

ÍNDICE

ÍNDICE DE MATERIAS

I.INTRODUCCION	1
1.LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE CABRA EN EL MUNDO EN LA UNIÓN EUROPEA Y EN ESPAÑA.....	3
2.DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA	6
3.FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE EL RCS	11
3.1.FACTORES DE ORIGEN INFLAMATORIO.....	12
3.1.1.Factores de origen infeccioso	12
3.1.1.1.Mamitis de etiología bacteriana.....	13
3.1.1.2.El virus de la artritis encefalitis caprina	14
3.1.2.Factores de origen inflamatorio pero no infeccioso	16
3.2.FACTORES DE VARIACIÓN DE ORIGEN NO INFLAMATORIO	16
3.2.1.Factores intrínsecos del animal.....	17
3.2.1.1.Las fracciones del ordeño.....	17
3.2.1.2.Tiempo entre ordeños	19
3.2.1.3.Numero de ordeños al día.....	20
3.2.1.4.Variaciones diarias	21
3.2.1.5.El estado de lactación	21
3.2.1.6.Número de lactación.....	25
3.2.1.7.Tipo de parto y sistema de lactancia.....	26
3.2.1.8.Raza	26
3.2.1.9.Nivel productivo	27
3.2.1.10.Celo.....	27
3.2.2.Factores extrínsecos del animal.....	28
3.2.2.1.El ordeño	29
3.2.2.2.La alimentación	30
3.2.2.3.Estrés	31
3.2.2.4.Estacionalidad.....	32
3.2.2.5.Tratamiento hormonal	34
3.3.OTROS FACTORES DE VARIACIÓN.....	34
3.3.1.Método de recuento	34
3.3.2.Conservación y almacenamiento de las muestras.....	36
4.BIBLIOGRAFIA	39
II. JUSTIFICACION Y OBJETIVOS	55
III.MATERIAL Y METODOS GENERALES	61
1. MATERIAL ANIMAL	61
1.1. CARACTERÍSTICAS Y MANEJO DE LOS ANIMALES.....	61
1.2. ALIMENTACIÓN	61
1.3. SANIDAD DEL REBAÑO	61
2. RUTINA Y MATERIAL DE ORDEÑO.....	62
3. SINCRONIZACIÓN Y DETECCIÓN DE CELOS.....	63
4. VARIABLES MEDIDAS	63
4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE.....	63

4.2. TOMA DE MUESTRAS EN GRANJA	64
4.3. ANÁLISIS DE LA LECHE	64
4.4. RECUENTO DE LEUCOCITOS POLIMORFONUCLEARES NEUTROFILOS	68
4.5. CORTISOL.....	71
IV. PRIMER ESTUDIO: EFECTO DEL TIPO DE MUESTRA (PRIMEROS CHORROS VS CONTROL LECHERO) SOBRE EL RCS EN LA LECHE DE CABRA	79
1. INTRODUCCION.....	79
2. MATERIAL Y METODOS	80
2.1. Análisis estadístico	82
3. RESULTADOS	82
4. DISCUSIÓN.....	85
5. CONCLUSIÓN	86
6. BIBLIOGRAFIA	86
V. SEGUNDO ESTUDIO: VARIACIÓN DIARIA Y ELEVACIONES DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE ORIGEN NO INFECCIOSO EN LA LECHE DE CABRA.....	91
1. INTRODUCCION.....	91
2. MATERIAL Y METODOS	92
2.1. Diseño experimental	92
2.2. Variables medidas	93
2.3. Definición de una elevación transitoria del RCS	93
2.4. Análisis estadístico	94
3. RESULTADOS	96
3.1. Variabilidad del RCS.....	96
3.1.2 Variabilidad individual del RCS	100
3.2. Elevaciones transitorias del RCS.....	102
4. DISCUSIÓN.....	106
5. CONCLUSIONES.....	108
6. BIBLIOGRAFIA	108
VI. TERCER ESTUDIO: EFECTO DEL CELO SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA	113
1. INTRODUCCION.....	113
2. MATERIAL Y METODOS	115
2.1. Diseño experimental	115
2.2. Variables medidas.....	116
2.3. Definición de una elevación transitoria del RCS	117
2.4. Análisis estadístico	118
3. RESULTADOS	119
3.1. Elevaciones transitorias del RCS.....	127
4. DISCUSIÓN.....	131
5. CONCLUSIÓN	134
6. BIBLIOGRAFIA	135
VII. CUARTO ESTUDIO: EFECTO DE VARIOS TIPOS DE ESTRÉS SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA ...	140

1.INTRODUCCION.....	140
2.MATERIAL Y METODOS	142
2.1.Diseño experimental.....	142
2.2.Variables medidas.....	146
2.3.Definición de una elevación transitoria del RCS	147
2.4.Análisis estadístico	147
3.RESULTADOS	149
4.DISCUSIÓN.....	161
5.CONCLUSIÓN ..	165
6.BIBLIOGRAFIA.....	166

INDICE DE TABLAS.

I. INTRODUCCION

TABLA 1. Comparación del RCS y la distribución de los tipos de células de leche de diferentes especies	8
TABLA 2. Distribución porcentual de los tipos de células somáticas en la leche de cabra	8
TABLA 3. Principales factores de variación del RCS en leche de cabra	11
TABLA 4. Influencia del estado de lactación sobre el RCS en función del estado infeccioso de la ubre en ganado caprino.....	23

IV. PRIMER ESTUDIO: EFECTO DEL TIPO DE MUESTRA (PRIMEROS CHORROS VS CONTROL LECHERO) SOBRE EL RCS EN LA LECHE DE CABRA.

TABLA 1. Comparación del RCS en muestras tomadas por glándula antes del ordeño (AOD y AOI) y de la leche total ordeñada (LT) en 19 cabras libres de IIM que fueron controladas semanalmente durante 12 semanas.	82
TABLA 2. Coeficientes de correlación del RCS analizado en diferentes tipos de muestras de leche (por glándula antes del ordeño y por ubre de la leche total ordeñada) en 19 cabras libres de IIM que fueron controladas semanalmente durante 12 semanas.....	83
TABLA 3. Relación entre el RCS de las muestras de la leche total ordeñada (RCS _{LT}) y de las muestras tomadas antes del ordeño (RCS _{AO}), según el nivel de RCS _{LT} , en 19 cabras que permanecieron sanas durante el experimento	84
TABLA 4. Relación entre el RCS de las muestras de la leche total ordeñada (RCS _{LT}) y de las muestras tomadas antes del ordeño (RCS _{AO}) en 19 cabras que permanecieron sanas a lo largo el experimento, según su número de lactación.....	85

V. SEGUNDO ESTUDIO: VARIACIÓN DIARIA Y ELEVACIONES DEL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE ORIGEN NO INFECCIOSO EN LA LECHE DE CABRA

TABLA 1 Resultados del análisis estadístico por glándulas y por ubres del RCS y la producción (PL) y composición de la leche en 32 cabras que fueron	
---	--

controladas diariamente (glándula) o semanalmente (ubres) durante un periodo de 53 días.....	96
TABLA 2. RCS según el estado sanitario de las glándulas o ubres en 32 cabras que fueron controladas diariamente (glándulas) o semanalmente (ubres) durante un periodo de 53 días.....	97
TABLA 3 Producción y composición de la leche según el estado sanitario de las ubres en 32 cabras que fueron controladas semanalmente durante un periodo de 53 días.....	97
TABLA 4. Distribución de frecuencias de las glándulas sanas e infectadas de acuerdo a los valores calculados, para cada glándula, de la media aritmética (MA) y desviación estándar (DS) del RCS y del log ₁₀ RCS de todos los controles diarios	101
TABLA 5. Distribución de las 32 cabras utilizadas según el estado sanitario de la ubre y el número de elevaciones transitorias del RCS (ET _{RCS}) que presentó cada animal a lo largo del experimento	102
TABLA 6. Distribución de las ET _{RCS} según el estado sanitario de la ubre, el número de lactación y los días que duró cada elevación	103
TABLA 7. Medias estimadas por mínimos cuadrados (\pm ES) del log ₁₀ RCS y la producción y composición de la leche en tres controles semanales (controles 0,1 y 2) de 8 cabras libres de IIM que manifestaron una ET _{RCS} (control 0) y en 8 cabras Testigo que no sufrieron ninguna ETRCS.....	105
IV. TERCER ESTUDIO: EFECTO DEL CELO SOBRE EL RECuento DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA.	
TABLA 1. Resultados del análisis estadístico utilizado para estudiar la influencia de diversos factores sobre las variables de RCS, determinado por glándula y ubre, y la producción y composición de la leche ordeñada registrada por ubre	120
TABLA 2. Comparación del logRCS, en la leche de ubre, entre el grupo de cabras que recibió un tratamiento de sincronización de celos (SC) y otro grupo de animales que no recibió ningún tratamiento (control), en los experimentos realizados en el año 1 y 2	120
TABLA 3. Comparación del logRCS, en la leche de ubre, entre el grupo de cabras que recibió un tratamiento de sincronización de celos (SC) y otro grupo de animales que no recibió ningún tratamiento (control), según el número de lactación de las cabras.....	123
TABLA 4. Comparación del logRCS, en la leche de ubre, entre el grupo de cabras que recibió un tratamiento de sincronización de celos (SC) y otro grupo	

de animales que no recibió ningún tratamiento (control), según el estado sanitario de la ubre	124
TABLA 5. Evolución de la producción y composición de la leche de ubre en el grupo SC (sincronización de celos; n=34) y en el grupo Control (n=34). RE: retirada de esponjas.....	126
TABLA 6. Distribución de las ETRCS identificadas en el grupo de cabras SC (sincronización de celos) y Control, según el estado sanitario de la ubre, el número de lactación y los día que duró cada ETRCS	128
TABLA 7. Numero de cabras que manifestaron al menos una ETRCS a lo largo del experimento en el grupo SC (sincronización de celos) y Control	129
TABLA 8. RCS (en log), porcentaje de leucocitos polimorfonucleares (PMN) y recuento de PMN (en log) en la leche de glándula, durante 5 días en un grupo de cabras (6 cabras, 12 glándulas) que manifestaron celo y una Elevación Transitoria del RCS (Grupo ET) y en otro grupo de cabras Control (6 cabras, 12 glándulas).	131
VI. CUARTO ESTUDIO: EFECTO DE VARIOS TIPOS DE ESTRÉS SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA	
TABLA 1. Evolución diaria del log del RCS (cél/ml) durante el experimento 1, según el número de lactación, estado sanitario de la ubre y grupo de RCS de las cabras.....	150
TABLA 2. Evolución diaria de la producción y composición de la leche y del cortisol en plasma en las cabras utilizadas en el experimento 1	151
TABLA 3. Resultados del análisis estadístico del Experimento 2	152
TABLA 4. Evolución diaria del RCS en los tres grupos de cabras del experimento 2, separadas según número de lactación	153
TABLA 5. Evolución diaria del Cortisol en suero sanguíneo en los tres grupos de cabras del experimento 2, separadas según el número de lactación	154
TABLA 6. Evolución diaria de la producción de leche en los tres grupos de cabras del experimento 2 (A, B y C), separadas según el número de lactación... ..	154
TABLA 7. Evolución diaria de la composición de la leche en los tres grupos de cabras del experimento 2, separadas según en el número de lactación.....	156
TABLA 8. Resultados del análisis estadístico del Experimento3.....	157
TABLA 9. Evolución diaria del RCS en los dos grupos de cabras del experimento 3, separadas según número de lactación	157

TABLA 10. Evolución diaria del Cortisol en suero sanguíneo en los dos grupos de cabras del experimento 3, separadas según el número de lactación	158
TABLA 11 Evolución diaria de la producción de leche en los dos grupos de cabras del experimento 3(Control y Estrés), separadas según el número de lactación	158
TABLA 12 Evolución diaria de la composición de la leche (grasa, proteína, lactosa y materia seca) en los dos grupos de cabras del experimento 3 (Control y Estrés), separadas según el número de lactación	159

INDICE DE FIGURAS.

I. INTRODUCCION

FIGURA 1. Censo de caprino (en millones de cabezas) y producción de leche de cabra	3
FIGURA 2. Censo de ganado caprino ($\times 10^4$ cabezas) y producción de leche de cabra ($\times 10^3$ Tm) en los principales países de la Unión Europea en el año	5
FIGURA 3. RCS según el estado serológico frente al virus de la AEC y el estado sanitario de la glándula mamaria	15
FIGURA 4. RCS en de muestras de leche tomadas antes del ordeño (primeros chorros), hacia la mitad del ordeño y después del ordeño (repasso manual) en 11 cabras alpinas.....	18
FIGURA 5. Dos ejemplos de fluctuaciones diarias del RCS en la leche ordeñada de una cabra.....	22
FIGURA 6. Evolución de la producción de leche y del RCS en ganado caprino a lo largo de la lactación.....	23
FIGURA 7. Evolución del RCS a lo largo de la lactación según el número de lactación de las cabras	25
FIGURA 8. Evolución mensual de la media aritmética del RCS y del porcentaje de muestras con recuentos inferiores a 1.500×10^3 UFC/ml (%RCS.<1.500) en muestras de leche de cabra procedentes de las CC.AA. Valenciana y de Murciana	33
III. MATERIAL Y METODOS GENERALES	61
FIGURA 1. Máquina de ordeño utilizada en los distintos experimentos.....	63
FIGURA 2. Equipos utilizados para el análisis del RCS (Fossomatic 5000) y la composición de la leche (MilkoScan FT 120).....	66
FIGURA 3. Material y procedimiento en la toma de muestras para el análisis bacteriológico	66
FIGURA 4. Siembra en placas de agar- sangre.....	67
FIGURA 5. Conservación de gérmenes aislados	68
FIGURA 6. Citospina (Shadon Cytospin).....	71
FIGURA 7. Extracción de sangre para las muestras del cortisol	71

IV.PRIMER ESTUDIO: EFECTO DEL TIPO DE MUESTRA (PRIMEROS CHORROS VS CONTROL LECHERO) SOBRE EL RCS EN LA LECHE DE CABRA.

- FIGURA 1.** Evolución de las medias aritméticas (a) y geométricas (b) del RCS en muestras de leche tomadas antes del ordeño (RCS_{AO}) y de la leche total ordeñada (RCS_{LT}) a lo largo de todo el estudio en 19 cabras libres de IIM..... 83
- FIGURA 2.** Comparación del RCS, en \log_{10} , de las muestras de la leche total ordeñada ($\text{Log } RCS_{LT}$) y de las muestras tomadas antes del ordeño ($\text{Log } RCS_{AO}$) y de la relación RCS_{LT}/RCS_{AO} en 216 controles de 19 cabras que permanecieron sanas a lo largo del experimento..... 84

V.SEGUNDO ESTUDIO: VARIACIÓN DIARIA Y ELEVACIONES DELRECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS DE ORIGEN NO INFECCIOSO EN LA LECHE DE CABRA

- FIGURA 1.** Evolución diaria de la media aritmética (a), desviación estándar (b) y media geométrica (c) del RCS en glándulas sanas (Sanas-S, cuando la colateral también es sana, $n=20$; Sanas-I, cuando la colateral está infectada, $n=12$) y glándulas infectadas ($n=12$) de ganado caprino 98
- FIGURA 2.** Evolución semanal de la media aritmética (a) y media geométrica (b) del RCS en ubres sanas e infectadas en leche de cabra..... 99
- FIGURA 3.** Evolución de la media aritmética del RCS de las muestras de primeros chorros (PCH) y de la leche de Tanque procedente de 20 cabras que permanecieron libres de IIM. El RCS de la leche de Tanque fue estimado partir de la producción y el RCS de la leche ordeñada de cada animal (control lechero)..... 100
- FIGURA 4.** Evolución a lo largo del estudio del número de cabras que presentaban en un mismo día una ET_{RCS} , separadas según el estado sanitario de la ubre (a-sanas; b-infectadas)..... 103
- FIGURA 5.** Evolución diaria del RCS por glándula en las ET_{RCS} , considerando el periodo comprendido entre 6 días antes y 6 días después de finalizar la elevación, y de forma separada según el estado sanitario de la ubre y la duración en días de la ET_{RCS} . En ubres sanas: PD y PI, glándula derecha e izquierda, respectivamente. En ubres infectadas: P.SANO y P.INF, glándula sana e infectada, respectivamente 104

IV.TERCER ESTUDIO: EFECTO DEL CELO SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA.

- FIGURA 1.** Evolución diaria de las medias aritméticas del RCS en la leche de ubre en dos grupos de cabras (SC – tratamiento hormonal de sincronización

de celos- y Control), en cada uno de los años que realizó el experimento.	121
FIGURA 2. Evolución diaria de las medias aritméticas del RCS en la leche de ubre en dos grupos de cabras (SC – tratamiento hormonal de sincronización de celos- y Control), según el número de lactación de las cabras.	123
FIGURA 3 Evolución diaria de las medias aritméticas del RCS en la leche de ubre en dos grupos de cabras (SC – tratamiento hormonal de sincronización de celos- y Control), según el estado sanitario de la ubre	124
FIGURA 4. Evolución diaria de las medias aritméticas del RCS en la leche de glándula en dos grupos de cabras (SC – tratamiento hormonal de sincronización de celos- y Control), según el estado sanitario de la ubre y el número de lactación.....	125
FIGURA 5. Evolución diaria del número de cabras que presentaban en un mismo día una Elevación Transitoria del RCS (ET_{RCS}) en el grupo de cabras SC (tratamiento hormonal de sincronización de celos) y Control.....	127
FIGURA 6. Incremento máximo del RCS durante las ET_{RCS} , según el RCS (en log) que tenían los animales en los tres días previos al estrés (RCS_{previo}). Incremento de RCS expresado como: a) diferencia ($RCS_{max} - RCS_{previo}$) y b) relación (RCS_{max}/RCS_{previo}).....	130
 VI. CUARTO ESTUDIO: EFECTO DE VARIOS TIPOS DE ESTRÉS SOBRE EL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN LA LECHE DE CABRA	
FIGURA 1. Extracción del estiércol y traslado de los animales (experimento 1).....	143
FIGURA 2. Luchas entre las cabras después del reagrupamiento (experimento 2)....	144
FIGURA 3. Traslado de los animales al exterior de la explotación y estrés ocasionado por el contacto con un perro (experimento 3).....	145
FIGURA 4. Evolución diaria de la media geométrica del RCS en las cabras multíparas. A) Según el estado sanitario de la ubre (sanas $n=26$; infectadas $n= 24$). B) Según el RCS previo al estrés (Bajo, <1 millón céls/ml, $n=31$; Alto, > 1 millóncéls/ml, $n=19$)	152
FIGURA 5. Evolución diaria de la media geométrica del RCS en las cabras de ≥ 3 partos según el estado sanitario de la ubre (sanas $n=6$, infectadas $n= 4$; Experimento 3).	160
FIGURA 6. Incremento de células somáticas en las cabras de 3 o más partos sometidas a un estrés extremo ($n=10$), según el RCS (en log) que tenían estos animales en los dos días previos al estrés (RCS_0). Incremento de RCS expresado como: A) diferencia ($RCS_1 - RCS_0$) o B) relación (RCS_1/RCS_0)	161

