario Holsteins. *Can J Anim Sci*, 69: 1083-1086.
- NAREDO M. y BAJO F., 1916.
El ganado bovino de Asturias. *Memorias premiadas en el concurso de 1916 por la Asociación General de Ganaderos*. Imprenta Alemana, Madrid (España), 184 pp.
- NELSEN T.C. y KRESS D.D., 1981.
Additive and multiplicative correction factors for sex and age of dam in beef cattle weaning weight. *J Anim Sci*, 53: 1217-1224.
- NEUVY A., y VISSAC B., 1962.
Contribution à l'étude du phénomène culard. *Union National des Livres Généalogiques*, Paris. 52 p.
- NOTT C.F.G., 1974.
Effect of the *m* gene for muscular hypertrophy in body conformation. *Dis Abstr Int.*, B, 34: 1395-1396.
- NOTT C.F.G., y ROLLINS W., 1979.
Effect of the *m* gene for muscular hypertrophy on birth weight and growth to one year of age in beef cattle. *Growth*, 43: 221-234.
- NUGENT R.A. III., NOTTER D.R., y BEAL W.F., 1991.
Body measurements of newborn calves and relationship of calf shape to sire breeding values for birth weight and calving ease. *J Anim Sci*, 69: 2413-2421.
- ODDE K.G., KIRACOFÉ G.H., SCHALES R.R., 1986.
Effects of forty-eight hour calf removal, once or twice daily suckling and norgestomet of beef cow and calf performance. *Theriogenology*, 26: 371-381.
- OLLETA J.L., REVILLA R., SAN JUAN L. y BLASCO I., 1993.
Factores determinantes del inicio a la pubertad en novillas de carne. *ITEA*, Vol. Extra, 12: 376-378.
- OSORO K., 1985.
Bases de la producción de carne con vacas de cría. En "Producción de ganado vacuno de carne en zonas húmedas". Monografías Bovis, 7: 11-29.
- OSORO K., 1986.
Efecto de las principales variables de manejo sobre los parámetros reproductivos en las vacas de cría. *Invest Agrar Prod Sanid anim*, 1: 89-111.
- OSORO K., 1989.
Manejo de reservas corporales y utilización del pasto en los sistemas de producción de carne con vacas madres establecidos en zonas húmedas. *Invest Agr Prod Sanid anim*, 4: 207-240.
- OSORO K., 1993.
Sistemas alternativos de producción de carne con vacas de cría en pastoreo. En "Bovinoecnia". Ciencias Veterinarias, 7: 343-367.
- OSORO K. y ALENDA R., 1988.
Efecto del ritmo de crecimiento y la edad sobre la fecha de primera concepción en novillas de raza "Rubia Gallega". *Invest Agr Prod Sanid anim*, 3: 155-165.
- OSORO K., ORMAZABAL J.J., y MARTINEZ A., 1993.
Edad a la pubertad en novillas de la raza Asturiana de los Valles. *ITEA*, Vol. Extra, 12: 373-375.
- OVIEDO Y PORTAL A.R. de, 1844.
Informe sobre las causas de la decadencia de la ganadería en Asturias. Medios de mejorarla. *Real Sociedad Económica de Amigos del País*. Imprenta de D. Benito González y Compañía, Oviedo, España, 71 pp.
- OXENREIDER S.L., y WAGNER W.C., 1971.
Effect of lactation and energy intake on postpartum ovarian activity in the cow. *J Anim Sci*, 33: 1026-1035.
- PABST W., KILKENNY J.B., y LANGHOLZ H.J., 1977.
Genetic and environmental factors influencing calf performance in pedigree beef cattle in Britain. 2. The relationship between birth, 200-day and 400-day weights and the heritability of weight for age. *Anim Prod*, 24: 41-48.
- PACCARD P., 1987.
S'organiser pour maîtriser la reproduction. En "Maîtriser la santé des bovins". *ITEB*, 23-25.
- PACI C., 1935.
Indagini e controlli sulla formazione della sottorazza Albese. *Riv Zootech*, 12: 149-255.
- PASTOR Y LOPEZ P., 1859.
Apuntes sobre la fauna asturiana bajo su aspecto científico e industrial. Imprenta y litografía de D. Benito Gonzalez, Oviedo. Edición facsímil, Ayalga ediciones, Salinas, Asturias (España), 1987, 76 pp.
- PATTERSON H.D., y THOMPSON R., 1971.
Recovery of interblock information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58: 545-554.
- PETERS A.R., y RILEY G.M., 1982a.
Milk progesterone profiles and factors affecting postpartum ovarian activity in beef cows. *Anim Prod*, 34: 145-153.

- PETERS A.R., y RILEY G.M., 1982b.
Is the cow a seasonal breeder? *Br Vet J*, 138: 533-537.
- PETTIT M., 1979.
Effet du niveau d'alimentation à la fin de la gestation sur les poids à la naissance des veaux et leur devenir. *Ann Biol Anim Bioch Biophys*, 19: 277-287.
- PETTIT M. y AGABRIEL J., 1993.
Etat corporel des vaches allaitantes Charolaises: signification, utilisation pratique et relations avec la reproduction. *INRA Prod Anim*, 6: 311-318.
- PETTIT M., y LIENARD G., 1988.
Performance characteristics and efficiencies of various types of beef cows in french production systems. *3rd World Congress on Sheep and Beef Cattle Breeding*, 20-23 de Junio, Paris, 2: 25-52.
- PHILIPSSON J., 1976a.
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. I. General introduction and breed averages. *Acta Agric Scand*, 26: 151-164.
- PHILIPSSON J., 1976b.
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. II. Effects of non-genetic factors. *Acta Agric Scand*, 26: 165-174.
- PHILIPSSON J., 1976c.
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. III. Genetic parameters. *Acta Agric Scand*, 26: 211-220.
- PHILIPSSON J., 1976d.
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. IV. Relationships between calving performance, precalving body measurements and size of pelvic opening in Friesian heifers. *Acta Agric Scand*, 26: 221-229.
- PHILIPSSON J., 1976e.
Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish cattle breeds. V. Effects of calving performance and stillbirth in Swedish Friesian heifers on productivity in the subsequent lactation. *Acta Agric Scand*, 26: 230-234.
- PHILIPSSON J., 1979.
Breeding for calving performance. En "Calving Problems and Early Viability of the Calf". Hoffmann B., Mason I.L. y Schmidt J., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 4: 189-205.
- PIEDRAFITA J., QUINTANILLA R., y JORDANA J., 1993.
Factores ambientales que influyen sobre el peso al nacimiento y el peso al destete de bovinos de la población *Bruna dels Pirineus*. *ITEA*, Vol Extra 12; 310-312.
- PIERAMATI C. y Van VLECK L.D., 1993.
Effect of genetic groups on estimates of additive genetic variance. *J Anim Sci*, 71: 66-70.
- POWELL T.L., 1975.
Winter feeding and date of weaning in the early calving single suckler herd. *Expl Husb*, 29: 61-69.
- PRESTON T.R. y WILLIS M.B., 1970.
Intensive beef production. Pergamon Press. Oxford.
- PRICE T. D., y WILT BANK J. N., 1978a.
Distocia in cattle. A review and implications. *Theriogenology*, 9: 195-219.
- PRICE T. D., y WILT BANK J. N., 1978b.
Predicting distocia in heifers. *Theriogenology*, 9: 221-249.
- PRIOR R. L., SCOTT R. A., LASTER D. B., y CAMPION D. R., 1979.
Maternal energy status and development of liver and muscle in the bovine fetus. *J Anim Sci*, 49: 1538-1545.
- RAIMONDI R., 1957.
Studio sui bovini piemontese a "groppe doppia". *Annali Accad Agric*, Turin, 102, 22 p.
- RAIMONDI R., 1963.
Risultati di una prova de allevamento di bovini piemontese del tipo "della coscia". *Annali Accad Agric*, 17: 471-489.
- RAKESTRAW J., LUSBY K.S., WETTEMANN R.P., y WAGNER J.D., 1984.
Effects of weight and body condition changes before and during breeding on performance of fall calving beef cows. *J Anim Sci*, 59suppl, 1: 391 (Abstr).
- RANDEL R.D., 1981.
Effect on once-daily suckling on postpartum interval and cow-calf performance of first-calf Brahman x Hereford heifers. *J Anim Sci*, 53: 755-757.
- RAO C.R., 1971.
Estimation of variance and covariance components. MINQUE theory. *J Multivariate Analysis*, 1: 257-275.
- REGET J.E.O. y FAMULA T.R., 1993.
Factors affecting calving date and its relationship with production traits of Hereford dams. *Anim Prod*, 57: 385-395.
- REYNOLDS W.L., De ROUEN T.M., y BELLOWS R.A., 1978.
Relationship of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. *J Anim Sci*, 47: 584-594.

- REVUELTA J. R., CIMA M., CAÑÓN J., ALONSO L., y VALLEJO M., 1991.
Núcleos de control de rendimientos en las razas asturianas: III. Resultados de dificultad de parto. *ITEA*, Vol Extra, 11, 2: 574-576.
- REYNOLDS W.I., De ROUEN T.M., y BELLOWS R.A., 1978.
Relationship of milk yield of dam to early growth rate of straightbreed and crossed calves. *J Anim Sci*, 47: 584-594.
- RODRIGUEZ CASTAÑÓN A., 1995.
Análisis técnico-económico del sector vacuno de carne del Principado de Asturias. Tesis, Universidad Politécnica de Madrid, 219pp.
- RODRIGUEZ RODRIGUEZ B., 1966.
Como mejorar el ganado vacuno. Junta Provincial de Fomento Pecuario de León. Imprenta Casado, León, 55 pp.
- ROLLINS W.C., TANAKA M., NOTT C.F.G., y THIESSEN R.B., 1972.
On the mode of inheritance of double muscled conformation in bovines. *Hilgardia*, 41: 433-456.
- ROSSI D.J., KRESS D.D., TESS M.W., y BURFENING P.J., 1992.
Correcting bias from the standard linear adjustment of weaning weight to an age-constant basis for beef calves. *J Anim Sci*, 70: 1333-1341.
- RUTTER L.M., RAY D.E., y ROUBICEK C.B., 1983.
Factors affecting and prediction of dystocia in Charolais heifers. *J Anim Sci*, 57: 1.077-1.083.
- RUVINSKY A.O., 1987.
Inheritance of dominant genes with variable penetrance: An evolutionary aspect. *J Anim Breed Genet*, 105: 103-111.
- SADEI, 1987.
Campana de saneamiento ganadero de 1986: datos estadísticos. *Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias*, Oviedo (Asturias), 110 pp.
- SADEI, 1991.
Campana de saneamiento ganadero de 1989: datos estadísticos. *Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias*, Oviedo (Asturias), 113 pp.
- SADEI, 1994.
Las explotaciones bovinas en Asturias. 1992. Datos estructurales y sociolaborales. *Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias*, Gráficas Rigel, Avilés (Asturias), 200 pp.
- SANCHEZ BELDA A., 1984.
Razas bovinas españolas. *Publicaciones de Extensión Agraria*, M.A.P.A., Madrid: 878 pp.
- SAN JUAN L., REVILLA R., OLLETA J.L., y BLASCO I., 1993.
Efecto del manejo del ternero sobre la duración del anoestro postparto y los índices reproductivos en vacas de carne. *ITEA*, Vol. Extra, 12: 385-387.
- SANSON A., 1901.
Traité de zootechnie. Tome IV. Zoologie et zootechnique spéciales. Bovidés taurins, bubalins et zébus. Quatrième édition. Imp. Paul Pigelet, Orléans, France, 376 pp.
- SAPA J., COMBEAU H., y MENISSIER F., 1992.
Variabilité génétique des facilités de vêlage et de leurs composants chez les primipares Charolaises contrôlées en station. *43^a Reunion Anual de la F.E.Z.*, Madrid, España, 14-17 septiembre.
- SARAZA R., 1971.
Estudio de la raza Asturiana de los Valles con especial referencia al carácter "grupa doble". II. Clasificación zoológica: Determinación del tipo y paratipo de la subespecie. *Rvta Patron Biol Anim*, XV: 63-67.
- SAS INSTITUTE INC., 1988.
SAS/STAT™ guide for personal computers. *Ed SAS Inst, Inc*, Cary, NC, USA. Edición: Release 6.03, 1.029 pp.
- SCHAEFFER L.R. y WILTON J.W., 1974.
Age of dam, sex and environmental interactions affecting preweaning average daily gains of beef cattle. *Can J Anim Sci*, 54: 183-190.
- SCHILLO K.K., DIERSCHKE D.J., y HAUSER E.R., 1982.
Influences of season of birth and age on patterns of luteinizing hormone secretion in prepubertal heifers. *Theriogenology*, 18: 593-598.
- SEJRSEN K., y NEIMANN-SØRENSEN A., 1979.
The influence of pre-calving feeding and management of the cow on ease of calving and calf viability. En "Calving problems and early viability of the calf". Hoffmann B., Mason I. L., y Schmidt J. (Eds). Martinus Nijhoff, The Hague, *Curr Top Vet Anim Sci*, 456-467.
- SELK G.E. y BUCHANAN D. S., 1991.
Gestation length and birth weight differences of calves born to 0, 1/4, and 1/2 blood Brahman fall and spring-calving cows bred to Salers and Limousin sires. *J Anim Sci*, 69-Suppl, 8(Abstr).
- SHI M.J., LAOË D., MENISSIER F., y RENAND G., 1993.
Estimation of genetic parameters of preweaning performance in the French Limousin cattle breed. *Genet Sel Evol*, 25: 177-189.

- SHORT R.E., BELLOWS R.A., MOODY E.L., y HOWLAND B.E., 1972.
Effects of suckling and mastectomy on bovine postpartum reproduction. *J Anim Sci*, 34: 70-78.
- SHORT R.E., BELLOWS R.A., STAIGMILLER R.B., BERARDINELLI J.G., y CUSTER E.E., 1990.
Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J Anim Sci*, 68: 799-816.
- SHORT R. E., BELLOWS R. A., STAIGMILLER R. B., y CARR J. B., 1979.
Multiple linear and non-linear regression analyses of factors causing calving difficulty. *Theriogenology*, 12: 121-130.
- SIERRA E., 1919.
Encuesta ganadera del Ministerio de Fomento de 1918. *Revista de Higiene y Sanidad Pecuaria*, 9, diciembre-enero.
- SINGH A.R., SCHALLES R.R., SMITH W.H., y KEDDLER F.B., 1970.
Cow weight and preweaning performance of calves. *J Anim Sci*, 31: 27-30.
- SINGLETON W. L., NELSON L. A., y HUBER D. A., 1973.
Factors influencing dystocia of two year old heifers. Abst en *J Anim Sci*, 37, 1, 251.
- SLOSS V., y DUFTY J. H., 1986.
Manual de obstetricia bovina. Editorial CECSA, Mexico.
- SMITH W.H., 1949.
The occurrence of the double-muscléd character in beef cattle.
M Sc Thesis, Kansas State College, 65 p.
- SMITH G.M, LASTER D.B., y GREGORY K.E., 1976.
Characterization of biological types of cattle. I. Dystocia and preweaning growth. *J Anim Sci*, 43: 1976-1988.
- SOMERVILLE S.H., LOWMAN B.G., y EDWARDS R.A., 1983.
A study of relationship between plane of nutrition during lactation and certain production characteristics in autumn calving suckled cows. *Anim Prod*, 37: 353-363.
- SOPEÑA A., y BLANCO M.E., 1970.
Transmisión genética del carácter "culón" en ganado vacuno. *Zootecnia*, 19: 501-526.
- SORENSEN D. y KENNEDY B.W., 1984.
Estimation of genetic variances from unselected populations. *J Anim Sci*, 59: 1213-1223.
- SOTILLO J.L. y SERRANO V., 1985.
Producción Animal. I. Etnología Zootécnica. Artes Gráficas Flores, Albacete (España), 403 pp.
- SREENAN J.M., 1979.
Possibilities for the improvement of reproductive efficiency in cattle. En *"The Future of Beef Production in the European Community"*. Bowman J.C. y Susmal P. Eds.. Martinus Nijhoff Publishers. The Hague. 191-217.
- STEGENGA Th., 1964.
Doodgeboren kalveren. *Tijdschr. Diergeneeskd*, 89: 93-97.
- SWALVE H.H., 1993.
Estimation of direct and maternal (co)variance components for growth traits in Australian Simmental beef cattle. *J Anim Breed Genet*, 110: 241-252.
- TAYLOR St.C.S., 1980a.
Genetic size-aging rules in animal growth equations. *Anim Prod*, 30: 161-165.
- TAYLOR St.C.S., 1980b.
Genetically standardized growth equations. *Anim Prod*, 30: 167-175.
- TAYLOR St.C.S., 1980c.
Live weight from embryo to adult in domesticated mammals. *Anim Prod*, 31: 223-235.
- THIESSEN R.B. y ROLLINS W.C., 1982.
A comparison of normal and heterozygous animals for double muscling in British breeds of cattle. En *"Muscular Hypertrophy of Genetic Origin and its Use to Improve Beef Production"*. King J.W.B. y Menissier F., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 16: 54-69.
- THOMPSON R., 1976.
Design of experiments to estimate heritability when observation are available on parents and offspring. *Biometrics*, 32: 283-304.
- Van VLECK L.D., 1972.
Estimation of heritability of threshold characters. *J Dairy Sci*, 55: 218-225.
- VALLET A., y MANIERE J., 1988.
L'infécondité en élevage bovin allaitant. *Rec Méd Vét*, 164: 575-585.
- VALLEJO M., GUTIERREZ J.P., ALONSO L., CAÑÓN J., REVUELTA J.R., GOYACHE F., y CIMA M., 1992.
Características de las Canales de las Razas Bovinas Asturianas. II. Valoración Cuantitativa y Predicción de la Composición Tisular en la Raza Asturiana de la Montaña. *Arch Zootec*, 41: 645-656.
- VALLS ORTIZ J.M., MENISSIER F., y VISSAC B., 1972.
Etude du caractère culard. VI. Transmission et possibilités de d'utilisation en croisement de première génération pour la production de veaux de boucherie. *Ann Génét Sel Anim*, 4: 7-28.

- VERMOREL M., BOUVIER J.C., y GEAY Y., 1976.
The effect of genotype (normal and double muscled Charolais and friesian) on energy utilization on double cattle at 2 and 16 months age. En "Energy metabolism of farm animals". Proceedings of the 7th symposium, Vichy, September 1976, 217-220.
- VILLA A., GOYACHE F., ALONSO L., GUTIERREZ J.P., CAÑON J., y VALLEJO M., 1995.
Consideraciones sobre el carácter culón. El carácter culón en la raza Asturiana de los Valles. *Ciencias Veterinarias*, 16, en prensa.
- VISSAC B., 1968.
Etude du caractère culard. II. Incidence du caractère culard sur la morphologie général des bovins. *Ann Zootech*, 17: 77-101.
- VISSAC B., 1972.
L'hypertrophie musculaire d'origine génétique ou caractère culard. *Génét Sél Anim*, 4: 87-97.
- VISSAC B., y LAUVERGNE J.J., 1969.
Enquête sur le caractère culard dans la zone charolaise. *J Génét Anim, Ann Génét Sél Anim*, 1: 177 (Abstr.).
- VISSAC B., MENISSIER F., y PERREAU B., 1971.
Etude du caractère culard. VI. Bilan d'exploitation d'un troupeau de femelles. *Ann Génét Sél Anim*, 3: 30-42.
- VISSAC B., MENISSIER F., y PERREAU B., 1973.
Etude du caractère culard. VII. Croissance et musculature des femelles; déséquilibre morphologique au vêlage. *Ann Génét Sél Anim*, 5: 23-28.
- VISSAC B., PERREAU B., MAULEON P., y MENISSIER F., 1974.
Etude du caractère culard. IX. Fertilité des femelles et aptitude maternel. *Ann Génét Sél Anim*, 6: 35-48.
- WALDRON D.F., MORRIS C.A., BAKER R.L. y JOHNSON D.L., 1993.
Maternal effects for growth traits in beef cattle. *Livest Prod Sci*, 34: 57-70.
- WARNICK A.C., HARGROVE D.D., PEACOCK F.M., y CHAPMAN H.L., 1981.
Effects of prewintering condition score and winter feed levels and pregnancy rates of Brahman cows. *J Anim Sci*, 53suppl, 1: 374(Abstr).
- WEBER A.D. e IBSEN H.L., 1934.
The occurrence of the double-muscled character in pure-bred beef cattle. *Proc Amer Soc Anim Prod*: 228-232.
- WEST R.L., 1976.
Carcas traits and the organoleptic, chemical and histochemical characteristics of muscles from double muscled and normal cattle. *Dis Abstr Int*, B, 36, 6051.
- WETTEMAN R.P., TURMAN E.J., WYATT R.D., y TOTUSEK R., 1978.
Influence of suckling intensity on reproductive performance of range cows. *J Anim Sci*, 47: 342-346.
- WILHAM R.L., 1980.
Problems in estimating maternal effects. *Livest Prod Sci*, 7: 405-418.
- WILLIAMS K. R., 1968.
A study of dystocia in the heifer (Primipara). *Vet Rec*, 83: 87-97.
- WILLIAMS G.L., 1990.
Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: A review. *J Anim Sci*, 68: 831-852.
- WILTBANK J.N., 1970.
Research need in beef cattle reproduction. *J Anim Sci*, 31: 755-762.
- WILTBANK J.N., ROBERTS S., NIX J., ROWDEN L., 1985.
Reproductive performance and profitability of heifers fed to weight 272 or 318 kg at start of the first breeding season. *J Anim Sci*, 60: 25-34.
- WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., GREGORY K.E., y KOCH R.M., 1962.
Effect of energy level on reproductive phenomena of mature Hereford cows. *J Anim Sci*, 21: 219-225.
- WILTBANK J.N., ROWDEN W.W., INGALLS J.E., y ZIMMERMAN D.R., 1964.
Influence on postpartum energy level on reproductive performance of Hereford cows restricted in energy intake prior to calving. *J Anim Sci*, 23: 1049-1053.
- WOODWARD B.W., POLLAK E.J., y QUAAS R.L., 1989.
Adjusting weaning weights of simmental beef calves to an age constant basis. *J Anim Sci*, 67: 20-27.
- WRIEDT C., 1929.
Die Vererbung des Doppellendercharakters bei Rindern. *Z Indukt Abstam Vererbungslehre*, 51: 482-486.
- WRIGHT I.A., y RUSSEL A.J.F., 1987.
The effect of sward height on beef cow performance and the relationship between calf milk and herbage intake. *Anim Prod*, 45: 423-432.
- WYATT T., GOULD M.B., y TOTUSEK R., 1977.
Effects of single simulated twin rearing on cow and calf performance. *J Anim Sci*, 45: 1409-1414.

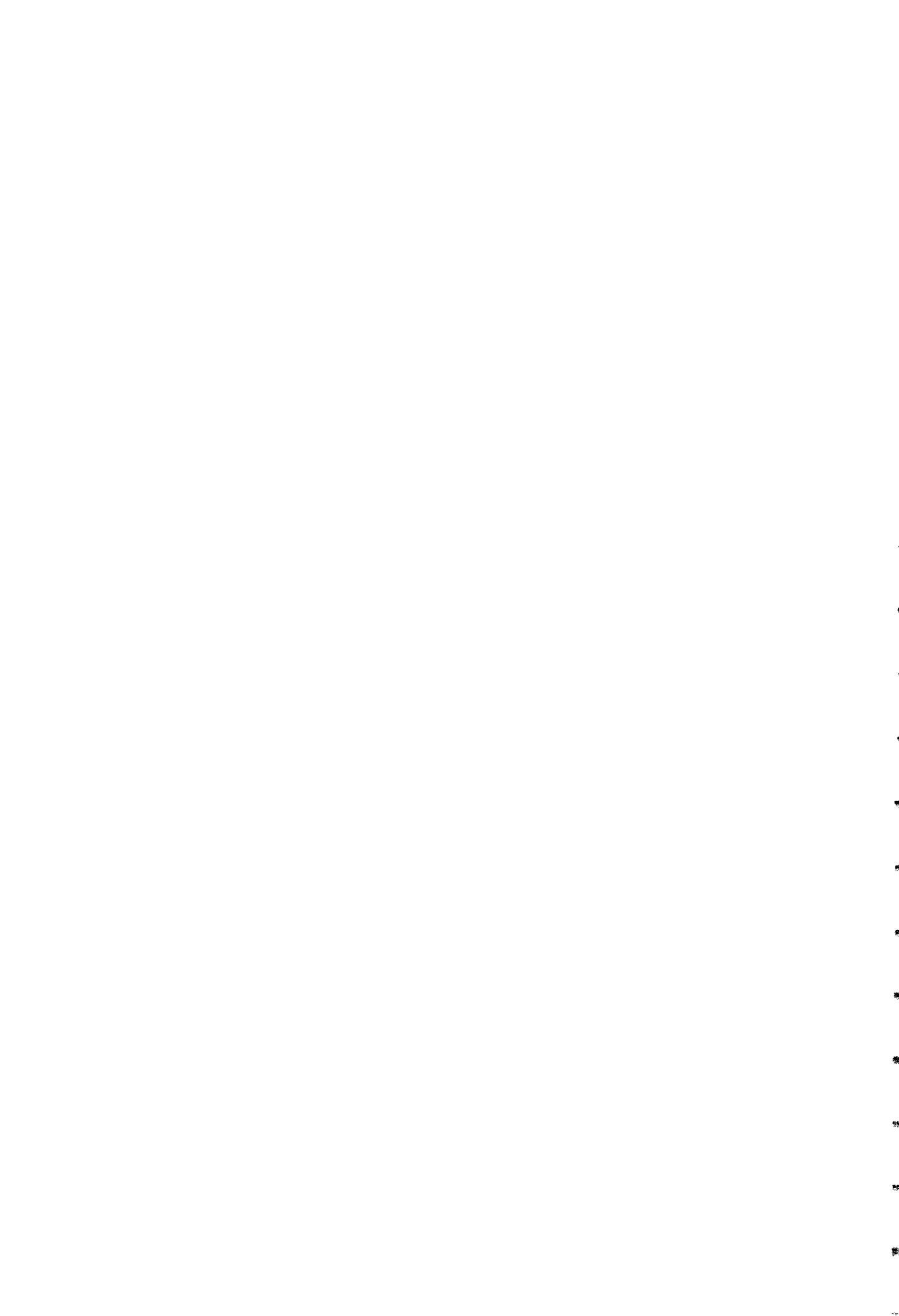
ZEDDIES J., 1982.

Special economics aspects of fertility related to central European farming conditions. En "Factors influencing fertility in the postpartum cow". Karg H., y Schallenberger E., Eds.. *Curr Top Vet Anim Sci*, 20: 425-441.

ZINN S.A., CHAPIN L.T., y ALLEN TUCKER M., 1986.

Response of body weight and clearance and secretion rates of growth hormone to photoperiod in Holstein heifers. *J Anim Sci*, 62: 1273-1278.4

IX.- ANEXOS



IX.1.- ANEXO I

ALONSO L., 1987.

Memoria de actividades del año 1987. *Becas de la Caja de Ahorros de Asturias*, sin publicar.

INTRODUCCION

Durante 1987 se han seguido dos líneas de trabajo. Una de ellas es la referente a los caracteres de cría de la raza Asturiana de los Valles. En este sentido se ha ampliado la muestra estudiada en 1986, hasta un total de 2.313 partos correspondientes a 976 vacas de 98 explotaciones. Del total de vacas, 686 están sometidas a control de rendimientos en los concejos de Somiedo, Lena y Gozón. De estos Núcleos de control de rendimientos procede parte de la información recogida.

La otra línea de trabajo es la referente a las características de la canal de las razas asturianas. Se han estudiado un total de 19 canales, 7 de Asturiana de los Valles y 12 de Asturiana de la Montaña, procedente de animales que no superaron las pruebas de valoración individual en el Centro de Selección animal. El objetivo fundamental de este estudio es el conocimiento de aquellas variables explicativas y ecuaciones de regresión que permitan estimar la composición de la calidad de la canal, con el fin de poder facilitar en el futuro, la recogida de datos de la canal en las pruebas de descendencia, evitando al mismo tiempo pérdidas económicas derivadas de despieces no comerciales.

GEMELARIDAD

Total partos: 1.589

Partos gemelares: 45 (2,8%)

Si asimilamos la distribución de partos gemelares a una distribución de Poisson, el intervalo de confianza es: 2,81-2,85%.

Utilizando las tablas para porcentajes próximos a 0 o a 1 el intervalo de confianza es: 2,07-3,78 que engloba el resultado obtenido el año pasado con una muestra mas pequeña.

El intervalo entre partos tras un parto gemelar es significativamente mas largo que tras un parto normal

	Media	E.E.	n
IEP tras un parto gemelar	456	6,7	35
IEP tras un parto normal	403	2,4	1.259

DISTRIBUCION ESTACIONAL DE PARTOS

MES DEL AÑO	PASTOREO DE MONTAÑA			NO PASTOREO DE MONTAÑA		
	n	%	E.E.	n	%	E.E.
ENERO	125	7,2	0,6	39	7,3	1,1
FEBRERO	206	11,9	0,8	47	8,8	1,2
MARZO	262	15,1	0,9	63	11,8	1,4
ABRIL	189	10,9	0,8	65	12,1	1,4
MAYO	172	9,9	0,7	48	9,0	1,2
JUNIO	117	6,7	0,6	55	10,3	1,3
JULIO	69	4,0	0,5	47	8,8	1,2
AGOSTO	120	6,9	0,6	36	6,7	1,1
SEPTIEMBRE	164	9,4	0,7	40	7,5	1,1
OCTUBRE	131	7,5	0,6	28	5,2	1,0
NOVIEMBRE	72	4,1	0,5	34	6,3	1,1
DICIEMBRE	112	6,4	0,6	34	6,3	1,1
TOTAL	1.379	$\chi^2: 239,02$ ($p < 0,01$)		536	$\chi^2: 33,86$ ($p < 0,01$)	

DURACION DE LA GESTACION

	Media	E.E.	n
TIPO DE GESTACION^{ns}			
Gemelar	282,9	1,4	529
No gemelar	287,7	0,3	19
SEXO DEL TERNERO^{ns}			
Macho	287,3	0,4	259
Hembra	288,1	0,4	270
TIPO DE LA VACA^{**}			
Normal	287,6	0,3	466
Culona	287,2	0,7	90
TIPO DEL PADRE^{ns}			
Normal	287,6	0,6	142
Culón	287,8	0,3	343
TIPO DEL TERNERO^{ns}			
Normal	287,2	0,4	291
Culón	288,2	0,4	238
ORDEN DEL PARTO^{ns}			
Primer parto	286,2	0,6	103
Resto de partos	287,8	0,3	450
DIFICULTAD DEL PARTO^{**}			
Partos no asistidos (1)	286,3	0,4	261
Partos asistidos (2,3,4,5)	288,5	0,4	244

ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas para $p < 0,05$; **: diferencias significativas para $p < 0,01$

DIFICULTAD DE PARTOS**SISTEMA DE VALORACION DE LA DIFICULTAD**

Hemos utilizado el sistema de la BIF (BEEF IMPROVEMENT FEDERATION), que establece las siguientes categorías de dificultad:

- 1.- Sin dificultad: No asistencia
- 2.- Poca dificultad: Ayuda manual
- 3.- Mayor dificultad: Fuerte tracción o ayuda mecánica
- 4.- Cesárea u otra intervención quirúrgica
- 5.- Presentación anormal

RESULTADOS OBTENIDOS: (Partos no gemelares)

CATEGORIA DIFICULTAD	GLOBAL	TERNERO CULON	TERNERO NORMAL
1	51,5±1,3	42,3±2,0	59,6±1,8
2	35,7±1,3	34,8±1,9	35,0±1,7
3	9,5±0,8	17,5±1,5	3,9±0,7
4	0,8±0,2	1,3±0,5	0,4±0,2
5	2,5±0,4	4,1±0,8	1,1±0,4
n	1.438	607	762

Datos expresados en tanto por ciento ± error estándar

En la memoria de 1986 aparecía un error. Algunas presentaciones anormales se contabilizaron como cesáreas. Este error está subsanado en la presente memoria.

INFLUENCIA DEL TIPO DE LA MADRE EN LA DIFICULTAD DEL PARTO

Los datos se expresan como porcentajes de categorías 1 y 2 sobre el total de partos de categorías 1, 2, 3 y 4.

	VACA CULONA	VACA NORMAL
PARTOS DIFICILES (3,4)	17,6±2,7	9,8±0,9
TOTAL: n	205	1.131

Datos expresados en tanto por ciento ± error estándar
Diferencias significativas para $p < 0,05$

INFLUENCIA DEL TIPO DEL TERNERO SOBRE LA DIFICULTAD DEL PARTO

Los datos se expresan como porcentajes de categorías 1 y 2 sobre el total de partos de categorías 1, 2, 3 y 4.

	TERNERO CULON	TERNERO NORMAL
PARTOS DIFICILES (3,4)	21,3±1,7	4,4±0,7
TOTAL: n	582	754

Datos expresados en tanto por ciento ± error estándar
Diferencias significativas para $p < 0,01$

INTERVALO ENTRE PARTOS

	Media	E.E.	n
TIPO DE EXPLOTACION*			
Pastoreo de montaña	402,0	2,6	1.020
No pastoreo de montaña	409,5	5,9	309
TIPO DE LA VACA**			
Culona	413,0	6,1	207
Normal	402,0	2,6	1.122
TIPO DE LA VACA POR TIPO DE EXPLOTACION			
Pastoreo de Montaña**			
Vaca normal	411,0	5,9	152
Vaca culona	400,0	2,8	868
No pastoreo de montaña**			
Vaca normal	418,0	16,2	55
Vaca culona	408,0	6,3	254

ns: diferencias no significativas; *: diferencias significativas para $p < 0,05$

INFLUENCIA DEL INTERVALO ENTRE PARTOS SOBRE EL IEP SIGUIENTE

	Media	E.E.	n
PASTOREO DE MONTAÑA**			
Partos fáciles (1,2)	403,4	7,0	197
Partos difíciles (3,4)	460,3	27,0	26

ns: diferencias no significativas

Contraste de hipótesis: varianzas significativamente diferentes; corrección de WELCH: 29 G.I.) ($t_{29} = 2,064$)

INFLUENCIA DE LA EPOCA DE PARTO SOBRE EL INTERVALO ENTRE PARTOS

EPOCA DE PARTO	PASTOREO DE MONTAÑA		NO PASTOREO DE MONTAÑA	
	Media	n	Media	n
Febrero-Marzo	392,5	270	399,7	59
Abril-Mayo	403,7	231	396,1	65
Junio-Julio	408,2	96	426,0	64
Agosto-Septiembre	309,6	159	413,9	38
Octubre-Noviembre	409,0	122	413,0	44
Diciembre-Enero	409,5	142	411,0	39

Análisis de Varianza: $F < 1$ (Media de cuadrados factorial menor que la media de cuadrados del azar) (No significativo)

Con la muestra actual no podemos aceptar influencia de la época de partos sobre el intervalo entre partos siguiente.

DIFUSION DEL CARACTER CULON**VACAS**

	% DE VACAS CULONAS	% DE VACAS NORMALES	n
PASTOREO DE MONTAÑA	16,3	86,7	742
NO PASTOREO DE MONTAÑA	16,2	83,8	234

UTILIZACION DE SEMENTALES

	AÑO 1984	AÑO 1985	AÑO 1986	AÑO 1987
SEMENTAL CULON	73%	70%	66%	39%
SEMENTAL NORMAL	27%	30%	34%	41%

PORCENTAJES DE OBTENCION DE CULONES SEGUN EL TIPO DE LOS PADRES

	TERNERO CULON	TERNERO NORMAL	n
VACA CULONA			
Semental culón	87,5±3,0	12,5±3,0	120
Semental normal	42,9±6,6	57,1±6,6	56
VACA NORMAL			
Semental culón	50,2±2,0	49,8±2,0	636
Semental normal	22,5±2,3	77,5±2,3	329

Datos expresados en tanto por ciento ± error estándar

EDAD AL PRIMER PARTO

	Media	E.E.	n
PASTOREO DE MONTAÑA™			
Novilla normal	33,5	0,03	214
Novilla culona	39,6	0,09	77
NO PASTOREO DE MONTAÑA™			
Semental culón	29,7	0,06	85
Semental normal	27,9	0,31	19

Datos expresados en meses

** : diferencias significativas para $p < 0,01$

ESTIMACION DE LA COMPOSICION DE LA CANAL

Se estudiaron un total de 21 variables sobre cada canal. Por el momento no se tienen en cuenta los datos correspondientes a las canales de Asturiana de Valles, pues debido al pequeño tamaño de la muestra, los coeficientes de correlación deben ser mayores de 0,95 para ser significativamente diferentes de cero. Los datos que a continuación se exponen, pertenecen, pues, a las canales de Asturiana de la Montaña.

Se calculó la tabla de correlaciones de las 21 variables, todas con todas, y se escogieron las que, a nuestro juicio, resultaban mas interesantes.

No todos los coeficientes de correlación que se exponen son significativamente diferentes de cero (para serlo deben superiores a 0,71), pero aparecen porque cuando se amplie la muestra, en el caso de que se mantenga la tendencia y sean significativos, se podrán utilizar en ecuaciones de regresión múltiples para ampliar el porcentaje de variación de la variable dependiente explicada.

Debajo de los cuadros de los coeficientes de correlación aparecen las ecuaciones de regresión correspondientes a coeficientes de correlación significativas y entre paréntesis aparecen los errores estándar de los coeficientes de regresión. Aparecen también el coeficiente de determinación R^2 , que

expresa el porcentaje explicado de la varianza de la variable dependiente

VALORES MEDIOS OBTENIDOS

	ASTURIANA DE LOS VALLES	ASTURIANA DE LA MONTAÑA
EDAD SACRIFICIO (meses)	16	20
PESO VIVO (Kg)	539	353
PESO CANAL (Kg)	316	179
RENDIMIENTO (%)	59	50
LONGITUD CANAL (cm)	131	116
LONGITUD PIERNA (cm)	80	74
PROFUNDIDAD INTERNA (cm)	58	54
INDICE DE COMPACIDAD	2,40	1,54
% MUSCULO CANAL	76,5	72,5
% HUESO CANAL	16,5	19,8
% ADIPOSEO CANAL	7,0	7,6
% MUSCULO COSTILLA ⁺	62,3	50,4
% HUESO COSTILLA ⁺	26,2	33,1
% ADIPOSEO COSTILLA ⁺	11,6	16,5
PESO GRASA PERIRRENAL (Kg)	0,92	0,83
PESO DEL HUMERO (Kg)	1,96	1,28
PESO DE LA CAÑA (Kg)	0,6	0,4
SUPERFICIE <i>Longissimus dorsi</i> (cm ²)	94,6	59,6
SUPERFICIE DE LA GRASA INTERMUSCULAR (cm ²)	3,35	4,03

+: referido al trozo bicostal 12-13

MUSCULO

COEFICIENTE DE CORRELACION

	INDICE DE COMPACIDAD	PESO DEL MUSCULO COSTAL (Kg) ⁺	SUPERFICIE (cm ²) DEL <i>Longissimus dorsi</i>	% DE MUSCULO COSTAL ⁺
PESO MUSCULO CANAL (Kg)	0,91*	0,55 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,58 ^{ns}
% MUSCULO CANAL	0,37 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,56 ^{ns}

ns: coeficiente de correlación no significativo; *: coeficiente de correlación significativo

+: referido al trozo bicostal 12-13

$$Y = - 15,94 + 52,02 X ; R^2=0,83$$

(11,92) (7,73)

para Y = peso del músculo de la canal y X = Índice de compacidad.

HUESO

COEFICIENTE DE CORRELACION

	PESO DEL HUMERO (Kg)	PESO DE LA CAÑA (Kg)	PESO DEL HUESO COSTAL (Kg)	HUMERO RELATIVO
PESO DEL HUESO CANAL (Kg)	0,89*	0,71 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,38 ^{ns}
% HUESO CANAL	0,50 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,92 ^{ns}

ns: coeficiente de correlación no significativo; *: coeficiente de correlación significativo
 HUMERO RELATIVO = Peso del Húmero/Peso de la Canal

$$Y_1 = 4,63 + 10,04 X_1 ; R^2=0,79$$

(2,34) (1,81)

para Y₁=Peso del hueso de la canal (Kg) y X₁=Peso del húmero (Kg)

$$Y_2 = 2,93 + 20,7 X_2 ; R^2=0,85$$

(0,14) (2,14)

para Y₂= % del hueso de la canal y X₂= Húmero relativo

TEJIDO ADIPOSO

COEFICIENTE DE CORRELACION

	GRASA PERIRRENAL	PESO DE LA GRASA COSTAL (Kg) ⁺	% DE GRASA COSTAL ⁺
PESO DE LA GRASA CANAL (Kg)	0,44 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,20 ^{ns}
% GRASA CANAL	0,31 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,33 ^{ns}

ns: coeficiente de correlación no significativo
 +: referido al trozo bicostal 12-13

ALONSO L., 1988.

Memoria de actividades del año 1988. *Becas de la Caja de Ahorros de Asturias*, sin publicar.

INTRODUCCION

Con la presente memoria pretendemos recoger y elaborar una serie de datos productivos y reproductivos obtenidos en los Núcleos de Control de Rendimiento Cárnico de la Raza Asturiana de los Valles durante su primer año de funcionamiento, desde Noviembre del 1987 a Octubre de 1988, ambos inclusive.

También consideramos para este estudio algunos datos relativos a los partos previos del ganado sometido a Control y que nos facilitaron los ganaderos.

Al finalizar el mes de Octubre del 88 existían 5 Núcleos de Control en la Raza Asturiana de los Valles que eran los siguientes:

NUCLEO DE CONTROL	NUMERO DE EXPLOTACIONES	NUMERO DE VACAS
01.- El Valle (Somiedo)	19	223
02.- Urria-El Coutu (Somiedo)	12	115
03.- Gua-Caunéu (Somiedo)	11	115
04.- Xomezana (Lena)	20	180
05.- Gozón	9	65
TOTAL	71	696

Los cuatro primeros Núcleos están situados en el sur de Asturias y utilizan los pastos de la Cordillera Cantábrica en la estación favorable. El quinto Núcleo se sitúa en la Marina, en el norte del país, y las vacas se manejan mediante sistemas de explotación semejantes a los de las vacas frisonas de la zona, estando en algunas explotaciones, permanentemente estabuladas.

Importantes diferencias pueden apreciarse también en relación con la venta de los terneros al destete. Los Núcleos de Somiedo (01, 02 y 03) realizan, en general, un destete precoz a los 4-5 meses de edad y los venden en las ferias o en la explotación a tratantes y carniceros. En estos Núcleos tiene particular importancia la venta de *xatos pa vida*, esto es, de futuros sementales que alcanzan precios superiores a los que alcanzarían para carne.

En el Núcleo de Xomezana el destete es más tardío (7 meses) y normalmente realizan un cebo de corta duración para mejorar la apariencia de los animales con vistas a su venta.

En Gozón es muy frecuente que los ganaderos realicen el cebo completo de sus animales y los vendan directamente al carnicero, que los sacrificará en el Matadero de Avilés.

Consideramos importante para la comprensión de los parámetros productivos, que analizaremos posteriormente, el conocimiento de dos factores:

- 1.- El grado de implantación del carácter culón en cada Núcleo tanto en vacas como en sementales.

2.- El grado de utilización de la inseminación artificial así como el conocimiento de los distintos sistemas empleados en monta natural.

Sobre el primer punto, los porcentajes de reproductoras mas o menos culonas, de sementales culones utilizados y además los porcentajes de crías culonas o aculonadas obtenidos son los siguientes:

NUCLEO	% DE REPRODUCTORAS CULONAS	% DE SEMENTALES CULONES	% DE CRIAS CULONAS
01	25	90	59
02	12	66	39
03	19	68	45
04	7	27	29
05	26	59	50

Sobre el segundo punto hemos obtenido los siguientes porcentajes de inseminación artificial:

NUCLEO	% DE PARTOS DE INSEMINACION
01	25
02	12
03	19
04	7
05	26

Asimismo deben distinguirse los sistemas de monta natural en que el toro está suelto con las vacas (Núcleo 04), de aquellos en que se lleva la vaca al toro, que no se suelta con ellas, y la detección de celos depende del ganadero (Núcleos 01, 02 y 03).

Bajo estos parámetros podemos definir los Núcleos de la siguiente manera:

El Núcleo 01 es el mas influido por el carácter culón sobre todo porque las cubriciones se realizan casi únicamente con sementales. La utilización de la inseminación artificial es escasa. La detección de los celos depende de los ganaderos incluso en los casos de monta natural. El número de sementales en el Núcleo de Control no suele pasar de cuatro.

El Núcleo 02 tiene una menor proporción de reproductoras culonas y también es menor el número de sementales con el carácter. Utilizan más la inseminación artificial.

El Núcleo 03 es el único de pastoreo de montaña que emplea primordialmente la Inseminación Artificial con una tasa elevada de reproductoras culonas.

El Núcleo 04 apenas posee vacas culonas en sus rebaños y también tiene un empleo bajo de sementales con el carácter culón. Apenas utilizan la Inseminación Artificial y los toros están sueltos con las vacas. El número medio de sementales en los rebaños del Núcleo es de 15, casi uno por rebaño.

Por fin, el Núcleo 05 posee una proporción lata de reproductoras culonas y emplea como método reproductivo principal la Inseminación Artificial.

PESO AL NACIMIENTO

La media del peso al nacimiento en le conjunto de todos los Núcleos es de 43 Kg (n=471), siendo en los machos de 45 Kg (n=237) y 42 Kg (233) en las hembras. Hay importantes variaciones entre los distintos Núcleos, siendo los Núcleos que más emplean la Inseminación Artificial (el 03 y el 05) los que tienen pesos al nacimiento mas elevados.

NUCLEO	PESOS MEDIOS AL NACIMIENTO (Kg)		PESOS AL NACIMIENTO EN HEMBRAS (Kg)		PESOS AL NACIMIENTO EN MACHOS (Kg)	
	MEDIA	n	MEDIA	n	MEDIA	n
01	40	147	41	79	40	68
02	44	68	46	25	44	43
03	47	81	49	41	44	40
04	42	132	43	67	40	64
05	51	43	54	24	47	18

Parece interesante hacer notar que la diferencia entre machos y hembras parece aumentar cuando aumentan los pesos al nacimiento.

El aumento de peso al nacimiento que ocurre al emplear los machos de inseminación artificial como sementales, queda claramente puesta de manifiesto al considerar que la media de peso al nacimiento de los terneros nacidos de Inseminación Artificial es 4 Kg superior al de la media, aunque parte de esta diferencia puede deberse al tirón del Núcleo 05 que es el que mas hijos de Inseminación Artificial aporta a la media.

Si consideramos la diferencia dentro del propio Núcleo 05 tenemos una media para los hijos de monta natural de 51 Kg (n=43) y para los de Inseminación Artificial de 53 Kg (n=25).

Analizando ahora el peso al nacimiento en relación al carácter culón vemos que los xatos culones son al nacimiento de mayor tamaño, y los aculonados ocupan, como era de esperar, una posición intermedia.

TIPO DE TERNERO	MEDIA (Kg)	n
Normal	42	273
Aculonado	43	71
Culón	46	126

Si consideramos el tipo de la vaca, las diferencias no están tan claras aunque apuntan en esa dirección.

TIPO DE VACA	MEDIA (Kg)	n
Normal	43	376
Aculonada	44	40
Culona	44	39

Según el tipo de semental las conclusiones no son tan claras como cabría esperar.

TIPO DE SEMENTAL	MEDIA (Kg)	n
Normal	43	131
Aculonada	46	70
Culona	42	165

Creemos que para explicar estos resultados aparentemente contradictorios hay que estudiar la situación en el Núcleo 01 que por el número de datos que aporta influye de manera decisiva en la media. Los resultados de este Núcleo son los siguientes:

TIPO DE SEMENTAL	MEDIA (Kg)	n
Normal	41	3
Aculonada	41	12
Culona	40	109

Los sementales utilizados en el Núcleo 01 son casi únicamente culones (97%) y de pequeño tamaño, con lo cual, tiran fuertemente hacia bajo de la media de peso al nacimiento con padres culones.

Por otro lado, los sementales de Inseminación Artificial, con pesos al nacimiento altos, son en general considerados como aculonados.

Para tratar de dilucidar este asunto ofrecemos los resultados de las medias de peso al nacimiento de los hijos de los sementales de Inseminación Artificial culones (45 Kg; n=35), y normales (43Kg; n=19).

Hecha esta salvedad, creemos que se puede afirmar que en la raza Asturiana de los Valles, los sementales que poseen el carácter culón producen crías de mayor tamaño que los normales.

De cualquier manera parece necesario contar con mas datos antes de poder precisar sobre este problema.

Analizando los pesos al nacimiento en relación con la época del año en que se producen, nos encontramos que los terneros son mayores en los partos de la segunda mitad del año (de julio a diciembre) que en la primera mitad.

	MEDIA DE PESO AL NACIMIENTO (Kg)	n
PARTOS DE OTOÑO	45	118
PARTOS DE PRIMAVERA	43	351

Este fenómeno se produce también en el Núcleo 05 donde las vacas no realizan pastoreo de montaña y habitualmente la alimentación no constituye un factor limitante de la producción.

Este fenómeno se produce también en el Núcleo 05 donde las vacas no realizan pastoreo de montaña y habitualmente la alimentación no constituye un factor limitante de la producción. Tenemos los siguientes datos de este Núcleo:

	MEDIA DE PESO AL NACIMIENTO (Kg)	n
PARTOS DE OTOÑO	53	15
PARTOS DE PRIMAVERA	51	28

Por último vamos a ofrecer los datos que hemos obtenido en relación con el peso al nacimiento y el número de parto, en el conjunto de los cinco Núcleos.

NUMERO DE PARTO	PESO MEDIO AL NACIMIENTO (Kg)	n
1	41	103
2	43	68
3	43	56
4	44	67
5	46	56
6	44	31
7	44	31
8	46	27
>8	44	31

Los datos relativos al peso al nacimiento y sus influencias sobre la facilidad de partos serán abordados en el siguiente capítulo en el que queremos tratar el importante tema de la facilidad de parto y su relación con otros parámetros productivos.

FACILIDAD DE PARTO

La facilidad o dificultad de partos es una de las cuestiones que mas interés presenta para los ganaderos de la raza Asturiana de los Valles y para los ganaderos de carne en general.

Para estimar la mayor o menor facilidad de un parto hemos utilizado un método de puntuación muy generalizado en este tipo de estudios:

- 1.- Sin dificultad: No asistencia
- 2.- Poca dificultad: Ayuda manual
- 3.- Mayor dificultad: Fuerte tracción o ayuda mecánica
- 4.- Cesárea u otra intervención quirúrgica
- 5.- Presentación anormal

Una vez puntuados los partos con esta tabla, consideramos parto fácil los puntuados 1 ó 2 y partos difíciles los 3 ó 4. Las presentaciones anormales (5) no se consideran.

Así obtenemos los siguientes resultados:

NUCLEO	% DE PARTOS FACILES	n
01	86	536
02	82	258
03	84	228
04	91	364
05	86	122
TOTALES	86	1.508

Si consideramos ahora la mortalidad perinatal, es decir, el porcentaje de animales muertos ya sea en el nacimiento o en las 72 horas posteriores, tendremos:

NUCLEO	% DE MORTALIDAD PERINATAL
01	11,8
02	14,4
03	14,4
04	6,5
05	21,2

La conclusión más inmediata es que existe una clara relación entre la facilidad de parto y el peso de la cría al nacimiento. Esto queda claramente de manifiesto si calculamos la media del peso al nacimiento de los partos fáciles (42 Kg; n=409) y de los partos difíciles (52 Kg; n=48).

También son claras las relaciones entre el carácter culón y la facilidad de parto.

En cualquier caso se puede afirmar que la extensión del carácter culón conlleva un deterioro de la facilidad de parto tanto si la madre es culona como si lo es la cría.

La facilidad de parto en vacas normales es del 88,8% y en vacas culonas es del 76,9% sobre 375 partos evaluados.

Esta diferencia aumenta si consideramos la facilidad de parto cuando la cría es normal (94,5%) y cuando la cría es culona (71,2%).

INTERVALO ENTRE PARTOS

El intervalo entre partos (IEP) es un parámetro muy útil para estimar la eficiencia de manejo reproductivo de una explotación.

Es evidente que en una explotación de vacuno de carne, cuyo beneficio se basa en la cosecha anual de terneros, el hecho de que el IEP de sus vacas se aproxime lo más posible a los 365 días, va a tener repercusión directa sobre la rentabilidad de la misma. El obtener un ternero destetado por vaca al año debe ser un objetivo primordial de cualquier explotación de vacas nodrizas.

En las ganaderías en Control de Rendimientos, este objetivo está lejos de alcanzarse y así vemos que los IEP por Núcleo son los siguientes:

NUCLEO	IEP	n
01	414	357
02	399	163
03	395	137
04	387	201
05	414	91

Resulta sorprendente que el Núcleo 05, de Gozón, que sin duda es donde las vacas reciben una alimentación más abundante, tenga un IEP tan largo.

Creemos que la estabulación permanente y los fallos en la detección de celos son los responsables de esta situación.

El Núcleo 04, Xomezana, tiene el IEP más cercano al objetivo; seguramente la explicación radica en las existencias de toros de monta natural en casi todas las explotaciones, con lo que se evitan los problemas relacionados con la detección de celos.

Las vacas culonas tienen un IEP más largo (418 días; n=90) que las normales (401 días; n=780).

Esto explicaría en parte el largo IEP del Núcleo 01, El Valle, y del Núcleo 05, Gozón, ya que tiene mas de 25% de vacas con el carácter culón.

En el Núcleo 01 también influye negativamente en el IEP los problemas derivados de la detección de celos durante la internada ya que las vacas están estabuladas y el ganadero debe llevarla a cubrir con un semental de monta natural o inseminarla.

(1) SEXO: M: Macho
H: Hembra

PARTO GEMELAR - M / M
- M / H
- H / H

(2) TIPO: C: Culón
Ac: aculonado
N: Normal

(3) FACILIDAD DE PARTO

- 1.- Sin dificultad: No asistencia
- 2.- Poca dificultad: Ayuda manual
- 3.- Mayor dificultad: Fuerte tracción o ayuda mecánica
- 4.- Cesárea u otra intervención quirúrgica
- 5.- Presentación anormal

(4) HISTORIAL DEL TERNERO

- 1.- Ternero vivo al destete
- 2.- Ternero vendido antes destete
- 3.- Ternero vivo a las 72 horas, pero muerto antes destete
- 4.- Ternero vivo al nacimiento, pero muerto a las 72 horas
- 5.- Ternero muerto al nacimiento
- 6.- Aborto

(5) MANEJO, ALIMENTACION ANTES DEL DESTETE

- 1.- Sólo leche materna
- 2.- Otra alimentación además de leche
 - 2 a.- Sólo forraje
 - 2 b.- Sólo concentrado
 - 2 c.- Forraje + Concentrado
- 3.- Irregular (manejo anormal, enfermedad, etc.)

- (1) 1.^a
2.^a Inseminación Artificial o Monta Natural
3.^a, etc.

(2) **FACILIDAD DE PARTO**

- 1.- Sin dificultad: No asistencia
- 2.- Poca dificultad: Ayuda manual
- 3.- Mayor dificultad: Fuerte tracción o ayuda mecánica
- 4.- Cesárea u otra intervención quirúrgica
- 5.- Presentación anormal

(3) **SEXO:**

M: macho		M / M
	Parto Gemelar	M / H
H: hembra		H / H

(3) **TIPO:**

C: Culón	(El controlador deberá tomar al nacimiento las anotaciones necesarias para realizar la puntuación cular al destete).
AC: Aculonado	
N: Normal	

(4) **HISTORIAL DEL TERNERO:**

- 1.- Ternero vivo al destete
- 2.- Ternero vendido antes destete
- 3.- Ternero vivo a las 72 horas, pero muerto antes destete
- 4.- Ternero vivo al nacimiento, pero muerto a las 72 horas
- 5.- Ternero muerto al nacimiento.

(4) **MANEJO:** Alimentación antes destete.

- 1.- Sólo leche materna.
- 2.- Otra alimentación además de leche
 - 2a.- Sólo Forraje
 - 2b.- Sólo Concentrado
 - 2c.- Forraje + Concentrado
- 3.- Irregular (manejo anormal)

(5) **BAJAS:**

- 1.- Vaca vacía vendida
- 2.- Vaca vacía muerta
- 3.- Preñez desconocida, vendida
- 4.- Preñez desconocida, muerta
- 5.- Preñada, vendida antes parto
- 6.- Preñada, muerta antes parto
- 7.- Abortada