



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE AGRONOMIA  
COMISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
DOCTORADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

FACTORES QUE AFECTAN ALGUNAS CARACTERÍSTICAS  
PRODUCTIVAS Y COMPOSICIÓN DE LECHE DE CAPRINOS EN  
CONDICIONES TROPICALES

Enero 2013

## Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	i
Índice de Cuadros	vii
Índice de Figuras	xii
Resumen	xiii
Abstract	xvi
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo General	3
2.2. Objetivos Específicos	3
3. Revisión Bibliográfica	5
3.1. Factores que afectan la producción y la composición de la leche	5
3.1.1. Factores Intrínsecos	5
3.1.1.1. Genéticos	5
3.1.1.1.1. Variación genética entre grupos o razas	5
3.1.1.1.2. Polimorfismos	7
3.1.1.1.3. Parámetros genéticos	9
3.1.1.2. Factores no genéticos	11
3.1.1.2.1. Edad y número de parto	11
3.1.1.2.2. Estado de Lactancia	12
3.1.1.2.3. Tipo de parto	16
3.1.1.2.4. Periodo Seco	16
3.1.1.2.5. Peso y talla corporal	18
3.1.1.2.6. Ciclo estral y preñez	19
3.1.2. Factores Extrínsecos	20
3.1.2.1. Época de Parto	20
3.1.2.2. Año de Parto	23
3.1.2.3. Prácticas de ordeño	24
3.1.2.4. Ordeño Mecánico	25

3.1.2.5. Intervalo de Ordeño	25
3.1.2.6. Duración del Ordeño	27
3.1.2.7. Frecuencia de Ordeño	27
3.1.2.8. Ordeño a fondo	28
3.1.2.9. Salud de la Ubre	29
3.1.2.10. Nutrición y Alimentación	30
3.1.2.11. Condición Corporal	35
3.2. Factores que afectan el crecimiento de los cabritos	37
3.2.1. Factores que afectan el peso al nacimiento y al destete	38
3.2.1.1. Factores Intrínsecos	38
3.2.1.1.1. Genéticos	38
3.2.1.1.1.1. Raza	38
3.2.1.1.1.2. No Genéticos	38
3.2.1.1.2.1. Sexo del cabrito	38
3.2.1.1.2.2. Tipo de parto	40
3.2.1.1.2.3. Edad o número de parto de la madre	41
3.2.1.1.2.4. Periodo seco previo al parto de la madre	42
3.2.1.2. Factores Extrínsecos	42
3.2.1.2.1. Año de nacimiento	42
3.2.1.2.2. Época de nacimiento	43
3.3. Factores que afectan el intervalo entre partos	44
3.3.1. Factores intrínsecos	45
3.3.1.1. Genéticos	45
3.3.1.2. No genéticos	46
3.3.1.2.1. Número de parto anterior	46
3.3.1.2.2. Duración de la lactancia anterior y producción de leche	47
3.3.1.2.3. Tipo de parto	48
3.3.2. Factores extrínsecos	49
3.3.2.1. Año de parto anterior	49
3.3.2.2. Época de parto	49
3.3.2.3. Peso al parto – Condición corporal	50

3.4.	Modelos matemáticos para la determinación de la curva de la lactancia en cabras	51
4.	Materiales y Métodos	64
4.1.	Descripción del lugar de estudio y manejo	64
4.2.	Análisis estadísticos	66
4.2.1.	Para determinar el objetivo 1	66
4.2.1.1.	Producción de leche total	67
4.2.1.2.	Producción de leche truncada a 210 días	69
4.2.1.3.	Días en lactancia	70
4.2.2.	Para determinar el objetivo 2	71
4.2.2.1.	Peso al nacimiento	73
4.2.2.2.	Peso al destete	74
4.2.3.	Para determinar el objetivo 3	75
1.	Determinación de Acidez Titulable	75
2.	Determinación del pH	75
3.	Determinación de Wisconsin Mastitis Test	75
4.	Determinación de Cloruros	76
5.	Determinación de Crioscopía	76
6.	Determinación de Grasa	76
7.	Determinación de Proteínas Totales	76
8.	Determinación de Caseína	77
9.	Determinación de Sólidos Totales	77
10.	Determinación de Cenizas	77
11.	Determinación de Sólidos No Grasos	78
12.	Determinación de Humedad	78
13.	Determinación de Lactosa	78
4.2.4.	Para determinar el objetivo 4	78
4.2.4.1.	Características físicas de la leche	79
4.2.4.2.	Componentes de la leche	81
4.2.5.	Para determinar el objetivo 5	89
4.2.6.	Para determinar el objetivo 6	89
4.2.6.1.	Modelos de ajuste de regresión lineal	90
4.2.6.2.	Modelos de "Gauss-Newton" de regresión no lineal	91

5.	Resultados y discusión	93
5.1.	Resultados objetivo 1	93
5.1.1.	<i>Producción total</i>	93
5.1.2.	<i>Producción truncada a 210 días</i>	98
5.1.3.	<i>Días en lactancia</i>	102
5.2.	Resultados objetivo 2	105
5.2.1.	<i>Peso al nacimiento</i>	106
5.2.2.	<i>Peso al destete</i>	111
5.3.	Resultados de los objetivos 3 y 4	116
5.3.1.	Características de la leche: Crioscopia, acidez, cloruros, WMT, pH	116
5.3.1.1.	<i>Crioscopía</i>	117
5.3.1.2.	<i>Acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche)</i>	121
5.3.1.3.	<i>Cloruros</i>	125
5.3.1.4.	<i>WMT (mm)</i>	131
5.3.1.5.	<i>pH</i>	135
5.3.2.	Composición de la leche: Grasa, proteína, caseína, sólidos totales, sólidos no grasos, cenizas y lactosa	140
5.3.2.1.	<i>Grasa</i>	140
5.3.2.2.	<i>Proteína</i>	146
5.3.2.3.	<i>Caseína</i>	151
5.3.2.4.	<i>Sólidos totales</i>	154
5.3.2.5.	<i>Sólidos no grasos</i>	161
5.3.2.6.	<i>Cenizas</i>	166
5.3.2.7.	<i>Lactosa</i>	171
5.4.	Resultados del objetivo 5: Estimar las correlaciones fenotípicas entre:	175
5.4.1.	Las características de la leche	175
5.4.2.	Los componentes de la leche	176
5.4.3.	Los componentes de la leche con las características de la leche	178
5.4.4.	La producción de leche el día de la muestra con los componentes y características de la leche	180

5.4.5.	Los días en producción el día de la muestra con los componentes y propiedades de la leche	181
5.4.6.	Los días en producción con la producción de leche por día	182
5.4.7.	Los días en lactancia con la producción total	182
5.5.	Resultados del Objetivo 6	183
6.	Conclusiones	196
7.	Recomendaciones	197
8.	Referencias bibliográficas	198

## Índice de Cuadros

Cuadro 1.	Producción y composición de la leche de diferentes razas de cabras lecheras	6
Cuadro 2.	Frecuencia media de los alelos de polimorfismo de $\alpha$ s1-caseína en razas lecheras de cabras europeas	9
Cuadro 3.	Índice de herencia de algunos caracteres en cabras lecheras	10
Cuadro 4.	Efecto de la edad sobre la producción de leche (kg) y de grasa (kg) en algunas razas caprinas.	12
Cuadro 5.	Efecto del estado de lactancia en la composición de la leche de cabras Alpinas en Grecia	14
Cuadro 6.	Efecto del número de crías sobre la cantidad de leche	16
Cuadro 7.	Dimensiones corporales, producción y composición de leche de razas de cabras lecheras, en 305 días de lactancia	19
Cuadro 8.	Promedios ajustados $\pm$ desviación estándar de producción de leche (kg/día) y duración de la lactancia (días) en cabras mestizas canarias en diferentes épocas de parto.	21
Cuadro 9.	Variación (%) estacional del porcentaje de grasa en la leche de diferentes razas de cabra.	22
Cuadro 10.	Media ajustadas $\pm$ error estándar en producción de leche total (kg/lactancia) por año y estación.	24
Cuadro 11.	Composición de la leche con diferentes intervalos entre ordeños	26
Cuadro 12.	Efecto del intervalo entre ordeños sobre la tasa de secreción de leche, sus componentes y la composición de la leche en cabras lecheras.	26
Cuadro 13.	Efecto de la frecuencia de ordeños sobre la producción, composición de la leche y duración de la lactancia en cabras lecheras.	28
Cuadro 14.	Efecto de la frecuencia de ordeños sobre la composición de la leche en cabras lecheras Murciano Granadinas.	29
Cuadro 15.	Valores de referencia en leche de calidad en cabras.	31
Cuadro 16.	Cambios en la producción de leche, grasa y proteína con diferentes fuentes de grasa en cabras lecheras.	34
Cuadro 17.	Peso promedio al nacer y al destete (3 meses) (kg) para diferentes razas caprinas y sus mestizos en países tropicales	39
Cuadro 18.	Media $\pm$ error típico de peso al nacimiento (kg) en diferentes razas de cabras	40

Cuadro 19.	Promedios ajustados y no ajustados, constantes y errores típicos del tipo de parto sobre el peso al nacimiento y al destete (kg).	41
Cuadro 20.	Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del número de parto sobre el peso al destete (kg).	42
Cuadro 21.	Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento y al destete (kg).	43
Cuadro 22.	Duración de la gestación (días) en diferentes razas de cabras	45
Cuadro 23.	Intervalo entre partos (IEP) de diferentes razas en Venezuela	46
Cuadro 24.	Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del número de parto anterior sobre el intervalo entre partos (días).	47
Cuadro 25.	Efecto de la producción láctea durante los primeros 100 días de lactancia sobre la eficiencia reproductiva en cabras criollas en el medio tropical	48
Cuadro 26.	Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del año de parto anterior sobre el intervalo entre partos (días).	50
Cuadro 27.	Efecto de la condición corporal al parto sobre el intervalo parto – servicio (días) en cabras tropicales	51
Cuadro 28.	Modelos matemáticos utilizados para ajustar curvas de lactancia de cabra.	54
Cuadro 29.	Parámetros $a$ , $b$ y $c$ estimados de la función de Wood obtenidos en varias razas de cabra.	56
Cuadro 30.	Días en lactancia en el pico de producción ( $t_m$ ), máximo rendimiento ( $y_m$ ) y persistencia ( $p$ ) de lactancia calculada a partir de parámetros ajustando estimados por la función de Wood en razas diferentes de cabra.	58
Cuadro 31.	Frecuencias absoluta y relativa entre diferentes clases de $R^2$ de las curvas individuales de lactancia de cabras Frisa.	59
Cuadro 32.	Medias mínimas cuadráticas para número de parto de parámetros de Wood en cabras.	61
Cuadro 33.	Medias mínimas cuadráticas para año, mes y tipo de parto de parámetros del modelo cuadrático en cabras.	62
Cuadro 34.	Composición química de la ración suministrada a los animales	66



Cuadro 35.	Promedio ajustado y no ajustado (kg) $\pm$ error típico de la producción total y medias mínimas cuadráticas de los efectos incluidos en el modelo.	94
Cuadro 36.	Promedio ajustado y no ajustado (kg) $\pm$ error típico de la Producción truncada a 210 días según los efectos incluidos en el modelo.	99
Cuadro 37.	Promedio ajustado y no ajustado (días) $\pm$ error típico de los días en lactancia según los efectos incluidos en el modelo.	103
Cuadro 38.	Promedio ajustado y no ajustado (kg) $\pm$ error típico de peso al nacimiento según los efectos incluidos en el modelo.	107
Cuadro 39.	Medias $\pm$ error típico (kg) de la interacción edad de la madre (años) x año de nacimiento sobre el peso al nacimiento (kg).	111
Cuadro 40.	Promedio ajustado y no ajustado (kg) $\pm$ error típico de peso al destete (3 meses) según los efectos incluidos en el modelo.	112
Cuadro 41.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X tipo de parto sobre el peso al destete (kg).	115
Cuadro 42.	Número de observaciones, media, desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV), valores mínimo (Min) y máximo (Max) de las características y componentes de la leche.	117
Cuadro 43.	Promedio ajustado y no ajustado $\pm$ error típico de la crioscopia ( $^{\circ}$ C) según los efectos incluidos en el modelo.	119
Cuadro 44.	Promedio ajustado y no ajustado $\pm$ error típico de la acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) según los efectos incluidos en el modelo.	123
Cuadro 45.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de cloruros según los efectos incluidos en el modelo.	127
Cuadro 46.	Medias (%) $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre los cloruros.	130
Cuadro 47.	Medias (%) $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X mes de parto sobre los cloruros.	130
Cuadro 48.	Promedio ajustado y no ajustado (mm) $\pm$ error típico de WMT según los efectos incluidos en el modelo.	133
Cuadro 49.	Promedio ajustado y no ajustado $\pm$ error típico del pH según los efectos incluidos en el modelo.	137
Cuadro 50.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el pH.	139
Cuadro 51.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción año de parto X mes de parto sobre el pH.	140

Cuadro 52.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de grasa según los efectos incluidos en el modelo.	142
Cuadro 53.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de grasa.	145
Cuadro 54.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de grasa.	146
Cuadro 55.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de proteína según los efectos incluidos en el modelo.	148
Cuadro 56.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de caseína según los efectos incluidos en el modelo.	152
Cuadro 57.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de sólidos totales según los efectos incluidos en el modelo.	156
Cuadro 58.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de sólidos totales.	159
Cuadro 59.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales.	160
Cuadro 60.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de sólidos no grasos según los efectos incluidos en el modelo.	162
Cuadro 61.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos.	165
Cuadro 62.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de cenizas según los efectos incluidos en el modelo.	167
Cuadro 63.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción edad al parto X año de parto sobre el porcentaje de cenizas.	170
Cuadro 64.	Medias $\pm$ error típico de la Interacción año de parto x mes de parto sobre el porcentaje de cenizas.	171
Cuadro 65.	Promedio ajustado y no ajustado (%) $\pm$ error típico del porcentaje de lactosa según los efectos incluidos en el modelo.	173
Cuadro 66.	Correlaciones fenotípicas, probabilidad y n <sup>o</sup> de observaciones entre las características de la leche	176
Cuadro 67.	Correlaciones fenotípicas, probabilidad y n <sup>o</sup> de observaciones entre los componentes de la leche.	177
Cuadro 68.	Correlaciones fenotípicas, probabilidad y n <sup>o</sup> de observaciones entre los componentes y las características de la leche	179
Cuadro 69.	Correlaciones fenotípicas, probabilidad y n <sup>o</sup> de observaciones entre la producción de leche el día de	

	la muestra con los componentes y las características de la leche	180
Cuadro 70.	Correlaciones fenotípicas, probabilidad y nº de observaciones entre los días en producción el día de la muestra con los componentes y las características de la leche	182
Cuadro 71.	Parámetros estimados en curvas de lactancia de cabras para los diferentes modelos analizados. $R^2$ y CME.	183
Cuadro 72.	Parámetros estimados en curvas de lactancia por raza de cabras por el modelo de Wood. $R^2$ y CME.	186
Cuadro 73.	Parámetros estimados en curvas de lactancia por edad al parto de cabras por el modelo de Wood. $R^2$ y CME.	188
Cuadro 74.	Parámetros estimados en curvas de lactancia por año de parto de cabras por el modelo de Wood. $R^2$ y CME.	190
Cuadro 75.	Parámetros estimados en curvas de lactancia por mes de parto de cabras por el modelo de Wood. $R^2$ y CME.	192
Cuadro 76.	Parámetros estimados en curvas de lactancia por tipo de parto de cabras por el modelo de Wood. $R^2$ y CME.	193

## Índice de Figuras

Figura 1.	Curva de la lactancia y contaje de células somáticas en Ovino sin Mastitis.	15
Figura 2.	Efecto del número de días del periodo seco sobre la diferencia en la producción total de leche de vacas contemporáneas en la siguiente lactancia.	17
Figura 3.	Comparación de las curvas de lactación de cabras lecheras Murciano – Granadinas sometidas a 1 parto al año o 1 parto cada dos años.	20
Figura 4.	Curva de lactancia de cabras ajustada por el modelo Wood	52
Figura 5.	Temperaturas máximas y mínimas, y precipitación promedio de los 10 últimos años por meses de Maracay	64
Figura 6.	Crioscopia (°C) durante la lactancia en cabras	118
Figura 7.	Acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) durante la lactancia en cabras	122
Figura 8.	Cloruros (%) durante la lactancia en cabras	126
Figura 9.	WMT durante la lactancia en cabras	132
Figura 10.	pH durante la lactancia en cabras	136
Figura 11.	% de grasa en leche de cabra a lo largo de la lactancia	141
Figura 12.	% de proteína en leche de cabra a lo largo de la lactancia	147
Figura 13.	% de caseína en leche de cabra a lo largo de la lactancia	151
Figura 14.	% de sólidos totales en leche de cabra a lo largo de la lactancia	155
Figura 15.	% de sólidos no grasos en leche de cabra a lo largo de la lactancia	161
Figura 16.	% de cenizas en leche de cabra a lo largo de la lactancia	166
Figura 17.	% de lactosa en leche de cabra a lo largo de la lactancia	172
Figura 18.	Curvas de lactancia obtenidas por los diferentes modelos matemáticos	184
Figura 19.	Curvas de lactancia por raza de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.	187
Figura 20.	Curvas de lactancia por edad al parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.	189
Figura 21.	Curvas de lactancia por año de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.	191
Figura 22.	Curvas de lactancia por mes de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.	193
Figura 23.	Curvas de lactancia por tipo de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.	194

## Resumen

Con el objetivo de estudiar el efectos de algunos factores no genéticos sobre la producción, los componentes y características de la leche, crecimiento prenatal y predestete, y la curva de lactancia de cabras, se analizaron 218 lactancias de 171 cabras con un ordeño al día, 384 pesos al nacer (PN), 186 pesos al destete (PD), 758 muestras de leche y 46103 controles diarios de producción de leche. Los datos corresponden a un periodo de nueve años, y provienen de un rebaño caprino confinado multirracial ubicado en Maracay ( $10^{\circ} 16' 25,30''$  N y  $67^{\circ} 36' 35''$  O). Se evaluó la producción total de leche (PT), producción de leche a 210 días (P210), días en lactancia (DL), los componentes y características de la leche, PN, PD y la curva de lactancia. Los datos se analizaron por un modelo estadístico lineal aditivo con el efecto aleatorio de padre y hijos de edad al parto (EP), año (AP) y mes (MP) de parto, prolificidad (TP), grupo racial (GR) y sexo (S) para PN y PD, y las (co)variables periodo seco previo (PS) y DL. Se estimó las correlaciones fenotípicas (CF) entre las características y componentes de la leche por el método Pearson. Se determinó y caracterizó las curvas de lactancia comparando nueve funciones matemáticas para describir la curva de producción de leche. Todas las fuentes de variación menos TP ( $P > 0,05$ ), afectaron ( $P < 0,05$ ) PT, todas menos MP y TP ( $P > 0,05$ ), afectaron ( $P < 0,05$ ) P210, la DL fue afectada ( $P < 0,05$ ) por EP, AP y MP, pero no afectada por TP, PS y GR. Las medias para PT, P210 y DL fueron  $195,23 \pm 6,03$  kg;  $156,76 \pm 4,60$  kg y  $239,24 \pm 4,33$  días, respectivamente. El GR 1/2Canaria1/2Alpina tuvieron las mayores PT, P210d y DL con una diferencia máxima entre GR de 53,74; 51,55 kg y 34,47 días, respectivamente. Las cabras 5/8 Canarias y puras presentaron una tendencia a lactancias más cortas. La PT, P210 y DL aumentó con cada nivel de EP hasta la edad de seis años, con una diferencia máxima de 75,15; 86,38 kg y 67 días, respectivamente. La mayor diferencia entre AP para PT,

P210 y DL fue de 134,34, 144,27 kg y 72,6 días, respectivamente, y disminuyeron con el paso de los años. La diferencia máxima entre MP fue de 72,6; 33,4 kg y 100,43 días, para PT, P210d y DL, respectivamente. Las cabras que parieron en septiembre tuvieron más DL y mayor PT. El PS presentó un promedio de 131,15 días. Por cada día PS adicional sobre el promedio, la PT y la P210 tuvieron una reducción de 0,18 kg y 0,14 kg, respectivamente. El PS no afectó DL ( $P=0,36$ ). Los DL tuvieron un promedio de 239,24 días, y por cada día adicional, la PT aumentó 0,72 kg. Las medias del PN y PD fue de  $2,62 \pm 0,03$  y  $10,73 \pm 0,21$  kg respectivamente. Todos los efectos fijos estudiados afectaron en forma variable el PN y el PD. Los animales puros y  $>5/8$  Alpino Francés fueron los de mayor peso al nacimiento ( $2,91 \pm 0,10$  kg), siendo diferentes ( $P < 0,05$ ) de los demás GR y con tendencia de este grupo a presentar mayores PD. Las medias de las características y componentes (%) de la leche de cabra fueron: Crioscopia ( $^{\circ}\text{C}$ ) -0,56; acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) 19,12, cloruros (%) 0,22; WMT (mm) 10,75; pH 6,55; grasa 4,32; proteína 4,00; caseína 2,63; humedad 86,69; sólidos totales (ST) 13,30; sólidos no grasos (SNG) 9,04; cenizas 0,77 y lactosa 4,27. Todos los efectos fijos estudiados afectaron en forma variable las características y componentes de la leche. La Crioscopia se correlaciono con la acidez y con mastitis, -0,05 ( $P=0,37$ ), -0,30 ( $P < 0,05$ ) respectivamente, pero positiva con pH: 0,34 ( $P < 0,001$ ). La acidez presentó CF con WMT de -0,13 ( $P=0,12$ ) y con pH de -0,14 ( $P < 0,001$ ). Hubo una CF entre la grasa y todos los demás componentes de la leche, 0,36; 0,12; 0,41; 0,78 ( $P < 0,001$ ), proteína, ceniza, caseína, y ST, respectivamente, a excepción de la humedad, lactosa y cloruros con CF de -0,77; -0,20; -0,12 ( $P < 0,001$ ). La proteína mostró una CF con humedad, ceniza, caseína, ST, SNG y lactosa de: -0,49; 0,18; 0,55; 0,49; 0,36; -0,26 ( $P < 0,001$ ), respectivamente. Los ST presentaron una CF con los SNG de 0,61 y con la humedad de -0,99 ( $P < 0,001$ ). Los SNG tuvieron una CF con la humedad de -0,61 ( $P < 0,001$ ). El contenido de ceniza tuvo CF positivas con grasa, proteína, caseína, ST y

cloruros 0,12; 0,18; 0,15; 0,14; 0,21 ( $P < 0,001$ ), respectivamente, y negativas con humedad y lactosa, -0,13; -0,17 ( $P < 0,001$ ). Los cloruros tuvieron una CF positiva con el contenido de cenizas por ser parte de las mismas y una correlación variable con todos los demás componentes. El modelo Wood fue el que mejor describió la curva de lactancia en cabras por poseer un elevado coeficiente de determinación y el cuadrado medio del error mínimo, observándose diferencias en cuanto a las curvas estimadas por este modelo en cada uno de los factores fijos incluidos en el modelo. Se puede esperar diferencias debidas entre razas y en algunos factores ambientales en PT, P210, DL, PN, PD en los componentes y características de la leche, así como en la forma de la curva de lactancia en condiciones tropicales. El GR 1/2Canaria1/2Alpina sobresalió con respecto a los demás genotipos.

## Abstract

In order to study the effect of some non-genetic factors and breed group on milk production and its components and characteristics, prenatal and preweaning growth, and lactation curve of goats in tropical conditions, 218 lactations of 171 goats milked once a day, 384 birth weights (BW), 186 weaning weights (BW), 758 milk samples and 46103 daily milk production were analyzed. Data correspond a period of nine years, from a multibred confined goat herd located in Maracay ( $10^{\circ} 16' 25.30''$  N and  $67^{\circ} 36' 35''$  W). The total milk yield (TY), milk yield at 210 days (Y210), days in milk (DM), the components and characteristics of milk, BW, WW and lactation curve, were evaluated. Data were analyzed by a linear additive statistical model with sire as random effect and age at calving (EC), year (YC) and month of calving o birth (MC) of calving o birth, prolificacy (P), breed group (BG) and sex (S) only for BW and WW as a fix effects, and as covariates previous dry period (DP) and DM for milk yield. Phenotypic correlations (FC) between components and characteristics of milk by the Pearson method were estimated. Lactation curves comparing nine mathematical functions were estimated. All sources of variation but P ( $P > 0.05$ ) affected ( $P < 0.05$ ) TY, all but MC and P ( $P > 0.05$ ) affected ( $P < 0.05$ ) P210, DM was affected ( $P < 0.05$ ) by EC, YC and MC, but not by P, DP and BG. Means for TY, Y210 and DM were 195.23 kg, 156.76 kg and 239.24 days, respectively. The BG 1/2Canary1/2Alpine French had the highest PT, P210d and DL with a maximum difference between BG of 53.74, 51.55 kg and 34.47 days, respectively. Pure and 5/8 Canary goats had a tendency to have shorter lactations. The TY, Y210 and DM increased with each level of EC up to six years of age, with a maximum difference of 75.15, 86.38 kg and 67 days, respectively. The biggest difference among YC for TY, Y210 and DM was 134.34, 144.27 kg and 72.6 days, respectively, and these variables declined over the years. The maximum difference among MC was 72.6 and 33.4 kg



100.43 days, for TY, Y210 and DM, respectively. Goats that calved in September had higher TY, and DM. The mean of DM was 131.15 days. For every additional DM day over the average, the TY and Y210 had a reduction of 0.18 kg and 0.14 kg, respectively. The DP did not affect DM ( $P = 0.36$ ). The DM had an average of 239.24 days, and for each additional day, the TY increased 0.72 kg. The mean BW and WW was 2.62 and 10.73 kg respectively. The BW was affected by BG, EC, S and P ( $P < 0.05$ ), but not by YC and MC ( $P > 0.05$ ). The WW was affected by MC, S, and P ( $P < 0.05$ ) and BG, EC, and YC did not affect. The pure and  $>5/8$  Alpine French were heavier at birth ( $2.91 \pm 0.10$  kg), being different ( $P < 0.05$ ) of the other BG and with a tendency of this group to present higher WW. The means of the characteristics and components (%) of goat milk were cryoscopy ( $^{\circ}$  C) -0.56, acidity (0.1 mL NaOH N/100 milk mL) 19.12, chlorides (%) 0.22, WMT (mm) 10.75 pH 6.55, 4.32 fat, 4.00 protein, 2.63 casein, 86.69 humidity, total solids (TS) 13.30 nonfat solids (NFS) 9.04, ash 0.77 and 4.27 lactose. All the fixed effects studied affected in variable form the characteristics and components of milk. Cryoscopy was correlated with acidity and mastitis, -0.05 ( $P = 0.37$ ), -0.30 ( $P < 0.05$ ) respectively, but with pH was 0.34 ( $P < .001$ ). The FC of acidity with pH was -0.14 ( $P < .001$ ). There was a FC between fat and all other components of milk, 0.36, 0.12, 0.41, 0.78, ( $P < .001$ ), with protein, ash, casein, and TS, respectively, except with humidity, chlorides and lactose with which have a FC of -0.77, -0.20, -0.12 ( $P < .001$ ). Protein showed a FC with humidity, ash, casein, TS, NFS and lactose of -0.49, 0.18, 0.55, 0.49, 0.36, -0.26, ( $P < .001$ ), respectively. The TS had a FC with nonfat solids of 0.61 and with humidity of -0.99 ( $P < .001$ ). The NFS had a FC with humidity FC -0.61 ( $P < .001$ ). The ash had FC with fat, protein, casein, TC and chlorides of 0.12, 0.18, 0.15, 0.14, 0.21 ( $P < .001$ ), respectively, and negative FC with humidity and lactose, -0.13, -0.17 ( $P < .001$ ). The chlorides had a FC of 0.21 ( $P < .001$ ) with ash and a variable FC with all other components. Wood was the model that best described the lactation curve in goats by having a high coefficient of

determination and the minimum mean square error, with differences in the curves by this model in each of the fixed factors included in the model. It can be expected differences between breed groups and non-genetic factors in PT, P210, DL, PN, PD, components and characteristics of milk as well as the shape of the lactation curve of goats in tropical conditions. The GR 1/2Canaria1/2Alpina highlighted over all other genotypes.

## 1. Introducción

La población caprina en América es estimada en 39 millones de cabezas, de las cuales el 57 % está localizado en América Latina. Venezuela tiene una población estimada de 2.744.070 caprinos (D'Aubeterre *et al.*, 2008), lo cual la ubica en la cuarta posición en América Latina en cuanto a población. Esto probablemente se deba a que los sistemas de producción caprina se adaptan bien a las zonas de vida áridas y semi – áridas, por lo cual tienen un nicho ecológico natural abundante en Venezuela, ya que existe una superficie de 41.023 km<sup>2</sup>, lo cual representa el 4.75% del territorio nacional, representado básicamente por los estados Lara, Falcón y Zulia. Una característica de los sistemas de producción caprinos ubicados en estos estados es que el 94% de las explotaciones son de tipo extensivo – tradicionales, con producciones de leche muy bajas, básicamente para autoconsumo (Blanchard, 2001; D'Aubeterre *et al.*, 2008).

Estos sistemas de producción se caracterizan por: utilización de cabras del tipo Criollo, ausencia de prácticas racionales de manejo de los rebaños, con pastoreo en vegetación natural, muy baja productividad de los rebaños, con producciones de carne en el orden de los 6 kg/canal en cabritones de 5 ó 6 meses de edad a beneficio, y de 200 a 250 gramos de leche por día, en lactancias que no sobrepasan los 100 días), propios de la zona semiáridas (Blanchard, 2001).

Sin embargo, aunque la mayoría de las explotaciones de caprinos en Venezuela sean de tipo extensivo, esta especie tiene un gran potencial productivo y social en la población, ya que aparte de poder utilizar ecosistemas con muy bajo potencial productivo y no útil para otras especies domesticas. La especie caprina tiene la posibilidad de tener un mayor número de animales por unidad de área que otras, un corto intervalo generacional y una elevada prolificidad, alto valor agregado de los productos

derivados (principalmente quesos) y la leche es más digerible para los pacientes que no toleran la leche de vaca por alergia a sus proteínas o el tamaño de sus glóbulos de grasa (Infante *et al.*, 2003). Todo lo anterior hace que la explotación de esta especie tenga altas posibilidades de ser altamente rentable, socialmente aceptable y ecológicamente conveniente en nuestras condiciones.

La producción cuantitativa y cualitativa de la leche de cabra esta bajo la dependencia de muchos factores. Estos factores pueden ser agrupados en intrínsecos del animal (tales como genéticos, nivel de producción, estado de lactancia, estado fisiológico, entre otros) y extrínsecos (como la estación, época del año, temperatura, prácticas de manejo, sistema de ordeño, alimentación, estado de salud, duración del periodo seco, etc.), (Le Jaouen, 1973 y Haenlein, 1996a).

Las razones anteriores hacen que el rubro caprino sea atractivo para el productor, por lo que este, para mejorar la producción y la eficiencia de los factores que determinan los sistemas, deba mejorar e implementar nuevas tecnologías para lo cual necesita información técnica. Esta información está bien estudiada y publicada en países de clima templado, con otras condiciones ambientales y socioeconómicas, no así en países tropicales como Venezuela, por lo que, generar información de parámetros productivos en nuestras condiciones es un aporte importante al conocimiento de esta especie de interés zootécnico. ¿Cómo son las características productivas y reproductivas en el ganado caprino en condiciones tropicales?, ¿Qué valores presentan los parámetros genéticos, fenotípicos y ambientales en el ganado caprino en condiciones tropicales?; son preguntas a las que se pretende dar respuesta mediante este proyecto, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Estudiar los componentes, características de la leche y la curva de la lactancia, determinando los principales efectos no genéticos y de grupo racial que afectan la variación en algunas características productivas y de composición de la leche de cabras en condiciones tropicales.

### **2.2. Objetivos Específicos**

- 2.2.1. Objetivo 1: Estimar los efectos no genéticos tales como: edad de la cabra al parto, año y mes de parto, tipo de parto, periodo seco previo, días en lactancia y el efecto de grupo racial sobre la producción de leche total, producción de leche truncada a 210 días y los días en lactancia.
- 2.2.2. Objetivo 2: Estimar los efectos no genéticos tales como: edad de la madre al parto, año y mes de nacimiento, sexo, tipo de parto y el efecto de grupo racial sobre el peso al nacer y destete.
- 2.2.3. Objetivo 3: Determinar las características y composición de leche de cabra (% de cloruros, pH, acidez, crioscopia, Wisconsin Mastitis Test, % de grasa, % de proteína, % de caseína, % de sólidos totales, % de sólidos no grasos, % de humedad, % de cenizas, % de lactosa).
- 2.2.4. Objetivo 4: Estimar los efectos no genéticos tales como: edad de la cabra al parto, año y mes de parto, tipo de parto, días en producción (efecto lineal y cuadrático), y el efecto de grupo racial sobre las características y composición de la leche.
- 2.2.5. Objetivo 5: Estimar las correlaciones fenotípicas entre:
  - 2.2.5.1. Los componentes de la leche.

- 2.2.5.2. Las propiedades de la leche.
  - 2.2.5.3. Los componentes de la leche con las propiedades de la leche.
  - 2.2.5.4. La producción de leche el día de la muestra con los componentes y propiedades de la leche.
  - 2.2.5.5. Los días en producción con los componentes y propiedades de la leche.
  - 2.2.5.6. Los días en producción con la producción de leche por día.
  - 2.2.5.7. Los días en lactancia con la producción total.
- 2.2.6. Objetivo 6: Determinación y caracterización de las curvas de lactancia de cabras en condiciones tropicales.

### **3. Revisión Bibliográfica**

#### **3.1. Factores que afectan la producción y la composición de la leche**

##### **3.1.1. Factores Intrínsecos**

##### **3.1.1.1. Genéticos**

##### **3.1.1.1.1. Variación genética entre grupos o razas**

Diferentes autores (Zeng y Escobar, 1996; Pacheco *et al.* 1998; Antunac *et al.* 1998; Fernández, 2000 y Soares Filho *et al.*, 2001) encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la producción de leche debido a raza. En las razas de cabras lecheras, la Saanen es conocida como la Holstein de las cabras a nivel mundial ya que producen altas cantidades de leche pero con bajos niveles de grasa. En el otro extremo se encuentra la raza Nubian que podría compararse también en el ganado bovino, con la Jersey, ya que produce menos leche pero con un alto contenido de grasa. Otras razas como la Toggenburg, La Mancha, Oberhasli y Alpina están entre las dos anteriormente señaladas en cuanto a producción y contenido graso de la leche (Haenlein, 1996b).

En el Cuadro 1 se observa la producción y la composición de la leche de las razas de cabras lecheras como la Alpina, Saanen y Poitevine.

La composición de la leche de cabra puede tener grandes diferencias dependiendo de la raza. Juárez y Ramos (1986) reportan que el porcentaje de grasa en leche está entre 2,3% a 6,9% con un promedio de 3,3% y el porcentaje de proteína en leche desde 2,2% a 5,1% con un promedio de 3,4%. Existe una correlación negativa entre el rendimiento lechero y la composición, es decir, bajas producciones de leche están asociadas con mayores contenidos de sólidos (grasa y proteína) y viceversa (Haenlein, 1996b).

Cuadro 1. Producción y composición de la leche de diferentes razas de cabras lecheras

	Alpina	Saanen	Poitevine
Nº Observaciones	156.879	134.672	639
Días en Lactancia	273	278	248
kg de leche	754	774	475
Proteína (g/kg)	31,4	30,1	31,0
Grasa (g/kg)	35,8	33,3	34,6

Fuente: Hervé y Sigwald, (2001)

La grasa es el constituyente mas variable de la leche, y la lactosa y los minerales los menos variables. Sin embargo, diferencias entre individuos en una misma raza, son a menudo más grandes que entre las diferentes razas (Moioli *et al.*, 1998). Esto incluye el polimorfismo genético de las proteínas de la leche con importancia a nivel comercial por el rendimiento quesero (Haenlein, 1996b). Sin embargo, los datos promedio de leche de diferentes especies publicados, deben ser usados con cuidado, porque dentro de cada una de ellas hay grandes diferencias genéticas debido a las razas y a la selección de familias o líneas (Haenlein, 1996b).

Algunos autores han señalado que existen diferencias debidas a raza, tal como una mayor producción de leche, grasa y proteína en cabras Alpinas que en mestizas de Alpina x Criolla (Fernández, 2000), y que cabras Nubias producen leche con más alto porcentaje de grasa, proteína y sólidos no grasos que las cabras Alpinas ( $P < 0,05$ ), y no se encontraron diferencias significativas entre las razas sobre el contaje de células somáticas (Zeng y Escobar, 1996). Antunac *et al.* (1998) encontraron que cabras Saanen producen más leche que las de la raza Alpina ( $P < 0,05$ ).



### 3.1.1.1.2. Polimorfismos

Dentro de las razas se pueden identificar considerables diferencias en la composición de la leche. Parte de estas diferencias se debe al polimorfismo genético de las proteínas de la leche, el cual tiene un importante impacto comercial en la fabricación de queso ya que influye en su rentabilidad, rendimiento, sabor y potencial valor nutricional (Remeuf y Lenoir, 1986; Ambrosoli *et al.*, 1988; Haenlein, 1991; Chianese *et al.*, 1993; Heil y Dumont, 1993; Martin, 1993; Kalantzopoulos, 1994). La mayoría de las proteínas lácteas presentan polimorfismo genético, siendo las más estudiadas la  $\beta$ -lactoglobulina, la  $\alpha_{s1}$ -,  $\beta$ - y  $\kappa$ -caseína. Se ha encontrado que el polimorfismo de las proteínas lácteas afecta la firmeza y viscosidad del yogurt, el tiempo de coagulación de la leche por acción del cuajo, la estabilidad al calor, el pH, los contenidos de caseína, sólidos totales y fósforo. Se han identificado variaciones en la secuencia de aminoácidos de estas proteínas en caprinos, ovinos y bovinos, las cuales se corresponden con cambios en la secuencia de nucleótidos en el ADN de los genes que las codifican (Martin, 1993; Folch *et al.*, 1994).

El polimorfismo de las proteínas es el responsable de cambios en la funcionalidad de las mismas. Estos cambios producidos en las características físico-químicas de las proteínas están relacionados con funciones específicas tales como retención de agua, gelificación, emulsificación y formación de espuma (Moioli *et al.*, 1998).

Los mayores contenidos de grasa y proteína, asociados con el polimorfismo genético, mejoran las propiedades de coagulación de la leche y su rendimiento en la producción de quesos y según Zullo *et al.* (2005) varios autores han demostrado que esas propiedades de coagulación están influenciadas, en leche de cabra específicamente, por el polimorfismo de la  $\alpha_{s1}$ -caseína. En los últimos 20 años, diversos estudios han reportado la

existencia de por lo menos siete (7) alelos asociados con cantidades variables de  $\alpha_s1$ -caseína en la leche. Considerando la contribución aproximada de cada alelo al contenido de caseína total de la leche, han sido clasificados en tres grupos: a) alelos A, B, y C con contribución “Alta” de 3,6 g caseína/L; b) alelo E con contribución “Media” de 1,6 g caseína/L y c) alelos F, D, y O con contribución “Baja” o “Nula” de 0,6 g caseína/L (Park, 2007). En este sentido, los resultados de los trabajos de Jordana *et al.* (1995) demostraron que la distribución de los alelos en las razas caprinas ibéricas (Murciana-Granadina, Malagueña y Payoya) son bastante similares a las otras razas europeas, donde el alelo E es el predominante (rango entre 60 y 75%); por otro lado, las razas Canarias (insulares), y en particular el grupo étnico Canaria Palmera, muestran un claro predominio de los alelos A y B. En el Cuadro 2 se observa la frecuencia de alelos en diversas razas caprinas.

La leche producida por cabras con los genotipos AA y BB en el locus de la  $\alpha_s1$ -caseína presentaron los contenidos más elevados de grasa, proteína y sólidos totales. Este tipo de leche también presentó las mejores características de coagulación, con un tiempo más corto de la fase enzimática, mayor velocidad de coagulación y una mayor consistencia de la cuajada (Zullo *et al.*, 2005). Por el contrario, la leche proveniente de los genotipos EE y FF tenían una composición porcentual más baja, conjuntamente con una cuajada de menor consistencia (Zullo *et al.*, 2005).

Los tipos de  $\beta$ -caseína de la leche de cabra también afectan las propiedades de la fabricación del queso (Chianese *et al.*, 1993). Se han encontrado varios alelos de la  $\beta$ -caseína que se expresan en diversos niveles, incluso se ha reportado leche de cabra que carece totalmente de esta proteína, en la cual se presentó un tiempo de coagulación más prolongado y una cuajada más débil (Park, 2007).

Cuadro 2. Frecuencia media de los alelos de polimorfismo de  $\alpha$ s1-caseína en razas lecheras de cabras europeas

Raza (número de muestras)	Tipos de polimorfismo					
	Alto		Intermedio		Bajo	
	A	B	C	E	F	D+0
Murciana-Granadina (109)	0,08	0,23	-	0,59	0,08	0,02
Malagueña (373)	0,09	0,09	-	0,65	0,04	0,13
Payoya (111)	0,05	0,19	-	0,76	-	-
Canaria (74)	0,28	0,32	-	0,20	-	0,20
Palmera (22)	0,68	0,23	-	0,09	-	-
Majorera (21)	0,07	0,38	-	0,24	-	0,31
Tinerfeña (31)	0,15	0,35	-	0,32	-	0,18
Alpina Francés (213)	0,14	0,05	0,01	0,34	0,41	0,05
Alpina Italiana (80)	-	-	-	0,35	0,59	0,06
Saanen Francés (159)	0,07	0,06	-	0,41	0,43	0,03
Saanen Italiana (70)	0,03	0,03	-	0,49	0,46	-
Poitevine (209)	0,05	0,35	-	0,45	0,14	-
Corse (106)	0,06	0,13	-	0,14	0,59	0,08
Rove (147)	0,12	0,05	-	0,62	0,10	0,11
Garganica (54)	0,61	0,37	-	-	0,02	-
Maltesa (81)	0,33	0,28	-	0,11	0,27	0,01

Fuente: Jordana *et al.* (1995)

### 3.1.1.1.3. Parámetros genéticos

El índice de herencia ( $h^2$ ) de la producción de leche, así como el porcentaje de grasa y proteína en el ganado caprino ha sido estudiado por numerosos autores (Iloeje *et al.*, 1981; Haenlein, 1996a; Luo, *et al.*, 1997; Wiggans y Hubbard, 2001; Gonçalves *et al.*, 2001, 2002; Jurado y Castillo-Gomez, 2005). Según estos autores el  $h^2$  para producción de leche es bajo mientras que para los caracteres de composición de leche son de medianos

a altos, variando de 0,17 a 0,29; 0,16 a 0,32; 0,21 a 0,36 para producción de leche, porcentaje de grasa y proteína respectivamente. No obstante, los resultados pueden verse ampliamente afectados por el método utilizado en la estimación del parámetro y del número de observaciones (Van Tassell *et al.*, 1999, Soares Filho *et al.*, 2001).

En el Cuadro 3 se observa el índice de herencia de algunos caracteres en cabras lecheras. En general, para las tres características existe un potencial importante para el mejoramiento genético en todas las razas, dado que los mismos, van de moderado a alto.

Cuadro 3. Índice de herencia de algunos caracteres en cabras lecheras

Raza	Producción de leche	% de grasa	% de proteína	r	Autor
Saanen, Alpino	0,25				Haenlein, 1996a
Murciano-Granadinas	0,25	0,30	0,28	0,40	Jurado y Castillo-Gómez, 2005
Saanen, Alpino	0,19-0,20	0,16-0,18	0,21-0,24		Breznik <i>et al.</i> 2000
Cabras lecheras en Noruega	0,17-0,28	0,20-0,23	0,26-0,28		Andonov <i>et al.</i> 2007
Saanen (México)	0,17	0,32	0,36	0,43	Torres-Vasquez <i>et al.</i> 2009
Saanen, Alpino, Toggenburg (Brasil)	0,21 – 0,29				Gonçalves <i>et al.</i> 2001, 2002
Murciano Granadinas	0,18	0,16	0,25	0,36-0,47	Analla <i>et al.</i> 1996

r: Repetibilidad.

### 3.1.1.2. Factores no genéticos

#### 3.1.1.2.1. Edad y número de parto

Estos dos factores están muy relacionados. La mayoría de las cabras (dependiendo de la raza y del manejo) paren generalmente en el primer año de edad (Gonzalez-Stagnaro, 1993). Haenlein (1996a) menciona que el volumen de leche aumenta hasta el cuarto o quinto año. Después el volumen disminuye con el aumento de la edad del animal, con un promedio de vida productiva de 12 años (Haenlein, 1996). El aumento hasta un máximo en producción de leche en general es mayor con incrementos de edad de la cabra en comparación con la reducción en la misma con incrementos de edad por encima del óptimo biológico (Haenlein, 1996a).

Milerski y Mareš (2001) reportaron que la producción más alta por día ocurre entre los tres y cuatro años de edad en cabras y que las de un año de edad eran significativamente inferiores en producción láctea. Los porcentajes de los componentes de la leche mostraron un incremento con el aumento en la edad sin diferencias significativas por clase de edad.

Por otro lado, Večeřová y Křížek (1993) citados por Haenlein, (1996a) encontraron un aumento en la producción de leche hasta la décima lactancia con disminución del porcentaje de grasa de la leche.

Diferentes autores (Browning, *et al.*, 1995; Zeng y Escobar, 1995; Antunac *et al.*, 1998; Pacheco *et al.*, 1998; Fernández, 2000 y Antunac *et al.*, 2001) encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en la producción y composición de la leche debidas al número de lactancia (número de parto), con menor producción en la primera lactancia y mayor contenido de materia seca, sólidos no grasos, grasa y proteína en la leche en las primeras cuatro lactancias. Por el contrario, Browning, *et al.* (1995) encontraron que el rendimiento en grasa aumenta con el número de lactancia ( $P < 0,01$ ; 499 lactancias).

Mocquot y Ricordeau (1981), Falagán *et al.* (1994) y Oliver *et al.* (2001), encontraron una mayor producción de leche en cabras cuyo primer parto fuese entre el 15<sup>avo</sup> y 24<sup>avo</sup> mes de edad, pero no encontraron diferencias en la composición de la leche.

En el Cuadro 4 se observa el efecto de la edad sobre la producción de leche y de grasa en diferentes razas caprinas lecheras.

Cuadro 4. Efecto de la edad sobre la producción de leche (kg) y de grasa (kg) en algunas razas caprinas.

Edad (años)	Razas					
	Saanen		Toggenburg		Nubia	
	Leche	Grasa	Leche	Grasa	Leche	Grasa
1	672	23,1	672	22,7	552	23,6
2	829	29,5	811	26,3	641	28,6
3	876	31,3	835	29,5	694	31,8
4	839	29,9	879	28,6	733	32,7
5 y +	679	24,5	743	24,0	639	28,6
Nº de observaciones	3307		4599		7456	

Fuente: Iloeje *et al.*, 1980

#### 3.1.1.2.2. Estado de Lactancia

El estado de lactancia, independientemente de la especie o de la raza que se trate, tiene una gran influencia en la composición de la leche. Muchos componentes de la leche ya sea de ovejas, cabras o vacas, especialmente grasa y proteína están en mayor concentración en el calostro, al principio de la lactancia, mucho menor cuando llegan al pico de producción de leche y luego aumentan nuevamente a medida que baja la producción (Anifantakis y Kandarakis, 1980).

La producción diaria de leche aumenta durante las primeras 4 semanas siguientes al parto y luego decrece gradualmente (Haenlein,

1996a). Zeng *et al.* (1997) indicaron que el incremento es hasta los primeros 50 a 80 días después del parto. Durante este periodo de lactancia, hay una relación inversa entre los niveles de producción de leche y el contenido de grasa (Donkin, 2003; y Zumbo *et al.*, 2004). En cabras Murciano – Granadinas tanto el porcentaje total de grasa como la composición grasa de la leche varia (Pedauye, 1989). Al final de la lactancia, el contenido de grasa y proteína aumenta a medida que disminuye el rendimiento lácteo (Haenlein, 1996a).

Con el avance en el estado de lactancia el contenido porcentual de grasa, proteína, caseína, minerales, sólidos totales, sólidos no grasos, sodio, calcio, fósforo, magnesio y acidez titulable aumentan, mientras que el contenido de lactosa, potasio y citrato disminuyen significativamente (Voutsinas *et al.*, 1990).

En el Cuadro 5 se puede observar, de la información de 42 cabras Alpinas en Grecia, como varía el contenido de todos los componentes durante la lactancia dividida en 5 periodos. Todos disminuyen al principio cuando llegan al pico de producción, para luego aumentar paulatinamente, excepto la lactosa que disminuye. Los componentes con mayor proporción de cambio fueron el porcentaje de grasa y proteína.

Antunac *et al.* (2001) encontraron durante las 5 primeras lactancias contenido más alto de materia seca, sólidos no grasos, lactosa, calcio y parcialmente fósforo al principio de la lactancia (primeros 50 días) en comparación con el periodo medio de la lactancia (100 - 150 días), con diferencias significativas ( $P < 0,01$ ).

El recuento de células somáticas (CCS) en leche aumenta con el progreso del estado de lactancia (Zeng *et al.*, 1997; Paapa y Capuco, 1998; y Haenlein, 2000). Zeng *et al.* (1997) encontraron altos CCS en leche durante las dos primeras semanas en lactancia y menores CCS en el segundo mes

en lactancia. Sin embargo, la persistencia en la curva de la lactancia en cabras es menor que en vacas y podría contribuir a elevar el CCS en estados avanzados de lactancia (Paapa y Capuco, 1998). Variaciones diarias marcadas de CCS en cabras fueron observadas por Zeng *et al.* (1997).

Cuadro 5. Efecto del estado de lactancia sobre la composición de la leche de cabras Alpinas en Grecia

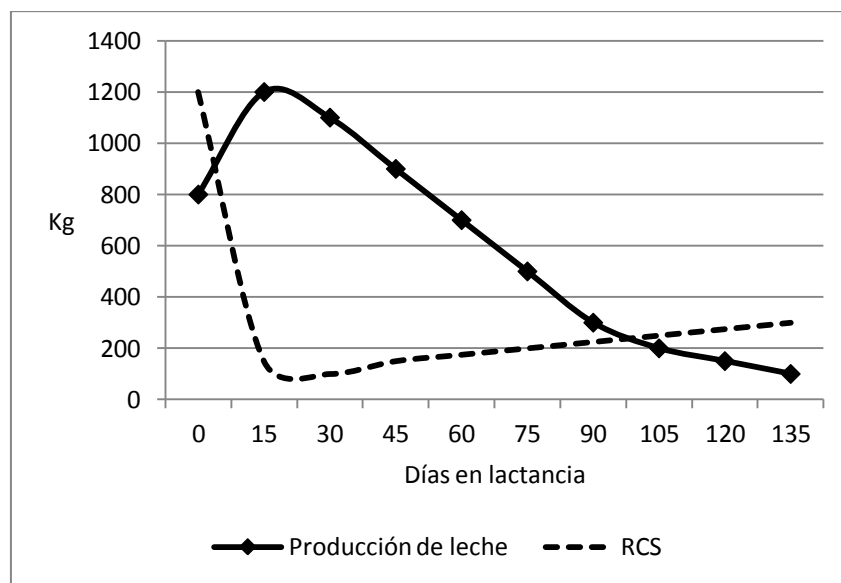
	Semana de lactancia				
	8-12	17-21	26-30	35-38	39-42
Grasa, %	3,34	2,93	3,15	4,10	4,58
Proteína, %	2,79	2,95	3,32	3,91	4,25
Caseína, %	2,11	2,17	2,40	2,87	3,15
Lactosa, %	4,46	4,42	4,35	4,08	3,96
Minerales, %	0,72	0,78	0,80	0,82	0,84
Total sólidos, %	11,17	10,98	11,54	12,78	13,47
Sólidos no grasos, %	7,83	8,05	8,39	8,68	8,89
pH	6,58	6,61	6,57	6,54	6,52
Acidez titulable, (mL NaOH 0,1N/100 mL leche)	16,60	16,30	16,65	17,38	17,44
Densidad, °D	1,031	1,030	1,030	1,028	1,027
Na, mg/100g	50,20	52,20	54,00	54,75	55,50
K, mg/100g	170,40	166,00	155,20	146,75	144,50
Na/K	0,29	0,31	0,35	0,37	0,39
Ca, mg/100g	134,51	135,80	139,75	145,40	149,50
P, mg/100g	99,40	104,20	112,40	117,25	121,50
Ca/P	1,36	1,30	1,24	1,24	1,23
Mg, mg/100g	12,85	13,08	13,50	14,30	14,87
Citrato, mg/100g	145,42	114,50	99,64	88,23	81,17

Fuente: Voutsinas *et al.*, 1990.



Se han discutido muchas causas de variación del CCS en animales individuales exentos de infección (edad, mes de lactación, entre otros). Sin embargo, estas variaciones solamente son realmente importantes en leche calostrual o cerca del secado cuando las producciones son muy bajas.

La Figura 1 refleja la variación producida a lo largo de la lactación ovina. La leche de un animal sin mastitis presenta un aumento en el recuento de células somáticas tanto al principio como al final de la lactancia.



Fuente: Aparicio y Pérez, (2001).

Figura 1. Curva de la lactancia y recuento de células somáticas (RCS) en Ovinos sin Mastitis.

El estado de la lactancia también afecta el diámetro del coágulo de la grasa de la leche de cabras, el cual varía desde 1 a 10 micras (en promedio 2 micras) y su tamaño normalmente disminuye a medida que avanza la lactancia (Jenness, 1980).

### 3.1.1.2.3. Tipo de parto

Varios autores (Gipson y Grossman, 1990; Večeřová y Křížek, 1993 citados por Haenlein, 1996a; Milerski y Mareš, 2001) reportaron menor producción de leche en cabras con un solo cabrito por parto, tal y como puede ser visualizado en el Cuadro 6 donde se observan los resultados señalados por Hayden *et al.*, 1979, citados por Pinkerton, 1987, el efecto del número de crías sobre la cantidad de leche.

Cuadro 6. Efecto del número de crías sobre la cantidad de leche

Nº de crías	Nº de cabras	kg de leche $\pm$ d. e.
1	14	141,5 $\pm$ 12,6
2	29	185,1 $\pm$ 11,4
3	16	220,6 $\pm$ 10,9

Fuente: Hayden *et al.*, 1979, citados por Pinkerton, 1987.

Fernández (2000) no encontró variación en la producción de leche debida al tamaño de la camada o número de cabritos por parto.

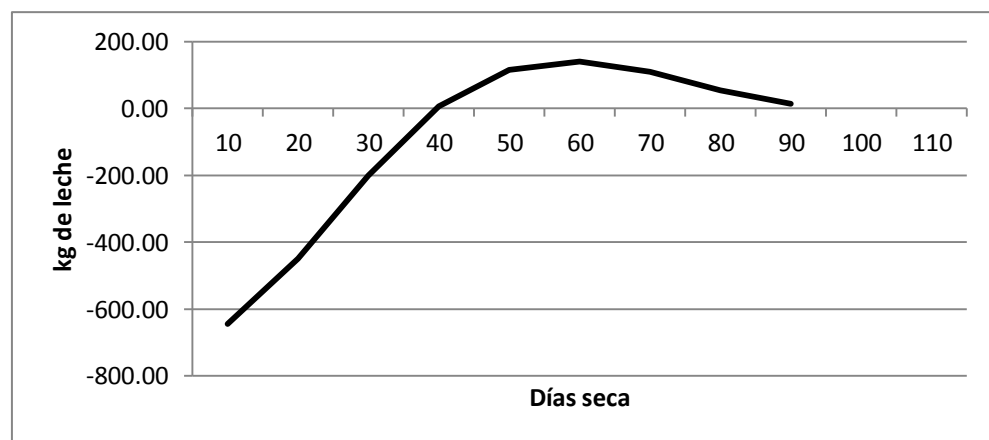
Browning *et al.* (1995) y Milerski y Mareš (2001) mostraron que las cabras con partos de crías sencillos tenían menos producción de leche ( $P < 0,01$ ) que aquellas con partos dobles o triples. Asimismo, Milerski y Mareš (2001) reportaron diferencias significativas en el porcentaje de grasa y proteína entre cabras con 1, 2, o 3 y más crías, mostrando que las cabras con partos sencillos tenían menos leche pero más alto porcentaje de grasa y proteína. El rendimiento en grasa es también afectado por las características del parto ( $P < 0,01$ ) (Browning *et al.*, 1995).

### 3.1.1.2.4. Periodo Seco

Un periodo sin producción de leche de 45 – 60 días entre lactancias es requerido para obtener una óptima producción de leche en la próxima

lactancia, por lo que periodos secos muy cortos o muy largos reducen la producción de leche en la subsiguiente lactancia (Salama, 2005).

En el caso particular de vacunos, se necesita un promedio de 34 días seca o de descanso productivo para que el tejido glandular de la ubre sufra un proceso de involución y posterior regeneración de un nuevo tejido alveolar que garantice una próxima lactancia adecuada (Salvador, 1998). Mayor número de días seca (>60 días) también determina reducción de la producción de la próxima lactancia, pues hay degeneración del sistema de conductos (Harrys, 1991). Se observa en la Figura 2 el efecto del número de días seca en la producción de la próxima lactancia en vacas, en la cual se puede apreciar que las vacas que estuvieron secas entre 50 y 70 días fueron las que presentaron las producciones más altas en la próxima lactancia.



Fuente: Garcia – Bojalil (1992).

Figura 2. Efecto del número de días del periodo seco sobre la diferencia en la producción total de leche de vacas contemporáneas en la siguiente lactancia.

El calostro de las cabras con cero (0) días secas contuvo menos IgG que el de las cabras con 27 y 56 días seca. En la lactancia siguiente, las cabras con cero (0) días secas produjeron menos leche que las cabras con 27 y 56 días secas, (1,73; 2,68; y 2,53 L de leche/día, respectivamente), sin

diferencias entre los dos últimas. Los índices de apoptosis y proliferación del tejido mamario aumentaron en las cabras con 56 días secas durante la involución de la ubre (Caja *et al.*, 2006).

#### 3.1.1.2.5. Peso y talla corporal

La relación entre la talla corporal y la producción de leche ofrece resultados contradictorios. En general, se puede afirmar que existe una correlación positiva entre el peso vivo y la producción de leche (Iloeje y Van Vleck, 1978), aunque dicho factor solo representa un 10% en la variación de la producción (Gall, 1981). Sin embargo, resulta difícil separar los efectos peso vivo y número de lactancia, ya que a medida que avanza la edad del animal, el peso vivo se incrementa siguiendo una función cuadrática, alcanzando el máximo a los 5,5 años de edad (Constantinou, 1989).

Por otra parte, las cabras grandes no son necesariamente más eficientes productoras de leche que las cabras pequeñas. Basado en la eficiencia energética, hay una pequeña diferencia en la producción de leche entre especies. Aunque la cabra produce más leche por unidad de peso corporal que una vaca, la eficiencia de utilización de la energía neta real está cercana entre cabras y vacas. Sin embargo, las cabras de razas lecheras especializadas tienen una tasa metabólica basal más alta, por lo cual tienden a tener una mayor eficiencia neta en producción láctea (Haenlein, 1996b). En el Cuadro 7 se observan algunas razas de cabras lecheras con sus tallas promedio, sus producciones y composición de la leche, donde se puede observar que no parece existir una relación directa entre talla y peso con la producción, el contenido de grasa y proteína de la leche.

Cuadro 7. Dimensiones corporales, producción y composición de leche de razas de cabras lecheras, en 305 días de lactancia

Raza	Altura (cm)	Peso (kg)	Producción de leche (kg)	Grasa (%)	Proteína (%)
Alpina	76	61,2	903	3,56	3,06
La Mancha	71	59,0	777	3,80	3,29
Nubian	76	61,2	713	4,61	3,66
Saanen	76	61,2	942	3,52	3,02
Toggenburg	66	54,4	869	3,38	3,01

Fuente: Harrys y Springer, 2003.

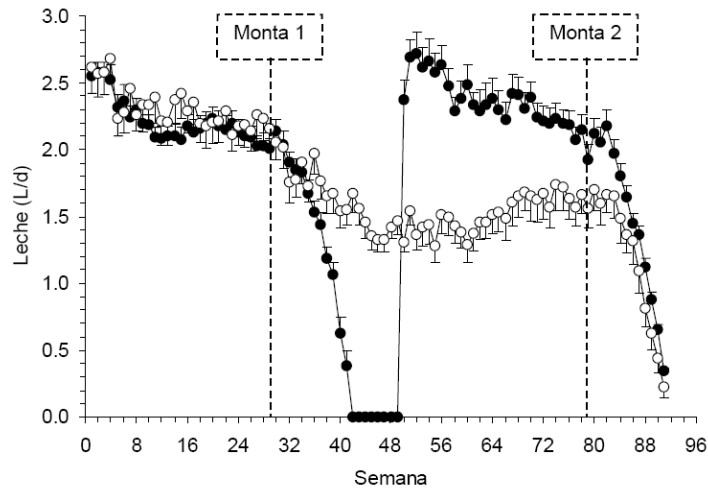
#### 3.1.1.2.6. Ciclo estral y preñez

Haenlein (1996a) menciona que al acercarse al momento del estro la cabra tiende a bajar la producción de leche. Esto es solo temporal y normalmente compensado por un breve periodo de producción más alta que lo normal después del estro. Puede haber también un incremento en el porcentaje de producción de grasa durante el estro ya que baja la producción de leche (Haenlein, 1996a). El celo también puede elevar el CCS (Haenlein, 2000).

La preñez reduce la producción de leche durante la lactancia debido al aumento en los niveles de progesterona al final de la preñez (Hurley, 1989).

Salama *et al.* (2005) en un ensayo con 30 cabras multíparas Murciano – Granadinas determinaron el efecto negativo de la gestación sobre la producción de leche y la composición. Aunque no hubo diferencias significativas, el grupo de cabras con partos cada 24 meses en lugar de cada 12 meses (normal) presentaron 8% menos de leche en la producción total acumulada. Sin embargo se observa en la Figura 3 como disminuye evidentemente la producción de leche a partir de la semana 8 de gestación y significativamente a partir de la semana 10 de gestación.

Respecto a la composición de la leche, los mismos autores señalan que las diferencias entre tratamientos solo se detectaron a partir de la semana 12 de gestación (semana 41 de lactancia) donde las cabras con un parto al año presentaron más grasa y proteína (4,33 vs. 3,89% y 4,91 vs. 3,38%, respectivamente) que las que presentaron un parto cada dos años.



Fuente: Salama *et al.*, 2005. Puntos negros: cabras con 2 lactancias en 24 meses. Puntos blancos cabras con una sola lactancia en 24 meses.

Figura 3. Comparación de las curvas de lactación de cabras lecheras Murciano–Granadinas sometidas a 1 parto al año o 1 parto cada dos años.

### 3.1.2. Factores Extrínsecos

#### 3.1.2.1. Época de Parto

La temperatura, humedad, las prácticas de manejo y la alimentación tienden a variar con la estación del año (lluviosa o seca) por lo que se afecta la producción de leche y su contenido graso (Haenlein, 1996a). Esto ha sido reportado en cabras Canarias en Venezuela, donde existieron diferencias significativas tanto en la producción de leche como en la duración de la lactancia, debidas a la época de parto como se aprecia en el Cuadro 8 (Gamarra, 2006).

También hay claras diferencias debido a la estación de parto en la composición de la leche con aumento o disminución de sus componentes (Renner, 1983), pero estos efectos tienden a confundirse con el efecto clima o los cambios de dieta. El clima frío (invierno) puede afectar los rendimientos en leche y la composición de la misma. La alimentación en invierno provee normalmente proporciones y calidad diferentes de pasturas, ensilaje, heno o suplementos, los cuales influyen notablemente la composición de la leche.

Cuadro 8. Promedios ajustados  $\pm$  desviación estándar de producción de leche (kg/día) y duración de la lactancia (días) en cabras mestizas canarias en diferentes épocas de parto.

Época de parto	Nº de observaciones	Producción de leche	Días en Lactancia
Seca	50	2,919 $\pm$ 0,166 <sub>a</sub>	165,55 $\pm$ 10,99 <sub>a</sub>
Lluviosa	69	2,582 $\pm$ 0,123 <sub>b</sub>	197,42 $\pm$ 8,25 <sub>b</sub>

Fuente: Gamarra, 2006. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

La estacionalidad limita la producción de leche en cabras y ovejas y esto ha estimulado interés en superar esta dificultad de varias maneras, incluyendo la inducción de la lactancia hormonalmente (Alifakiotis *et al.*, 1980). Estos resultados coinciden con los señalados por Pinkerton (1987), los cuales se muestran en el Cuadro 9 sobre la variación estacional en el porcentaje de grasa en diferentes razas.

El mes de parto tiene un efecto significativo ( $P < 0,001$ ; 651 lactancias) en todas las características de la leche: producción, duración de la lactancia, porcentaje y rendimiento de proteína y grasa (Pacheco *et al.*, 1998).

Las variaciones causadas por la cantidad de horas de luz del día (fotoperiodo) puede afectar la secreción de leche: las cabras que paren durante los días cortos (otoño e invierno) tienden a secretar un tipo de leche

con mayor contenido de grasa y proteína, mientras que las que paren en los días largos (primavera y verano) producen menor contenido de estos componentes (Le Jaouen, 1986).

Cuadro 9. Variación (%) estacional del porcentaje de grasa en la leche de diferentes razas de cabra.

Mes	Alpino Francés	Nubian	Saanen	La Mancha	Toggenburg
Enero	4,2	4,1	3,8	3,7	3,5
Febrero	3,6	5,3	3,5	5,6	3,5
Marzo	3,3	4,6	3,8	5,3	3,6
Abril	3,3	4,7	3,8	3,4	3,0
Mayo	3,3	4,9	3,8	3,6	2,7
Junio	2,9	4,1	3,3	3,7	2,9
Julio	3,0	4,0	3,2	3,3	2,8
Agosto	2,8	4,1	2,9	3,9	2,5
Septiembre	3,3	4,6	3,6	4,4	2,8
Octubre	3,3	5,1	3,4	3,7	2,9
Noviembre	3,5	4,3	3,6	4,4	3,8
Diciembre	3,4	4,8	3,6	4,2	3,7
Promedio	3,2	4,3	3,4	3,9	3,0

Fuente: Pinkerton, 1987.

La temperatura ambiental, que a su vez está influenciada por la época de parto, ejerce un efecto sobre la producción y composición de la leche de cabra. Las cabras de alta producción son susceptibles de sufrir estrés calórico. Se observa entonces comúnmente depresión en el consumo de alimento (anorexia voluntaria) y reducción de la producción. Las temperaturas de la zona de confort para cabras europeas en mantenimiento son de 25 a 30°C, pero esto no ha sido bien establecido para el crecimiento o para cabras en producción (Lu, 1989; Hurley, 1989).

En Francia, el resumen de los resultados nacionales del “Dairy Control” (Centre International Caprin, 2002) muestra mayores producciones de leche en cabras que parieron entre octubre y noviembre que las que



parieron entre marzo y abril. Estas variaciones superan en 1,4% y 1,1% para grasa y proteína, respectivamente.

El promedio del contenido de grasa y proteína en leche se reduce para los partos que ocurren entre marzo y abril. Estas lactancias en las cuales una alta proporción de leche es producida durante junio, julio y agosto, padecen los efectos negativos de la alta temperatura y el prolongado fotoperiodo. Este fenómeno estacional tiene un considerable efecto negativo sobre las diferentes características de la leche. Además, algunas veces también afectan las condiciones de la época de monta y la alimentación, por lo que a menudo los partos al principio del año (fotoperiodo corto) son más favorables para una buena expresión de las características de la leche (Jenot, 2000). Otros autores (Fernández, *et al.* 2001; Gipson y Grossman, 1990 y Pedauye, 1989) observaron una mayor producción de leche en cabras que parieron en otoño que aquellas que lo hicieron en primavera debido probablemente a una mayor disponibilidad de pasto en condiciones de clima subtropical.

De acuerdo a Oliver *et al.* (2001) aunque no encontraron diferencias significativas entre el rendimiento lechero en cabras que parieron en tres periodos diferentes (septiembre-diciembre, junio-abril y mayo-agosto), aquellas que parieron en septiembre-diciembre tuvieron una producción mayor. Estos resultados coinciden con los de Muñoz (1997) en Venezuela.

#### 3.1.2.2. Año de Parto

Existe un efecto significativo del año de lactancia en el porcentaje de grasa y proteína en leche (Browning *et al.*, 1995). Este efecto a menudo es considerado en modelos como un efecto complejo que incluye la estación. Por ejemplo, Milerski y Mareš (2001) encontraron que el efecto año – estación de parto tenía una influencia significativa en la producción diaria de leche en los contenidos de grasa y proteína ( $P < 0,0001$ ; 2762 cabras). Esto coincide con los resultados de Gonçalves *et al.* (2001) en 1336

observaciones de 678 cabras lecheras en Brasil, como se observa en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Media ajustadas  $\pm$  error estándar en producción de leche total (kg/lactancia) por año y estación.

Año de parto	Estación		
	diciembre - enero	julio - agosto	septiembre - noviembre
1986	463,7 $\pm$ 76,1 <sup>a</sup>	489,1 $\pm$ 62,7 <sup>a</sup>	423,6 $\pm$ 70,3 <sup>a</sup>
1987	532,3 $\pm$ 49,0 <sup>b</sup>	657,8 $\pm$ 56,9 <sup>a</sup>	575,1 $\pm$ 53,0 <sup>ab</sup>
1988	758,6 $\pm$ 51,8 <sup>a</sup>	726,0 $\pm$ 53,7 <sup>a</sup>	765,3 $\pm$ 52,7 <sup>b</sup>
1989	782,8 $\pm$ 53,0 <sup>a</sup>	714,2 $\pm$ 48,0 <sup>a</sup>	653,9 $\pm$ 48,0 <sup>a</sup>
1990	620,8 $\pm$ 98,3 <sup>a</sup>	664,8 $\pm$ 51,4 <sup>a</sup>	650,2 $\pm$ 51,7 <sup>a</sup>
1991	625,0 $\pm$ 55,1 <sup>a</sup>	704,6 $\pm$ 53,5 <sup>a</sup>	555,9 $\pm$ 71,9 <sup>a</sup>
1992	818,1 $\pm$ 63,0 <sup>a</sup>	649,1 $\pm$ 58,0 <sup>b</sup>	509,7 $\pm$ 58,4 <sup>c</sup>

Fuente: Gonçalves *et al.*, 2001. Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

La producción de leche y los días en lactancia fueron altamente significativos en un ensayo durante siete años en Venezuela, donde se observaron diferencias de 65.2 kg de leche entre los años de mayor y menor producción (Muñoz, 1997).

### 3.1.2.3. Prácticas de ordeño

Después del estímulo inicial para la bajada de la leche, se necesita un período de alrededor de 60 segundos para la respuesta de liberación de oxitocina, la cual tiene un efecto alrededor de 5 a 8 minutos en vacas (Hurley, 1989; Bruckmaier y Blum, 1998). En cabras lecheras la liberación de oxitocina ocurre en pocos segundos, por lo que se pueden ordeñar inmediatamente después de la bajada sin tener que seguir estimulando. Esto ocurre debido a la incapacidad de las cabras de cerrar completamente los conductos lácteos, por lo que no pueden retener el fluido de la leche enteramente (Haenlein, 1996a) y a la disposición anatómica de las cisternas de la glándula y del pezón que en cabras es mayor que en vacas, por lo que

la porción láctea de la cisterna de la glándula es muy superior al 20% de leche que tiene la vaca antes del ordeño y de la estimulación (Bruckmaier y Blum, 1998). De acuerdo a Haenlein (2000) la leche de cabra difiere significativamente en el CCS antes, durante y después del ordeño.

#### 3.1.2.4. Ordeño Mecánico

Lu *et al.* (1991) encontraron que niveles mayores de vacío incrementa el promedio y la tasa de secreción de la leche en el ordeño ( $P < 0.001$ ), disminuye el tiempo de ordeño ( $P < 0,001$ ) y eleva el CCS ( $P < 0,05$ ). En este respecto, Haenlein (2000) obtuvo resultados contrarios, ya que el ordeño a mano puede causar mayor incremento en el CCS que el ordeño mecánico.

En cabras ordeñadas a 52 kPa. Los resultados de la prueba de mastitis de California CMT (por sus siglas en ingles California Mastitis Test) fueron más bajos cuando se incrementó la relación de pulsación de 50:50 a 70:30 y disminuyó el tiempo de ordeño ( $P < 0,05$ ). La más alta tasa de ordeño, y resultados más bajos de CMT y CCS se obtuvieron en cabras ordeñadas con una relación de pulsación de 60:40. Incrementos en el ciclo de pulsación de 60 a 90 ciclos/min incrementan el promedio de producción, la tasa máxima de secreción de leche, disminuye el tiempo de ordeño y los resultados de CMT. No se observó mejora en la tasa de secreción cuando el ciclo de pulsación aumentó a 120 ciclos/min. Los parámetros óptimos del equipo de ordeño para cabras son: Nivel de vacío de 45 a 52 kPa, relación de pulsación de 60:40, y ciclo de pulsación de 90 ciclos/min (Lu *et al.*, 1991).

#### 3.1.2.5. Intervalo de Ordeño

Entre el ordeño de la mañana y el de la tarde en el mismo día la composición de la leche puede cambiar. Al disminuir el intervalo entre ordeños aumenta el porcentaje de los componentes de la leche. Este aumento puede ser confundido con el nivel de rendimiento lechero (Simos *et al.*, 1991). En el Cuadro 11 se observa como aumenta el porcentaje de grasa,

proteína y sólidos totales cuando disminuye el intervalo entre ordeños. En estudios con intervalos de 8 y 16 horas la diferencia fue de 0,39% de grasa, y 0,05% de proteína (Merin *et al.*, 1988).

Cuadro 11. Composición de la leche con diferentes intervalos entre ordeños

	Intervalo entre ordeños	
	14 h	10 h
% Grasa	5,1	5,3
% Proteína	3,54	3,58
% Sólidos totales	13,94	14,3

Fuente: Haenlein, 1996a.

Resultados similares obtuvo Salama (2005) con cabras Murciano Granadinas variando el intervalo entre ordeños entre 8 y 16 horas como se observa en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Efecto del intervalo entre ordeños sobre la tasa de secreción de leche, sus componentes y la composición de la leche en cabras lecheras.

	Frecuencia de ordeño		
	2X		1X
	8 h	16 h	24 h
Velocidad de síntesis Leche, mL/h	80	71	58
Grasa en leche, g/h	4,34	2,96	2,94
Grasa en leche, %	5,43	4,14	5,11
Proteína en leche, g/h	2,41	2,30	1,89
Proteína en leche, %	3,04	3,23	3,29
Caseína, g/h	1,81	1,64	1,48
Caseína, %	2,26	2,33	2,56
CCS Leche, log <sub>10</sub> /mL	6,06	5,69	5,98

X: Número de ordeños. CCS: Contaje de células somáticas

Fuente: Salama, 2005.

### 3.1.2.6. Duración del Ordeño

La primera leche extraída de la ubre contiene mucho menos grasa (tan bajo como 1 o 2%) que la leche extraída al final del ordeño (tan alta como 7 a 9%). La razón para esta distribución de los glóbulos de grasa es un efecto gravedad. Los glóbulos de grasa son menos densos, por lo que se pueden unir en el alveolo, lo cual puede retrasar su pasaje hacia la cisterna de la glándula, al contrario que la porción más fluida que pasa más rápido. Inmediatamente al inicio del ordeño, la leche en los conductos galactóforos tiene menos grasa que en el alveolo (Hurley, 1989).

### 3.1.2.7. Frecuencia de Ordeño

Se ha demostrado que al aumentar la frecuencia de ordeño incrementa la migración de neutrófilos desde la sangre a la glándula mamaria, para mayor eficiencia en la fagocitosis y defensa de la ubre contra infecciones patógenas (Paapa *et al.* 1992; Haenlein, 1996a). Sin embargo, muchas cabras lecheras son ordeñadas una sola vez al día rutinariamente.

En la mayoría de los casos, la supresión de ordeños tiene influencia sobre el rendimiento lácteo y en la composición de la leche (Peris *et al.*, 1998). En el Cuadro 13 se observan las diferencias en producción de leche, grasa y proteína al variar el número de ordeños. Cuando se pasa de dos ordeños a un ordeño al día, la producción disminuye entre 5 y 30%, dependiendo de la raza y momento de la supresión, mientras que el porcentaje de grasa aumenta y el de proteína permanece igual.

En un ensayo con cabras Canarias se encontró que aunque al aumentar el número de ordeños de 1 a 2 ordeños al día se aumentaba la producción alrededor de 6 – 8 % no se justificaba el doble ordeño por el aumento de trabajo e incremento en los costos de producción, por lo que no se obtenía un mayor beneficio (Capote, 1999).

Cuadro 13. Efecto de la frecuencia de ordeños sobre la producción, composición de la leche y duración de la lactancia en cabras lecheras.

ordeños/día	Autor (año)	Leche L [%]	Grasa kg [%]	Proteína kg [%]	Días en lactancia
2x a	Mocquot y Auran (1974)	-266 [45]	-7,1[43]	-8,4 [42]	-12
1x	Mocquot y Guillimin (1975)	-112 [41] <sup>1</sup>	-3,2[41] <sup>1</sup>	-3,4[39] <sup>1</sup>	-16
		-174 [38] <sup>2</sup>	-4,9[37] <sup>2</sup>	-4,6[34] <sup>2</sup>	-16
	Mocquot (1978)	-196 [35]	-6,1[37]	-6,1[34]	-17
	Capote <i>et al.</i> (1995)	-[5] <sup>1</sup>	-[6] <sup>1</sup>	-[5] <sup>1</sup>	-
	Capote (1999)	- [6,3] <sup>1</sup>	- [9,97] <sup>1</sup>	- [8,6] <sup>1</sup>	-
2x a	Henderson y Parker (1987)	+ [9]	-	-	-
3x	Wilde <i>et al.</i> (1987)	+ [20]	-	-	-
	Knight (1992)	+ [10]	-	-	-

X = número de ordeños. <sup>1</sup>: cabras de primera lactancia, <sup>2</sup>: tercera lactancia.

Fuente: Peris *et al.* (1998). Modificado.

Salama *et al.* (2003) determinaron que en cabras Murciano – Granadinas que se ordeñan una vez en lugar de dos veces al día tenían una disminución de la producción del 18% y aumento del porcentaje de sólidos totales, grasa, y caseína, (Cuadro 14) y no observaron diferencias significativas en el recuento de células somáticas. La disminución de la producción es más marcada en cabras de 1 a 4 lactancias que en cabras con más de cuatro lactancias y el cambio también es más marcado durante la lactancia temprana (de 2 a 12 semanas).

### 3.1.2.8. Ordeño a fondo

Además del aumento en la frecuencia de ordeño, el ordeño a fondo (si se combina ordeño y mamado de los cabritos que remueven toda la leche residual) en la lactancia temprana, estimula el desarrollo de la glándula mamaria, incrementando tanto la proliferación como la diferenciación de las células alveolares, por lo que se incrementa el rendimiento lácteo. Esta

proliferación de células alveolares permanece las primeras semanas de lactancia (Peris *et al.*, 1997).

Cuadro 14. Efecto de la frecuencia de ordeños sobre la composición de la leche en cabras lecheras Murciano Granadinas.

	% Sólidos totales	% Grasa	% Caseína	% Proteína
1X	13,6a	5,10 <sup>a</sup>	2,57 <sup>a</sup>	3,28
2X	12,9b	4,62 <sup>b</sup>	2,35 <sup>b</sup>	3,20

Fuente: Salama *et al.* (2003). X: número de ordeños. Letras diferentes en la misma columna con  $P < 0,05$ .

La existencia de una proteína láctea de bajo peso molecular ( $M_r$  6000 – 8000) en la leche denominada FIL (del inglés: Feedback Inhibitor of Lactation), es un factor de inhibición de la síntesis de leche. Al aumentar la cantidad de leche en la cisterna de la glándula aumenta el contenido del FIL por lo que disminuye la producción de leche. Al ordeñar a fondo disminuye la cantidad de FIL lo cual incrementa la producción (Wilde *et al.*, 1998).

#### 3.1.2.9. Salud de la Ubre

En general, cualquier afección, tanto del estado sanitario general del animal como de la ubre, puede afectar la funcionalidad del organismo y provocar modificaciones tanto de la producción como de la composición de leche (Solaiman, 2010). Es difícil definir el estado de salud de la ubre, existiendo un elevado número de agentes infecciosos capaces de afectar la glándula mamaria, siendo los más comunes en caprinos: Estreptococos, Estafilococos hemolíticos y no hemolíticos, corynebacterium, algunas enterobacterias y Mycoplasma (Sánchez *et al.*, 2007b) y factores predisponentes, tales como: características propias de cada animal y razas de mayor capacidad lactogénica, condiciones deficientes de manejo, ambiente inadecuado, disminución del estatus inmunitario del animal, entre otros, que modifican las propiedades funcionales de la ubre; así como

enfermedades que cursan con alteraciones de la ubre (paratuberculosis, agalaxia, artritis encefalitis caprina, etc.).

La ubre es la parte del cuerpo de la constitución del animal más importante sobre la capacidad de producción física inherente del animal. Una forma rápida y eficiente de medir la salud de la ubre es la cantidad de células somáticas en leche. Sin embargo, la secreción de leche en cabras es apocrina, mientras que en vacas es merocrina (Haenlein, 1996a), lo cual explica porque la leche de cabras puede tener un alto CCS, especialmente al final de la lactancia o en los últimos chorros de leche al escurrir la ubre, sin ninguna relación con mastitis (Park y Humphrey, 1986; Haenlein, 1993). Algunos componentes de la leche como las proteínas del suero, lactosa, lipasa, sodio y cloro se incrementan con mastitis, mientras que la grasa, sólidos, caseína, calcio, fósforo, potasio y el rendimiento en queso disminuyen (Haenlein, 1996b; Leitner *et al.*, 2004).

En el Cuadro 15 se observan los valores de referencia para determinar una leche de calidad en cabras.

#### 3.1.2.10. Nutrición y Alimentación

La alimentación tiene una gran influencia tanto sobre la producción como sobre la composición de la leche. En general, las modificaciones ocurridas sobre la leche debidas a la alimentación pueden ser causadas principalmente por dos vías: variando la cantidad y calidad de los ingredientes de la dieta, especialmente en lo que se refiere a la forma física de presentación de los alimentos; o variando el nivel de nutrientes en el alimento, lo cual permite la manipulación de la dieta y por tanto de la composición de la leche (Jimeno *et al.*, 2003).



Cuadro 15. Valores de referencia en leche de calidad en cabras.

Prueba	Leche sana	Leche infectada
Recuento estándar de placa (UFC/mL)	<10.000	
Recuento Pre-incubación de bacteria específica (UFC/mL)	<20.000	
RCS al Microscopio directo (células/ml)	<300.000	
Recuento al microscopio directo (células/ml)	<30.000	
Recuento de bacterias termo-resistentes (UFC/mL)	<1.000	
Crioscopia (punto de congelación °C)	-0,530 a -0,550	
Antibióticos en leche	Negativo	
Temperatura idónea (°F)	De 34 a 39	
Variable	Leche sana	Leche infectada
RCS ( $\times 10^3$ )	417 $\pm$ 72	1.750 $\pm$ 197
Grasa, g/L	38,9 $\pm$ 1,1	38,8 $\pm$ 1,2
Proteína, g/L	34,2 $\pm$ 0,5	35,0 $\pm$ 0,5
Lactosa, g/L	47,0 $\pm$ 1,0	41,7 $\pm$ 1,3
Caseína, mg/mL	28,1 $\pm$ 0,7	28,2 $\pm$ 0,8
Albumina, $\mu$ g/mL	279,9 $\pm$ 22,2	471,8 $\pm$ 49,8

Fuente: Haenlein, (1996b) y Leitner *et al.*, 2004. Modificado. RCS: Recuento de células somáticas.

Sin tomar en cuenta la genética, existe una relación entre la cantidad y composición de la dieta diaria y los requerimientos para producción. Variaciones de la dieta puede traer cambios importantes en la producción y composición de la leche (Morand-Fehr, 1981; Haenlein, 1996a; Morand-Fehr, 2005). En términos generales, el consumo mínimo diario de materia seca es del 3% del peso vivo en la mayoría de las cabras, pero las altas productoras (por encima de 1 kg de leche/día) pueden llegar a consumos del 5% del peso vivo (Haenlein, 1996a) e, incluso, pueden consumir hasta 7% de materia seca (MS) de su peso vivo, en comparación con el consumo de 3-4% MS de las vacas (Jimeno *et al.*, 2003).

Este nivel de consumo elevado muestra que la cabra lechera necesita tener abundancia de nutrientes para la síntesis láctea. La eficiencia de

producción de leche por cabras lecheras es bastante similar a la de las vacas (Harrys y Springer, 2003; Jimeno *et al.*, 2003). Las cabras son muy eficientes en la conversión alimenticia y además tienen una capacidad relativa más grande para el consumo de forraje que las vacas u ovejas (25-40% de peso vivo, en comparación al 12,5 - 15% para vacas, 12,5 - 20% para ovejas), (Botnick, 1994).

Sahlu *et al.* (2004) estudiaron el efecto de tres dietas de preparto para cabras Alpinas, con tres niveles de proteína bruta (8,5; 11,5 y 14,5% MS) y de Energía Metabólica EM (1,8; 2,16 y 2,53 Mcal/kg MS) sobre la variación del peso vivo (en preparto), la prolificidad y el rendimiento en producción de leche de la siguiente lactancia. La producción de leche aumentó linealmente como respuesta a la concentración energética de la dieta de preparto y cuadráticamente en respuesta al contenido proteico de la dieta (2,59; 3,26 y 3,07 kg/d para 8,5; 11,5 y 14,5% de proteína bruta, respectivamente).

En el orden de convertir nutrientes en una alta producción de leche, la densidad de las proteínas y la energía del consumo de alimento diario deben incrementarse, debido a lo limitado de la capacidad del rumen. Hay que mantener buena calidad del forraje y una mezcla adecuada de granos para el mejor aprovechamiento en el mantenimiento de altos niveles de producción. En este aspecto, las cabras tienen ventaja sobre vaca y ovejas ya que además de pastar son ramoneadoras (Hernández, 2002; Baldizan y Chacón, 2004; Preston, 2004) por lo que pueden tener acceso a frutos, tallos y hojas de alto valor nutritivo, que aunado a sus hábitos altamente selectivos de consumo, pueden garantizar una dieta nutricional rica. Rodríguez – Parra y Caja (2004), determinaron que las cabras Murciano Granadinas rechazaban el 30% de la ración *ad libitum*, mientras que ovejas Merino solo rechazaban el 20%.

Variaciones en la dieta o la composición de la misma también afectan la composición de la leche. Una revisión de la literatura relacionada con el efecto de la suplementación de diferentes fuentes de grasa y en diferentes proporciones sobre la producción, contenido graso y proteína de la leche de cabras lecheras (Cuadro 16), demostraron la existencia de una alta correlación entre el balance energético y el porcentaje de ácidos grasos con más de 18 átomos de carbono en la leche (Chilliard *et al.*, 2003).

La adición de ácidos grasos de cadena larga incrementa el contenido de grasa de la leche y el rendimiento, sin cambio en el contenido de proteína de la leche. Los ácidos grasos C4 – C14 de la grasa de la leche disminuyeron significativamente, mientras que los ácidos grasos de cadena larga aumentaron, incluyendo los ácidos insaturados y colesterol (Baldi *et al.*, 1992).

Las variaciones en la cantidad y diferencia en las fuentes de proteína de la dieta pueden afectar la composición de la leche de cabra. Al respecto, Sanz-Sampelayo *et al.* (1999), utilizando grano de habas, harina de girasol, gluten de maíz y semilla de algodón como diferentes fuentes de proteína de la dieta, observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en la composición de la leche, en el porcentaje de sólidos totales (15,21; 15,52; 16,40; 16,33, respectivamente), porcentaje de proteína (3,25; 2,87; 3,50; 3,18, respectivamente), pero no obtuvieron diferencias en el porcentaje de grasa ni en la producción total de leche.

Las cabras son menos sensibles que las vacas a la longitud o tamaño de partícula procedente de los forrajes. El contenido en grasa de la leche no disminuye al reducir el tamaño de partícula del mismo, siempre que se mantenga un nivel mínimo de fibra en la dieta, ya que tanto la grasa total como la proteína total de la leche de cabra se encuentran más influenciadas

por el consumo de energía que por el tipo de forraje (alfalfa henificada vs pellets) que se incorpore a la dieta (Sanz-Sampelayo *et al.*, 1999).

Cuadro 16. Cambios en la producción de leche, grasa y proteína con diferentes fuentes de grasa en cabras lecheras.

Fuentes de lípidos (% del concentrado)	Variación en		
	Producción de leche (kg/día)	Grasa (g/kg)	Proteína (g/kg)
Ácido Palmítico 14%	-0,06	+11,4	
Ácido Esteárico 14%	+0,10	+6,5	
Grasa animal (5% de la ración)	+0,38	+2,0	-1,0
Grasa animal (5% de la ración)	-0,29	+7,0	+1,0
Grasa animal 4%	-0,09	+3,7	+1,4
Sales de Ca 15% (aceite de palma)	-0,02	+14,2	+1,5
Sales de Ca 3-4% ración (aceite de palma)	+0,10	+3,7	-0,1
Sales de Ca 3-4% ración (aceite de palma)	+0,21	+5,2	+0,3
Aceite de Canola 4%	+0,19	+9,2	-0,3
Linaza tratada 23%	-0,20	+6,3	+1,4
Linaza 14%	+0,27	+5,5	+2,5
Aceite de Linaza 5%	+0,30	+4,2	+2,4
Semilla de girasol 9%	+0,42	+6,3	+2,1
Aceite de girasol 5%	+0,42	+4,9	+1,3
Soya 26%	+0,49	+3,9	+1,4
Soya 49%	-0,14	+9,3	+0,3
Semilla de algodón 18%	-0,02	+4,4	
Aceite protector 7%	+0,08	+2,9	-0,8
Ensilaje de torta de oliva	-0,05	+3,1	-0,5

Fuente: Chilliard *et al.*, (2003).

En determinadas ocasiones y en dietas destinadas a cabras de alta producción para las cuales no se dispone de forrajes de buena calidad, una estrategia adecuada puede consistir en sustituir parte de ese forraje por subproductos de buena calidad y forrajes peletizados (granulados), en la que la relación fibra: concentrado podría estar próxima a 35:65, manteniendo los niveles de fibra dentro de las recomendaciones. Bava *et al.* (2001), demostraron que las cabras toleran bien dietas sin forrajes y altas en

proteína, durante toda la lactación, sin ningún efecto negativo sobre la producción de leche, su composición o la salud del animal, siempre que el nivel de fibra en la dieta sea adecuado. Al contrario de estos resultados, Kawas *et al.* (1991) en Brasil, demostraron que sustituyendo en la ración el forraje por alimento concentrado en una proporción de 45:55, se deprime el porcentaje de grasa en la leche, aumenta el contenido de proteína, el rendimiento lechero y la ganancia de peso, mientras decrece el tiempo de alimentación y de rumia.

#### 3.1.2.11. Condición Corporal

El término “Evaluación de la condición corporal” define como evaluar la masa corporal de un animal con énfasis en la cantidad de grasa presente en el animal como una medida del balance energético en que se encuentra dicho animal (Morand-Fehr, 2005). Es una evaluación muy útil ya que posee varias ventajas, entre las cuales están: no necesita ningún aparato especial de medición, se realiza a simple vista y palpando el animal para mayor seguridad, es muy rápido sin necesidad de sujetar al animal, se puede aplicar a cualquier edad o estado fisiológico, cualquier persona con un mínimo de entrenamiento puede realizar la evaluación, se puede realizar a un animal en particular o al rebaño completo para determinar como se está realizando la alimentación del rebaño.

Por otro lado su principal desventaja es que es una evaluación subjetiva por lo que puede haber diferencias entre evaluadores. Lo importante al respecto es que cada evaluador tenga bien formado el patrón de referencia para poder repetir la misma evaluación al mismo animal consecutivamente (Morand-Fehr, 2005).

La escala de evaluación de la condición corporal en caprinos lecheros va desde 1 para cabras muy flacas hasta 5 para cabras obesas (Hervieu y Morand-Fehr, 1999). Ninguno de los extremos es beneficioso para el animal

ni para el productor, ya que cabras muy flacas (1; 1,5; 1,75...) producirán lactancias de poca leche y con bajo porcentaje de grasa en leche, además de anestro (falta de celo) pues este animal no está en condiciones de garantizar una nueva preñez, ya que apenas tiene reservas corporales para su propio mantenimiento, pocos partos dobles, bajo peso al nacimiento y destete y alta mortalidad de las crías (Gonzalez-Stagnaro, 1993). Por otro lado, cabras en condición corporal muy gordas (4,0; 4,5; 5,0) pueden tener partos distócicos y problemas metabólicos posteriores al parto como cetosis o hígado graso. En ambos casos (muy flacas y muy gordas) puede llevar a la muerte del animal.

No existe una condición corporal ideal para todos los estados fisiológicos. Cuando se inicia la lactancia en el parto es donde existen los máximos requerimientos nutricionales del animal; aunado a esto el consumo voluntario viene de estar deprimido cuando la cabra está seca y llega a su punto más alto cuando ya ha pasado el pico de producción láctea, por lo que los nutrientes necesarios para esta actividad no son suficientes con los obtenidos en la dieta y el animal hace uso de las reservas de grasas corporales, por lo que en estas fases el animal pierde condición corporal.

Por lo general, y si no hay una patología adicional, el animal pierde una unidad en condición corporal al momento del parto y por eso es aconsejable que la cabra tenga una condición corporal entre 3,5 y 3,75 cuando pare, para que disminuya solo hasta 2,5 a 2,75, no se comprometa ninguna función vital y se garantice una buena lactancia y una buena recuperación de la actividad cíclica reproductiva.

Cuando la producción de leche va disminuyendo y la cabra se acerca al secado, recupera condición corporal y es aconsejable que llegue entonces hasta 3,75. Es más fácil recuperar condición corporal cuando la cabra está

en producción que cuando está seca ya que el consumo voluntario decrece en este último estado fisiológico.

No es aconsejable alimentar excesivamente a las cabras secas para no llegar a pasar de 4,0 en la escala y no tener partos distócicos ni enfermedades metabólicas. En general, la condición corporal ideal: Al momento del parto: 3,5 – 3,75; y en el pico de producción: 2,5 – 2,75; después del pico hasta el secado: 3,5 – 3,75 (Salvador, 2007).

Si al evaluar la condición corporal del rebaño se observan animales que no están acorde con su lote, posiblemente estos animales tengan alguna patología que hay que diagnosticar. Si por el contrario, todos los animales del lote tienen una condición corporal no ideal, la ración debe ser revisada y ajustada para mejorar la condición corporal (Salvador, 2007).

### **3.2. Factores que afectan el crecimiento de los cabritos**

Se entiende por crecimiento el incremento de peso del animal en diferentes fases de su vida, medido como peso absoluto (peso real a una cierta edad) (Plasse, 1978). Verde (2001), lo define como los cambios en un sistema viviente que se manifiestan en una forma medible, particularmente en un aumento de tamaño determinado por la hipertrofia e hiperplasia celular que en él acontecen.

El crecimiento está influenciado por factores genéticos y no genéticos. Los factores no genéticos comúnmente denominados factores ambientales, incluyen efectos dados por el medio ambiente y por el animal, como sexo, edad, número de parto, tipo de parto y los cambios ambientales según la zona ecológica, el tipo de sistema de explotación, época de parto, año de parto, peso o condición corporal de la madre, enfermedades, entre otros. Los factores genéticos incluyen el grupo racial y padre (Muñoz, 1997) así como

las variaciones debidas a los efectos aditivos, dominantes y epistáticos de los genes .del animal.

Una forma objetiva de evaluar el crecimiento es mediante el peso vivo y la talla de los animales a diferentes edades en forma continua. Por razones de comodidad y de facilidad de estudio se evalua el peso en diferentes etapas del crecimiento, siendo los más comunes el peso al nacimiento y a los 3 meses, momento por lo general del destete (Salvador *et al.*, 2009b).

### 3.2.1. Factores que afectan el peso al nacimiento y al destete

#### 3.2.1.1. Factores Intrínsecos

##### 3.2.1.1.1. Genéticos

###### 3.2.1.1.1.1. Raza

Se ha observado que diferentes grupos raciales se comportan en forma desigual en un mismo ambiente (Muñoz, 1997). Cabras de raza de gran tamaño, paren cabritos de mayor peso que las de razas pequeñas (Fraser y Stamp, 1989).

En el Cuadro 17 se observan los valores promedio de peso al nacer y al destete a los 3 meses para diferentes razas caprinas y sus mestizos en Venezuela y otros países tropicales, donde se puede apreciar que la raza Nubian presentó los menores pesos con respecto a otras razas.

##### 3.2.1.1.2. No Genéticos

###### 3.2.1.1.2.1. Sexo del cabrito

El sexo se considera un factor no genético ya que determina el ambiente fisiológico y endocrinológico en el cual se desenvuelve el animal, existiendo generalmente diferencias alrededor del 5% a favor de los machos (Verde, 2001).



Diferentes autores han comprobado el efecto significativo del sexo tanto para el peso al nacimiento como al destete, a favor de los machos. Esto se debe al efecto anabólico de los andrógenos que produce el macho desde temprana edad. En el Cuadro 18 se observa la media  $\pm$  error típico para el peso al nacimiento por sexo, en diferentes razas de cabras.

Cuadro 17. Peso promedio al nacer y al destete (3 meses) (kg) para diferentes razas caprinas y sus mestizos en países tropicales

Raza	País	Peso al nacimiento	Peso al destete
Aradi	Arabia Saudita	3,17	13,03
Nubian	Brasil	2,87	12,47
Saanen	Brasil	3,05	
Toggenburg	Brasil	3,45	
Alpino Francés	India	3,22	15,81
Saanen	India	3,40	
Saanen	México	3,67	
Toggenburg	México	3,56	
Nubian	Sudan	2,30	
Nubian	Venezuela	3,05	10,35
Alpino Francés	Venezuela	3,10	10,75
Mestizo Canario	Venezuela	3,23	
Nubian x Criolla	Venezuela	3,20	11,30
Alpino x Criolla	Venezuela	3,40	11,80
75% Nubian 25% Criolla	Venezuela	3,10	12,10
75% Alpino 25% Criolla	Venezuela	3,40	14,70
50% Nubian 25% Alpina 25% Criolla	Venezuela	3,20	11,80
25% Nubian 50% Alpina 25% Criolla	Venezuela	3,20	12,60

Fuente: Modificado de Muñoz, (1997).

Muñoz (1997) obtuvo una diferencia del 10% en el peso al nacimiento y una diferencia del 13,3% en el peso al destete, tal como se observa en el Cuadro 18. Resultados similares con diferentes dietas se obtuvieron en cabritos Saanen (Ramos *et al.*, 2004).

Cuadro 18. Media  $\pm$  error típico de peso al nacimiento (kg) en diferentes razas de cabras

Raza	Machos	Hembras	Autor	País
Mestizos Alpino Francés, Canarias, Saanen	3,07 $\pm$ 0,15	2,58 $\pm$ 0,15	Quintero <i>et al.</i> (2007a)	Venezuela
Blended	2,57 $\pm$ 0,02	2,39 $\pm$ 0,02	Das <i>et al.</i> (2009)	Tanzania
Sahelin	1,66 $\pm$ 0,28	1,28 $\pm$ 0,13	Otuna y Osakwe (2008)	Nigeria
Girgentana	2,74 $\pm$ 0,07	2,66 $\pm$ 0,05	Portolano <i>et al.</i> (2002)	Sicilia, Italia
Angora	2,32 $\pm$ 0,02	2,19 $\pm$ 0,02	Liu <i>et al.</i> (2005)	China
Mestizos Alpino Francés, Canarias	2,85a	2,59b	Muñoz (1997)	Venezuela

\*: Peso al destete (kg). Letras diferentes en la misma fila:  $P < 0,05$

#### 3.2.1.1.2.2. Tipo de parto

En un parto simple, el índice de supervivencia del cabrito tiende a ser más alto ya que su peso es ligeramente superior al peso medio propio de cada raza; mientras que en partos múltiples los cabritos no suelen alcanzar el peso promedio correspondiente (Fraser y Stamp, 1989), esto es debido a la competencia de nutrientes en el útero materno y las condiciones morfo - fisiológicas de las madres.

De todos los factores estudiados, el que mayor efecto tiene sobre el peso al nacimiento de los cabritos es el tipo de parto (Muñoz, 1997), encontrando diferencias de +0,53, -0,03 y -0,50 kg para crías provenientes de partos simples, dobles y triples respectivamente (Cuadro 19), es decir que las crías de partos simples fueron 21,2% más pesadas que las de partos dobles y 46,4% más pesadas que las de partos triples. Combellas *et al.* (1995) obtuvieron resultados similares en ovinos.

Cuadro 19. Promedios ajustados y no ajustados, constantes y errores típicos del tipo de parto sobre el peso al nacimiento y al destete (kg).

	Peso Nacimiento	Peso al destete
Promedio no ajustado	3,02 ± 0,01	11,94 ± 0,08
Promedio ajustado	2,72 ± 0,04	11,19 ± 0,19
Sencillo	+0,53 ± 0,03	+0,90 ± 0,18
Doble	-0,03 ± 0,03	+0,12 ± 0,17
Triple	-0,50 ± 0,05	-1,02 ± 0,30

Fuente: Muñoz, 1997 modificado.

Resultados similares obtuvieron Chagra *et al.* (2002) con cabras lecheras en Llanos de la Rioja Argentina, donde cabras que tuvieron partos simples, los cabritos presentaron mayor peso al nacimiento que las que tuvieron partos dobles o triples (2,81; 2,53; 2,17 respectivamente).

#### 3.2.1.1.2.3. Edad o número de parto de la madre

La edad de la cabra es considerada un factor fisiológico y nutricional, debido al ambiente uterino ofrecido al feto y la producción de leche para la cría. Este factor tiene su efecto sobre el crecimiento, entre la concepción y el destete, principalmente por el componente nutricional leche materna y por el tamaño de la placenta, que depende de la edad y peso de la madre (Hurley, 1989; Arango y Plasse, 1994). Por eso, la cabra joven que todavía necesita nutrientes para su propio desarrollo y un útero de menor tamaño y por otro lado, la cabra vieja por desgaste fisiológico, paren y crían un cabrito menos pesado que la cabra de mediana edad, variando entre 3 y 6 años la edad de las cabras que producen cabritos más pesados (Muñoz, 1997). Este efecto desaparece en la fase post-destete por crecimiento compensatorio (Verde, 2001).

Muñoz, (1997) no obtuvo resultados significativos del número de parto sobre el peso de los cabritos al nacimiento, pero sobre el peso al destete fue altamente significativo ( $P < 0,01$ ) como se observa en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del número de parto sobre el peso al destete (kg).

	Peso al destete $\pm$ Error Típico
Promedio no ajustado	11,94 $\pm$ 0,08
Promedio ajustado	11,19 $\pm$ 0,19
1	-0,74 $\pm$ 0,19
2	-0,33 $\pm$ 0,18
3	+0,20 $\pm$ 0,20
4	-0,23 $\pm$ 0,22
5	+0,12 $\pm$ 0,26
6	+0,53 $\pm$ 0,29
7	+0,41 $\pm$ 0,35
8 y más	+0,03 $\pm$ 0,33

Fuente: Muñoz, 1997, modificado

#### 3.2.1.1.2.4. Periodo seco previo al parto de la madre

Salama (2005) reporta que los cabritos hijos de cabras con cero (0) días seca nacieron con menos peso que los cabritos hijos de cabras con 27 y 56 días seca. Estos resultados coinciden con los de Caja *et al.* (2006) que reportaron una disminución de 0,5 kg en el peso al nacimiento de los cabritos de madres que no tuvieron periodo seco previo. Además, el calostro de estas cabras contenía menos IgG (5,6 mg/mL) que las cabras que estuvieron 60 días secas (42,4 mg/mL), lo cual repercute en la salud del cabrito.

#### 3.2.1.2. Factores Extrínsecos

##### 3.2.1.2.1. Año de nacimiento

El año de nacimiento afecta el peso al nacimiento y el peso al destete, debido al clima que influye directa e indirectamente sobre el animal, en cuanto a la calidad de los pastos o forrajes que consume el animal y a las variaciones en el manejo del rebaño, aplicación de vacunaciones en ciertos

años, utilización de suplementación estratégica en épocas de bonanza, como efectos positivos o, al contrario, presencia de alguna enfermedad o carestía de nutrientes como efectos negativos Muñoz (1997) obtuvo diferencias altamente significativas en el año de nacimiento tanto en el peso al nacimiento como en el peso al destete, siendo mayor el efecto al destete que en el nacimiento, tal y como se observa en el Cuadro 21.

### 3.2.1.2.2. Época de nacimiento

Si los factores climáticos varían de año a año, dentro de estos también habrá diferencias. La influencia de la época o mes de nacimiento sobre la cría y su madre en el trópico, es principalmente de orden nutricional y sanitario, más que climático (Muñoz, 1997). La oferta de nutrientes a través del año es muy variable. Si los partos ocurren en épocas de abundancia de alimento para la madre, entonces estas tendrán más nutrientes que aportar al feto lo cual afectará el peso al nacimiento y posteriormente tendrán más leche que afectará de forma positiva el peso de los cabritos al destete. Lo contrario ocurrirá en épocas de restricción de alimentos.

Cuadro 21. Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento y al destete (kg).

	Peso al nacimiento (kg)	Peso al destete (kg)
Promedio no ajustado	3,02 ± 0,01	11,94 ± 0,08
Promedio ajustado	2,72 ± 0,04	11,19 ± 0,19
1987	-0,08 ± 0,08	-0,32 ± 0,29
1988	+0,01 ± 0,05	-0,21 ± 0,21
1989	-0,08 ± 0,05	-0,28 ± 0,20
1990	+0,10 ± 0,05	+1,76 ± 0,24
1991	+0,21 ± 0,07	+1,65 ± 0,20
1992	+0,12 ± 0,06	-0,16 ± 0,27
1993	-0,06 ± 0,11	-1,71 ± 0,43
1994	-0,21 ± 0,10	-0,73 ± 0,48

Fuente: Muñoz, 1997, modificado

En la medida que los sistemas de explotación sean más intensivos menos variaciones habrá en cuanto a manejo y alimentación de madres y crías, por lo que menos variaciones entre épocas ocurrirán en el año. Sin embargo, el 94% de las explotaciones en Venezuela son de tipo extensivo (Blanchard, 2001) por lo que dependen grandemente de las condiciones climáticas que marcan la oferta de forrajes, lo cual explica porque las crías nacidas en época lluviosa son 7% más pesadas que las nacidas en época seca (García, 1981 citado por Muñoz, 1997). En un ensayo llevado a cabo en el clima semiárido en Venezuela, no se encontraron diferencias significativas entre la época lluviosa (mayo – agosto) y la época de sequía (septiembre – abril) sobre el peso al nacimiento ni al destete, posiblemente por ser un sistema intensivo con un buen control alimenticio del rebaño (Muñoz, 1997).

### **3.3. Factores que afectan el intervalo entre partos**

El intervalo entre partos (IEP) es uno de los índices más utilizados para determinar la eficiencia reproductiva de los rebaños lecheros, ya que define la frecuencia con que las cabras paren, lo cual es de vital importancia puesto que la producción de leche es consecuencia de un parto.

El intervalo entre partos constituye el periodo de tiempo que transcurre entre dos partos consecutivos. Está conformado por el periodo vacío y el de gestación (Trocóniz, 1990). De estas etapas el periodo de gestación tiene una duración casi constante, con poca variación, señalándose valores promedios de 150 días (Gonzalez–Stagnaro, 1993), como se observa en el Cuadro 22 en relación a la duración de la gestación en diferentes grupos raciales.

Cuadro 22. Duración de la gestación (días) en diferentes razas de cabras

Raza	Duración de la gestación(días)
Alpino Francés	152,0 ± 3,7
Nubian	148,7 ± 3,8
Toggenburg	149,0 ± 2,8
Saanen	149,7 ± 3,9
Criolla	150,3 ± 2,4

Fuente: González–Stagnaro (1993).

Por su importancia económica y productiva así como de manejo, resulta interesante mantener un intervalo entre partos poco variable. Su variación depende de la estacionalidad reproductiva y del sistema de manejo. En cabras criollas en Venezuela y Brasil, el intervalo entre partos es de alrededor de 270 – 280 días (9 meses) (González–Stagnaro, 1993) pero se ve afectado por diferentes factores:

### 3.3.1. Factores intrínsecos

#### 3.3.1.1. Genéticos

En general, se observan diferencias entre los grupos raciales. El intervalo entre partos varía mucho de una raza a otra y depende del propósito de esa raza. Así generalmente, la raza Saanen presenta intervalos entre partos largos ya que su principal función es producir leche (Muñoz, 1997), mientras que la raza Boer explotada por su aptitud cárnica presenta intervalos entre partos más cortos (González–Stagnaro, 1993). En el Cuadro 23 se observa el intervalo entre partos de diferentes razas en Venezuela.

En la zona árida de Venezuela, la raza tiene una influencia significativa ( $P < 0,01$ ) en el intervalo entre partos, registrando los menores intervalos entre partos en cabras criollas y sus cruces en comparación con las razas importadas (Nubian, Alpino Francés, Toggenburg y Saanen),

reportándose un incremento de 50 días en el intervalo entre partos por cada cruzamiento sucesivo con machos importados (García, *et al.*, 1995). Resultados similares reportan Soares Filho *et al.* (2001), en Brasil.

Cuadro 23. Intervalo entre partos (IEP) de diferentes razas en Venezuela

Raza	IEP (días)
Nubian	274
Alpino Francés	293
Criolla	305
Nubian x Criolla	356
Alpino x Criolla	357
75% Nubian 25% Criolla	403

Fuente: Muñoz, (1997).

### 3.3.1.2. No genéticos

#### 3.3.1.2.1. Número de parto anterior

El efecto del número de parto fue altamente significativo (García *et al.*, 1995; Muñoz, 1997), indicando que el menor intervalo entre partos se presenta entre el tercer y cuarto parto. Este efecto coincide de igual forma sobre la producción de leche. Cabras de primer y segundo parto producen menos y tienen IEP más largos debido a que todavía están creciendo y sus requerimientos son mayores. Cabras después del cuarto parto también alargan los IEP por el desgaste fisiológico típico que sufre el animal. En el Cuadro 24 se observa el efecto del número de parto anterior sobre el intervalo entre partos.



Cuadro 24. Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del número de parto anterior sobre el intervalo entre partos (días).

	Peso al nacimiento (kg)
Promedio no ajustado	352,5 ± 4,1
Promedio ajustado	359,0 ± 8,9
1	+15,89 ± 11,35
2	-12,66 ± 10,08
3	-41,67 ± 10,54
4	-4,36 ± 12,45
5	+16,79 ± 15,87
6	-2,08 ± 18,48
7 y más	+28,09 ± 16,44

Fuente: Muñoz (1997), modificado

#### 3.3.1.2.2. Duración de la lactancia anterior y producción de leche

La regresión lineal del intervalo entre partos sobre la duración de la lactancia anterior tuvo un efecto altamente significativo en el estudio de Muñoz (1997), donde se indica que por cada día de más que dure la lactancia, el intervalo entre partos se alarga en 0,62 día. García *et al.*, (1995) y Sarmiento *et al.*, (2003), obtuvieron resultados similares en cabras criollas e importadas en la zona árida de Venezuela y Brasil (0,5 y 0,59 día respectivamente).

Esto coincide y tiene sentido con la producción total de leche, ya que existe una correlación positiva (0,73 – 0,77) entre la duración de la lactancia y la producción total de leche de la misma (Salvador, 2000), por lo cual cuanto más dure la lactancia, mayor cantidad de leche produce la cabra.

Los niveles de producción láctea afectan el reinicio de la actividad postparto. El intervalo parto – primer celo es de 5 meses o más en cabras de producción elevadas (mas de 600 g de leche diarios) con un intervalo entre

partos de 348,0 días, presentando diferencias altamente significativas en los intervalos entre partos de 266,5 días en cabras de baja producción (menos de 300 g de leche/día) como se observa en el Cuadro 25 (González – Stagnaro, 1993).

Cuadro 25. Efecto de la producción láctea durante los primeros 100 días de lactancia sobre la eficiencia reproductiva en cabras criollas en el medio tropical

Producción de leche	Intervalo parto – primer celo (d)	Intervalo entre partos (d)	Fertilidad (%)	Prolificidad	Partos múltiples (%)
>600 g	178,6 ± 26,5 <sup>a</sup>	348,0 ± 92 <sup>a</sup>	61,1 ± 8 <sup>a</sup>	1,54	55,1 <sup>a</sup>
300 – 600 g	139,2 ± 19,9 <sup>b</sup>	305,3 ± 71 <sup>a</sup>	64,6 ± 7 <sup>a</sup>	1,45	45,7 <sup>b</sup>
<300	96,5 ± 15,6 <sup>c</sup>	266,5 ± 42 <sup>b</sup>	77,9 ± 5 <sup>b</sup>	1,51	53,1 <sup>a</sup>
Secas	63,2 ± 12,8 <sup>d</sup>	229,7 ± 38 <sup>b</sup>	86,3 ± 7 <sup>c</sup>	1,43	48,8 <sup>ac</sup>

Fuente: González–Stagnaro, (1993). Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

### 3.3.1.2.3. Tipo de parto

El número de cabritos por parto mostró significancia sobre el intervalo entre partos y se observó un incremento en el intervalo en las cabras que tuvieron partos múltiples en vez de simples (290,9 vs 264,6 respectivamente), posiblemente por el efecto de mayor producción de leche en la cabra, lo cual interfiere con la reproducción y el mayor tiempo de involución uterina que necesita la cabra para tener el tracto genital listo para la viabilidad de la concepción (González–Stagnaro, 1993). Resultados similares señalaron García *et al.* (1995), quienes indicaron intervalos entre partos de 345,2 ± 7,5; 360,8 ± 7,6; 388,7 ± 21,6 para partos sencillos, dobles y triples, respectivamente. Sarmiento *et al.* (2003) y Soares Filho *et al.* (2001),

no obtuvieron diferencias significativas probablemente por la crianza artificial del cabrito.

### 3.3.2. Factores extrínsecos

#### 3.3.2.1. Año de parto anterior

El efecto del año de parto fue altamente significativo en el estudio realizado por Muñoz (1997), lo cual coincide con lo reportado con otros autores, pues en la medida que varían las condiciones ambientales en un rebaño de año a año por cambios en la alimentación, planes sanitarios, bonanzas, etc., se producen cambios en el intervalo entre partos. Tal y como se observa en el Cuadro 26.

#### 3.3.2.2. Época de parto

La época de parto tiene una notable influencia en el intervalo entre partos (García *et al.*, 1995; Soares Filho *et al.*, 2001). Cuando el parto anterior ocurre en época de lluvias, el IEP puede disminuir a 7 meses, con un intervalo parto concepción de 2 meses. Al contrario, cuando los partos ocurren en época de sequía, el IEP se extiende más de 9 meses (González–Stagnaro, 1993). Muñoz (1997) obtuvo resultados parecidos, que aunque la época de parto no tuvo efecto significativo, si mostró una tendencia a que las cabras que parieron en época de lluvia presentaron IEP 3,7 % más cortos que las que parieron en época de sequía.

Cuadro 26. Promedios no ajustados y ajustados, constantes y errores típicos del efecto del año de parto anterior sobre el intervalo entre partos (días).

	Peso al nacimiento (kg)
Promedio no ajustado	352,5 ± 4,1
Promedio ajustado	359,0 ± 8,9
1987	+7,42 ± 22,67
1988	-59,42 ± 14,02
1989	+36,62 ± 14,71
1990	+0,28 ± 11,84
1991	-22,27 ± 19,66
1992	+29,69 ± 13,93
1993	+7,68 ± 34,02

Fuente: Muñoz, 1997, modificado

### 3.3.2.3. Peso al parto – Condición corporal

La regresión lineal del intervalo entre partos sobre el peso al parto resultó ser altamente significativa ( $P < 0,01$ ), indicando que por cada kg adicional de peso al parto inicial se reduce 2,4 días el intervalo entre partos, lo cual indica la importancia de obtener un buen peso al parto (Muñoz, 1997). Sin embargo, esto parece estar más relacionado con la condición corporal al parto que al peso, pues una cabra de gran talla pero flaca puede pesar más que una cabra pequeña pero gorda que tiene mejores condiciones para concebir y, por tanto, acortar el intervalo entre partos. García *et al.* (1995) no obtuvieron resultados significativos del efecto del peso al parto sobre el intervalo entre partos.

González–Stagnaro (1993, 2001) señaló que después del parto los pequeños rumiantes tropicales entran en un periodo de anestro relativo, el cual depende del manejo nutricional y de la condición corporal al parto, por lo que mientras no se recupere el bajo peso y la condición corporal al parto, se mantiene y prolonga el anestro en la mayoría de las cabras. Una fuerte

disminución del peso corporal al parto en un 25% incrementan el intervalo parto – celo de 51 a 91 días.

En el Cuadro 27 se observa el efecto de la condición corporal al parto sobre el intervalo parto – servicio (el cual está relacionado positivamente con el intervalo entre partos) en cabras tropicales.

Cuadro 27. Efecto de la condición corporal al parto sobre el intervalo parto – servicio (días) en cabras tropicales

Condición corporal	Intervalo parto – celo
<1	92 <sup>b</sup>
1 – 2	73 <sup>ab</sup>
2 – 3	56 <sup>a</sup>
>3	58 <sup>a</sup>

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Fuente: González – Stagnaro, (1993).

### 3.4. Modelos matemáticos para la determinación de la curva de la lactancia en cabras

La producción de leche durante la lactancia, tanto en cabras como en otros mamíferos, es el resultado de los procesos de síntesis y secreción de compuestos orgánicos e inorgánicos y de filtración de sangre activa y pasiva por células epiteliales especializadas de la glándula mamaria.

Desde el final de la gestación hay una fase de rápida activación celular, seguido por una regresión celular (remodelación celular), a tasas variables, que termina con el cese de lactancia o periodo seco (Hurley, 1989). Un patrón típico del rendimiento en leche en el tiempo es el resultado de mecanismos fisiológicos (Figura 4), que se caracterizan por una fase inicial de aumento de la producción, que alcanza un máximo (pico de

lactancia) y luego declina más o menos rápidamente hasta el periodo seco (Noguera *et al.* 2011).

El patrón de lactancia representado en la Figura 4 puede considerarse como el resultado de la expresión de los mecanismos fisiológicos subyacentes a la producción de leche y se denomina la curva de lactancia (en este caso modelo Wood).

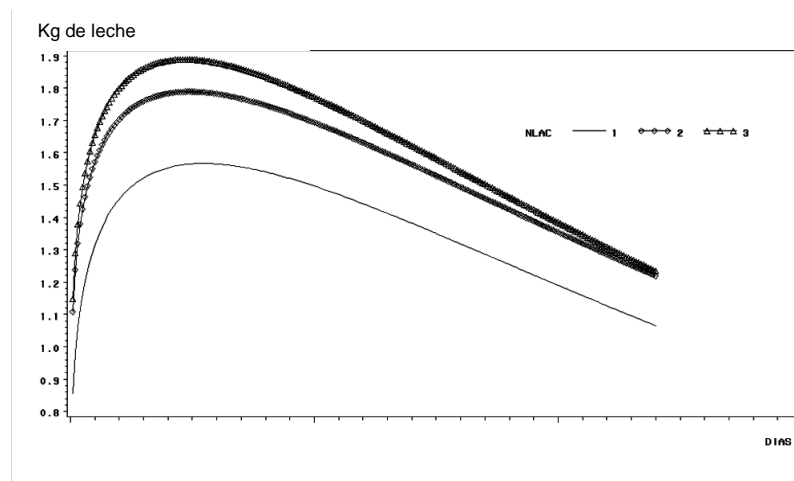


Figura 4. Curva de lactancia de cabras ajustada por el modelo Wood

Fuente: Noguera *et al.*, (2011).

Las características básicas de la forma de la curva de lactancia son: (i) días en lactancia en la que se produce el pico de lactancia; (ii) pico de producción; (iii) tasa de disminución de rendimiento después de la cúspide, la inversa de lo que se conoce como la persistencia de la lactancia y mide la capacidad del animal para mantener un rendimiento constante después del pico de lactancia; y (iv) rendimiento total de lactancia, que puede ser estimado mediante el área bajo la curva de lactancia.

Es de gran ayuda el conocimiento de las características principales de la curva de lactancia para los productores y profesionales de la ganadería de leche. Permite la predicción del rendimiento total de leche con unas pruebas en la lactancia temprana: (i) calcular los ingresos brutos que pueden

obtenerse de una cabra; (ii) elegir qué animales tienen que ser sacrificados; (iii) la identificación de los animales enfermos por una disminución de rendimiento antes de la aparición de síntomas clínicos (por ejemplo, la mastitis subclínica); y (iv) identificar animales de alta producción que tienen mayores necesidades nutricionales que los animales promedio (Gipson y Grossman, 1989).

La descripción de la evolución temporal de la producción de leche en rumiantes domésticos es una de las más importantes aplicaciones de modelización matemática en ciencia animal. Modelos de curva de lactancia se implementan para programas computarizados de gestión para ganado de leche (Boe *et al.*, 2005). Los modelos de curvas de lactancia son una versión mejorada de modelos genéticos utilizados para predecir los valores de cría y estimar los componentes de la varianza para la producción de leche y en los planes de selección para el mejoramiento genético de la producción de leche en animales lactantes (Schaeffer, 2004).

Datos para ser modelados por lo general consisten en registrar el rendimiento lechero diario (o composición, por ejemplo, grasa, o proteínas, o recuento de células somáticas) medidos en diferentes momentos desde el parto en un mismo animal, lo que representa un caso de diseño de medidas repetidas en el tiempo (Macciotta *et al.*, 2008).

En el modelado de curvas de lactancia, el enfoque más común de todos los modelos existentes es que la producción depende del tiempo,  $y = f(t)$ . Ese enfoque empírico esencialmente pretende describir el componente regular y continuo de la pauta de lactancia (Macciotta *et al.*, 2008). Algunas de las funciones utilizadas para modular curvas de lactancia de cabra figuran en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Modelos matemáticos utilizados para ajustar curvas de lactancia de cabra.

Modelo	Ecuación	Referencia
Cappio-Borlino <i>et al.</i> (1997)	$y(t) = at^{be(-ct)}$	Todaro <i>et al.</i> (1999), Fernández <i>et al.</i> (2002), Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Cobby y Le Du (1978)	$y(t) = a - bt - ae^{-ct}$	Fernández <i>et al.</i> (2002), Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Dhanoa (1981)	$y(t) = at^{bc} e^{-ct}$	Dhanoa (1981), Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Grossman y Koops (1988)	$y(t) = \sum_{i=1}^2 \{a_i b_i [1 - \tan^2(b_i(t - c_i))]\}$	Gipson y Grossman (1989), Macedo <i>et al.</i> (2001)
Morant y Gnanasakthy (1989)	$y(t) = ae^{b(1+t^{72})t} + c(t')^2 - (1.01/t)$	Williams (1993), Macedo <i>et al.</i> (2001), Gonçalves <i>et al.</i> (2001), Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Nelder (1966)	$y(t) = (t/a) + bt + ct^2$	Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Wilmink (1987)	$y(t) = a + be^{-kt} + ct$	Macciotta <i>et al.</i> (2004)
Wood (1967)	$y(t) = at^b e^{-ct}$	Gipson y Grossman (1990), Rota <i>et al.</i> (1993), Giaccone <i>et al.</i> (1995), Ruvuna <i>et al.</i> (1995), Montaldo <i>et al.</i> (1997), Andonov <i>et al.</i> (1999), Akpa <i>et al.</i> (2001), Fernández <i>et al.</i> (2002), Macciotta <i>et al.</i> (2003), McManus <i>et al.</i> (2003), Silva <i>et al.</i> (2005), Zambom <i>et al.</i> (2005), Guimarães <i>et al.</i> (2006)
Ali-Schaeffer (1987)	$y(t) = a + b(t/210) + c(t/210)^2 + d \log(210/t) + k [\log(210/t)]^2$	Ali y Schaeffer (1987)

Fuente: Macciotta *et al.*, 2008. Modificado.

y = rendimiento lechero; t = tiempo en lactancia; t' = (1 - 150 días)/100;  
Parámetros de función: a: ascenso, b: cúspide, c: persistencia, e: Log n, k: constante.

Cabe notar que la mayoría de las funciones matemáticas que se utilizan para describir la curva de lactancia de cabra tienen tres parámetros.



Esto es una consecuencia directa del limitado número de registros por lactancia promedio disponible por cabras, no más de seis, para una lactancia de cabra de 221 días promedio criando una cría (AIA, 2005).

Modelos con un número elevado de parámetros, tales como el de Ali y Schaeffer (1987) con regresión múltiple de 5 parámetros han sido usados para ajustar las curvas promedio o curvas aleatorias individuales en modelos de regresión aleatorio (Schaeffer y Sullivan, 1994).

Una particularidad del modelado de curvas de lactancia de cabras, que también puede encontrarse en ovejas lecheras, es con respecto a la primera fase de la lactancia. En sistemas agrícolas intensivos (típicos del Norte de Francia, países Nórdicos y Norte de Italia) la crianza del cabrito es artificial y el inicio del ordeño y medición comienza inmediatamente posterior al parto. En contraste, en sistemas extensivos (típicos del Suroeste de los países mediterráneos, África y Latinoamérica), el primer mes de lactancia se pierde porque las cabras no se ordeñan para que la leche sea para la crianza de las crías. En la segunda situación, rendimientos de lactancia temprana pueden obtenerse del ordeño parcial, es decir, después del amamantamiento de las crías (Wahome *et al.*, 1994; Ruvuna *et al.*, 1995) o estimado de la ganancia diaria promedio de la cría (Giaccone *et al.*, 1995). En cualquier caso, la escasa disponibilidad de datos durante el primer mes de lactancia a menudo impide un modelado preciso de esta fase y puede conducir a resultados inesperados, tales como la estimación de curvas sin el pico de lactancia o una gran variabilidad en el momento en que se produce el pico de lactancia.

Además de la predicción del rendimiento total de la lactancia a los pocos días de iniciada la misma, la estimación de parámetros de la curva de lactancia puede permitir calcular sus principales características (Macciotta *et al.*, 2008). Algunas de las funciones matemáticas que se observan en el Cuadro 29 tienen parámetros con un claro significado en términos de la forma de la curva de lactancia.

Un ejemplo es la ecuación de Wood (1967), que es probablemente la función más popular de la curva de lactancia. En dicho modelo, *a* es un parámetro a escala que regula el nivel general de la curva, *b* controla el tipo y la magnitud de la función de la curvatura y *c* regula la disminución del rendimiento tras el pico de lactancia (persistencia). El Cuadro 29 presenta valores de parámetros *a*, *b* y *c* de la función de Wood estimada para algunas razas de cabra (Macciotta *et al.*, 2008).

Cuadro 29. Parámetros *a*, *b* y *c* estimados de la función de Wood obtenidos en varias razas de cabra.

Raza	Parámetros			Referencia
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
Alpina, La Mancha, Nubian, Saanen, Toggenburg	2,316	0,230	-0,005	Gipson y Grossman (1990)
Derivata di Siria	1,388	0,163	-0,005	Giaccone <i>et al.</i> (1995)
East African, Galla	0,345	0,149	-0,082	Ruvuna <i>et al.</i> (1995)
Cruces Europea X criolla mexicana	3,756	0,641	-0,0109	Montaldo <i>et al.</i> (1997)
Saanen X criolla brasileña	1,056	0,383	-0,0123	Macedo <i>et al.</i> (2001)
Murciano-Granadina	2,287	0,129	-0,029	Fernández <i>et al.</i> (2002)
Red Sokoto	0,586	0,316	-0,023	Akpa <i>et al.</i> (2001)
Sarda	1,007	0,182	-0,007	Macciotta <i>et al.</i> (2008)
Small East African	0,333	0,227	-0,0052	Wahome <i>et al.</i> (1994)
Verata	1,290	0,207	-0,0052	Rota <i>et al.</i> (1993)

Fuente: Macciotta *et al.* (2008). *a*, *b*, y *c*: parámetros estimados.

Macciotta *et al.* (2008) señalan que los parámetros obtenidos por la función de Wood pueden utilizarse para calcular algunas características esenciales de la forma de la curva de lactancia, como el día en el que la cúspide es alcanzada (*t<sub>m</sub>*), el máximo rendimiento (*y<sub>m</sub>*) y persistencia de la lactancia (*p*) mediante las ecuaciones:

$$t_m = -b/c; \quad y_m = a/(c/b)^b e^b; \quad p = I^{-(b+1)}$$

Donde *I* = Índice de disminución. *a*, *b*, y *c*: descritos anteriormente

En el Cuadro 30 se observan algunas características de la forma de la curva de lactancia para las diferentes razas de cabra, estimadas mediante la función de Wood.

El tiempo en que se produce el pico de la lactancia es variable, desde alrededor de 2 semanas a más de 60 días. Tales diferencias podrían ser principalmente debido a las características de la raza ó, incluso, a efectos de muestreo. El pico de lactancia se produce antes en razas locales y de bajo rendimiento (alrededor de 30 días postparto) que en razas altamente seleccionadas como Saanen, Alpina y sus cruces (aproximadamente unos 2 meses). Estos resultados concuerdan con los que se observan en razas tropicales, que tienen picos de lactancia en unas 3 semanas a partir del parto (Akpa *et al.*, 2001) y en sus cruces con razas de alta producción, que muestran un pico retrasado (Ruvuna *et al.*, 1995).

Cabras de primer parto tienen el pico mas tarde que cabras de varios partos en las razas Saanen y Murciano-Granadina, como lo reportan Gipson y Grossman (1990).

Los rendimientos de leche en el pico de lactancia reflejan las diferentes características productivas de las razas.

Los valores de la persistencia de la lactancia expresan una medida no dimensional de intervalo de tiempo durante el cual el rendimiento lechero se mantiene en un valor similar al pico (Cappio-Borlino *et al.*, 1989). Puede observarse que tales valores tienden a disminuir desde el parto. Estos resultados concuerdan con los reportados en otras especies lecheras como ganado vacuno, ovejas y búfalos: animales más jóvenes muestran picos más bajos y mayor persistencia que los animales mayores, porque el proceso de crecimiento que aún está en curso durante la primera lactancia contrarresta la disminución normal de rendimiento lechero (Stanton *et al.*, 1992).

Cuadro 30. Días en lactancia en el pico de producción (tm), máximo rendimiento (ym) y persistencia (p) de lactancia calculada a partir de parámetros estimados por la función de Wood en diferentes razas de cabra.

Raza	Observaciones	nº de parto	tm (días)	ym (kg)	p	Referencia
Alpina, La Mancha, Nubian, Saanen, Toggenburg		1	53	3,0	6,68	Gipson y Grossman (1990)
		>2	46	4,4	6,51	
Derivata di Siria	6	1	45	1,65	6,63	Giaccone <i>et al.</i> (1995)
	22	2	63	1,89	6,82	
	38	>3	47	2,05	6,40	
Saanen X	49	1	58	1,78	7,53	Montaldo <i>et al.</i> (1997)
Alpina,	221	2	61	2,38	7,57	
Toggenburg X	355	3	54	2,54	7,17	
local, Criolla Mexicana, Saanen X	31	1-4	34	2,24	6,27	Macedo <i>et al.</i> (2001)
criollo Brasileñas, Florida	968	1-7	13	2,68	4,32	Peña <i>et al.</i> (1999)
Murciano- Granadina	190	1	32	1,66	3,75	Fernández <i>et al.</i> (2002)
	167	2	20	2,35	3,81	
	376	>3	15	1,78		
Red Sokoto	22	1	20	0,76	5,45	Akpa <i>et al.</i> (2001)
	17	2	20	0,95	5,44	
	13	3	19	1,64	5,39	
Saanen	150	1	64,6	3,22	7,04	Groenewald y Viljoen (2003)
	211	2	54,4	4,21	6,84	
	253	3	58,8	4,53	7,02	
Sarda	161	1	32	1,35	6,07	Macciotta <i>et al.</i> , 2008
	222	2	31	1,57	6,04	
	152	3	38	1,53	6,01	

Fuente: Macciotta *et al.*, 2008

La mayoría de los estudios de modelos de curvas de lactancia en cabras se realizan con el promedio de curvas ajustadas con grupos homogéneos (número de parto, estación de parto, número de cabritos al

parto). Cuando se modelan las curvas promedio, casi todas las funciones en conexión dan buenas estimaciones, con valores de  $R^2$  a menudo superiores a 0,80 (Montaldo *et al.*, 1997; Todaro *et al.*, 1999; Macedo *et al.*, 2001; Fernández *et al.*, 2002). Estas estimaciones no se mantienen cuando se evalúan patrones individuales.

Actualmente la modificación genética de la forma de la curva de lactancia para obtener ventajas económicas es uno de los principales retos para los genetistas y profesionales interesados en el mejoramiento genético de la producción de leche (Rekaya *et al.*, 2000).

Un estudio llevado a cabo en las curvas de lactancia individuales de cabras Frisa, usando la función Wilmink (Macciotta *et al.*, 2004) mostró un gran intervalo de valores de  $R^2$  (Cuadro 31). Este resultado concuerda con hallazgos observados en ganado lechero, donde la gran variabilidad de formas de curvas de lactancia individuales ha sido atribuida a las diferencias biológicas entre las vacas y la interacción entre la estructura de los datos analizados y las propiedades matemáticas de los modelos utilizados (Olori *et al.*, 1999; Landete-Castillejos y Gallego, 2000; Macciotta *et al.*, 2005).

Cuadro 31. Frecuencias absoluta y relativa entre diferentes clases de  $R^2$  de las curvas individuales de lactancia de cabras Frisa.

$R^2$	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
<0,20	65	0,14
0,20–0,40	35	0,08
0,40–0,60	52	0,12
0,60–0,80	106	0,24
>0,80	190	0,42

Fuente: Macciotta *et al.* (2004)

En el mismo estudio, también se observaron algunas formas atípicas, por ejemplo, sin el pico de lactancia. La detección de curvas atípicas también se ha reportado en bovinos y ovinos (Cappio-Borlino *et al.*, 1997), y se basa

en los signos de los parámetros de la función estimada. En el caso de la función de Wood, según Macciotta *et al.* (2004), las formas atípicas se caracterizan por los valores negativos del parámetro  $b$  ( $a$  positivo y  $c$  negativo), mientras que para la función de Wilmink, formas atípicas de modelo tienen valores positivos de  $b$  ( $a$  positivo y  $c$  negativo).

La frecuencia de formas atípicas (30%) observado por Macciotta *et al.* (2004) para cabras es similar al reportado para ovejas y vacas lecheras. Fernández *et al.* (2002) encontraron una curva de lactancia promedio atípica para cabras de tercer parto o superior y lo atribuyeron a la aparición del pico de lactancia muy cerca del parto, que no podía ser reconocido por la función matemática utilizada.

Las razones para observarse curvas de lactancia atípicas pueden ser: (i) las diferencias biológicas entre animales; (ii) propiedades matemáticas del modelo utilizado; y (iii) la estructura de los datos analizados (principalmente la distancia del parto al primer registro disponible y la distribución de registros a lo largo de la lactancia). La principal consecuencia de una forma atípica es el cambio de signo y, por tanto, en el sentido de parámetros de la curva de lactancia. Esto hace muy difícil para estimar el efecto de factores fijos y aleatorios en la forma de la curva de la lactancia cuando los valores de los parámetros de la curva de lactancia se analizan con modelos lineales (Shanks *et al.*, 1981), o cuando se utilizan funciones matemáticas para ajustar curvas individuales en regresiones aleatorias para probar modelos de interpretación de los resultados (Jamrozik y Schaeffer, 1997).

Aunque la mayoría de los estudios sobre modelos de curva de lactancia de cabra se han ocupado de rendimiento lechero, también existe (aunque poca) información en el modelaje de la curva de lactancia para los componentes lácteos. En este sentido, Rota *et al.* (1993), usando la función de Wood en curvas para contenido de grasa, proteína y recuento de células

somáticas en cabras Verata, obtuvieron buenas estimaciones para el contenido de recuento de células somáticas ( $R^2 = 0.97$ ).

El número de parto puede afectar la forma de la curva de la lactancia (Giaccone *et al.*, 1995; Akpa *et al.*, 2001) como se observa en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Medias mínimas cuadráticas para parámetros de Wood en cabras por número de parto.

Raza	Número de parto	Parámetros			Referencia
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
Red Sokoto	1	0,388	0,338	0,017	Akpa <i>et al.</i> (2001)
	2	0,471	0,355	0,018	
	3	0,877	0,323	0,017	
		P <0,05	NS	NS	
Derivata di Siria	1	0,116	0,115	0,0029	Giaccone <i>et al.</i> (1995)
	2	0,119	0,153	0,0031	
	3	0,129	0,163	0,0045	
		P <0,01	P <0,01	P <0,01	

NS: no significativo. *a*, *b*, y *c*: parámetros estimados.

En ambos estudios se encontró un efecto significativo del número de parto en el parámetro *a*, con el aumento de los valores que van desde las primíparas a mayor número de parto. Esto se esperaba para este parámetro *a*, el cual es responsable de la altura de la curva, es decir, el nivel de producción, que es menor en animales jóvenes generalmente. El efecto del número de parto en el parámetro *b* puede explicarse por una curvatura más pronunciada de la curva de lactancia en la primera fase de la lactancia debido a mayores producciones de pico (Giaccone *et al.*, 1995). Por último, el valor absoluto del parámetro *c*, que tiene un signo negativo, fue menor para cabras de primera parto, evidenciando la mayor persistencia en animales jóvenes.

McManus *et al.* (2003) evaluaron diferentes fuentes de variación sobre los parámetros de las curvas de lactancia en diferentes razas de cabras lecheras: Saanen, Alpino Francés, Toggenburg y mestizos, observando diferencias significativas en el año, mes y tipo de parto, como se aprecia en los parámetros obtenidos por la función cuadrática en el Cuadro 33.

Cuadro 33. Medias mínimas cuadráticas para año, mes y tipo de parto de parámetros del modelo cuadrático en cabras.

Mes de parto	Parámetros		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Enero	2,17	0,003	0,11 <sup>a</sup>
Febrero	1,82	0,002	5,74 <sup>b</sup>
Marzo	2,16	-0,002	-2,41 <sup>c</sup>
Abril	2,07	0,014	-2,44 <sup>c</sup>
Mayo	2,72	-6,95 <sup>b</sup>	0,011
Junio	2,58	0,007	-0,67 <sup>d</sup>
Julio	3,32	-0,004	0,98 <sup>a</sup>
Agosto	1,56	0,023	0,51 <sup>a</sup>
Septiembre	2,74	-0,007	0,81 <sup>a</sup>
Octubre	2,75	0,008	-4,55 <sup>b</sup>
Noviembre	2,48	0,007	-2,27 <sup>c</sup>
Diciembre	-	-	-
Año de parto			
1995	2,02	0,002	-1,19
1996	2,38	0,006	-1,67
1997	2,43	0,008	-1,82
Tipo de parto			
Simple	2,06 <sup>a</sup>	0,001 <sup>a</sup>	-1,89
Doble	2,60 <sup>b</sup>	0,013 <sup>b</sup>	-1,87
Triple	2,97 <sup>c</sup>	-0,007 <sup>c</sup>	3,36

Fuente: McManus *et al.* (2003) Modificado.

Letras diferentes:  $P < 0,05$ . *a*, *b*, y *c*: parámetros estimados.

Estos autores determinaron que las cabras que parieron en los meses de lluvia (julio a septiembre) fueron las que presentaron mayores producciones medias a inicio del parto, así como mayor tasa media de ascenso y mayor persistencia.



De igual manera, los partos dobles y triples presentaron mayor producción con una tasa de ascenso más rápida y una mayor persistencia que los partos simples, lo cual coincide con los resultados de Pedauye (1989).

Peña *et al.* (1999) también obtuvieron diferencias significativas de la época de parto en la producción inicial, producción máxima en el pico, tiempo en producirse el pico y la persistencia, a favor de las que parieron en invierno y primavera. De igual manera, el número de parto también afectó estos parámetros, siendo superior en cabras de más de dos partos hasta el séptimo parto.

La investigación sobre modelación matemática de la curva de lactancia en cabras, principalmente aborda modelos matemáticos empíricos aplicados a las razas de cabras locales y tropicales. Se han obtenido buenos resultados en modelado de curvas de lactancia promedio, considerando que se han producido una amplia gama de actuaciones de conexión cuando patrones individuales han sido ajustados. Debe investigarse más el modelado de curvas individuales teniendo en cuenta un posible uso futuro de regresiones aleatorias, para predecir valores de cría con fines de selección (Macciotta *et al.*, 2008).

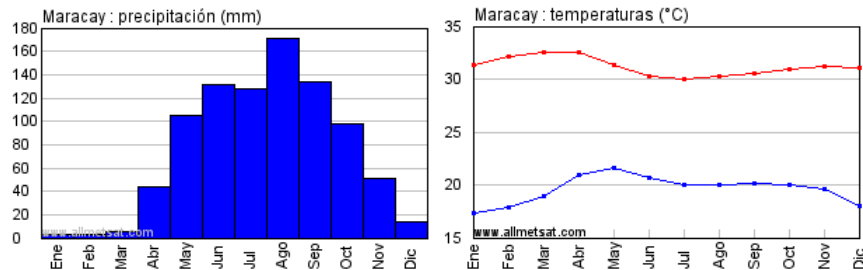
Es necesario el desarrollo de modelos capaces de predecir rendimientos diarios durante la lactancia con precisión razonable. En realidad, es necesario un aumento del número de animales evaluados para aumentar el impacto de programas para cabras lecheras de cría, pero esto aumentaría el costo de los programas de selección. Se puede lograr un punto de equilibrio entre estos dos conceptos contrarios mediante un adecuado modelo matemático capaz de predecir la falta de datos sobre la base de unos valores o datos reales, con suficiente precisión. Modelos basados en el enfoque multivariado como la regresión parcial de mínimos cuadrados (Macciotta *et al.*, 2006), podrían ser opciones interesantes.

## 4. Materiales y Métodos

### 4.1. Descripción del lugar de estudio y manejo

Todos los estudios para el desarrollo de los objetivos específicos se desarrollaron en la Unidad Experimental de Producción Caprina (UEPC), de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Maracay, Municipio Mario Briceño Iragorry del Estado Aragua, en 10° 16' 25,30" N y 67° 36' 35" O a una altitud de 435 msnm, con precipitaciones promedio de 1000 mm anual y un comportamiento unimodal con cuatro meses secos (Diciembre – Marzo) y ocho meses húmedos (Abril – Noviembre), temperatura promedio de 27 °C y humedad relativa del 65-85 % (Allmetsat, 2012. Estación meteorológica Base Aérea Mariscal Sucre).

En la Figura 5 se observan las temperaturas máximas y mínimas, y precipitación promedio mensual en los 10 últimos años en Maracay.



Fuente: Allmetsat (2012). Estación meteorológica Base Aérea Mariscal Sucre.

Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas, y precipitación promedio mensual de los 10 últimos años en Maracay

Las cabras presentaban diferentes patrones raciales, y se agruparon de la siguiente manera: Alpino Francés puras – 5/8 Alpino Francés, <5/8 Alpino Francés – >1/2 Alpino Francés, Canarias puras – 5/8 Canarias, <5/8 Canarias – >1/2 Canarias, y 1/2 Alpino Francés x 1/2 Canarias, (este grupo racial compuesto por individuos F1 y F2).

Esta agrupación se realizó a fin de tener suficiente número de observaciones en cada clase o grupo racial por año y mes de parto, ya que por ser un rebaño en crecimiento se tenía información precisa del grupo racial por pedigrí, a excepción de los ejemplares fundadores que se clasificaron por apreciación fenotípica.

Los grupos raciales  $<5/8$  Alpino Francés y  $<5/8$  Canarias presentaron fenotípicamente apariencia de estas razas, presentando mayor proporción de estos grupos raciales que de otros grupos raciales como Criollas o Nubian (en forma minoritaria) proveniente de los animales fundadores.

El criterio de apareamiento fue originalmente tener dos grupos raciales bien definidos: Alpino Francés puro y Canarias puras, sin embargo, a partir del año 2005 se aumentó el uso de padrotes Alpino Francés puros a fin de absorber el rebaño hacia esta raza porque se apreciaba una mejora en el ordeño ya que la ubre de las cabras Canarias es muy alongada o desprendida, lo que dificulta el uso del equipo de ordeño mecánico.

Todas las cabras fueron sometidas al mismo manejo zootécnico y sanitario. Por existir temporada de servicios (Mayo – Julio), la mayoría de los partos ocurrieron entre los meses de Octubre a Diciembre. Se mantuvieron en confinamiento en corrales de 64 m<sup>2</sup> durante todo el ensayo, ordeñadas en equipo mecánico Surge – Westfalia a las 08:00 h a fondo una vez al día y sometidas a un régimen de amamantamiento restringido, permaneciendo con sus crías desde el ordeño hasta las 16:00 h, donde se separaban hasta el próximo ordeño.

La alimentación fue *ad libitum* con heno de pasto Bermuda (*Cynodon dactylon*) con 13% de proteína cruda y 500g de alimento concentrado con 18% de proteína cruda (Cuadro 34).

Cuadro 34. Composición química de la ración suministrada a los animales

(%)	Heno bermuda	Concentrado
Materia Seca	91,87	91,95
Humedad	8,13	8,05
Cenizas	8,60	13,03
Proteína Cruda	8,37	18,16
Fibra Cruda	30,51	10,92
Extracto Etereo	2,52	5,00
Fibra Detergente Neutra	77,39	33,01
Fibra Detergente Acida	38,59	16,84
Lignina	7,13	3,73
Celulosa	28,55	10,72
Hemicelulosa	38,86	16,17

#### 4.2. Análisis estadísticos

##### 4.2.1. Para determinar el objetivo 1:

Estimar los efectos de algunos factores no genéticos tales como: edad al parto, año y mes de parto, tipo de parto, periodo seco previo, duración de la lactancia y el efecto de grupo racial sobre la producción de leche total, truncada a 210 días y los días en lactancia.

Se utilizó el paquete estadístico SAS mediante la metodología de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y el procedimiento “Proc Mixed” con la opción “Repeated” para medidas repetidas en el tiempo, y para la estructura de la covarianza “Compound Symmetry” (cs). Para determinar la mejor estructura de covarianza se probaron diez diferentes tipos de estructuras, mediante los criterios Akaike, Bayesiano y el  $-2\log$  verosimilitud, escogiéndose aquel con valores menores para los tres criterios (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Se realizó una prueba de  $t$  para determinar diferencias significativas entre medias, usando el paquete estadístico SAS (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Las fuentes de variación se agruparon de la siguiente manera:

Los grupos raciales se agruparon en 5 grupos, a saber: 1) Canaria Pura – 5/8; 2) <5/8 Canaria; 3) Alpino Francés pura – 5/8; 4) <5/8 Alpino Francés; y 5) ½ Canaria ½ Alpino Francés. Posteriormente el grupo 4, <5/8 Alpino Francés se eliminó porque solo tenía 9 observaciones en un solo año de parto.

Se agruparon las cabras la edad de 1 y 2 años porque hay pocas cabras que parieran al año de edad, y también se agruparon las de 8 años y más por el poco número de observaciones con más de 8 años.

El año de parto se agrupó en periodos bianuales para tener observaciones de todos los grupos raciales en cada periodo de parto. El año 2001 se agrupó con el periodo 2002 – 2003 porque solo tenía 10 observaciones.

Los meses de parto se agruparon en 4 categorías: 1) Partos ocurridos de enero a agosto. 9) Partos ocurridos en septiembre. 10) Partos ocurridos en octubre. 11) Partos ocurridos en noviembre y diciembre. Se agruparon de esta manera porque en la Unidad Experimental de Producción Caprina se implementó una temporada de servicio en los meses mayo, junio y julio, por lo que los nacimientos ocurren en su mayoría en septiembre (9), octubre (10) y noviembre (11). Se agruparon los partos de diciembre con los de noviembre, y los que ocurrieron entre enero y agosto (1) en un solo grupo por poseer muy pocas observaciones.

#### 4.2.1.1. Producción de leche total:

Para estudiar los factores que afectan la producción de leche total del rebaño caprino lechero se utilizaron los registros (218 observaciones) durante 9 años.

Todas las cabras se ordeñaban una vez al día en un equipo de ordeño mecánico Surge – Westfalia a fondo y la producción de leche se media

diariamente en medidores digitales en g (en múltiplos de 100 g) de la misma marca que el equipo, a cada cabra en ordeño.

La producción de leche total en kg (PT) se evaluó por medio de un modelo estadístico lineal aditivo que incluye raza, edad de la cabra al parto (en años), año de parto, mes de parto, tipo de parto, periodo seco previo y duración de la lactancia (covariables) como efectos fijos, y el efecto del padre, como efecto aleatorio.

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 PSP_{ijklmno} + b_2 DL_{ijklmno} + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = PT de una cabra (o) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), el de tipo de parto (m), con periodo seco previo (ijklmnq), días en lactancia (ijklmnq) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal del período seco previo sobre las variables estudiadas.

$PSP_{ijklmno}$  = Periodo seco previo de la observación ijklmno.

$b_2$  = Regresión lineal de la duración de la lactancia sobre las variables estudiadas.

$DL_{ijklmno}$  = Duración de la lactancia de la observación ijklmno.

$P_n$  = Efecto del padre (p) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\varepsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas ya que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.1.2. Producción de leche truncada a 210 días:

Se truncó la producción de leche total por lactancia a 210 días (P210d) (Peña *et al.*, 1999; Jurado 2009; Serradilla y Muñoz, 2010). Para estudiar los factores que afectan la P210d del rebaño caprino lechero se utilizaron los registros (218 observaciones) durante 9 años.

La P210d en kg se evaluó por medio de un modelo estadístico lineal aditivo que incluye raza, edad de la cabra al parto (en años), año de parto, mes de parto, tipo de parto, y periodo seco previo (covariable) como efectos fijos, y el efecto del padre, como efecto aleatorio.

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 \text{PSP}_{ijklmno} + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = P210d de una cabra (o) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), el tipo de parto (m), con periodo seco previo (ijklmno), y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal del período seco previo sobre las variables estudiadas.

$\text{PSP}_{ijklmno}$  = Periodo seco previo de la observación ijklmno.

$P_n$  = Efecto del padre (o) NIID  $(0, \sigma_o^2)$ , (n= 1,...,25).

$\epsilon_{ijklmno} = \text{Residual, ND } (0, \sigma_e^2)$ .

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas ya que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.1.3. Días en lactancia:

Para estudiar los factores que afectan los días en lactancia (DL) del rebaño caprino lechero se utilizaron los registros (219 observaciones) durante 9 años.

Los DL en días se evaluaron por medio de un modelo estadístico lineal aditivo que incluye raza, edad de la madre al parto (en años), año de parto, mes de parto, tipo de parto, y periodo seco previo (covariable) como efectos fijos, y el efecto del padre, como efecto aleatorio.

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 \text{PSP}_{ijklmno} + P_n + \epsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = DL de una cabra (o) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), el tipo de parto (m), con periodo seco previo (ijklmno), y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal del período seco previo sobre las variables estudiadas.

$\text{PSP}_{ijklmno}$  = Periodo seco previo de la observación ijklmno.

$P_n$  = Efecto del padre (o) NIID  $(0, \sigma_o^2)$ , (n= 1,...,25).



$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND (0,  $\sigma_e^2$ ).

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas ya que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.2. Para determinar el objetivo 2:

Estimar los efectos de algunos factores no genéticos tales como: edad de la madre al parto, año y mes de nacimiento, sexo, tipo de parto y el efecto de grupo racial sobre los pesos al nacimiento (PN) y destete (PD).

Se utilizó el paquete estadístico SAS mediante la metodología de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y el procedimiento "Proc Mixed", (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Se realizó una prueba de  $t$  donde se obtuvieron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Las fuentes de variación se agruparon de la siguiente manera:

Los grupos raciales se agruparon en 5 grupos, a saber: 1) Canaria Pura – 5/8; 2) <5/8 Canaria; 3) Alpino Francés pura – 5/8; 4) <5/8 Alpino Francés; y 5) ½ Canaria ½ Alpino Francés.

Se agruparon las crías de acuerdo a la edad de la madre de 1 y 2 años porque hay pocas cabras que parieran al año de edad, y también se agruparon las de 7 años y más por el poco número de observaciones con más de 7 años.

El efecto año de nacimiento y destete se agrupó en periodos bianuales para tener observaciones de todos los grupos raciales en cada periodo de

nacimiento. El año 2001 se agrupo con el periodo 2002 – 2003 porque solo tenía 10 observaciones.

El efecto del mes de nacimiento se agrupo en 4 categorías, 1) Nacimientos ocurridos de enero a agosto. 9) Nacimientos ocurridos en septiembre. 10) Nacimientos ocurridos en octubre. 11) Nacimientos ocurridos en noviembre y diciembre. Se agruparon de esta manera porque en la Unidad Experimental de Producción Caprina se implementó una temporada de servicio en los meses mayo, junio y julio, por lo que los nacimientos ocurren en su mayoría en septiembre (9), octubre (10) y noviembre (11). Se agruparon los nacimientos de diciembre con los de noviembre, y los que ocurrieron entre enero y agosto (1) en un solo grupo por poseer muy pocas observaciones.

Para estudiar los factores que afectan los pesos al nacimiento y al destete del rebaño caprino lechero se utilizaron los registros (384 y 186 observaciones respectivamente) durante 9 años.

Todos los cabritos fueron sometidos a un régimen de amamantamiento restringido, al terminar el ordeño a fondo de las madres (9:00 am) se unían a ellas y permanecían juntos en los corrales hasta las 4:00 pm.

Los pesos al destete se ajustaron por los días al destete a los 90 días, mediante la fórmula:  $PD = \left[ \frac{(PD-PN)}{Edad} \times 90 \right] + PN$ .

Los pesos al nacimiento (PN) y al destete (PD) se evaluaron por medio de un modelo estadístico lineal aditivo que incluye raza, edad de la madre al parto en años, año de nacimiento, mes de nacimiento, sexo, y tipo de parto, como efectos fijos y el efecto del padre, como efecto aleatorio. Se utilizó el Proc Mixed de SAS (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

Se realizó una prueba de t donde se obtuvieron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

#### 4.2.2.1. Peso al nacimiento:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + R_i + EM_j + AN_k + MN_l + S_m + TP_n + EM_j \times AN_k + P_o + \epsilon_{ijklmnop}$$

Donde:

$Y_{ijklmnop}$  = PN de un cabrito (p) de raza (i), Edad de la madre (j), cuyo nacimiento ocurrió en el año (k), y mes (l), el cabrito fue de sexo (m), de tipo de parto (n) y padre (o).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 4, 5).

$EM_j$  = Efecto de la edad de la madre en años (j). (j= 1 y 2, 3...6, 7 y más).

$AN_k$  = Efecto del año de nacimiento (k). (K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MN_l$  = Efecto del mes de nacimiento (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$S_m$  = Efecto del sexo del cabrito (m). (m= 1, 2).

$TP_n$  = Efecto del tipo de parto (n). (n= 1, 2, 3).

$EM_j \times AN_k$  = Efecto de la interacción edad de la madre X año de nacimiento (jk).

$P_o$  = Efecto del padre (o) NIID  $(0, \sigma_o^2)$ , (o= 1,...,28).

$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas aquellas que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.2.2. Peso al destete:

$$Y_{ijklmnop} = \mu + R_i + EM_j + AN_k + MN_l + S_m + TP_n + R_i \times TP_n + P_o + \varepsilon_{ijklmnop}$$

Donde:

$Y_{ijklmnop}$  = PD de un cabrito (p) de raza (i), Edad de la madre (j), cuyo nacimiento ocurrió en el año (k), y mes (l), y el cabrito fue de sexo (m), y de tipo de parto (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 4, 5).

$EM_j$  = Efecto de la edad de la madre en años (j). (j= 1 y 2, 3...6, 7 y más).

$AN_k$  = Efecto del año de nacimiento (k). (K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MN_l$  = Efecto del mes de nacimiento (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$S_m$  = Efecto del sexo del cabrito (m). (m= 1, 2).

$TP_n$  = Efecto del tipo de parto (n). (n= 1, 2, 3).

$R_i \times TP_n$  = Efecto de la interacción grupo racial X tipo de parto (in)

$P_o$  = Efecto del padre (o) NIID  $(0, \sigma_p^2)$ , (o= 1,...,28)

$\varepsilon_{ijklmnop}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas aquellas que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.3. Para determinar el objetivo 3:

Determinar las características y composición de leche (% de cloruros, pH, acidez, crioscopía, Wisconsin Mastitis Test, % de grasa, % de proteína, % de caseína, % de sólidos totales, % de sólidos no grasos, % de humedad, % de cenizas, % de lactosa).

Se tomó una muestra de 300 ml de leche mensualmente de cada cabra, para lo cual, se ordeñaba a fondo, se pesaba la leche y se homogenizaba, antes de tomar la muestra. Se determinó las características y composición de leche (% de cloruros, pH, acidez, crioscopía, Wisconsin Mastitis Test, % de grasa, % de proteína, % de sólidos totales, % de sólidos no grasos, % de humedad, % de cenizas, % de caseína, % de lactosa), en 758 muestras en total pertenecientes a 71 cabras del rebaño.

Para la determinación de las características y composición de la leche se utilizaron las siguientes metodologías para los análisis químicos:

1. *Determinación de Acidez Titulable:* Se utilizó el método descrito por la norma COVENIN 658-97 (Fondonorma, 1997) expresándose los resultados en mL de NaOH 0,1 N / 100 mL de leche.
2. *Determinación del pH:* Se utilizó el método potenciométrico (A. O. A. C. 1990), mediante pHmetro marca Orión modelo SA520 (Thermo Fisher Scientific Inc, Maryland, EE.UU.).
3. *Determinación de Wisconsin Mastitis Test:* Se determinó el valor de WMT por el método descrito por A.O.A.C. (1990) el cual expresa los resultados en milímetros. Se basa en la reacción de un detergente (Alquilo Aril – Purpura

Bromocresol) y el DNA del núcleo de las células somáticas presentes en leche. La prueba de mastitis según la norma COVENIN 903-93 debe ser negativa (en el caso de WMT debe ser menor a 18 mm).

4. *Determinación de Cloruros:* Se determinó el % de cloruros por la técnica coulombimétrica, según A.O.A.C., (1990), mediante equipo Jenway PCLM3 Chloride meter (Bibby Scientific Ltd, Staffordshire, Inglaterra).

5. *Determinación de Crioscopía:* El punto crioscópico ( $^{\circ}\text{H}$ ) se determinó con un crioscopio (Advanced DigiMatic Milk 4D2, Needham Heights, EE.UU.). Se transfirieron 2 mL de la muestra homogeneizada a un tubo de ensayo y se colocó en el equipo para iniciar el enfriamiento. El electrodo detecta el punto de congelación según COVENIN 940-82 (Fondonorma 1982).

6. *Determinación de Grasa:* Se utilizó la metodología de Babcock, descrita en la norma de COVENIN 503 (Fondonorma, 1982) la cual se basa en la solubilidad de todos los componentes de la muestra, a excepción de la grasa y otras sustancias lipoides en el ácido sulfúrico. Los resultados se expresan en porcentaje p/p. Se transfirieron 17.6 ml de la muestra homogenizada a un Butirometro para leche fluida, se añadieron 17.5 ml de ácido sulfúrico, se agitaron manualmente hasta que desaparecieron todas las trazas de coágulos (la reacción exotérmica debe alcanzar una temperatura de  $108 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y se centrifugó por 5 minutos, se añadió agua a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta el borde inferior de la columna del Butirometro, se centrifugó por 2 minutos, se añadió otra cantidad de agua a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta llenar la columna y se centrifugó por 1 minuto; se midió la longitud de la columna de grasa directamente en el Butirómetro.

7. *Determinación de Proteínas Totales:* Se siguió el método de Kjeldhal descrito en la norma COVENIN 370-97 (Fondonorma, 1997) y A.O.A.C., (1990). Este método se basa en que las sales amoniacaes en presencia de una base fuerte o débil liberan amoníaco, el cual se recoge en un líquido

receptor y luego se titula con un ácido estándar. El procedimiento consistió en carbonizar y deshidratar la materia orgánica por acción del ácido sulfúrico, en presencia de selenio como catalizador. La mezcla producto de la digestión en la que se ha formado sulfato de amonio se hizo reaccionar con una solución concentrada de NaOH (50%) provocando el desplazamiento del amoníaco formado, el cual se destiló por corriente de vapor y se recogió en una solución de ácido bórico (liquido receptor), luego el nitrógeno se tituló con una solución estándar de  $H_2SO_4$  0.1N y finalmente se realizaron los cálculos. Los resultados se expresaron en porcentaje de nitrógeno total, los cuales al ser multiplicado por el factor 6.38 dan como resultado el porcentaje de proteína.

8. *Determinación de Caseína:* Se determinó el % de caseína usando la técnica de titulación con formol de Walter, basada en la reacción Schiff y Sorensen descrita por A.O.A.C., (1990), basado en la propiedad de formol de unirse al grupo amínico de los aminoácidos de las proteínas.

9. *Determinación de Sólidos Totales:* El contenido de sólidos totales se determinó en forma gravimétrica, según metodología descrita en la norma COVENIN 932-82 (Fondonorma 1982), fundamentada en la diferencia de pesos una vez desecado el producto. Para efectuar la prueba se tomaron 10 mL de leche, se concentraron y luego se colocaron en una estufa a  $100^{\circ}C$  por 4 horas hasta peso constante.

10. *Determinación de Cenizas:* Las cenizas (% p/v) se cuantificaron mediante incineración en mufla según metodología A.O.A.C. (1990). Con la muestra seca de la determinación de sólidos totales se llevó la cápsula a la mufla a  $550^{\circ}C$  hasta que las cenizas tomaron un color blanco. Se enfriaron en desecador y se pesaron hasta obtener un peso constante.

11. *Determinación de Sólidos No Grasos*: Los sólidos no grasos se calcularon por diferencia entre los sólidos totales y el porcentaje de grasa. (Alvarado, 2001).

12. *Determinación de Humedad*: El porcentaje de humedad se determinó por diferencia entre el 100% y el porcentaje de sólidos totales.

13. *Determinación de Lactosa*: El porcentaje de lactosa se determinó por diferencia entre el porcentaje de sólidos totales menos el porcentaje de grasa, proteína, y cenizas.

#### 4.2.4. Para determinar el objetivo 4:

Estimar el efecto del grupo racial, edad al parto, año y época de parto, tipo de parto y días en producción, sobre las características y composición de la leche.

Se utilizaron 758 muestras en total pertenecientes a 71 cabras para evaluar las características y composición de la leche en porcentaje, por medio de un modelo estadístico lineal aditivo que incluye raza, edad al parto (en años), año de parto, mes de parto, tipo de parto, y días en producción (covariable) como efectos fijos, y el efecto del padre como aleatorio. Se utilizó el paquete estadístico SAS mediante la metodología de Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y el procedimiento "Proc Mixed" con la opción "Repeated" para medidas repetidas en el tiempo, y para la estructura de la covarianza "Compound Symmetry" (cs). Para determinar la mejor estructura de covarianza se probaron diez diferentes tipos de estructuras, mediante los criterios Akaike, Bayesiano y el  $-2\log$  verosimilitud, escogiéndose aquel con valores menores para los tres criterios (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).



Se realizó una prueba de t donde se obtuvieron diferencias significativas usando el paquete estadístico SAS (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

#### 4.2.4.1. Características físicas de la leche:

*Crioscopía, Acidez, Cloruros, WMT, pH:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Características físicas de la leche: Crioscopia, Acidez, WMT, pH de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad en años (j). (j= 1 y 2, 3...6, 7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal de las características de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de las características de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ ,  $(n= 1, \dots, 25)$ .

$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Cloruros:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + R_i \times EP_j + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \epsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Cloruros de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad en años (j). (j= 1 y 2, 3...6, 7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal de los cloruros de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de los cloruros de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ ,  $(n= 1, \dots, 25)$ .

$\varepsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

#### 4.2.4.2. Componentes de la leche:

*Grasa:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + R_i \times EP_j + EP_j \times TP_m + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de grasa de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$R_i \times EP_j$  = Efecto de la interacción raza x edad al parto (años) (ij)

$EP_j \times TP_m$  = Efecto de la interacción edad al parto (años) x tipo de parto (jm)

$b_1$  = Regresión lineal de la grasa de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de la grasa de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (ñ) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ ,  $(n= 1, \dots, 25)$ .

$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Proteína:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + R_i \times EP_j + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \epsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de proteína de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$R_i \times EP_j$  = Efecto de la interacción raza x edad al parto (años) (ij)

$b_1$  = Regresión lineal de la proteína de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de la proteína de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (ñ) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\varepsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Caseína:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de caseína de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal de la caseína de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de la caseína de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\varepsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Sólidos totales:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + R_i \times MP_l + EP_j \times TP_m + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de sólidos totales de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$R_i \times MP_l$  = Efecto de la interacción raza x mes de parto (il)

$EP_j \times TP_m$  = Efecto de la interacción edad al parto (años) x tipo de parto (jm)

$b_1$  = Regresión lineal de los sólidos totales de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de los sólidos totales de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Sólidos no grasos:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \epsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de sólidos no grasos de la leche de una cabra (p) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de

parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$b_1$  = Regresión lineal de los sólidos no grasos de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de los sólidos no grasos de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\epsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Cenizas:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + AP_k \times MP_l + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \epsilon_{ijklmno}$$

Donde:



$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de cenizas de la leche de una cabra (o) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$AP_k \times MP_l$  = Efecto de la interacción año de parto x mes de parto (kl)

$b_1$  = Regresión lineal de las cenizas de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de las cenizas de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}^2$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\varepsilon_{ijklmno}$  = Residual, ND  $(0, \sigma_e^2)$ .

*Lactosa:*

$$Y_{ijklmno} = \mu + R_i + EP_j + AP_k + MP_l + TP_m + R_i \times EP_j + R_i \times MP_l + AP_k \times MP_l + b_1 DP_{ijklmno} + b_2 DP_{ijklmno}^2 + P_n + \varepsilon_{ijklmno}$$

Donde:

$Y_{ijklmno}$  = Porcentaje de lactosa de la leche de una cabra (o) de raza (i), edad al parto (j), cuyo parto ocurrió en el año (k), y mes (l), de tipo de parto (m), con días en producción lineal (ijklmno), y cuadrático (ijklmno) y padre (n).

$\mu$  = Media de la población.

$R_i$  = Efecto del grupo racial (i). (i= 1, 2, 3, 5).

$EP_j$  = Efecto de la edad al parto en años (j). (j= 1 y 2, 3...7, 8 y más).

$AP_k$  = Efecto del año de parto (k). K= 2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2009).

$MP_l$  = Efecto del mes de parto (l). (l= 1, 9, 10, 11).

$TP_m$  = Efecto del tipo de parto (m). (m= 1, 2, 3).

$R_i \times EP_j$  = Efecto de la interacción raza x edad al parto (años) (ij).

$R_i \times MP_l$  = Efecto de la interacción raza x mes de parto (jl).

$AP_k \times MP_l$  = Efecto de la interacción año x mes de parto (kl).

$b_1$  = Regresión lineal de la lactosa de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$b_2$  = Regresión cuadrática de la lactosa de la leche sobre los días en producción.

$DP_{ijklmno}$  = días en producción (ijklmno).

$P_n$  = Efecto del padre (n) NIID  $(0, \sigma_n^2)$ , (n= 1,...,25).

$\epsilon_{ijklmno} = \text{Residual, ND } (0, \sigma_e^2)$ .

Todas las interacciones simples fueron incluidas en análisis previos, siendo eliminadas las que no resultaron significativas al menos a un valor de  $P < 0,05$ .

#### 4.2.5. Para determinar el objetivo 5:

Estimar las correlaciones fenotípicas entre:

1. Las características de la leche.
2. Los componentes de la leche.
3. Los componentes de la leche con las características de la leche.
4. La producción de leche el día de la muestra con los componentes y características de la leche.
5. Los días en producción el día de la muestra con los componentes y propiedades de la leche.
6. Los días en producción con la producción de leche por día.
7. Los días en lactancia con la producción total.

Para el logro de este objetivo se analizaron 758 muestras de leche en total, pertenecientes a 71 cabras del rebaño de caprinos y se determinaron las correlaciones por el método de Pearson (Snedecor y Cochram 1989) usando el paquete estadístico SAS y procedimiento "proc cor", (SAS, 2008; versión 9.2; SAS Inst., Inc., Cary, NC).

#### 4.2.6. Para determinar el objetivo 6:

Determinación y caracterización de las curvas de lactancia según los factores que resultaron significativos en el objetivo uno (1).

Para comparar diferentes funciones matemática que expliquen la curva de producción de leche de cabras, fueron empleados 46491 controles diarios de leche, de 255 lactancias ocurridas entre 2001 y 2010, de 87 cabras. Para depurar la base de datos se eliminaron las observaciones con más de  $\mu \pm 3$  d.s. y se obtuvieron 46103 observaciones en total, las cuales se agruparon en 42 semanas.

Las funciones matemáticas fueron analizadas con el procedimiento “PROC NLIN” del paquete estadístico SAS (Quintero *et al.*, 2007c), considerando los pesajes de leche como medidas repetidas del mismo individuo. Los registros de producción fueron agrupados por los factores fijos raza (1, ..., 5). Los grupos raciales se agruparon en 5 grupos, a saber: 1) Canaria Pura – 5/8; 2) < 5/8 Canaria; 3) Alpino Francés pura – 5/8; 4) < 5/8 Alpino Francés; y 5) ½ Canaria ½ Alpino Francés, con la finalidad de tener un número representativo de todos los grupos en todos los años de parto, edad al parto en años (2...≥8), año de parto (2001-2003, 2004-2005, 2006-2007, 2008-2010), mes de parto (1-8, 9, 10, 11 y 12), y tipo de parto (1, 2 y 3). Los modelos fueron comparados con el criterio de información de Akaike.

Los modelos matemáticos que se probaron con el fin de observar cuál de estos se ajusta mejor a la curva de la lactancia de las cabras fueron:

#### 4.2.6.1. Modelos de ajuste de regresión lineal:

1. Modelo Lineal:  $y(t) = a + bt$  (León *et al.*, 2007).
2. Modelo Cuadrático:  $y(t) = a + bt + ct^2$  (León *et al.*, 2007).
3. Modelo Cúbico:  $y(t) = a + bt + ct^2 + dt^3$  (Noguera *et al.*, 2011).
4. Modelo Polinomial de 4<sup>to</sup> orden:  $y(t) = a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4$  (Rodríguez *et al.*, 2005).

El ajuste de las curvas de lactancia de estos modelos y la estimación de los parámetros se realizó a través de regresión lineal, mediante el método de cuadrados mínimos con ayuda del procedimiento “PROC REG” del paquete estadístico SAS (2008).

#### 4.2.6.2. Modelos de “Gauss-Newton” de regresión no lineal:

1. Modelo Wood (Gamma incompleta):  $y(t) = a t^b e^{-ct}$  (Wood, 1967; Peña *et al.*, 1999).
2. Modelo Polinomial Inverso:  $y(t) = t(b_0 + b_1t + b_2t^2)^{-1}$  (Botero y Vertel 2006).
3. Modelo Exponencial Parabólico (Sikka):  $y(t) = -(\beta_0 + b_1) \exp(\beta_1t - \beta_2t^2)$  (Quintero *et al.*, 2008).
4. Modelo Wilmink:  $yt = \beta_0 + \beta_1t + \beta_2 \exp(-0.05t)$  (Quintero *et al.*, 2008).
5. Modelo de Cobby y Ledu:  $y(t) = a(1 - e^{-bx}) - ct$  (León *et al.*, 2007).

Donde  $y$  representa la producción diaria de leche registrada al tiempo  $t$ ,  $t$  son los días en lactancia y  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , son los parámetros de la función.

El ajuste de las curvas de lactancia de estos modelos y la estimación de los parámetros se realizó a través de regresión no lineal, mediante el método de “Gauss-Newton” (Peña, *et al.*, 1999; Botero y Vertel, 2006; Quintero *et al.*, 2007b) con ayuda del procedimiento PROC NLIN del paquete estadístico SAS (2008).

Los criterios considerados para la escogencia del mejor modelo fueron:

1. Suma Cuadrado del Error (SQE), modelos con menores SQE representan mejor un conjunto de datos (Noguera *et al.*, 2011).

2. Criterio de información de Akaike (AIC), este criterio pondera entre la función logaritmo de máxima verosimilitud, usando la varianza residual y el número de parámetros en el modelo. Modelos con menores AIC representan mejor un conjunto de datos (Noguera *et al.*, 2011).
3. Coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Modelos con mayores  $R^2$  representan mejor un conjunto de datos (Noguera *et al.*, 2011).

Para la determinación de la producción máxima, tiempo en que se alcanza la cúspide, y la persistencia, se utilizaron las fórmulas descritas por Wood (Wood, 1967; Gipson y Grossman 1990; Macciotta *et al.*, 2005; Quintero *et al.*, 2007b; Noguera *et al.*, 2011):

Ecuación de Wood:  $Y_t = a^b e^{-ct}$

Producción máxima:  $Y_{\max} = a(b/c)^b e^{-b}$

Tiempo en que se alcanza la cúspide:  $T_{\max} = b/c$

Persistencia:  $S = -(b+1) \ln c$

Para poder expresar este valor absoluto como un índice de persistencia en porcentaje, se aplicó la fórmula de Perez *et al.* (2007):

$$IP = \left( \sum_{i=1}^{10} X_i / X_{\max} \right) \times 10$$

## 5. Resultados y discusión

### 5.1. Resultados objetivo 1

Estimar los efectos de algunos factores no genéticos tales como: edad al parto, año y mes de parto, tipo de parto, periodo seco previo, duración de la lactancia y el efecto de grupo racial sobre la producción de leche total, truncada a 210 días y los días en lactancia.

#### 5.1.1. *Producción total*

Se evaluaron 218 lactancias en las cuales se obtuvo que la producción total presentó una media de 195,23 kg y una desviación estándar de 89,03, con valor mínimo de 3,90 kg y un valor máximo de 433,20 kg. El modelo utilizado explicó el 74,63% de la variación de la producción total y presentó un Coeficiente de Variación de 45,60%.

Todos los efectos afectaron la producción total, a excepción del tipo de parto ( $P= 0,0733$ ). En orden de importancia fueron: los días en lactancia ( $P<0,0001$ ), el año de parto ( $P<0,0001$ ), el periodo seco previo ( $P= 0,0024$ ), la edad al parto en años ( $P= 0,0025$ ), el grupo racial ( $P= 0,0257$ ) y el mes de parto ( $P= 0,0433$ ). Estos efectos fueron reportados significativos por otros autores en condiciones tropicales (Banda *et al.*, 1992; Soares Filho *et al.*, 2001; Ciappesoni *et al.*, 2004; Zumbo *et al.*, 2004; Pizarro Borges *et al.*, 2004).

En el Cuadro 35 se observan los resultados de la producción total, n° de observaciones, media y error típico de todos los efectos fijos tomados en cuenta en el modelo.

Cuadro 35. Promedio ajustado y no ajustado (kg)  $\pm$  error típico de la producción total y medias mínimas cuadráticas de los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	218	195,23 $\pm$ 6,03	
Promedio ajustado	218	237,33 $\pm$ 4,94	
<b>Grupo Racial</b>			0,0257
Canaria Pura – 5/8	93	226,92 $\pm$ 16,82 a	
< 5/8 Canaria	45	227,27 $\pm$ 21,88 a	
Alpino Francés pura – 5/8	42	231,96 $\pm$ 20,29 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	38	280,66 $\pm$ 20,88 b	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,0025
1 y 2	86	189,32 $\pm$ 21,56 a	
3	52	249,59 $\pm$ 15,49 b	
4	28	260,62 $\pm$ 17,85 b	
5	20	258,41 $\pm$ 17,63 b	
6	14	264,47 $\pm$ 20,49 b	
7	7	262,08 $\pm$ 24,11 b	
8 y más	11	207,44 $\pm$ 27,53 a	
<b>Año de Parto</b>			<,0001
2002 – 2003	16	318,74 $\pm$ 28,00 a	
2004 – 2005	32	222,30 $\pm$ 19,46 b	
2006 – 2007	69	241,37 $\pm$ 16,27 b	
2008 – 2009	101	184,40 $\pm$ 14,98 c	
<b>Mes de Parto</b>			0,0433
Enero a Agosto	14	259,14 $\pm$ 35,89 a	
Septiembre	83	216,69 $\pm$ 15,23 b	
Octubre	92	248,53 $\pm$ 14,13 a	
Noviembre y Diciembre	29	242,46 $\pm$ 16,33 a	
<b>Tipo de Parto</b>			0,0733
Sencillo	91	232,84 $\pm$ 17,10	
Doble	104	254,36 $\pm$ 16,46	
Triple	23	237,91 $\pm$ 19,14	
Periodo seco previo	218	-0,18 $\pm$ 0,05	0,0024
Días en lactancia	218	0,72 $\pm$ 0,10	<,0001

Letras diferentes muestran diferencias significativas

*Efecto del grupo racial sobre la producción total*

El grupo racial tuvo un efecto significativo sobre la producción total de leche (P= 0,0257), donde se observa que los animales del grupo racial con



igual proporción de las razas Canaria y Alpino Francés obtuvieron las mayores producciones por encima de los demás genotipos, incluso que las cabras Canarias y Alpino Francés puras o alto mestizaje, probablemente debido a la heterosis que se expresa con mayor proporción en los animales F1 y también en las F2.

Estos resultados coinciden con los reportados por Dickson *et al.*, (2000), en cabras Alpinas y por Dickson *et al.* (2008), aunque estos investigadores señalan niveles de producción más altos (473,70 kg de leche por lactancia) en cabras Canarias, al igual que Zeng *et al.* (1997) que reportan valores de producción más altos en cabras Alpino Francés.

La mayor diferencia en la producción de leche total fue de 53,74 kg entre el grupo racial  $\frac{1}{2}$  Canaria  $\frac{1}{2}$  Alpino Francés y el grupo racial Canarias puras –  $\frac{5}{8}$ . Estos resultados difieren de los reportados por Dickson *et al.* (2008), donde las mayores diferencias son de 178,9 kg/día a favor del grupo racial puro hasta alto mestizaje  $\frac{7}{8}$  Canarias.

#### *Efecto de la edad al parto en años sobre la producción total*

La edad al parto en años tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0025$ ) sobre la producción total, donde se observa que las cabras de 1 y 2 años presentan menores producciones que las cabras de mayor edad. Las producciones aumentan hasta la edad de 6 años, después de lo cual las producciones vuelven a disminuir. Esto concuerda con numerosos autores (Zeng y Escobar, 1995; Browning *et al.*, 1995; Haenlein, 1996a; Peris *et al.*, 1997; Pacheco *et al.*, 1998; Antunac *et al.*, 1998; Fernández, 2000 y Antunac *et al.*, 2001).

Este efecto puede deberse a que las cabras de 1 y 2 años todavía se encuentran en etapa de crecimiento, por lo que parte de los nutrientes que consumen son utilizados para el crecimiento en lugar de la producción de

leche. Al final de la vida productiva de las cabras disminuye la producción de leche (7 años o más) por el desgaste fisiológico que sufre el animal.

La diferencia en la producción de leche total entre las cabras de 6 años y las de 1 y 2 años fue de 75,15 kg de leche lo cual coincide con los resultados reportados por Dickson *et al.* (2000) que reportaron rangos entre 67,4 – 309,4 kg de leche ( $P < 0,0001$ ).

#### *Efecto del año de parto sobre la producción total*

El año de parto tuvo un efecto significativo sobre la producción total de leche ( $P < 0,0001$ ), observándose una disminución de 134,34 kg de leche, con el paso de los años en este rebaño. Esto podría deberse a que como es un rebaño en crecimiento, con limitaciones presupuestarias, al aumentar el número de animales disminuye la cantidad de recursos alimenticios por animal. Esto coincide con los resultados de Dickson *et al.* (2000) que también reportaron disminución de la producción anualmente pero las investigaciones lo atribuyen a que al aumentar el rebaño con un 25% de las crías nacidas del propio rebaño, estas no se adaptaban tan bien como los grupos nativos, por lo que disminuyó la producción.

#### *Efecto del mes de parto sobre la producción total*

El mes de parto tuvo un efecto significativo sobre la producción total de leche ( $P = 0,0433$ ), lo cual coincide con lo reportado por Dickson *et al.* (2000). Las cabras que produjeron más leche fueron las que parieron entre enero y agosto, con 42,45 kg de leche más que las que parieron en septiembre. No se observaron diferencias en todos los demás meses. Estos resultados también concuerdan por los reportados por Pinkerton (1987) y el resumen de los resultados nacionales del “Dairy Control” (Centre International Caprin, 2002) en Francia, y con los de Valencia *et al.* (2002) que obtuvieron diferencias de 149,4 kg de leche entre los meses de parto extremos.

### *Efecto del tipo de parto sobre la producción total*

No se observaron diferencias significativas ( $P= 0,0733$ ) del tipo de parto sobre la producción total. No obstante, se observa una diferencia de 21,25 kg de leche total a favor de las cabras que presentaron partos dobles respecto a los sencillos. Este resultado coincide con lo reportado por Dickson *et al.* (2000), y Paz *et al.* (2007).

Sin embargo, este resultado es muy variable y muchos autores han mostrado su efecto significativo de aumento de la producción de leche en función del número de cabritos al parto (Gipson y Grossman, 1990; Večeřová y Křížek, 1993 citados por Haenlein, 1996a; Milerski y Mareš, 2001).

Hayden *et al.* (1979) citados por Pinkerton (1987), mostraron diferencias de 79,1 kg de leche a favor de las cabras que tuvieron partos triples con respecto a los sencillos.

### *Efecto del periodo seco previo sobre la producción total*

El periodo seco previo al parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0024$ ) sobre la producción de leche. Los animales presentaron una media de 131,15 días secos, una desviación estándar de 75,14 días, un valor mínimo de 54 días y un valor máximo de 452 días. Por cada día adicional por encima de la media, la producción total disminuyó  $0,18 \pm 0,0591$  kg. Estos resultados coinciden con los reportados por Caja *et al.* (2006) que demostraron que la disminución del periodo seco disminuyó la producción de leche en la próxima lactancia.

### *Efecto de los días en lactancia sobre la producción total*

Los días en lactancia tuvieron un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre la producción de leche. Los animales presentaron una media de 239,24 días en lactancia, una desviación estándar de 64,14 días, un valor mínimo de 3,90 días y un valor máximo de 336,93 días. Por cada día adicional por encima de

la media, la producción total aumentó  $0,72 \pm 0,1082$  kg. Estos resultados coinciden con Dickson *et al.* (2000) y Dickson *et al.* (2008).

#### 5.1.2. Producción truncada a 210 días

La producción truncada a 210 días presentó una media de 156,76 kg y una desviación estándar de 68,03, con valor mínimo de 3,90 kg y un valor máximo de 336,93 kg. El modelo utilizado explicó el 77,75% de la variación de la Producción truncada a 210 días y presentó un Coeficiente de Variación de 43,40.

Los efectos que afectaron la producción truncada a 210 días en orden de importancia fueron: el año de parto ( $P < 0,0001$ ), la edad al parto en años ( $P = 0,0009$ ), el periodo seco previo ( $P = 0,0075$ ) y el grupo racial ( $P = 0,0019$ ). El mes de parto y el tipo de parto ( $P = 0,1176$  y  $P = 0,1024$  respectivamente) no afectaron la producción truncada a 210 días.

En el Cuadro 36 se observan los resultados de la producción truncada a 210 días, nº de observaciones, media y error típico de todos los efectos fijos tomados en cuenta en el modelo.

#### *Efecto del grupo racial sobre la producción truncada a 210 días*

El grupo racial presentó un efecto significativo ( $P = 0,0119$ ) sobre la producción truncada a 210 días, y mostró los mismos resultados que la producción total, siendo el grupo racial con igual proporción de las razas Canaria y Alpino Francés los que obtuvieron las mayores producciones, incluso que las cabras Canarias y Alpino Francés puras o alto mestizaje, probablemente debido a la heterosis que se expresa con mayor proporción en los animales F1.

La mayor diferencia en la producción de leche total fue de 51,55 kg entre el grupo racial  $\frac{1}{2}$  Canaria  $\frac{1}{2}$  Alpino Francés y el grupo racial Canarias  $< \frac{5}{8}$ . Estos resultados coinciden con los reportados por Dickson *et al.* (2008).

Cuadro 36. Promedio ajustado y no ajustado (kg)  $\pm$  error típico de la producción truncada a 210 días según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	218	156,76 $\pm$ 4,60	
Promedio ajustado	218	189,27 $\pm$ 3,53	
<b>Grupo Racial</b>			0,0119
Canaria Pura – 5/8	93	179,92 $\pm$ 17,21 a	
< 5/8 Canaria	45	179,85 $\pm$ 21,33 a	
Alpino Francés pura – 5/8	42	181,99 $\pm$ 20,37 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	38	231,40 $\pm$ 20,56 b	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,0009
1 y 2	86	130,42 $\pm$ 19,75 a	
3	52	197,62 $\pm$ 15,80 b	
4	28	204,24 $\pm$ 17,49 b	
5	20	209,83 $\pm$ 17,66 b	
6	14	216,80 $\pm$ 20,29 b	
7	7	216,83 $\pm$ 23,64 b	
8 y más	11	177,74 $\pm$ 27,58 a	
<b>Año de Parto</b>			<,0001
2002 – 2003	16	278,79 $\pm$ 27,54 a	
2004 – 2005	32	174,66 $\pm$ 18,85 b	
2006 – 2007	69	185,19 $\pm$ 16,25 b	
2008 – 2009	101	134,52 $\pm$ 15,23 c	
<b>Mes de Parto</b>			0,1176
Enero a Agosto	14	207,84 $\pm$ 33,01 a	
Septiembre	83	174,44 $\pm$ 15,95 a	
Octubre	92	195,91 $\pm$ 15,04 a	
Noviembre y Diciembre	29	194,97 $\pm$ 16,33 a	
<b>Tipo de Parto</b>			0,1024
Sencillo	91	188,03 $\pm$ 17,19 a	
Doble	104	204,52 $\pm$ 16,69 a	
Triple	23	187,31 $\pm$ 18,90 a	
Periodo seco previo	218	-0,14 $\pm$ 0,05	0,0075

Letras diferentes muestran diferencias significativas

Esto demuestra por ser una producción truncada que las mayores producciones de este genotipo no se debe a la mayor cantidad de días en lactancia sino al efecto racial. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores (Soares Filho *et al.*, 2001; Gonçalves *et al.*, 2001).

#### *Efecto de la edad al parto en años sobre la producción truncada a 210 días*

La edad al parto en años tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0009$ ) sobre la producción truncada a los 210 días, coincidiendo con el resultado de la producción total, donde se observa que las cabras de 1 y 2 años presentan menores producciones que las cabras de mayor edad. Las producciones aumentan hasta la edad de 7 años, después de lo cual las producciones vuelven a disminuir.

Se observó una diferencia de 156,41 kg de leche entre ambos grupos, lo cual concuerda con numerosos autores (Zeng y Escobar, 1995; Browning, *et al.*, 1995; Haenlein 1996a; Peris *et al.*, 1997; Pacheco *et al.*, 1998; Antunac *et al.*, 1998; Fernández, 2000 y Antunac *et al.*, 2001).

#### *Efecto del año de parto sobre la producción truncada a 210 días*

El año de parto tuvo un efecto significativo sobre la producción de leche truncada a 210 días ( $P < 0,0001$ ), observándose al igual que la producción total una disminución con el paso de los años en este rebaño. La diferencia mayor ocurrió entre el periodo 2002 – 2003 y el periodo 2008 – 2009, donde disminuyó la producción en 144,27 kg de leche.

Esto coincide por lo reportado por Valencia *et al.* (2002), que mostraron diferencias entre 8 años de estudio en cabras Saanen estabuladas de 98,8 kg de leche en la producción truncada a 120 días.

Esto probablemente ocurrió en el presente estudio porque al ser un rebaño en crecimiento con déficit presupuestario, los recursos económicos para la compra de suplementos alimenticios se fueron limitando con el tiempo, por lo que, al ser más escaso el suplemento, las cabras no pudieron expresar todo su potencial para la producción de leche.

#### *Efecto del mes de parto sobre la producción truncada a 210 días*

A diferencia de la producción total de leche, el mes de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,1176$ ) sobre la producción truncada a 210 días,

observándose solo una diferencia de 33,40 kg de leche a favor de las cabras que parieron entre enero y agosto y las que parieron en septiembre, por lo que se concluye que indiferentemente del mes en que pare la cabra no afectará significativamente su producción de leche.

Al contrario de estos resultados, Valencia *et al.* (2002) si obtuvieron diferencias en las diferentes épocas de parto de 84,7 kg de leche.

#### *Efecto del tipo de parto sobre la producción truncada a 210 días*

El tipo de parto tampoco afectó significativamente la producción truncada a 210 días ( $P= 0,1024$ ) al igual que se observó en el caso de la producción total. Sin embargo, se observó una diferencia de 17,21 kg. La mayoría de los autores consultados no coinciden con los resultados de este trabajo ya que obtuvieron un efecto significativo del tipo de parto sobre la producción truncada o total de leche (Gipson y Grossman, 1990; Večeřová y Křížek, 1993 citados por Haenlein, 1996a; Milerski y Mareš, 2001; Zumbo *et al.*, 2004).

Estas diferencias pueden ser tan altas como las señaladas por Zumbo *et al.* (2004) que obtuvieron diferencias tan altas en producción de leche entre las cabras que tuvieron parto múltiple con las que tuvieron parto simple de 181 kg de leche.

La razón por la cual no se encontraron diferencias significativas del tipo de parto en este estudio puede ser debido a que es llevado a cabo ordeño a fondo seguido de amamantamiento restringido para la crianza de los cabritos por lo que para la cabra es poca la diferencia entre partos simples o múltiples.

#### *Efecto del periodo seco previo sobre la producción truncada a 210 días*

El periodo seco previo al parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0075$ ) sobre la producción de leche truncada a 210 días. Por cada día adicional por encima de la media (131,15 días secos), la producción truncada a 210 días

disminuyó  $0,14 \pm 0,0535$  kg. Estos resultados coinciden con los reportados por Caja *et al.* (2006).

### 5.1.3. *Días en lactancia*

Los días en lactancia presentó una media de 239,24 días y una desviación estándar de 64,14, con valor mínimo de 34 días y un valor máximo de 334 días. El modelo utilizado explicó el 75,37% de la variación de los días en lactancia y presentó un Coeficiente de Variación de 26,80.

Los efectos que afectaron la días en lactancia, en orden de importancia, fueron: el mes de parto, la edad al parto en años y el año de parto ( $P < 0,0001$ ;  $P = 0,0030$  y  $P = 0,0034$ , respectivamente). El tipo de parto ( $P = 0,5410$ ), el periodo seco previo ( $P = 0,3592$ ), y grupo racial ( $P = 0,3487$ ), no afectaron los días en lactancia.

En el Cuadro 37 se observan los resultados de los días en lactancia, n° de observaciones, media y error típico de todos los efectos fijos tomados en cuenta en el modelo.

#### *Efecto del grupo racial sobre los días en lactancia*

El grupo racial no afectó los días en lactancia ( $P = 0,3487$ ), aunque se observa una tendencia a que las cabras con menos de 5/8 Canarias presentan lactancias más cortas y las cabras Alpino Francés pura y de alto mestizaje presentan mayor cantidad de días en lactancia. Estos resultados coinciden con los reportados por Soares Filho *et al.* (2001) en cabras Alpino Francés con duración de la lactancia ligeramente superior a los aquí reportados ( $238,88 \pm 71,68$  días).

La mayor diferencia en el número de días en lactancia fue de 34,47 días, entre las 1/2 Canarias 1/2 Alpino Francés y las < 5/8 Canaria. Soares Filho *et al.* (2001) y Dickson *et al.* (2008), mostraron diferencias similares de 27,0 y 12,9 días en lactancia respectivamente, debido a diferencias entre razas.



Cuadro 37. Promedio ajustado y no ajustado (días)  $\pm$  error típico de los días en lactancia según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	219	239,24 $\pm$ 4,33	
Promedio ajustado	219	211,04 $\pm$ 3,50	
<b>Grupo Racial</b>			0,3487
Canaria Pura – 5/8	94	212,16 $\pm$ 16,87	
< 5/8 Canaria	45	188,25 $\pm$ 20,87	
Alpino Francés pura – 5/8	42	222,41 $\pm$ 20,00	
½ Canaria ½ Alpino Francés	38	222,72 $\pm$ 20,11	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,0030
1 y 2	86	158,88 $\pm$ 19,24 a	
3	53	225,62 $\pm$ 15,50 c	
4	28	201,58 $\pm$ 17,20 bc	
5	20	216,55 $\pm$ 17,43 c	
6	14	225,99 $\pm$ 19,85 c	
7	7	225,49 $\pm$ 23,15 c	
8 y más	11	225,58 $\pm$ 27,17 c	
<b>Año de Parto</b>			0,0034
2002 – 2003	16	254,26 $\pm$ 27,04 a	
2004 – 2005	32	181,66 $\pm$ 18,51 b	
2006 – 2007	70	206,15 $\pm$ 15,90 c	
2008 – 2009	101	203,47 $\pm$ 15,08 c	
<b>Mes de Parto</b>			<0,0001
Enero a Agosto	15	152,22 $\pm$ 30,44 a	
Septiembre	83	252,65 $\pm$ 16,00 c	
Octubre	92	235,87 $\pm$ 15,15 c	
Noviembre y Diciembre	29	204,80 $\pm$ 16,33 b	
<b>Tipo de Parto</b>			0,5410
Sencillo	91	214,54 $\pm$ 16,99	
Doble	105	205,97 $\pm$ 16,38	
Triple	23	213,65 $\pm$ 18,44	
Periodo seco previo	219	0,04 $\pm$ 0,05	0,3592

Letras diferentes muestran diferencias significativas

#### *Efecto de la edad al parto en años sobre los días en lactancia*

La edad al parto en años afectó ( $P= 0,0030$ ) los días en lactancia. Las cabras de 1 y 2 años tuvieron lactancias más cortas que el resto de las cabras de mas edad, sin observarse disminución de los días en lactancia en las cabras de 7 o más años como lo señala Soares Filho *et al.* (2001). Sin

embargo, Valencia *et al.* (2002) coinciden en que no hay disminución de los días en lactancia en cabras de más edad aunque en su ensayo el grupo de mayor edad era mayor a 49 meses.

La mayor diferencia entre los días en lactancia debido a la edad de la cabra se obtuvo entre las cabras de 1 y 2 años y las de 6 años al parto con 67,11 días. Dickson *et al.* (2001) mostraron resultados contradictorios con disminución de los días en lactancia con el aumento de la edad de las cabras y con una diferencia similar a la aquí presentada de 72,7 días en lactancia.

#### *Efecto del año de parto sobre los días en lactancia*

El año de parto afectó significativamente ( $P= 0,0034$ ) la duración de la lactancia, coincidiendo estos resultados con los reportados por Valencia *et al.* (2002) y Dickson *et al.* (2008). La duración de la lactancia ha tenido una disminución a través de los periodos de años que se ha estudiado esta característica en el rebaño, lo que podría explicar también porque ha disminuido la producción de leche en esos años, ya que existe una correlación positiva entre la duración de la lactancia y la producción total de leche (Salvador *et al.*, 2006).

Las cabras con menor número de días en lactancia corresponden a las que parieron en el periodo 2004 – 2005 con 181,66 días que representó una disminución con respecto al periodo anterior de 72,60 días, lo que coincide con lo reportado por Dickson *et al.* (2008) de 82,5 días.

#### *Efecto del mes de parto sobre los días en lactancia*

El mes de parto afectó significativamente ( $P< 0,0001$ ) la duración de la lactancia, como lo señalan otros autores (Soares Filho *et al.*, 2001; Dickson *et al.*, 2008), observándose que las cabras que parieron en los meses de septiembre y octubre son las cabras que tienen lactancias más largas y, por ende, mayor producción de leche.

La mayor diferencia en los días en lactancia entre las cabras que parieron en septiembre y las que parieron entre enero y agosto fue de 100,43 días, menor a la diferencia reportada por Soares Filho *et al.* (2001) de 238,87 días.

#### *Efecto del tipo de parto sobre los días en lactancia*

Al igual que las características previas, producción de leche total y truncada a 210 días, la duración de la lactancia no fue afectada por el tipo de parto ( $P= 0,5410$ ), observándose diferencias de 8,57 días en lactancia a favor de las cabras que tuvieron parto simple en comparación con las que tuvieron parto doble. Estos resultados coinciden con los reportados por Peris *et al.* (1997), Valencia *et al.* (2002), y Soares Filho *et al.* (2001) aunque con mayores diferencias (42,52 días a favor de las de parto doble).

#### *Efecto del periodo seco previo sobre los días en lactancia*

El periodo seco previo al parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,3592$ ) sobre la duración de la lactancia, observándose una tendencia que aumenta  $0,04 \pm 0,05$  días en lactancia por cada día que se incrementa el periodo seco previo.

Estos resultados coinciden con los reportados por Caja *et al.* (2006) que demostraron que la disminución del periodo seco disminuyó la duración y la producción de leche en la próxima lactancia.

## 5.2. Resultados objetivo 2

Estimar los efectos de algunos factores no genéticos tales como: edad de la madre, año y época de nacimiento, sexo, tipo de parto y el efecto de grupo racial sobre los pesos al nacimiento y destete.

### 5.2.1. *Peso al nacimiento*

Los pesos al nacimiento presentaron una media de 2,62 kg y una desviación estándar de 0,64, con valor mínimo de 700 g y un valor máximo de 4,9 kg al nacimiento. El modelo utilizado explicó el 54,61% de la variación del peso al nacimiento y presentó un Coeficiente de Variación de 17,83%.

Se apreció un efecto significativo ( $P < 0,0001$ ) del sexo del cabrito, tipo de parto y edad de la madre (en años), y un efecto significativo ( $P = 0,0203$ ) del grupo racial en el peso al nacimiento. No se observó efecto significativo del año de nacimiento ( $P = 0,4734$ ) ni del mes de nacimiento ( $P = 0,1032$ ).

En el Cuadro 38 se observan los resultados del peso al nacimiento,  $n^{\circ}$  de observaciones, media y error típico de todos los efectos fijos tomados en cuenta en el modelo.

#### *Efecto del grupo racial sobre el peso al nacimiento*

Se pudo observar que el grupo racial tuvo un efecto significativo ( $P = 0,0203$ ) sobre el peso al nacimiento, siendo los animales puros y hasta alto mestizaje 5/8 Alpino Francés los que mayores pesos obtuvieron ( $2,91 \pm 0,10$  kg), siendo diferentes estadísticamente de los demás grupos raciales. Estos resultados coinciden con los reportados por Pariacote (1992) y Ramos *et al.* (2004). Sin embargo, son valores más bajos que los mostrados por García *et al.* (1998) con animales mestizos Alpino Francés en condiciones de manejo similares de amamantamiento restringido.

Los animales del grupo racial  $\frac{1}{2}$  hasta  $<5/8$  Alpino Francés fueron los siguientes más pesados, muy parecidos a los del grupo racial  $\frac{1}{2}$  hasta  $<5/8$  Canarios, seguidos por los Canarios puros y, por último, los más livianos fueron los animales de igual proporción  $\frac{1}{2}$  Alpino Francés  $\frac{1}{2}$  Canarios, todos estos sin diferencias en la prueba de medias de  $t$ . Estos resultados difieren con los presentados por Quintero *et al.* (2007a) y Lopez *et al.* (1993) que obtuvieron mayor peso al nacimiento de los cabritos Canarios con respecto a

los Alpino Francés, y valores superiores de 1,09 kg en la raza Canaria a los obtenidos en este trabajo.

Cuadro 38. Promedio ajustado y no ajustado (kg)  $\pm$  error típico de peso al nacimiento según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	384	2,62 $\pm$ 0,03	
Promedio ajustado	384	2,69 $\pm$ 0,02	
<b>Grupo Racial</b>			0,0203
Canaria Pura – 5/8	180	2,60 $\pm$ 0,10 b	
< 5/8 Canaria	36	2,73 $\pm$ 0,12 b	
Alpino Francés pura – 5/8	101	2,91 $\pm$ 0,10 a	
< 5/8 Alpino Francés	27	2,75 $\pm$ 0,14 b	
½ Canaria ½ Alpino Francés	38	2,54 $\pm$ 0,12 b	
<b>Edad de la Madre (años)</b>			<0,0001
1 y 2	114	2,26 $\pm$ 0,08 c	
3	91	2,69 $\pm$ 0,11 b	
4	55	2,87 $\pm$ 0,14 a	
5	40	2,85 $\pm$ 0,13 a	
6	29	2,86 $\pm$ 0,15 a	
7 y más.	39	2,72 $\pm$ 0,14 ab	
<b>Año de nacimiento</b>			0,4734
2002 – 2003	24	2,61 $\pm$ 0,16	
2004 – 2005	52	2,68 $\pm$ 0,14	
2006 – 2007	122	2,65 $\pm$ 0,12	
2008 – 2009	186	2,89 $\pm$ 0,11	
<b>Mes de Nacimiento</b>			0,1032
Enero a Agosto	29	2,88 $\pm$ 0,13	
Septiembre	152	2,62 $\pm$ 0,09	
Octubre	155	2,74 $\pm$ 0,09	
Noviembre y Diciembre	48	2,59 $\pm$ 0,11	
<b>Sexo</b>			<0,0001
Macho	184	2,85 $\pm$ 0,08 a	
Hembra	200	2,56 $\pm$ 0,09 b	
<b>Tipo de Parto</b>			<0,0001
Sencillo	95	3,35 $\pm$ 0,10 a	
Doble	224	2,60 $\pm$ 0,09 b	
Triple	65	2,17 $\pm$ 0,10 c	

Letras diferentes muestran diferencias significativas

La diferencia entre los animales puros y hasta alto mestizaje 5/8 Alpino Francés y los ½ Alpino Francés ½ Canarios fue de 0,37 kg. Estas diferencias

de peso al nacimiento coinciden con las reportadas por Leal de Menezes *et al.* (2007) de 0,36 kg y fueron menores a las reportadas por Quintero *et al.* (2007a) de 1,640 kg.

#### *Efecto de la edad de la madre sobre el peso al nacimiento*

El efecto de la edad de la madre expresada en años fue altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) sobre el peso al nacimiento, lo que coincide con numerosos autores (Al-Shorepy *et al.*, 2002; Portolano *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2005; Otuma y Osakwe, 2008 y Das *et al.*, 2009).

Se aprecia un incremento en el peso de los cabritos al nacimiento a medida que las cabras aumentan en edad, siendo los cabritos más pesados los nacidos de cabras con 4, 5 y 6 años de edad. Esto es debido a que en los primeros partos las cabras tienen cabritos más livianos, ya que parte de los nutrientes que consumen son destinados para crecimiento de la cabra.

La diferencia entre los cabritos más pesados al nacimiento, provenientes de las cabras de 4 años y los más livianos fue de 0,61 kg, lo cual coincide en los mismos grupos de edad de madre reportados por Liu *et al.* (2005) pero con una diferencia menor de 0,24 kg.

#### *Efecto del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento*

No se observó efecto significativo ( $P = 0,4734$ ) del año de nacimiento sobre el peso al nacimiento de los cabritos, lo cual coincide con los resultados de Portolano *et al.* (2002). Sin embargo, se aprecia una tendencia a que el peso fue mejorando en los 4 periodos de estudio, probablemente por una mejor atención del rebaño, lo que generó una mejora en la condición corporal de las madres, generando un mejor ambiente uterino que se expresa con mejores peso al nacimiento, y también al efecto de incremento de cabritos con mayor proporción de genes de Alpino Francés a través del tiempo.

Valencia *et al.* (2002) reportan diferencias significativas en el año de nacimiento y valores superiores de peso al nacimiento en el rango de los 3,5 a 3,8 kg.

La diferencia entre el primer y el último periodo de años fue de 0,28 kg de peso, similar a los valores reportados por Valencia *et al.* (2002) de 0,30 kg e inferior a los indicados por Muñoz (1997) de 0,42 kg.

#### *Efecto del mes de nacimiento sobre el peso al nacimiento*

El efecto del mes de nacimiento tampoco fue significativo ( $P= 0,1032$ ) probablemente debido a que, por ser un rebaño estabulado, durante todo el año los animales son sometidos al mismo manejo zootécnico y no se afecta el peso al nacimiento de los cabritos, lo cual coincide con los resultados de Al-Shorepy *et al.* (2002). Sin embargo se observa una tendencia a que los cabritos que nacen desde enero hasta agosto son más pesados que el resto de los cabritos que nacen originados en la temporada de servicios planificada (temporada de monta de mayo a julio), posiblemente porque fueron pocos los animales que nacieron en estos meses (29 cabritos en 9 años) y sus madres recibieron mejor atención por parte de sus cuidadores. Esta diferencia de 0,29 kg de peso al nacimiento coincide con los 0,20 kg de diferencia entre meses que reportan Liu *et al.* (2005).

#### *Efecto del sexo sobre el peso al nacimiento*

El efecto del sexo fue altamente significativo ( $P<0,001$ ) sobre el peso al nacimiento a favor del peso en los machos de 0,29 kg (11,36%) sobre las hembras, probablemente debido a que los machos presentan mayor potencial de crecimiento desde su gestación por el efecto anabólico de los andrógenos que se producen desde el estado fetal. Estos resultados coinciden con diferentes autores en diferentes razas de cabras (Al-Shorepy *et al.*, 2002; Portolano *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2005; Hassan y Ciroma, 2006;

Quintero *et al.*, 2007a; Otuma y Osakwe, 2008; Das *et al.*, 2009) que señalan que la ventaja de los machos sobre las hembras es de 15% en promedio.

#### *Efecto del tipo de parto sobre el peso al nacimiento*

El efecto del tipo de parto sobre el peso al nacimiento de las cabritos fue altamente significativo ( $P < 0,0001$ ) a favor de los cabritos provenientes de partos simples en 28,84% y 54,37% más pesados que los que provienen de partos dobles y triples respectivamente. Esto es debido a que en gestaciones dobles y triples el espacio uterino es compartido, con lo que disminuye el espacio y los nutrientes para los cabritos. Estos resultados coinciden con los de Al-Shorepy *et al.* (2002), Portolano *et al.* (2002), Liu *et al.* (2005), Otuma y Osakwe (2008) que obtuvieron resultados de 26,44% y 11,98% en promedio más pesados los cabritos provenientes de partos simples y dobles (en el mismo orden) que los provenientes de partos triples.

La diferencia en el peso al nacimiento entre los cabritos provenientes de partos simples respecto a los triples fue de 0,43 kg, superior a lo reportado por Muñoz (1997) y Liu *et al.* (2005) de 0,22 kg.

#### *Efecto de la interacción Edad de la madre (años) x Año de nacimiento sobre el peso al nacimiento*

En el Cuadro 39 se observan la media  $\pm$  error típico de la interacción edad de la madre X año de nacimiento sobre el peso al nacimiento.

Se puede apreciar que aunque se mantiene la tendencia de aumentar el peso al nacimiento en los partos intermedios según la edad de la madre y a aumentar el peso al nacimiento de los cabritos al aumentar el periodo del año de nacimiento en las cabras de 5, 6 y 7 o más partos, mientras que en las cabras de 1 a 3 partos esta tendencia disminuyó a través de los periodos de años.



La diferencia entre los más pesados y más livianos de la interacción edad de la madre x año de nacimiento fue de 1,41 kg, superior a la diferencia mostrada por Emad Al-Masri *et al.* (2006) de 0,20 kg en la misma interacción.

Cuadro 39. Media  $\pm$  error típico (kg) de la interacción edad de la madre (años) x año de nacimiento sobre el peso al nacimiento (kg).

Edad de la madre (años)	Año de nacimiento			
	2002 - 2003	2004 - 2005	2006 - 2007	2008 - 2009
1 y 2	2,15 $\pm$ 0,18	2,55 $\pm$ 0,16	1,91 $\pm$ 0,13	2,42 $\pm$ 0,13
3	3,12 $\pm$ 0,28	2,23 $\pm$ 0,20	2,55 $\pm$ 0,14	2,87 $\pm$ 0,13
4	3,13 $\pm$ 0,40	2,79 $\pm$ 0,43	2,76 $\pm$ 0,17	2,80 $\pm$ 0,14
5	2,35 $\pm$ 0,38	3,25 $\pm$ 0,30	2,74 $\pm$ 0,18	3,07 $\pm$ 0,15
6	2,50 $\pm$ 0,30	2,59 $\pm$ 0,36	3,32 $\pm$ 0,25	3,02 $\pm$ 0,16
7 y más	2,43 $\pm$ 0,19	2,67 $\pm$ 0,19	2,63 $\pm$ 0,19	3,15 $\pm$ 0,16

### 5.2.2. Peso al destete

Los pesos al destete (a los 3 meses) presentaron una media de 10,73 kg y una desviación estándar de 2,88, con un peso mínimo 4,50 kg y un valor máximo de 19,00 kg. El modelo utilizado explicó el 80,33% de la variación del peso al destete y presentó un Coeficiente de Variación de 19,40%.

En orden de importancia los factores que afectaron el peso al destete fueron el mes de nacimiento ( $P < 0,0001$ ), el tipo de parto ( $P = 0,0004$ ) y el sexo ( $P = 0,0297$ ). La edad de la madre en años y el grupo racial no tuvieron efecto significativo sobre el peso al destete ( $P = 0,0776$  y  $P = 0,4710$ , respectivamente).

Estas fuentes de variación han sido estudiadas, con resultados significativos por otros autores (Valencia *et al.*, 2002; Quintero *et al.*, 2007a; Leal de Menezes *et al.*, 2007; Merlos *et al.*, 2008).

En el Cuadro 40 se observan los resultados del peso al destete a los 3 meses, n° de observaciones, media y error típico de todos los efectos fijos tomados en cuenta en el modelo.

Cuadro 40. Promedio ajustado y no ajustado (kg)  $\pm$  error típico de peso al destete (3 meses) según los efectos incluidos en el modelo.

	n°	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	186	10,73 $\pm$ 0,21	
Promedio ajustado	186	12,01 $\pm$ 0,14	
<b>Grupo Racial</b>			0,4710
Canaria Pura – 5/8	97	11,78 $\pm$ 0,42	
< 5/8 Canaria	14	11,31 $\pm$ 0,86	
Alpino Francés pura – 5/8	48	12,65 $\pm$ 0,48	
< 5/8 Alpino Francés	11	12,22 $\pm$ 0,87	
½ Canaria ½ Alpino Francés	16	11,99 $\pm$ 0,75	
<b>Edad de la Madre (años)</b>			0,0776
1 y 2	55	11,71 $\pm$ 0,50	
3	43	12,57 $\pm$ 0,53	
4	32	11,01 $\pm$ 0,60	
5	21	11,40 $\pm$ 0,61	
6	14	12,80 $\pm$ 0,76	
7 y más.	19	12,45 $\pm$ 0,69	
<b>Año de nacimiento</b>			0,1073
2002 – 2003	16	13,29 $\pm$ 0,70	
2004 – 2005	36	11,69 $\pm$ 0,55	
2006 – 2007	30	11,18 $\pm$ 0,57	
2008 – 2009	104	11,80 $\pm$ 0,50	
<b>Mes de Nacimiento</b>			<0,0001
Enero a Agosto	9	13,99 $\pm$ 0,99 a	
Septiembre	73	9,89 $\pm$ 0,41 b	
Octubre	71	11,83 $\pm$ 0,40 a	
Noviembre y Diciembre	33	12,25 $\pm$ 0,49 a	
<b>Sexo</b>			0,0297
Macho	48	12,49 $\pm$ 0,48 a	
Hembra	138	11,49 $\pm$ 0,37 b	
<b>Tipo de Parto</b>			0,0004
Sencillo	53	13,87 $\pm$ 0,61 a	
Doble	101	11,18 $\pm$ 0,47 bc	
Triple	32	10,91 $\pm$ 0,62 c	

Letras diferentes muestran diferencias significativas

### *Efecto del grupo racial sobre el peso al destete*

Se puede apreciar que no hubo efecto significativo ( $P= 0,4710$ ) del grupo racial sobre el peso a los 3 meses. Sin embargo, se observa una tendencia a que los animales del grupo racial desde 5/8 hasta Alpino Francés puros presentaron mayores pesos al destete que los del grupo racial desde 5/8 hasta puros Canarias, y los de igual proporción de genes Canarios y Alpino Francés (1/2) presentan los pesos a los 3 meses en un valor intermedio entre los dos grupos raciales.

Los valores de los grupos raciales con predominio de Alpino Francés coinciden con los valores presentados por Muñoz (1997) y Leal de Menezes *et al.* (2007) y difieren de los presentados por Quintero *et al.* (2007a) que presentaron valores superiores a los 3 meses para los cabritos de raza Canaria sobre los Alpino Francés, y con pesos inferiores en 1,00 kg y 2,60 kg respectivamente, a los reportados en este trabajo.

La mayor diferencia entre los pesos al destete fue de 1,34 kg entre los grupos raciales Alpino Francés puro – 5/8 y Alpino Francés <5/8, superiores a los reportados por Leal de Menezes *et al.* (2007) de diferencias de 0,80 kg de peso a los 90 días entre razas.

### *Efecto de la edad de la madre sobre el peso al destete*

No hubo diferencias significativas en la edad de la madre al parto sobre el peso al destete. Los cabritos emparejaron sus pesos al destete a pesar de que este fue un efecto altamente significativo sobre el peso al nacimiento, lo cual coincide con Otuma y Osakwe (2008), tanto al nacimiento como al destete.

Los cabritos más pesados al destete fueron los hijos de cabras de 6 años de edad al parto, con una diferencia de 1,79 kg con los cabritos provenientes de cabras de 4 años. Merlos *et al.* (2008) mostraron diferencias de peso inferiores de 0,9 kg de peso al destete.

### *Efecto del año de nacimiento sobre el peso al destete*

El año de nacimiento no tuvo efecto significativo ( $P= 0,076$ ) sobre el peso al destete a los 90 días, lo cual coincide con los resultados de Portolano *et al.* (2002) a pesar de observarse una diferencia de 1,49 kg entre el peso al destete de los cabritos que nacieron entre los años 2002 y 2003 con los que nacieron en el periodo 2006 – 2007. Valencia *et al.* (2002) mostraron diferencias significativas en esta fuente de variación y diferencias mayores de 3,6 kg entre los diferentes años de nacimiento, probablemente por tratarse de animales Saanen puros, a diferencia del presente estudio donde existió una mayor diversidad racial.

### *Efecto del mes de nacimiento sobre el peso al destete*

El mes de nacimiento presentó un efecto altamente significativo ( $P<0,0001$ ) sobre el peso al destete a favor de los cabritos que nacieron entre enero y agosto, al igual que el peso al nacimiento, probablemente debido a que estos cabritos nacen fuera de la temporada de partos, por lo que son pocos y reciben mejor atención y cuidado. Estos resultados coinciden con los reportados por Das *et al.* (2009) que también obtuvieron diferencias según la estación de partos.

La mayor diferencia de peso al destete fue de 4,10 kg entre los cabritos nacidos entre enero y agosto con los nacidos en septiembre. Estas diferencias fueron superiores a las diferencias de pesos revisados en la literatura (Valencia *et al.*, 2002; Quintero *et al.*, 2007a; Leal de Menezes *et al.*, 2007; Merlos *et al.*, 2008).

### *Efecto del sexo sobre el peso al destete*

El efecto del sexo fue significativo ( $P<0,0297$ ) a favor del peso de los machos sobre el peso de las hembras en 1,00 kg, que representa una diferencia de 8,70%. El efecto del sexo al destete coincide con el efecto del sexo al nacimiento pero no tan marcado. Estos resultados coinciden con

diferentes autores (Al-Shorepy *et al.*, 2002; Portolano *et al.*, 2002; Liu *et al.*, 2005; Hassan y Ciroma, 2006; Quintero *et al.*, 2007a; Leal de Menezes *et al.*, 2007; Otuma y Osakwe, 2008; Das *et al.*, 2009).

*Efecto del tipo de parto sobre el peso al destete*

El tipo de parto fue altamente significativo ( $P= 0,0004$ ) sobre el peso al destete a los 90 días, a favor de los cabritos provenientes de partos simples sobre los dobles o triples en 19,40% y 27,13% respectivamente, lo cual coincide con lo reportado por Al-Shorepy *et al.* (2002), Portolano *et al.* (2002), Liu *et al.* (2005), Otuma y Osakwe, (2008) y es debido a que los cabritos provenientes de partos simples reciben mayor cantidad de leche, ya que no deben compartirla, como ocurre con los provenientes de partos dobles o triples.

La mayor diferencia fue entre el peso de los cabritos provenientes de parto simple y triple con un valor de 2,96 kg. La diferencia entre los pesos de los cabritos provenientes de partos simples y dobles fue de 1,69 kg, lo cual coincide con los valores reportados por Merlo *et al.* (2008) de 1,8 kg.

*Efecto de la interacción grupo racial x tipo de parto sobre el peso al destete*

En el Cuadro 41 se observan la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X tipo de parto sobre el peso al destete.

Cuadro 41. Media  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X tipo de parto sobre el peso al destete (kg).

Tipo de parto	Grupo racial				
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés pura – 5/8	< 5/8 Alpino Francés	½ Canaria ½ Alpino Francés
1	12,24 $\pm$ 0,58	13,40 $\pm$ 1,73	14,07 $\pm$ 0,76	14,87 $\pm$ 1,45	14,79 $\pm$ 0,92
2	11,62 $\pm$ 0,47	10,56 $\pm$ 0,90	10,53 $\pm$ 0,59	10,58 $\pm$ 1,24	12,61 $\pm$ 1,15
3	11,49 $\pm$ 0,80	9,96 $\pm$ 1,85	13,35 $\pm$ 0,82	11,20 $\pm$ 1,47	8,57 $\pm$ 1,62

Se puede apreciar en el Cuadro 41 que en todos los grupos raciales disminuyó más el peso de los cabritos provenientes de partos simples a los

dobles que de los dobles a los triples, inclusive, en los animales con predominio de Alpino Francés, tuvieron cabritos más pesados los provenientes de partos triples que dobles, lo cual acentúa aun más la interacción grupo racial X tipo de parto.

La mayor diferencia observada fue de 6,30 kg entre los cabritos provenientes de parto simple < 5/8 Alpino Francés y los de parto triple 1/2 Canaria 1/2 Alpino Francés.

### 5.3. Resultados de los objetivos 3 y 4:

Determinar las características y composición de leche (% de cloruros, pH, acidez, crioscopía, Wisconsin Mastitis Test, % de grasa, % de proteína, % de sólidos totales, % de sólidos no grasos, % de humedad, % de cenizas, % de caseína, y % de lactosa).

Estimar el efecto del grupo racial, edad de la cabra, año y mes de parto, tipo de parto y días en producción (efecto lineal y cuadrático), sobre las características y composición de la leche.

#### 5.3.1. *Características de la leche: Crioscopía, acidez, cloruros, WMT, pH*

En el Cuadro 42 se observa el número de observaciones, la media, desviación estándar, coeficiente de variación y los valores mínimo y máximo de cada uno de las características y componentes de la leche.

La media de las características físicas de la leche presentaron valores normales para una leche higiénica y sana (Haenlein, 2001; Pirisi *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009). Sin embargo, García *et al.* (2009) señalan que fuera de Europa los límites establecidos para leche de vaca son más o menos aplicados para leche de cabra, y esto mismo podría asumirse en Venezuela, pues no se han establecido normativas específicas para leche de cabra.

Los resultados coinciden con los reportados previamente por Salvador *et al.* (2006) en cabras mestizas de la Agrupación Caprina Canaria.

Cuadro 42. Número de observaciones, media, desviación estándar (DS), coeficiente de variación (CV), valores mínimo (Min) y máximo (Max) de las características y componentes de la leche.

	Nº	Media	DS	CV	Min	Max
Características						
Crioscopía (°C)	222	-0,56	0,01	-2,41	-0,65	-0,53
Acidez (*)	758	19,12	3,76	19,70	10,00	30,00
Cloruros (%)	753	0,22	0,02	13,10	0,11	0,29
WMT (mm)	132	10,75	9,20	85,59	2,00	37,00
pH	753	6,55	0,21	3,31	6,00	7,17
Composición (%)						
Grasa	745	4,32	1,41	32,67	0,80	9,50
Proteína	757	4,00	0,72	18,16	2,14	7,15
Caseína	747	2,63	0,54	20,68	1,03	4,45
Humedad	758	86,69	1,87	2,16	80,07	92,34
Sólidos totales	758	13,30	1,87	14,07	7,66	19,93
Sólidos no grasos	758	9,04	1,15	12,80	3,86	14,13
Cenizas	758	0,77	0,10	12,96	0,46	1,43
Lactosa	756	4,27	1,10	25,68	0,48	7,95

(\*): mL NaOH 0,1N/100 mL leche

#### 5.3.1.1. Crioscopía

La crioscopía o punto de congelamiento de la leche es una medida para la determinación de la adición de agua a la leche del tanque por ciertas operaciones de limpieza del equipo de ordeño o como signo de fraude. La Ley de la Unión Europea establece que la leche de vaca para el consumo humano no debería tener la crioscopía mas alta que -0,520 °C (Council Directive 92/46/ECC; European Community, 1992) citado por Sánchez *et al.* (2007a).

Para la leche de cabra, Orlandini *et al.* (2007) el boletín 419/2007 de International Dairy Federation establece un rango de -0,597 a -0,542°C en un estudio de 1152 muestras provenientes de 12 laboratorios de referencia internacional con diferentes razas de cabras.

Los presentes resultados coinciden con los reportados por Orlandini *et al.* (2007) y con los de Faría *et al.* (1999) en condiciones de trópico en Venezuela donde presentaron valores muy similares (-0,549°C).

También coincidieron con el rango presentado por Sánchez *et al.* (2007a) de -0,568 a -0,537°C en cabras Murciano Granadinas y con los valores reportados por Janštová *et al.* (2007).

En la Figura 6 se observa la crioscopia durante la lactancia, la cual presenta un rango entre -0,6510 y -0,5310°C, a lo largo de toda la lactancia, con lo cual se comprueba que no hubo alteraciones de la leche.

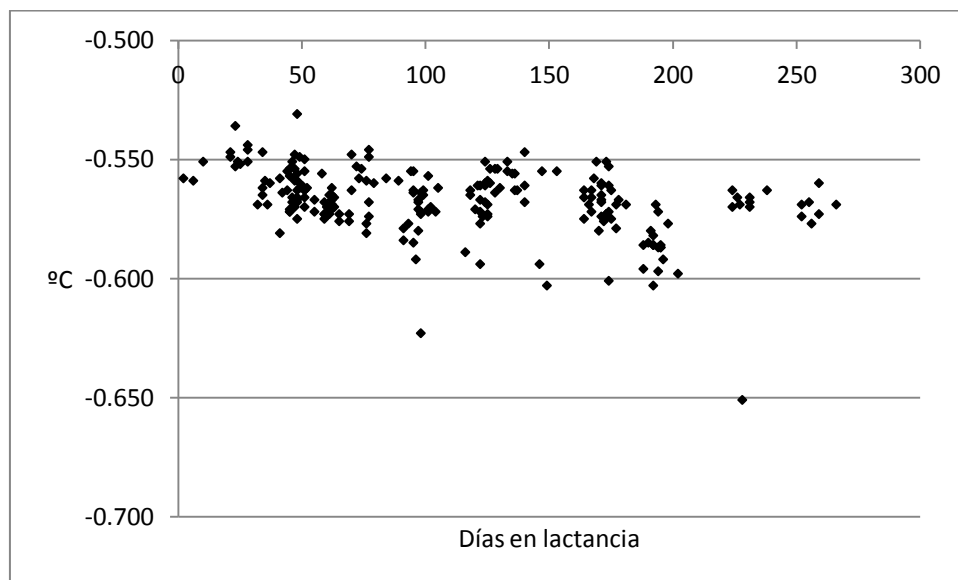


Figura 6. Crioscopia (°C) durante la lactancia en cabras

En el Cuadro 43 se observa el promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico de la crioscopia según los efectos incluidos en el modelo.

El año de parto fue el único efecto significativo sobre la crioscopia ( $P < 0,0001$ ). Todos los demás no tuvieron efecto significativo.



Cuadro 43. Promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico de la crioscopia ( $^{\circ}\text{C}$ ) según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	222	-0,56 $\pm$ 0,0009	
Promedio ajustado	222	-0,56 $\pm$ 0,0006	
<b>Grupo Racial</b>			0,8946
Canaria Pura – 5/8	100	-0,56 $\pm$ 0,0027	
< 5/8 Canaria	38	-0,56 $\pm$ 0,0035	
Alpino Francés pura – 5/8	40	-0,56 $\pm$ 0,0029	
½ Canaria ½ Alpino Francés	44	-0,56 $\pm$ 0,0035	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,5035
1 y 2	90	-0,56 $\pm$ 0,0022	
3	63	-0,56 $\pm$ 0,0026	
4	22	-0,56 $\pm$ 0,0041	
5	11	-0,57 $\pm$ 0,0049	
6	11	-0,56 $\pm$ 0,0048	
7	7	-0,57 $\pm$ 0,0066	
8 y más	18	-0,57 $\pm$ 0,0043	
<b>Año de Parto</b>			<0,0001
2004 – 2005	73	-0,56 $\pm$ 0,0024 a	
2006 – 2007	149	-0,57 $\pm$ 0,0026 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,6416
Enero a Agosto	7	-0,57 $\pm$ 0,0058	
Septiembre	52	-0,56 $\pm$ 0,0028	
Octubre	151	-0,56 $\pm$ 0,0022	
Noviembre y Diciembre	12	-0,57 $\pm$ 0,0044	
<b>Tipo de Parto</b>			0,8776
Sencillo	66	-0,56 $\pm$ 0,0030	
Doble	128	-0,56 $\pm$ 0,0021	
Triple	28	-0,56 $\pm$ 0,0032	
Días en producción (efecto lineal)	222	-0,4 E <sup>-4</sup> $\pm$ 0,52 E <sup>-4</sup>	0,3930
Días en producción (efecto cuadrático)	222	-2,14E <sup>-7</sup> $\pm$ 0,00	0,2924

Letras diferentes muestran diferencias significativas

*Efecto del grupo racial sobre la crioscopia*

El grupo racial no presentó efecto significativo sobre la crioscopia (P= 0,8946). Sin embargo, hay una diferencia de 0,0027 $^{\circ}\text{C}$  entre los grupos raciales Canaria Pura – 5/8 y las <5/8 Canaria con el punto crioscópico más

bajo y más alto respectivamente, aunque ambos grupos se mantienen dentro de los niveles de referencia.

De Sousa *et al.* (1993) obtuvieron diferencias significativas en cuanto al efecto de la raza en la crioscopia, y observaron que las cabras Alpinas puras tenían el punto crioscópico más bajo (-0,566°C) que las Saanen y Anglo-Nubian (-0,565 y -0,563°C respectivamente).

#### *Efecto de la edad al parto sobre la crioscopia*

La edad de la cabra al momento del parto no presentó efecto significativo sobre la crioscopia ( $P= 0,5035$ ). Sin embargo, hay una diferencia de 0,0104°C entre las cabras de 3 años y las de 7 años al parto (menor y mayor punto crioscópico respectivamente). Estos resultados difieren de los presentados por Antunac *et al.* (2007) que obtuvieron diferencias en el punto crioscópico según la edad de la cabra.

#### *Efecto del año de parto sobre la crioscopia*

Solo se observaron diferencias significativas ( $P<0,0001$ ) en el año de parto, lo cual puede ser debido a años más o menos lluviosos y, por tanto, el forraje consumido tenga diferentes porcentaje de humedad, lo cual afectó significativamente el porcentaje de lactosa o minerales (como componentes fundamentales del punto crioscópico) en los diferentes años como se observa en los Cuadros 54 y 55 en este mismo texto. Estos resultados coinciden con los presentados por Genčurová *et al.* (2008) que obtuvieron diferencias en la crioscopia según el año de parto.

#### *Efecto del mes de parto sobre la crioscopia*

El mes de parto no presentó efecto significativo sobre la crioscopia ( $P= 0,6416$ ) con una diferencia mínima de 0,0051°C entre las cabras que parieron en octubre y las que parieron entre enero y agosto. Estos resultados difieren de los presentados por De Sousa *et al.* (1993) que obtuvieron

diferencias en el punto crioscópico según el mes de parto, y señalan que esas diferencias se deben a diferencias en la dieta de las cabras.

#### *Efecto del tipo de parto sobre la crioscopía*

El tipo de parto no presentó efecto significativo sobre la crioscopía ( $P=0,8776$ ) con una diferencia mínima de  $0,0020$  °C entre la leche de cabras que presentaron partos simples y triples, observándose una tendencia a aumentar el punto crioscópico en los partos múltiples.

#### *Efecto de los días en producción sobre la crioscopía*

Los días en producción no tuvieron un efecto significativo lineal ni cuadrático ( $P=0,3930$  y  $P=0,2924$  respectivamente) sobre el punto crioscópico. Sin embargo algunos autores reportaron el efecto del periodo de la lactancia de las cabras (de Sousa *et al.*, 1993; Janštová *et al.*, 2007).

#### *5.3.1.2. Acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche)*

En la Figura 7 se muestra la acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) durante la lactancia. Se puede apreciar que se mantiene relativamente constante durante toda la lactancia con un ligero incremento hacia el final de la misma, pero con una alta variabilidad diaria, lo cual corresponde con la misma tendencia observada por diferentes autores (Díaz *et al.*, 2003; Ludeña *et al.*, 2006; Salvador *et al.*, 2006).

La acidez, presentó una media de  $19,1213 \pm 0,1368$  mL NaOH 0,1N/100 mL leche, lo cual coincide con los valores presentados por Salvador *et al.* (2006) de  $20,62 \pm 3,65$  mL NaOH 0,1N/100 mL leche en cabras mestizas Canarias. El rango entre 10 a 30 puede observarse, si se omiten los valores extremos, coincidiendo con resultados previos de otros autores (Kanwal *et al.*, 2004; Salem *et al.*, 2004).

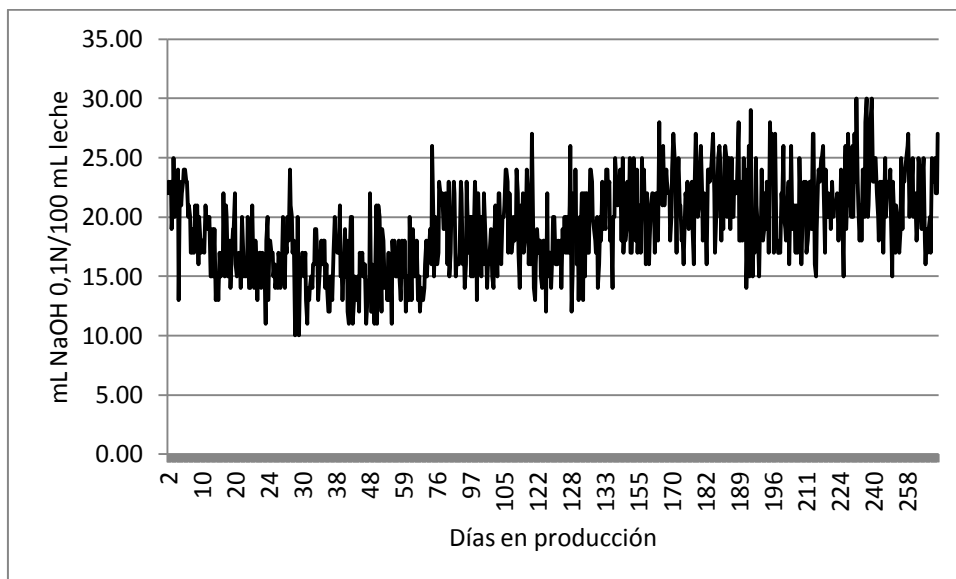


Figura 7. Acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) durante la lactancia en cabras

En el Cuadro 44 se observa el promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico de la acidez según los efectos incluidos en el modelo.

Los efectos que fueron significativos sobre la acidez en orden de importancia fueron: Año de parto y el efecto de los días en producción lineal y cuadrático ( $P= 0,0001$ ;  $P= 0,0041$  y  $P= 0,0194$ , respectivamente). El grupo racial, edad al parto, mes de parto y tipo de parto no fueron significativos sobre acidez.

La media ajustada fue mas alta que los valores promedio reportados por Faría *et al.* (1999) de 13,92 °D (equivalente a 15,47 mL NaOH 0,1N/100 mL leche), lo que pudiera indicar la presencia de mastitis subclínica persistentemente en este trabajo.

Cuadro 44. Promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico de la acidez (mL NaOH 0,1N/100 mL leche) según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	758	19,12 $\pm$ 0,13	
Promedio ajustado	758	19,59 $\pm$ 0,18	
<b>Grupo Racial</b>			0,3691
Canaria Pura – 5/8	379	19,56 $\pm$ 0,56	
< 5/8 Canaria	110	20,44 $\pm$ 0,74	
Alpino Francés pura – 5/8	135	18,95 $\pm$ 0,76	
½ Canaria ½ Alpino Francés	134	19,62 $\pm$ 0,73	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,2922
1 y 2	320	19,56 $\pm$ 0,45	
3	180	18,90 $\pm$ 0,47	
4	99	19,21 $\pm$ 0,54	
5	69	19,15 $\pm$ 0,58	
6	35	19,84 $\pm$ 0,72	
7	14	20,51 $\pm$ 1,15	
8 y más	41	20,32 $\pm$ 1,13	
<b>Año de Parto</b>			0,0001
2004 – 2005	83	20,93 $\pm$ 0,68 b	
2006 – 2007	519	18,95 $\pm$ 0,48 a	
2008 – 2009	156	19,05 $\pm$ 0,52 a	
<b>Mes de Parto</b>			0,4869
Enero a Agosto	16	18,65 $\pm$ 0,89	
Septiembre	272	19,93 $\pm$ 0,47	
Octubre	449	19,74 $\pm$ 0,51	
Noviembre y Diciembre	21	20,25 $\pm$ 0,96	
<b>Tipo de Parto</b>			0,2961
Sencillo	269	19,77 $\pm$ 0,57	
Doble	395	19,35 $\pm$ 0,50	
Triple	94	19,81 $\pm$ 0,61	
Días en producción (efecto lineal)	758	0,01 $\pm$ 0,47E <sup>-2</sup>	0,0041
Días en producción (efecto cuadrático)	758	0,42E <sup>-4</sup> $\pm$ 0,18E <sup>-4</sup>	0,0194

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

#### *Efecto del grupo racial sobre la acidez*

El grupo racial no presentó diferencias significativas (P= 0,3691) en la acidez de la leche de cabras, aunque se observa que la leche de las cabras

del grupo <5/8 Canarias son las que presentaron la mayor acidez, con una diferencia de 1,4897 mL NaOH 0,1N/100 mL leche con respecto a las Alpinas puras – 5/8. Estos resultados concuerdan con los presentados por Vega *et al.* (2007) y Frau *et al.* (2010) que tampoco encontraron diferencias entre razas.

#### *Efecto de la edad al parto sobre la acidez*

La edad al parto en años no presentó efecto significativo ( $P= 0,2922$ ) en la acidez de la leche de cabras, aunque se observa una tendencia a disminuir la acidez a medida que aumenta la edad de la cabra. Sin embargo, la leche de cabras de 7 años presentó el mayor valor de acidez, con una diferencia de 1,6144 mL NaOH 0,1N/100 mL leche con el valor menor en la leche de las cabras de 3 años.

#### *Efecto del año de parto sobre la acidez*

Se observaron diferencias significativas ( $P= 0,0001$ ) en el año de parto, donde se aprecia que el valor más alto 20,93 mL NaOH 0,1N/100 mL leche ocurrió en cabras que parieron en los años 2004 y 2005 y disminuye a valores promedio en los siguientes años, lo cual podría indicar correcciones en el manejo y atención del ordeño que hizo que se mejorara la calidad de la leche. La mayor diferencia en la acidez fue de 1,9805 mL NaOH 0,1N/100 mL entre las cabras que parieron en los años 2004 – 2005 y las que parieron en los años 2006 – 2007.

#### *Efecto del mes de parto sobre la acidez*

El mes de parto no presentó efecto significativo ( $P= 0,4869$ ) en la acidez de la leche de cabras, aunque se observa una tendencia a que la leche de las cabras aumenta la acidez a medida que transcurren los meses de parto. Se observó una diferencia de 1,60 mL NaOH 0,1N/100 mL leche entre la leche de las cabras que parieron en el periodo de noviembre y diciembre con las del periodo enero – agosto.

### *Efecto del tipo de parto sobre la acidez*

El tipo de parto no presentó efecto significativo ( $P= 0,2961$ ) en la acidez de la leche de cabras, aunque se observa una ligera disminución de 0,46 mL NaOH 0,1N/100 mL leche entre la leche de las cabras que tuvieron parto doble o triple.

### *Efecto de los días en producción sobre la acidez*

También se observó un efecto lineal y cuadrático de los días en producción, aumentando la acidez a medida que aumentan los días en producción, lo que indica que a medida que la cabra está más tiempo en ordeño más probabilidades hay de que se produzca una infección intramamaria subclínica.

Ludeña *et al.* (2006) presentaron resultados similares de cambios en la acidez de la leche en función de los días en producción.

#### 5.3.1.3. *Cloruros*

En la Figura 8 se muestra el porcentaje de cloruros durante la lactancia, donde se puede apreciar que se mantiene constante durante toda la lactancia con un ligero incremento hacia el final de la misma, pero con una alta variabilidad interdiaria, lo cual corresponde con la misma tendencia observada por diferentes autores (Diaz *et al.*, 2003; Salvador *et al.*, 2006).

El porcentaje de cloruros se mantuvo entre 0,11 y 0,29, lo que coincide con los valores reportados por Salem *et al.* (2004) de 0,108 a 0,170 y con una revisión efectuada por Jenness (1980); pero difieren de los resultados de Denis y Sisson (1921) que mostraron valores ligeramente inferiores en cabras que no consumían NaCl pero similares a las que si tenían acceso a la sal, y muy por debajo de los resultados elevados de Salvador *et al.* (2006), de  $0,90 \pm 0,02$  probablemente por alteración de la composición de la leche debido a mastitis subclínica.

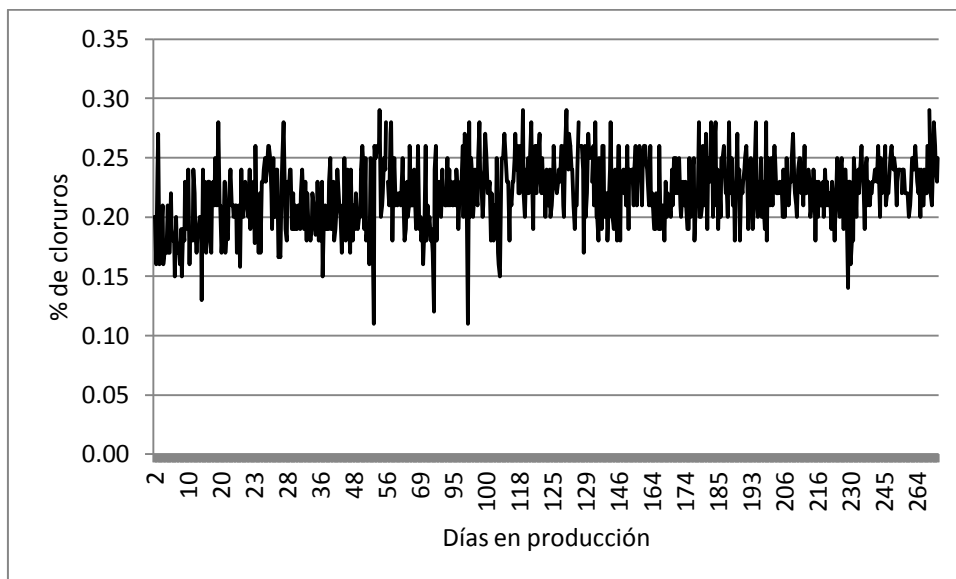


Figura 8. Cloruros (%) durante la lactancia en cabras

En el Cuadro 45 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de cloruros según los efectos incluidos en el modelo.

Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de cloruros en orden de importancia fueron: El efecto de los días en producción lineal y cuadrático ( $P < 0,0001$ , en ambos), año de parto ( $P = 0,0001$ ) y mes de parto ( $P = 0,0010$ ). Los demás efectos no fueron significativos.

*Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de cloruros*

El grupo racial no presentó efecto significativo ( $P = 0,2630$ ) en el porcentaje de cloruros de la leche de cabras, aunque se observa que la leche de las cabras del grupo Canarias puras - 5/8 son las que presentaron el menor porcentaje de cloruros, con una diferencia de 0,012% con las 5/8 Canarias, lo cual coincide con los resultados de Salem *et al.* (2004) en cabras Damascus, Barky y sus cruces, ya que presentaron diferencias de hasta 0,05% en cloruros.



Estos resultados difieren de los presentados por Jenness (1980) que presentó diferencias de 8,1% de cloruros en la leche de diferentes razas.

Cuadro 45. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de cloruros según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	753	0,22 $\pm$ 0,0010	
Promedio ajustado	753	0,21 $\pm$ 0,0008	
<b>Grupo Racial</b>			0,2630
Canaria Pura – 5/8	376	0,21 $\pm$ 0,0058	
< 5/8 Canaria	110	0,22 $\pm$ 0,0087	
Alpino Francés pura – 5/8	134	0,22 $\pm$ 0,0089	
½ Canaria ½ Alpino Francés	133	0,21 $\pm$ 0,0085	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,0894
1 y 2	319	0,21 $\pm$ 0,0042	
3	180	0,22 $\pm$ 0,0049	
4	97	0,22 $\pm$ 0,0063	
5	68	0,23 $\pm$ 0,0058	
6	35	0,22 $\pm$ 0,0066	
7	13	0,20 $\pm$ 0,0119	
8 y más	41	0,21 $\pm$ 0,0196	
<b>Año de Parto</b>			0,0001
2004 – 2005	82	0,20 $\pm$ 0,0088 a	
2006 – 2007	515	0,23 $\pm$ 0,0059 c	
2008 – 2009	156	0,22 $\pm$ 0,0059 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,0010
Enero a Agosto	16	0,25 $\pm$ 0,0103 c	
Septiembre	270	0,21 $\pm$ 0,0062 b	
Octubre	446	0,21 $\pm$ 0,0068 b	
Noviembre y Diciembre	21	0,20 $\pm$ 0,0097 a	
<b>Tipo de Parto</b>			0,4136
Sencillo	269	0,21 $\pm$ 0,0068	
Doble	390	0,21 $\pm$ 0,0062	
Triple	94	0,22 $\pm$ 0,0065	
Días en producción (efecto lineal)	753	0,3E <sup>-3</sup> $\pm$ 0,4E <sup>-4</sup>	<0,0001
Días en producción (efecto cuadrático)	753	-8,43E <sup>-7</sup> $\pm$ 0,00	<0,0001

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

### *Efecto de la edad al parto sobre el porcentaje de cloruros*

La edad al parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0894$ ) sobre el porcentaje de cloruros, aunque se observó un aumento de los mismos en la leche de las cabras con edad intermedia, lo cual es comprensible pues los cloruros aumentan cuando la leche presenta mastitis subclínica, y existe una correlación entre la mayor producción de leche a edades intermedias y la presencia de mastitis.

La diferencia mayor se obtuvo entre las cabras de 5 años y las de 7 años con 0,03% de diferencia.

### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de cloruros*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0001$ ) sobre el porcentaje de cloruros, observándose que los valores más altos los presentaron los animales que parieron en los años 2006 y 2007 con una diferencia de 0,025% con los animales que parieron en los años 2004 y 2005.

Estos resultados coinciden con los presentados por Jenness (1980) que obtuvo diferencias significativas entre diferentes años de estudio.

### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de cloruros*

El mes de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0010$ ) sobre el porcentaje de cloruros, con una diferencia máxima de 0,046%; observándose que los valores más altos los presentaron los animales que parieron en los meses de enero a agosto, es decir, que inician la lactancia tarde en comparación con los que paren en la temporada normal de pariciones.

En una revisión de literatura presentada por Jenness (1980) indicó el efecto del mes de parto sobre el porcentaje de cloruros de la leche, básicamente por la menor o mayor presencia de mastitis subclínica en el rebaño, lo cual está ampliamente asociado con los cambios de humedad a través de los meses.

### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de cloruros*

El tipo de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,4136$ ) sobre el porcentaje de cloruros, y la diferencia máxima fue de apenas 0,0066%; observándose que se incrementa el porcentaje de cloruros a medida que aumenta la cantidad de cabritos al parto.

Esto puede estar asociado a que partos múltiples producen más leche (Salvador *et al.*, 2006) y mayor probabilidad de que se produzca una mastitis subclínica.

### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de cloruros*

También se observó un efecto lineal y cuadrático en los días en producción aumentando el porcentaje de cloruros a medida que aumentan los días en producción hasta que la curva inflexiona y baja el % de cloruros nuevamente, lo cual indica que a medida que la cabra está más tiempo en ordeño más probabilidades hay de que se produzca una infección subclínica, lo cual coincide con la acidez, con un punto máximo en el periodo medio de la lactancia.

### *Efecto de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de cloruros*

En el Cuadro 46 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X edad al parto sobre los cloruros (%).

El efecto de la interacción edad de la cabra al parto (en años) x el grupo racial en el porcentaje de cloruros no es claro. Sin embargo, parecen coincidir todos los grupos raciales en un aumento de los cloruros entre el 4to y 6to año de parto.

### *Efecto de la interacción grupo racial X mes de parto sobre el % de cloruros*

En el Cuadro 47 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X mes de parto sobre los cloruros (%).

Esta interacción tampoco es clara, aunque parece que hay una disminución en el porcentaje de cloruros a medida que transcurren los partos en los meses del año. Existen cambios tanto en la posición de los grupos raciales y meses de partos como en la magnitud de las diferencias entre grupos raciales dentro de un año particular. Tampoco la diferencia entre los meses de partos dentro de un grupo racial fue constante.

Cuadro 46. Media (%)  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre los cloruros.

Edad de la cabra al parto (años)	Grupo racial			
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés pura – 5/8	½ Canaria ½ Alpino Francés
1 y 2	0,20 $\pm$ 0,66E <sup>-2</sup>	0,22 $\pm$ 0,75E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,64E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,67E <sup>-2</sup>
3	0,21 $\pm$ 0,64E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,99 E <sup>-2</sup>	0,22 $\pm$ 0,85E <sup>-2</sup>	0,22 $\pm$ 0,01
4	0,22 $\pm$ 0,73E <sup>-2</sup>		0,22 $\pm$ 0,8E <sup>-2</sup>	0,19 $\pm$ 0,94E <sup>-2</sup>
5	0,24 $\pm$ 0,9E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,97E <sup>-2</sup>
6	0,20 $\pm$ 0,01	0,25 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,01	0,22 $\pm$ 0,01
7	0,19 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01		
8 y más	0,20 $\pm$ 0,99E <sup>-2</sup>			

Cuadro 47. Media (%)  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X mes de parto sobre los cloruros.

Mes de parto	Grupo Racial			
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés pura – 5/8	½ Canaria ½ Alpino Francés
Enero - Agosto	0,23 $\pm$ 0,01		0,24 $\pm$ 0,01	
Septiembre	0,21 $\pm$ 0,47 E <sup>-2</sup>	0,22 $\pm$ 0,89 E <sup>-2</sup>	0,22 $\pm$ 0,94 E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,01
Octubre	0,21 $\pm$ 0,5 E <sup>-2</sup>	0,20 $\pm$ 0,85 E <sup>-2</sup>	0,21 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,01
Noviembre y Diciembre	0,19 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,01		0,19 $\pm$ 0,01

En este sentido, la mayor diferencia entre grupos raciales fue 0,386 para los meses de noviembre y diciembre entre Canaria pura – 5/8 y las < 5/8 Canaria, mientras que la mayor diferencia entre meses de parto fue de 0,45 entre los meses de enero-agosto con respecto a noviembre – diciembre en el grupo racial Canaria pura – 5/8.

#### 5.3.1.4. WMT (mm)

La medida de WMT es un indicador directo del grado de mastitis subclínica y está asociado al recuento de células somáticas en leche (Bedolla *et al.*, 2007), subestimando su valor real (Andrade, 2001). En este sentido, se observó una media de 10,75 mm lo que equivale a un recuento de 465.000 células somáticas y estima una disminución del 8% de la producción de leche. Estos resultados coinciden con los reportados por Salvador *et al.* (2006) de  $8,12 \pm 7,32$  mm.

El Programa Lechero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos hizo efectivo a partir del 2011 un manual de procedimientos que determina el valor de 18 mm en la prueba de WMT como el límite máximo para las muestras de leche para ser evaluadas por otras pruebas directas como el recuento de células somáticas, por lo que los valores de WMT de este ensayo están dentro de los parámetros aceptables.

En la Figura 9 se observa la prueba de mastitis subclínica WMT, observándose que fue la característica con mayor variabilidad durante toda la lactancia. El rango fue muy variable desde valores mínimos de 2,0 hasta los valores más altos de 37,0 mm, lo cual coincide con los valores reportados por Salvador *et al.* (2006).

Se observa que los valores más elevados son aislados y hay un incremento al inicio y final de la lactancia, donde aumenta la cantidad de células somáticas en leche (Galina *et al.*, 1996) por lo que aumenta el valor de la prueba WMT sin ser indicativo de una patología (Droke *et al.*, 1993;

Zeng y Escobar, 1995; Salama *et al.*, 2003). También se observó unos valores aumentados en el periodo central de la lactancia que pudieran coincidir con casos aislados de mastitis subclínica.

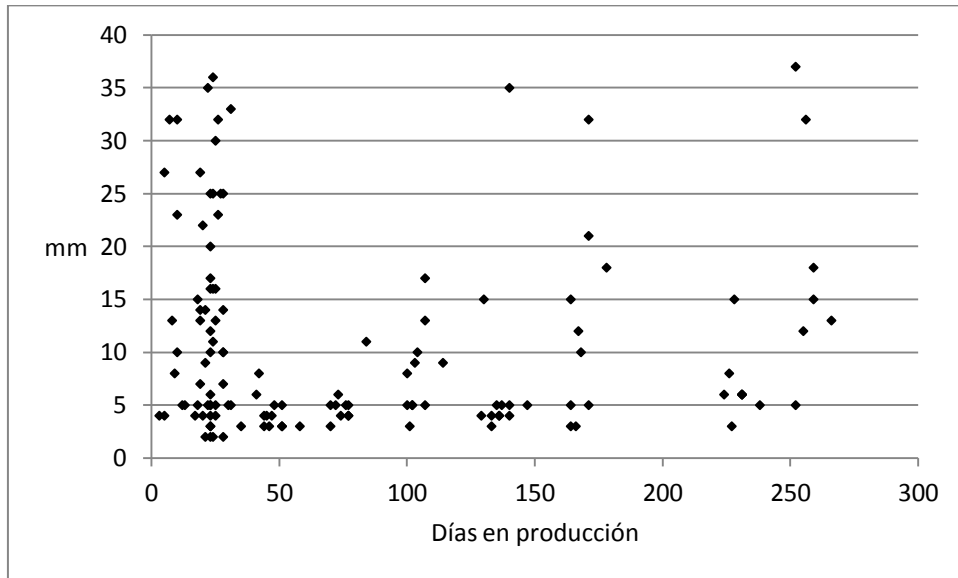


Figura 9. Wisconsin Mastitis Test (WMT) durante la lactancia en cabras

En el Cuadro 48 se observa el promedio ajustado y no ajustado (mm)  $\pm$  error típico de la prueba de WMT según los efectos incluidos en el modelo.

Los únicos efectos significativos sobre WMT fueron en orden de importancia: Año de parto y grupo racial ( $P=0,0336$  y  $P= 0,0489$ , respectivamente). Las demás fuentes de variación no fueron significativas.

#### *Efecto del grupo racial sobre WMT*

El grupo racial tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0489$ ) en los resultados de WMT, observándose que el genotipo  $<5/8$  Canarias fueron los animales con mayores valores (20,40 mm) y con una diferencia de 10,48 mm con el genotipo Alpino Francés pura –  $5/8$  con menor valor de WMT.

Cuadro 48. Promedio ajustado y no ajustado (mm)  $\pm$  error típico de WMT según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	132	10,75 $\pm$ 0,80	
Promedio ajustado	132	15,51 $\pm$ 0,06	
<b>Grupo Racial</b>			0,0489
Canaria Pura – 5/8	45	18,59 $\pm$ 3,36 c	
< 5/8 Canaria	24	20,40 $\pm$ 4,52d	
Alpino Francés pura – 5/8	26	9,92 $\pm$ 3,36 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	37	12,53 $\pm$ 3,61 b	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,4406
1 y 2	58	17,33 $\pm$ 4,03	
3	33	9,24 $\pm$ 3,59	
4	5	19,21 $\pm$ 5,31	
5	6	18,11 $\pm$ 4,70	
6	12	18,45 $\pm$ 4,19	
7	10	14,60 $\pm$ 5,09	
8 y más	8	10,58 $\pm$ 7,08	
<b>Año de Parto</b>			0,0336
2004 – 2005	83	11,28 $\pm$ 2,92 a	
2008 – 2009	49	19,44 $\pm$ 3,61 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,5815
Enero a Agosto	7	16,88 $\pm$ 5,77	
Septiembre	85	13,10 $\pm$ 2,01	
Octubre	35	11,11 $\pm$ 3,25	
Noviembre y Diciembre	5	20,35 $\pm$ 7,24	
<b>Tipo de Parto</b>			0,8206
Sencillo	38	13,35 $\pm$ 3,88	
Doble	83	15,01 $\pm$ 2,96	
Triple	11	17,72 $\pm$ 5,78	
Días en producción (efecto lineal)	132	-0,66 E <sup>-2</sup> $\pm$ 0,04	0,8772
Días en producción (efecto cuadrático)	132	0,1 E <sup>-3</sup> $\pm$ 0,1E <sup>-3</sup>	0,2631

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Los resultados de WMT se pueden equiparar o comparar con los resultados de Recuento de Células Somáticas (RCS) los cuales aumentan en leche patológicamente cuando hay presencia de mastitis o fisiológicamente al inicio y final de la lactancia cuando aumentan las células de descamación

(Sawaya *et al.*, 1984; Zeng *et al.*, 1997; Aparicio y Pérez 2001; Bedolla, *et al.*, 2007).

En este sentido, numerosos autores han señalado diferencias entre razas en el RCS (Poutrel *et al.*, 1997; Zeng *et al.*, 1997; Marenjak *et al.*, 2007).

#### *Efecto de la edad al parto sobre WMT*

La edad al parto en años no tuvo un efecto significativo ( $P=0,4406$ ) en los resultados de WMT. No se observa una tendencia clara a aumentar el valor de WMT a medida que envejece o aumenta el número de partos como lo señalan otros autores (Poutrel *et al.*, 1997; Paape *et al.*, 2007).

#### *Efecto del año de parto sobre WMT*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P=0,0336$ ) en los resultados de WMT, observándose valores elevados de 19,44 mm en las muestras de leche de las cabras que parieron en los años 2008 y 2009. La diferencia fue de 8,15 mm y ocurrió entre la leche de las cabras que parieron en este periodo y entre 2004 – 2005. Paape *et al.* (2007) señalaron el efecto del año de parto en el valor de SCC en diferentes razas de cabras.

#### *Efecto del mes de parto sobre WMT*

El mes de parto tuvo un efecto no significativo ( $P=0,5815$ ) en los resultados de WMT, observándose los valores mas elevados en la leche de las cabras que paren desde Noviembre hasta Agosto.

La mayor diferencia fue de 9,13 mm y ocurrió entre la leche de las cabras que parieron en Noviembre y Diciembre en comparación con Octubre. Estos resultados coinciden con los de Paape *et al.* (2007), que señalaron el efecto del mes de parto en el valor de SCC en diferentes razas de cabras.



#### *Efecto del tipo de parto sobre WMT*

El tipo de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,8206$ ) en los resultados de WMT. Se observa una tendencia a aumentar el valor de WMT a medida que aumenta la prolificidad, como lo señalan otros autores que aumenta el SCC según el tipo de parto (Poutrel *et al.*, 1997; Paape *et al.*, 2007). Se observó un incremento de WMT de 1,66 y 4,37 mm de partos simple a doble y triple respectivamente.

#### *Efecto de los días en producción sobre WMT*

No hubo efecto lineal ni cuadrático de los días en producción en el valor de WMT ( $P=0,8772$  y  $P=0,2631$ , respectivamente) sin embargo, los días en producción es citado por diferentes autores como un efecto importante en el aumento de WMT (Poutrel *et al.*, 1997; Zeng *et al.*, 1997; Marin *et al.*, 2001; Paape *et al.*, 2007).

#### 5.3.1.5. *pH*

El pH presentó una media de 6,55 lo cual coincide con los resultados de Faría *et al.* (1999), Zumbo, *et al.* (2004), y Salvador *et al.* (2006). En la Figura 10 se observa el pH durante la lactancia, el cual aumento en el periodo medio de la lactancia con una ligera disminución al final de la misma, con elevada variabilidad interdiaria pero con variaciones de estrecho rango, siendo el valor mínimo 6,00 y máximo 7,17. Los valores elevados de acidez titulable probablemente sean por algunos casos aislados de cabras con mastitis subclínica y coincidiendo esta misma tendencia con lo reportado por diferentes autores, tales como Salvador *et al.* (2006) que señalan una media de  $6,83 \pm 0,24$ ; Kanwal *et al.* (2004) con un rango de 6,34 – 6,68 y una media de 6,59 y Zahraddeen *et al.* (2007) con media de  $6,25 \pm 0,06$ .

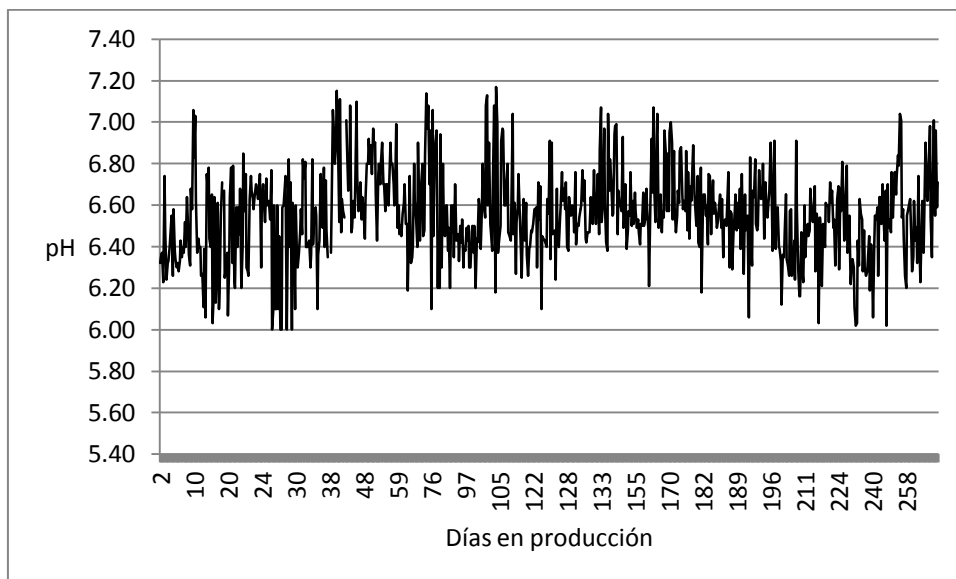


Figura 10. pH durante la lactancia en cabras

En el Cuadro 49 se observa el promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico del pH según los efectos incluidos en el modelo.

Los únicos efectos significativos sobre el pH fueron en orden de importancia: Mes de parto y el efecto de los días en producción lineal y cuadrático ( $P < 0,0001$ ;  $P = 0,0007$  y  $P = 0,0002$ ; respectivamente). Las demás fuentes de variación no fueron significativas.

#### *Efecto del grupo racial sobre el pH*

El grupo racial no tuvo un efecto significativo ( $P = 0,6632$ ) en el pH de la leche, observándose que la leche del genotipo Canaria pura – 5/8 fue la leche menos acida (6,67) y con una diferencia de 0,06 con la leche más acida del genotipo  $<5/8$  Canarias con el menor valor de pH (6,61). Se observa muy poca variación entre grupos. Estos resultados coinciden con Vega *et al.* (2007) y Salem *et al.* (2004), que tampoco encontraron diferencias significativas entre razas.

Cuadro 49. Promedio ajustado y no ajustado  $\pm$  error típico del pH según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	753	6,55 $\pm$ 0,0079	
Promedio ajustado	753	6,65 $\pm$ 0,0006	
<b>Grupo Racial</b>			0,6632
Canaria Pura – 5/8	377	6,67 $\pm$ 0,0336	
< 5/8 Canaria	108	6,61 $\pm$ 0,0468	
Alpino Francés pura – 5/8	135	6,64 $\pm$ 0,0577	
½ Canaria ½ Alpino Francés	133	6,65 $\pm$ 0,0298	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,3038
1 y 2	318	6,63 $\pm$ 0,0298	
3	179	6,64 $\pm$ 0,0346	
4	99	6,69 $\pm$ 0,0446	
5	67	6,72 $\pm$ 0,0403	
6	35	6,64 $\pm$ 0,0469	
7	14	6,64 $\pm$ 0,0818	
8 y más	41	6,58 $\pm$ 0,1196	
<b>Año de Parto</b>			<0,0001
2004 – 2005	83	6,78 $\pm$ 0,0564 b	
2006 – 2007	514	6,54 $\pm$ 0,0390 a	
2008 – 2009	156	6,58 $\pm$ 0,0530 ab	
<b>Mes de Parto</b>			0,9800
Enero a Agosto	16	6,65 $\pm$ 0,0684	
Septiembre	269	6,61 $\pm$ 0,0400	
Octubre	447	6,60 $\pm$ 0,0427	
Noviembre y Diciembre	21	6,64 $\pm$ 0,0655	
<b>Tipo de Parto</b>			0,2450
Sencillo	266	6,66 $\pm$ 0,4609	
Doble	394	6,64 $\pm$ 0,0429	
Triple	93	6,69 $\pm$ 0,0445	
Días en producción (efecto lineal)	753	0,0011 $\pm$ 0,0003	0,0007
Días en producción (efecto cuadrático)	753	-4,45E <sup>-6</sup> $\pm$ 1,205E <sup>-6</sup>	0,0002

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Sin embargo, Zahraddeen *et al.* (2007) y St-Gelais *et al.* (2002) presentaron variaciones similares de 0,10 entre razas con un efecto significativo en el pH de la leche.

#### *Efecto de la edad al parto sobre el pH*

La edad al parto en años no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,3038$ ) en los resultados de pH. La edad al parto con mayor pH de la leche fueron las cabras de 5 años y el menor pH las de 8 y más años, con una diferencia de 0,14. Zahraddeen *et al.* (2007) tampoco obtuvieron diferencias significativas.

#### *Efecto del año de parto sobre el pH*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P<0,0001$ ) en el pH de la leche de cabras, observándose que el menor pH (más ácido) corresponde a la leche de las cabras que parieron en los años 2006 y 2007, que coincide con los años donde se presentó el mayor porcentaje de cloruros (Cuadro 40).

La mayor diferencia con el pH menos ácido fue de 0,13 en los años 2004 y 2005. Esta diferencia en el pH de la leche según el año de parto se puede deber a diferencias ambientales que afectan la alimentación de las cabras o diferencias en el manejo que afectan la calidad sanitaria de la leche.

#### *Efecto del mes de parto sobre el pH*

El mes de parto no tuvo un efecto significativo ( $P=0,9800$ ) en el pH de la leche de cabras, observándose una diferencia de solo 0,04 en el pH entre la leche más ácida y la menos ácida, coincidiendo con los resultados de St-Gelais *et al.* (2002) y Vega *et al.* (2007).

#### *Efecto del tipo de parto sobre el pH*

El tipo de parto no tuvo un efecto significativo ( $P=0,2450$ ) en el pH de la leche de cabras. Sin embargo se observó una tendencia a bajar el pH de la leche proveniente de partos múltiples, observándose una diferencia de solo 0,05 en el pH entre la leche más ácida y la más básica.

#### *Efecto de los días en producción sobre el pH*

Se observa un efecto lineal positivo y cuadrático negativo de los días en producción en el pH lo que indica que a medida que aumentan los días en

producción aumenta el pH es decir la leche se hace menos acida, y luego disminuye nuevamente haciéndose más acida, lo cual coincide con lo observado en el Cuadro 39 con la acidez. Estos resultados coinciden con otros autores (Pavić *et al.*, 2002; Ludeña *et al.*, 2006).

*Efecto de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el pH*

En el Cuadro 50 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el pH.

Cuadro 50. Media  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el pH.

Edad de la cabra al parto (años)	Grupo racial			
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés pura – 5/8	½ Canaria ½ Alpino Francés
1 y 2	6,62 $\pm$ 0,03	6,61 $\pm$ 0,04	6,63 $\pm$ 0,03	6,66 $\pm$ 0,03
3	6,61 $\pm$ 0,03	6,65 $\pm$ 0,06	6,63 $\pm$ 0,05	6,68 $\pm$ 0,08
4	6,79 $\pm$ 0,04		6,66 $\pm$ 0,04	6,67 $\pm$ 0,06
5	6,70 $\pm$ 0,06	6,61 $\pm$ 0,06	6,78 $\pm$ 0,06	6,80 $\pm$ 0,06
6	6,57 $\pm$ 0,09	6,66 $\pm$ 0,08	6,69 $\pm$ 0,11	6,64 $\pm$ 0,06
7	6,73 $\pm$ 0,09	6,61 $\pm$ 0,08		
8 y más	6,67 $\pm$ 0,05			

El efecto de la interacción edad de la cabra al parto (en años) x el genotipo sobre el pH fue significativa (P= 0,0359). Sin embargo, no está clara, parece haber un aumento en el pH de la leche de todos los genotipos en el parto a los 4 y 5 años de edad.

La mayor diferencia entre grupos raciales fue entre ½ Canaria ½ Alpino Francés y < 5/8 Canaria a los cinco años de edad, con una leche más acida en cabras del primer grupo racial con 0,21, mientras que la mayor diferencia entre edad de la cabra fue de 0,18 entre tres y cuatro años para cabras del grupo racial Canaria pura-5/8, con una leche más acida en cabras de tres años.

### *Efecto de la interacción año de parto X mes de parto sobre el pH*

En el Cuadro 51 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción año de parto X mes de parto sobre el pH.

Cuadro 51. Media  $\pm$  error típico de la Interacción año de parto X mes de parto sobre el pH.

Año de parto	Mes de parto			
	Enero a Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre y Diciembre
2004 – 2005	6,69 $\pm$ 0,08	6,77 $\pm$ 0,66	6,86 $\pm$ 0,06	6,79 $\pm$ 0,12
2006 – 2007	6,66 $\pm$ 0,08	6,54 $\pm$ 0,04	6,44 $\pm$ 0,03	6,53 $\pm$ 0,06
2008 – 2009	6,52 $\pm$ 0,03	6,52 $\pm$ 0,03	6,50 $\pm$ 0,59	

El efecto de la Interacción año de parto X mes de parto sobre el pH fue significativa ( $P= 0,0042$ ). Tiene un comportamiento contradictorio ya que el pH de la leche de las cabras que parieron en los años 2004 y 2005 aumento en octubre, en las que parieron en los años 2006 y 2007 disminuyo en octubre, mientras que las que parieron en los años 2008 y 2009 no presentaron variación durante los diferentes meses de parto. Las mayores diferencias se registraron en los años 2004-2005 entre el mes de octubre y los meses enero a agosto, mientras que la mayor diferencia entre años fue entre los años 2004-2005 y 2006-2007.

### 5.3.2. *Composición de la leche: Grasa, proteína, caseína, sólidos totales, sólidos no grasos, cenizas y lactosa*

#### 5.3.2.1. *Grasa*

En referencia al contenido porcentual de grasa, la media fue de  $4,32 \pm 1,41\%$  lo cual coincide con los valores obtenidos por Barba *et al.* (2001), (4,55%) y con los de Álvarez y Paz (1998) en cabras altas productoras (4,91%), ligeramente inferiores (5,29%) cuando se comparan con el promedio de todas las cabras (altas y bajas productoras) y muy por debajo de los

valores obtenidos por Banda *et al.* (1992) con cabras no especializadas hacia la producción de leche (6,8%), ya que al ser cabras no lecheras su producción de leche es baja pero es alto el porcentaje de los componentes de la leche.

En la Figura 11 se observa el porcentaje de grasa de la leche de cabra durante la lactancia.

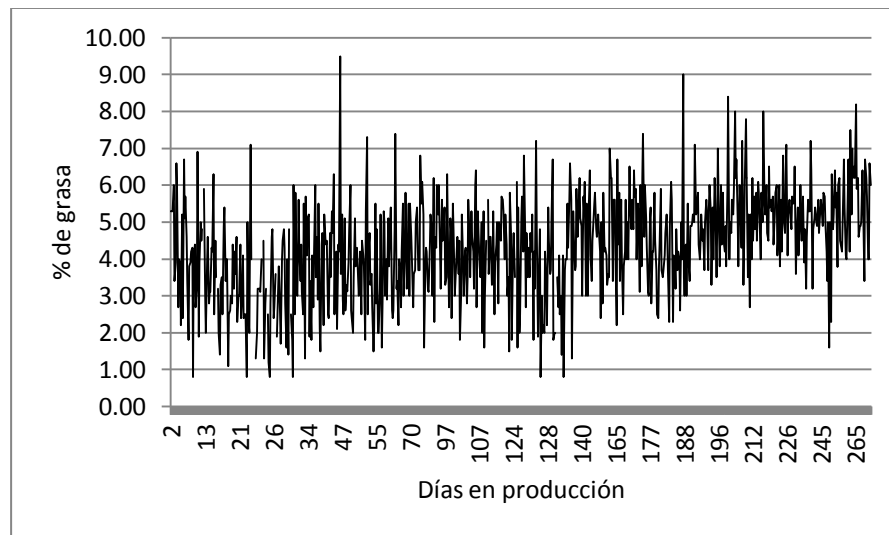


Figura 11. Porcentaje de grasa en leche de cabra a lo largo de la lactancia

Se aprecian valores bajos al inicio de la lactancia, que coincide con el ascenso en la producción de leche y un ascenso paulatino a medida que transcurre la lactancia y disminuye la producción de leche. Estos resultados coinciden con los reportados por diferentes autores (Marin *et al.*, 2001; Ming *et al.*, 2001; Salvador *et al.*, 2006; y Frau *et al.*, 2010).

En el Cuadro 52 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de grasa según los efectos incluidos en el modelo.

Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de grasa en orden de importancia fueron: El efecto lineal de los días en producción ( $P=$

0,0001) y el año de parto (P= 0,0002). Las demás fuentes de variación no fueron significativas sobre el porcentaje de grasa.

Cuadro 52. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de grasa según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	745	4,32 $\pm$ 0,05	
Promedio ajustado	745	4,56 $\pm$ 0,03	
<b>Grupo Racial</b>			0,7469
Canaria Pura – 5/8	374	4,34 $\pm$ 0,30	
< 5/8 Canaria	106	4,68 $\pm$ 0,47	
Alpino Francés pura – 5/8	134	4,81 $\pm$ 0,47	
½ Canaria ½ Alpino Francés	131	4,83 $\pm$ 0,47	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,4922
1 y 2	319	4,67 $\pm$ 0,24	
3	173	4,73 $\pm$ 0,27	
4	99	4,63 $\pm$ 0,34	
5	68	4,49 $\pm$ 0,35	
6	33	4,72 $\pm$ 0,46	
7	12	4,08 $\pm$ 0,63	
8 y más	41	5,85 $\pm$ 1,10	
<b>Año de Parto</b>			0,0002
2004 – 2005	83	5,38 $\pm$ 0,47 c	
2006 – 2007	519	4,65 $\pm$ 0,33 b	
2008 – 2009	143	4,09 $\pm$ 0,32 a	
<b>Mes de Parto</b>			0,0717
Enero a Agosto	16	4,80 $\pm$ 0,44	
Septiembre	259	4,35 $\pm$ 0,35	
Octubre	449	4,38 $\pm$ 0,37	
Noviembre y Diciembre	21	5,28 $\pm$ 0,48	
<b>Tipo de Parto</b>			0,7928
Sencillo	268	4,71 $\pm$ 0,38	
Doble	384	4,74 $\pm$ 0,33	
Triple	93	4,55 $\pm$ 0,34	
Días en producción (efecto lineal)	745	0,0065 $\pm$ 0,0017	0,0001
Días en producción (efecto cuadrático)	745	4,96E <sup>-6</sup> $\pm$ 6,32E <sup>-6</sup>	0,4328

Letras diferentes muestran diferencias significativas.



En referencia al contenido porcentual de grasa, la media ajustada fue de  $4,56 \pm 0,03\%$ , lo cual fue ligeramente inferior a los valores obtenidos por Faría *et al.* (1999), y Salvador *et al.* (2006) que reportaron valores de 4,86%.

#### *Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de grasa*

El grupo racial no tuvo efecto significativo ( $P=0,7469$ ) sobre el contenido porcentual de grasa en la leche de cabras. Sin embargo, se observó una diferencia de 0,47% de grasa entre la leche del grupo racial 1/2 Canarias 1/2 Alpina (con mayor % de grasa) y la leche del grupo racial Canarias puras – 5/8 (con menor % de grasa).

Estos resultados coinciden con las diferencias obtenidas de 0,23 - 0,45% de grasa en la leche de cabras entre diferentes grupos raciales (Iloeje *et al.*, 1980; Haenlein, 1981; Wiggans, 1981; Sawaya *et al.*, 1984; Frau *et al.*, 2010).

#### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de grasa*

La edad al parto no tuvo efecto significativo ( $P=0,4922$ ) sobre el contenido porcentual de grasa en la leche de cabras. Sin embargo, se observó una diferencia de 1,77% de grasa a favor de la leche de las cabra de 8 y más años al parto en comparación con las de 7 años al parto.

Se observó que la leche de los primeros y últimos años de edad al parto fueron las que mayor porcentaje de grasa tuvieron, lo cual coincide con las edades que presentan menor rendimiento lechero, como lo reportan diferentes autores (Iloeje *et al.*, 1980; Finley *et al.*, 1984; Sánchez *et al.*, 2006b).

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de grasa*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P=0,0002$ ) sobre el porcentaje de grasa, observándose que a medida que pasan los años disminuye en 1,29% de grasa de la leche. Esto posiblemente debido a que se ha ido seleccionando por producción de leche por lo que ha disminuido el

porcentaje de grasa. Fekadu *et al.* (2005) presentaron resultados similares en cuanto al año de parto sobre el porcentaje de grasa de la leche.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de grasa*

El mes de parto no presentó un efecto significativo ( $P= 0,0717$ ) observándose una tendencia en cuanto a un mayor porcentaje de grasa en la leche de las cabras que parieron en noviembre y diciembre. Este efecto estacional también fue reportado por Banda *et al.* (1992); Ming *et al.* (2001); Fekadu *et al.* (2005); y Zahraddeen *et al.* (2007).

La diferencia entre el porcentaje de grasa de la leche de las cabras que parieron en noviembre y diciembre y la de las cabras que parieron en septiembre fue de 0,93%. Zahraddeen *et al.* (2007) presentaron diferencias similares entre estaciones.

#### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de grasa*

El tipo de parto no tuvo efecto significativo ( $P=0,7928$ ) sobre el contenido porcentual de grasa en la leche de cabras. Sin embargo, se observó una tendencia a disminuir al pasar de parto simple a múltiple, con una diferencia de 0,19% de grasa. Esto coincide con el aumento de la producción de leche y, por ende, disminución del contenido de grasa en función del número de cabritos al parto (Gipson y Grossman, 1990; Večeřová y Křížek, 1993 citados por Haenlein, 1996a; Milerski y Mareš, 2001).

#### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de grasa*

Se observó un efecto lineal positivo de los días en producción sobre el porcentaje de grasa, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia aumentó el porcentaje de grasa en la leche.

Numerosos autores han mostrado el efecto del estado de la lactancia o número de días en producción en el porcentaje de grasa (Marin *et al.*, 2001; Ming *et al.*, 2001; Pavić *et al.*, 2002; Ludeña *et al.*, 2006; Salvador *et al.*, 2006; y Frau *et al.*, 2010).

*Efecto de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de grasa*

En el Cuadro 53 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de grasa.

Cuadro 53. Media  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de grasa.

Edad de la cabra al parto (años)	Grupo racial			
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés pura – 5/8	½ Canaria ½ Alpino Francés
1 y 2	5,04 $\pm$ 0,31	4,76 $\pm$ 0,31	4,49 $\pm$ 0,31	4,38 $\pm$ 0,35
3	4,94 $\pm$ 0,31	4,30 $\pm$ 0,48	4,89 $\pm$ 0,41	4,79 $\pm$ 0,52
4	4,04 $\pm$ 0,37		4,41 $\pm$ 0,39	5,51 $\pm$ 0,50
5	3,91 $\pm$ 0,46	4,42 $\pm$ 0,58	4,88 $\pm$ 0,54	4,75 $\pm$ 0,51
6	4,40 $\pm$ 0,84	4,49 $\pm$ 0,71	5,32 $\pm$ 0,90	4,66 $\pm$ 0,53
7	3,33 $\pm$ 0,96	3,99 $\pm$ 0,73		
8 y más	5,11 $\pm$ 0,62			

La interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de grasa casi fue significativa ( $P= 0,0573$ ). Sin embargo no es clara. Las razas puras hasta alto mestizaje presentaron un aumento del porcentaje de grasa a medida que aumenta la edad de la cabra en años al momento del parto. Al contrario, los genotipos con bajo mestizaje <5/8 Canaria y 1/2 Canarias 1/2 Alpinas presentaron el mayor porcentaje de grasa en la leche en los partos a edades más jóvenes. Estos resultados coinciden con el efecto racial reportado por Zahraddeen *et al.* (2007).

*Efecto de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de grasa*

En el Cuadro 54 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de grasa.

Cuadro 54. Media  $\pm$  error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de grasa.

Edad de la cabra al parto (años)	Tipo de parto		
	1	2	3
1 y 2	4,78 $\pm$ 0,23	4,97 $\pm$ 0,24	
3	4,66 $\pm$ 0,28	4,29 $\pm$ 0,27	5,25 $\pm$ 0,48
4	5,05 $\pm$ 0,51	4,53 $\pm$ 0,34	4,29 $\pm$ 0,41
5		4,66 $\pm$ 0,31	3,98 $\pm$ 0,38
6		4,47 $\pm$ 0,35	4,63 $\pm$ 0,66
7		4,16 $\pm$ 0,56	
8 y más		5,93 $\pm$ 1,10	5,43 $\pm$ 1,08

La interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de grasa fue significativa ( $P= 0,0365$ ) y se puede observar un aumento en el porcentaje de grasa en todos los tipos de parto en las pariciones a edad temprana y en los partos a mayor edad. La mayor diferencia fue encontrada entre cabras que parieron tres o mas crías con edades de cinco y ocho o más años, mientras que a la edad de tres años la mayor diferencia fue entre cabras que parieron dos y tres o más crías.

#### 5.3.2.2. *Proteína*

El contenido porcentual de proteína fue de  $4,01 \pm 0,72$  observándose las mismas tendencias que con el contenido de grasa al compararlo con los trabajos anteriores, coincidiendo con los resultados de Farías *et al.* (1999) de 4,51 en Venezuela. Salvador *et al.* (2006) mostraron resultados ligeramente inferiores (3,89%) en cabras mestizas Canarias en condiciones similares.

En la Figura 12 se observa el porcentaje de proteína de la leche de cabra durante la lactancia.

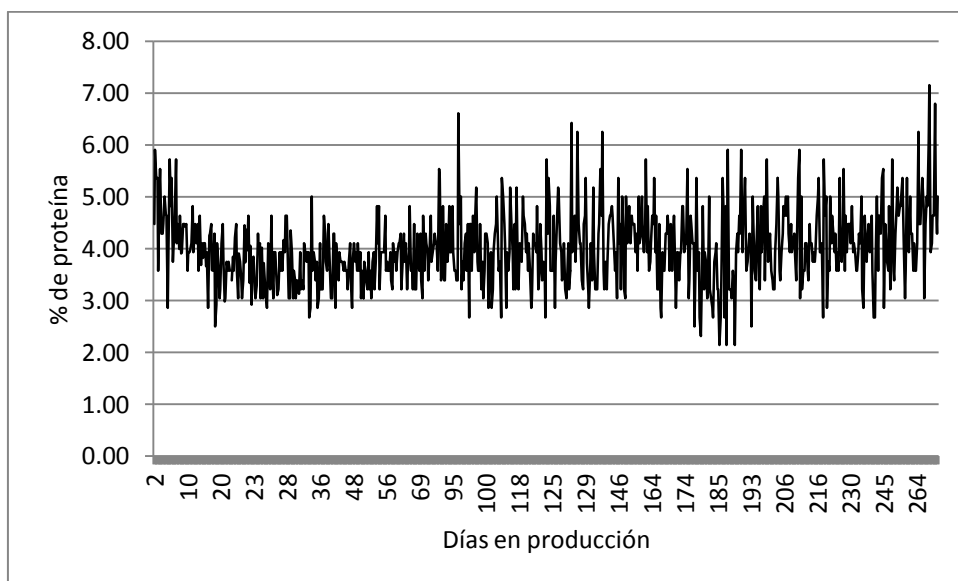


Figura 12. Porcentaje de proteína en leche de cabra a lo largo de la lactancia

El porcentaje de proteína de la leche presentó una distribución similar a el porcentaje de grasa como se observó en la Figura 9, disminuyendo al principio de la lactancia cuando se aproxima al pico de producción de leche y aumentando hacia el final de la lactancia a medida que desciende la producción, lo cual coincide con lo señalado por otros autores (Devendra, 1980; Jenness, 1980; Pedauye 1989; Zeng *et al.*, 1997).

En el Cuadro 55 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de proteína según los efectos incluidos en el modelo. Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de proteína en orden de importancia fueron: El efecto cuadrático de los días en producción ( $P= 0,0002$ ), la edad al parto ( $P= 0,0028$ ), el grupo racial ( $P= 0,0046$ ) y el año de parto ( $P= 0,0290$ ).

En referencia al contenido porcentual de proteína, la media fue de  $4,01 \pm 0,02$  % lo cual está dentro de los rangos reportados por la literatura (Faría *et al.*, 1999; Salvador *et al.*, 2006) y ligeramente superiores a los reportados por Jennees (1980) y Haenlein (1996a).

Cuadro 55. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de proteína según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	757	4,01 $\pm$ 0,02	
Promedio ajustado	757	4,10 $\pm$ 0,02	
<b>Grupo Racial</b>			0,0046
Canaria Pura – 5/8	379	4,11 $\pm$ 0,12 b	
< 5/8 Canaria	110	4,49 $\pm$ 0,16 b	
Alpino Francés pura – 5/8	134	3,85 $\pm$ 0,16 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	134	4,01 $\pm$ 0,16 ab	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,0028
1 y 2	320	3,85 $\pm$ 0,10 a	
3	180	3,82 $\pm$ 0,10 a	
4	98	3,93 $\pm$ 0,11 a	
5	69	4,22 $\pm$ 0,12 b	
6	35	4,30 $\pm$ 0,15 b	
7	14	4,35 $\pm$ 0,24 b	
8 y más	41	4,34 $\pm$ 0,24 b	
<b>Año de Parto</b>			0,0290
2004 – 2005	83	4,05 $\pm$ 0,14 a	
2006 – 2007	519	4,25 $\pm$ 0,10 b	
2008 – 2009	155	4,05 $\pm$ 0,11 a	
<b>Mes de Parto</b>			0,3773
Enero a Agosto	16	4,31 $\pm$ 0,19	
Septiembre	271	4,10 $\pm$ 0,10	
Octubre	449	4,02 $\pm$ 0,11	
Noviembre y Diciembre	21	4,04 $\pm$ 0,20	
<b>Tipo de Parto</b>			0,5100
Sencillo	269	4,16 $\pm$ 0,12	
Doble	394	4,15 $\pm$ 0,10	
Triple	94	4,04 $\pm$ 0,13	
Días en producción (efecto lineal)	757	-0,0017 $\pm$ 0,0010	0,0928
Días en producción (efecto cuadrático)	757	0,1E <sup>-4</sup> $\pm$ 3,808E <sup>-6</sup>	0,0002

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

*Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de proteína*

El grupo racial tuvo un efecto significativo (P=0,0046) sobre el contenido porcentual de proteína en la leche de cabras. Se observó una diferencia de 0,64% de proteína entre la leche del grupo racial <5/8 Canarias

(con mayor % de proteína) y la leche del grupo racial Alpino Francés puras – 5/8 (con menor % de proteína).

Estos resultados coinciden con las diferencias obtenidas de 0,04 - 0,57% de proteína en la leche de cabras entre diferentes grupos raciales (Iloeje *et al.*, 1980; Wiggans, 1981; Sawaya *et al.*, 1984; Haenlein 1996a; Zahraddeen *et al.*, 2007; Frau *et al.*, 2010).

#### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de proteína*

La edad al parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0028$ ) sobre el porcentaje de proteína, observándose un aumento en el porcentaje a medida que aumenta la edad en años al momento del parto, hasta llegar a una diferencia de 0,53%. Estos resultados resultan difíciles de explicar ya que se espera que al aumentar la edad y número de partos aumente la producción de leche y, con esto, disminuya el porcentaje de proteína de la leche como lo reportaron Zumbo *et al.* (2004), Ciappesoni *et al.* (2004), y Sánchez, *et al.* (2006a). Sin embargo, Zahraddeen *et al.* (2007) reportaron un aumento en el porcentaje de proteína de la leche al aumentar la edad al parto sin diferencias significativas.

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de proteína*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0290$ ) sobre el porcentaje de proteína, observándose una diferencia de 0,20% en la leche entre las cabras que parieron entre los años 2006 y 2007 con las que parieron en años anteriores o posteriores.

Durante los 6 años de toma de muestras para la determinación de proteína, aunque los animales estaban estabulados y la fuente de forraje era la misma existieron cambios ambientales a lo largo de los años que determinó un efecto significativo del año de parto sobre el porcentaje de proteína de la leche. Este efecto también ha sido reportado por Peris (1994) en cabras estabuladas.

### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de proteína*

El mes de parto no tuvo efecto significativo ( $P=0,3773$ ) sobre el contenido porcentual de proteína en la leche de cabras. Sin embargo, se observó una diferencia de 0,29% entre la leche de las cabras que paren entre enero – agosto y las que paren en octubre. Zahraddeen *et al.*, (2007) tampoco obtuvieron diferencias en el % de proteína de la leche según el mes de parto.

A diferencia de estos resultados, Zeng *et al.* (1997) obtuvieron diferencias según el mes de parto en el porcentaje de proteína de la leche con diferencias de hasta 0,63%.

### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de proteína*

El tipo de parto no tuvo efecto significativo ( $P=0,5100$ ) sobre el contenido porcentual de proteína en la leche de cabras. Sin embargo, se observó una disminución a medida que aumenta el número de cabritos al parto con una diferencia de 0,12% entre las cabras de parto simple con las de parto triple. Zeng *et al.* (1997) tampoco obtuvieron diferencias en el % de proteína de la leche según el tipo de parto.

Esta disminución se puede deber a que los partos múltiples aumentan la producción de leche, por lo que disminuye el porcentaje de proteína de la misma (Gipson y Grossman, 1990; Milerski y Mareš, 2001).

En contraposición a estos resultados, Ciappesoni *et al.* (2004) obtuvieron diferencias significativas según el tipo de parto sobre el porcentaje de proteína en la leche de cabras.

### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de proteína*

Se observó un efecto cuadrático positivo de los días en producción sobre el porcentaje de proteína, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia aumentó en menor proporción la proteína en la leche. Estos resultados coinciden con otros autores que mostraron el efecto de los días en producción en el porcentaje de proteína de la leche (Zeng *et al.*,



1997; Marín *et al.*, 2001; Ciappesoni *et al.*, 2004; Ludeña *et al.*, 2006; Vega *et al.*, 2007; Marín *et al.*, 2010).

### 5.3.2.3. Caseína

El porcentaje de caseína fue de  $2,63 \pm 0,54$  superior a los presentados por St-Gelais *et al.* (2002) y Chiatti *et al.* (2005) (2,26 y 2,19; respectivamente). Coincide con los resultados de Ming *et al.* (2001), y entre los rangos (2,30 – 3,05) presentados por Raynal-Ljutovac *et al.* (2008).

En la Figura 13 se observa el porcentaje de caseína de la leche de cabra durante la lactancia, con una distribución similar a la del porcentaje de proteína de la leche, ya que el 71% de la proteína está constituido por caseína (St-Gelais *et al.*, 2002).

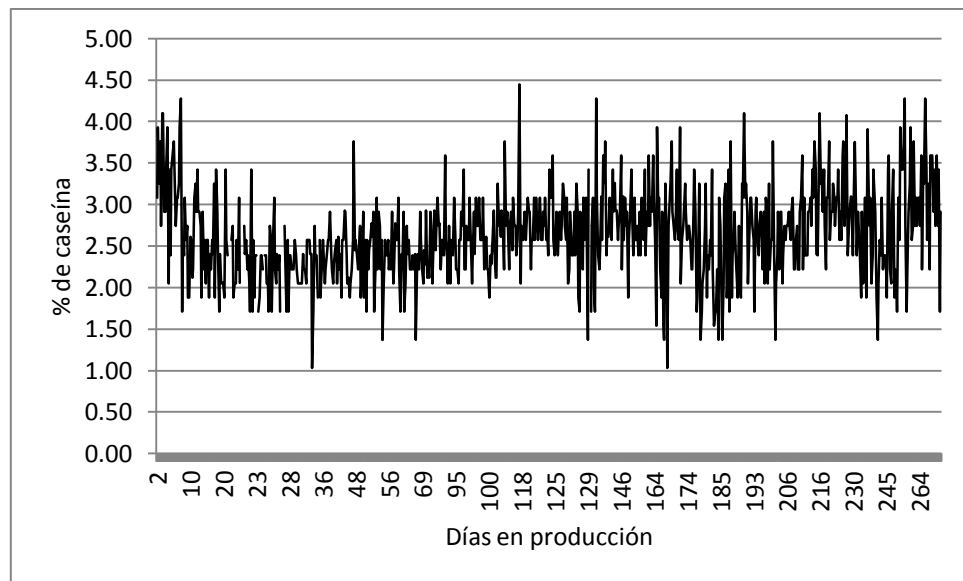


Figura 13. Porcentaje de caseína en leche de cabra a lo largo de la lactancia

En el Cuadro 56 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de caseína según los efectos incluidos en el modelo. Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de caseína

en orden de importancia fueron: El año de parto (P= 0,0010), y el efecto cuadrático de los días en producción (P= 0,0129).

Cuadro 56. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de caseína según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	747	2,63 $\pm$ 0,01	
Promedio ajustado	747	2,71 $\pm$ 0,01	
<b>Grupo Racial</b>			0,0554
Canaria Pura – 5/8	375	2,70 $\pm$ 0,08 a	
< 5/8 Canaria	108	2,91 $\pm$ 0,10 b	
Alpino Francés pura – 5/8	133	2,62 $\pm$ 0,10 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	131	2,64 $\pm$ 0,10 a	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,5146
1 y 2	316	2,65 $\pm$ 0,07	
3	178	2,59 $\pm$ 0,07	
4	98	2,65 $\pm$ 0,08	
5	68	2,70 $\pm$ 0,09	
6	34	2,77 $\pm$ 0,11	
7	13	2,84 $\pm$ 0,17	
8 y más	40	2,81 $\pm$ 0,16	
<b>Año de Parto</b>			0,0010
2004 – 2005	73	2,89 $\pm$ 0,10 c	
2006 – 2007	519	2,71 $\pm$ 0,07 b	
2008 – 2009	155	2,54 $\pm$ 0,08 a	
<b>Mes de Parto</b>			0,3363
Enero a Agosto	16	2,62 $\pm$ 0,14	
Septiembre	266	2,65 $\pm$ 0,06	
Octubre	444	2,68 $\pm$ 0,07	
Noviembre y Diciembre	21	2,92 $\pm$ 0,14	
<b>Tipo de Parto</b>			0,8572
Sencillo	267	2,74 $\pm$ 0,08	
Doble	387	2,71 $\pm$ 0,07	
Triple	93	2,70 $\pm$ 0,09	
Días en producción (efecto lineal)	747	-0,4E <sup>-3</sup> $\pm$ 0,8E <sup>-3</sup>	0,6285
Días en producción (efecto cuadrático)	747	7,72E <sup>-6</sup> $\pm$ 3,09E <sup>-6</sup>	0,0129

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

### *Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de caseína*

El grupo racial presentó un efecto casi significativo ( $P= 0,0554$ ) sobre el porcentaje de caseína de la leche, observándose un mayor porcentaje de caseína en los grupos genéticos con mayor proporción de la raza Canarias. Diferencias entre grupos raciales en cuanto al porcentaje de caseína de la leche han sido reportadas por varios autores (Jenness, 1980; Moiola *et al.*, 1998; Salem *et al.*, 2004; Veress *et al.*, 2004; Sacchi *et al.*, 2005; y Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

La mayor diferencia de porcentaje de caseína se obtuvo entre los grupos raciales  $<5/8$  Canarias y Alpino Francés puras –  $5/8$  con 0,29% de diferencia. Mora-Gutierrez *et al.* (1991) obtuvieron diferencias mayores (0,53%) entre las razas Alpino Francés y Anglo-Nubian.

### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de caseína*

La edad al parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,5146$ ) sobre el porcentaje de caseína de la leche. Sin embargo, se observa una tendencia a aumentar el porcentaje de caseína a medida que aumenta la edad al parto, con una diferencia de 0,25% a favor de las cabras de 7 años sobre las de 3 años al parto.

### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de caseína*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0010$ ) sobre el porcentaje de caseína de la leche, observándose una disminución en el porcentaje a medida que transcurrieron los años en el ensayo, siendo los de menor porcentaje las cabras que parieron en los años 2008 y 2009. Esto coincide con los resultados reportados en el porcentaje de proteína, de este mismo trabajo, ya que la caseína corresponde a la mayor fracción de las proteínas de la leche.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de caseína*

El mes de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,3363$ ) sobre el porcentaje de caseína de la leche. Sin embargo, se observa una tendencia que la leche de las cabras que parieron en noviembre y diciembre presentó 0,30% más caseína que la leche de las cabras que parieron en otros meses. Estos resultados coinciden con los reportados por Ming *et al.* (2001).

#### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de caseína*

El tipo de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,8572$ ) sobre el porcentaje de caseína de la leche. Sin embargo, se observa una tendencia a disminuir el porcentaje en las cabras que presentaron partos múltiples.

#### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de caseína*

Se observó un efecto lineal negativo no significativo y cuadrático positivo significativo del % de caseína sobre de los días en producción, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia primero disminuye el porcentaje de caseína y luego del pico de lactancia aumentó en menor proporción la caseína en la leche, lo cual coincide con la misma tendencia que la proteína total de la leche.

Otros autores han mostrado resultados que indican un efecto significativo de los días en ordeño sobre el porcentaje de caseína (Ming *et al.*, 2001; Strzałkowska *et al.*, 2009).

#### *5.3.2.4. Sólidos totales*

El porcentaje de sólidos totales fue de  $13,30 \pm 1,87\%$ , valores similares a los reportados por Harrys y Springer (2003) de 13,51% y se obtuvieron valores menores con respecto a los descritos por Banda *et al.* (1992) de 17,4%, probablemente por tratarse de animales con muy baja producción de leche y mayor porcentaje de sólidos.

En la Figura 14 se observa el porcentaje de sólidos totales de la leche de cabra durante la lactancia.

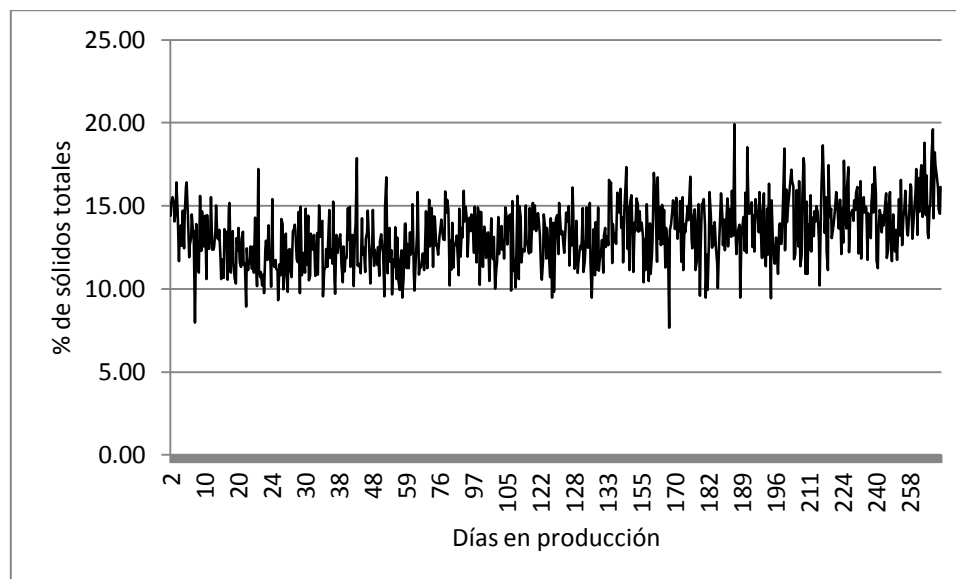


Figura 14. Porcentaje de sólidos totales en leche de cabra a lo largo de la lactancia

Los componentes de la leche tuvieron un comportamiento similar durante la lactancia con lo descrito por Banda *et al.* (1992). El porcentaje de sólidos totales se mantiene constante durante la lactancia con tendencia a ir aumentando. Estos resultados coinciden con otros autores que observaron que el % de sólidos totales aumento al final de la lactancia, cuando disminuye la producción de leche (Marín *et al.*, 2001; Ming *et al.*, 2001; Ludeña *et al.*, 2006; Salvador *et al.*, 2006; Strzałkowska *et al.*, 2009).

En el Cuadro 57 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de sólidos totales según los efectos incluidos en el modelo. El efecto cuadrático de los días en producción ( $P < 0,0001$ ) fue el único efecto significativo sobre el porcentaje de sólidos totales.

Cuadro 57. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de sólidos totales según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	758	13,30 $\pm$ 0,06	
Promedio ajustado	758	13,58 $\pm$ 0,05	
<b>Grupo Racial</b>			0,9560
Canaria Pura – 5/8	379	13,49 $\pm$ 0,38	
< 5/8 Canaria	110	13,96 $\pm$ 0,58	
Alpino Francés pura – 5/8	135	13,48 $\pm$ 0,60	
½ Canaria ½ Alpino Francés	134	13,61 $\pm$ 0,60	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,5384
1 y 2	320	13,25 $\pm$ 0,31	
3	180	13,57 $\pm$ 0,35	
4	99	13,63 $\pm$ 0,44	
5	69	14,11 $\pm$ 0,46	
6	35	14,24 $\pm$ 0,58	
7	14	12,27 $\pm$ 0,78	
8 y más	41	14,70 $\pm$ 1,38	
<b>Año de Parto</b>			0,0720
2004 – 2005	83	14,13 $\pm$ 0,59	
2006 – 2007	519	13,53 $\pm$ 0,41	
2008 – 2009	156	13,19 $\pm$ 0,40	
<b>Mes de Parto</b>			0,0533
Enero a Agosto	16	13,00 $\pm$ 0,57 a	
Septiembre	272	13,41 $\pm$ 0,44 a	
Octubre	449	13,36 $\pm$ 0,46 a	
Noviembre y Diciembre	21	14,71 $\pm$ 0,62 b	
<b>Tipo de Parto</b>			0,0602
Sencillo	269	14,06 $\pm$ 0,49	
Doble	395	13,54 $\pm$ 0,42	
Triple	94	13,09 $\pm$ 0,43	
Días en producción (efecto lineal)	758	0,0012 $\pm$ 0,0022	0,5816
Días en producción (efecto cuadrático)	758	0,3E <sup>-4</sup> $\pm$ 8,336E <sup>-6</sup>	<0,0001

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

*Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de sólidos totales*

El grupo racial no presentó un efecto significativo (P= 0,9560) sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche, observándose un mayor porcentaje en el grupo genético <5/8 Canarias. Diferencias entre grupos raciales en

cuanto al porcentaje de sólidos totales de la leche han sido reportados por varios autores (Moioli *et al.*, 1998; Jenness, 1980; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

Se observó que los genotipos puros hasta alto mestizaje presentaron menor porcentaje de sólidos totales que los grupos con bajo mestizaje, probablemente debido a una mayor producción de leche.

La mayor diferencia de acuerdo al grupo racial fue de 0,48%, entre el grupo racial <5/8 Canarias y las Alpino Francés puras – 5/8. Raynal-Ljutovac *et al.* (2008) obtuvieron diferencias mayores de 3,2% entre animales mestizos de baja producción y cabras Alpinas puras de alta producción.

#### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de sólidos totales*

La edad al parto en años no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,5384$ ) sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche, observándose un aumento a medida que las cabras paren con mayor edad, a excepción de las que parieron a los 7 años.

Milerski y Mareš, (2001) señalan que las edades intermedias, presentan los periodos de mayor producción láctea y, por consiguiente, con menor porcentaje de sólidos. Sin embargo, en este ensayo la producción láctea disminuyó progresivamente desde el parto al tercer año en adelante, (Cuadro 30) por lo que aumentó el porcentaje de sólidos totales. Estos resultados coincidieron con los reportados por Browning, *et al.* (1995); Zeng y Escobar (1995); Antunac *et al.* (1998); Pacheco *et al.* (1998); Fernández (2000) y Antunac *et al.* (2001).

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de sólidos totales*

El año de parto no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0720$ ) sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche, aunque se aprecia que se ha disminuido el porcentaje de sólidos totales a medida que transcurren los años de parto en el estudio, al igual que el contenido de grasa y proteína que

tuvieron un comportamiento parecido. Strzałkowska *et al.* (2004) y Browning, *et al.* (1995), también encontraron diferencias significativas por año de parto en el contenido de todos los componentes de la leche.

La diferencia entre los primeros y los últimos años fue de 0,94%, lo cual coincide con la disminución en la producción de leche que se observó en esos años.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de sólidos totales*

El mes de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0533$ ) sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche. Existen diferencias estacionales en la composición de la leche con aumento o disminución de sus componentes, pero estos efectos se confunden con el efecto clima o los cambios de dieta (Renner, 1983).

Se observó que los menores porcentajes de sólidos totales ocurren en los meses de enero a agosto.

El efecto estacional fue el más marcado de todas las fuentes de variación, con una diferencia de 1,71% entre los valores menores y mayores, coincidiendo con los resultados de Strzałkowska *et al.* (2004 y 2009) similares en el efecto estacional sobre el porcentaje de sólidos totales en la leche.

#### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales*

El tipo de parto no presentó un efecto significativo ( $P= 0,0602$ ) sobre el porcentaje de sólidos totales de la leche, observándose un mayor porcentaje de sólidos totales en la leche de las cabras que tuvieron partos sencillos, y disminuyendo al aumentar los partos múltiples, con una diferencia de 0,97%.

Resultados similares presentó Raats (1983) que obtuvo diferencias significativas según el tipo de parto con mayor % de sólidos totales en la leche proveniente de partos sencillos, con una diferencia de 3,39% con los de partos dobles.



### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de sólidos totales*

Se observó un efecto cuadrático positivo de los días en producción sobre el porcentaje de sólidos totales en la leche, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia aumentó en menor proporción el contenido sólido en la leche. Estos resultados coinciden con los reportados por numerosos autores (Marín *et al.*, 2001; Strzałkowska *et al.*, 2004; Ludeña *et al.*, 2006 y Salvador *et al.*, 2006).

### *Efecto de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de sólidos totales*

En el Cuadro 58 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de sólidos totales.

La interacción grupo racial X edad al parto en años sobre el porcentaje de sólidos totales fue significativa ( $P= 0,0004$ ). Sin embargo, no es clara. Se observa una tendencia que todos los grupos raciales presentan un aumento en los sólidos totales en los años de parto intermedio.

Cuadro 58. Media  $\pm$  error típico de la Interacción grupo racial X edad al parto sobre el porcentaje de sólidos totales.

Edad de la cabra al parto (años)	Grupo racial			
	Canaria pura – 5/8	< 5/8 Canaria	Alpino Francés puro – 5/8	½ Canaria ½ Alpino Francés
1 y 2	13,68 $\pm$ 0,40	13,64 $\pm$ 0,40	12,99 $\pm$ 0,40	12,69 $\pm$ 0,45
3	13,96 $\pm$ 0,40	13,48 $\pm$ 0,58	13,15 $\pm$ 0,54	13,71 $\pm$ 0,63
4	12,77 $\pm$ 0,48		12,98 $\pm$ 0,50	14,95 $\pm$ 0,65
5	13,64 $\pm$ 0,59	13,97 $\pm$ 0,74	15,09 $\pm$ 0,70	13,75 $\pm$ 0,66
6	13,86 $\pm$ 1,07	14,55 $\pm$ 0,91	14,39 $\pm$ 1,07	14,14 $\pm$ 0,67
7	12,29 $\pm$ 1,22	12,45 $\pm$ 0,88		
8 y más	14,73 $\pm$ 0,79			

La mayor diferencia de sólidos totales fue de 2,11% se obtuvo en el grupo racial Alpino Francés puro – 5/8 entre los 5 y 4 años de edad al parto.

Por otro lado, a los 5 años de edad al parto fue la edad con mayor diferencia entre los grupos raciales (1,45%).

*Efecto de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales*

En el Cuadro 59 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales.

La interacción edad al parto en años X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales fue significativa ( $P= 0,0005$ ). Sin embargo, no es clara y todos los tipos de parto presentan una tendencia muy variable con aumentos y disminuciones en las diferentes edades al parto.

El tipo de parto que presentó la mayor diferencia en cuanto a la edad al parto fue en las cabras con partos dobles entre 7 y 8 y más años, con 2,43% de sólidos totales. A los 4 años de edad al parto se presentó la mayor diferencia entre las cabras con parto simple con relación al parto triple con 2,21% de sólidos totales.

Cuadro 59. Media  $\pm$  error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos totales.

Edad de la cabra al parto (años)	Tipo de parto		
	1	2	3
1 y 2	13,56 $\pm$ 0,30	14,11 $\pm$ 0,31	
3	13,81 $\pm$ 0,36	13,09 $\pm$ 0,33	13,82 $\pm$ 0,63
4	14,92 $\pm$ 0,67	13,25 $\pm$ 0,43	12,71 $\pm$ 0,53
5		13,84 $\pm$ 0,41	13,33 $\pm$ 0,48
6		13,21 $\pm$ 0,44	14,22 $\pm$ 0,84
7		12,39 $\pm$ 0,69	
8 y más		14,82 $\pm$ 1,38	13,54 $\pm$ 1,35

### 5.3.2.5. Sólidos no grasos

Los sólidos no grasos tuvieron un promedio de  $9,04 \pm 1,15\%$ . Estos resultados fueron inferiores al rango de 11,6 – 19,20% presentados por diferentes autores (Raats, 1983; Strzałkowska *et al.*, 2004; Salvador *et al.*, 2006; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008; Strzałkowska *et al.*, 2009).

En la Figura 15 se observa el porcentaje de sólidos no grasos de la leche de cabra durante la lactancia.

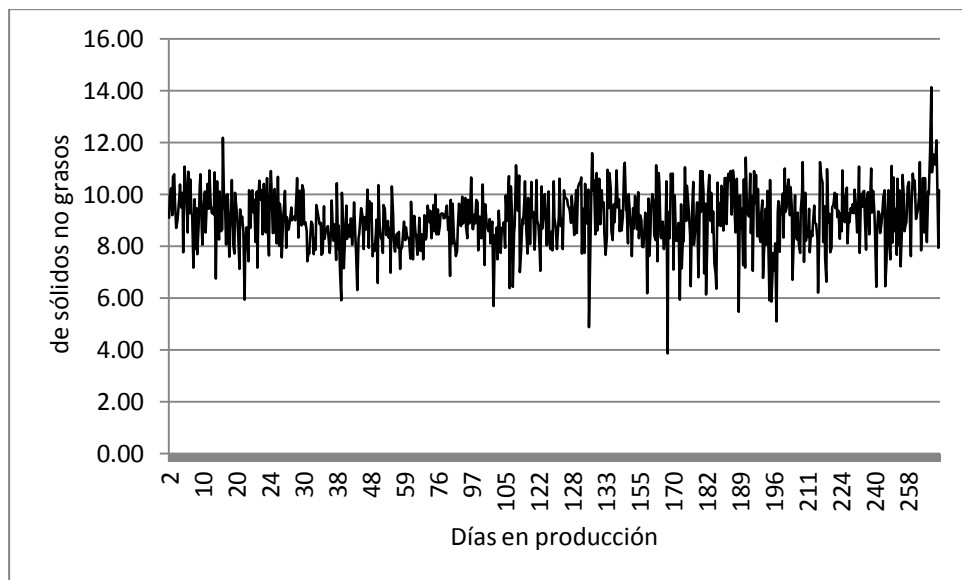


Figura 15. Porcentaje de sólidos no grasos en leche de cabra a lo largo de la lactancia

Los sólidos no grasos tienen un comportamiento muy similar pero en menor porcentaje que los sólidos totales, ya que los sólidos no grasos representan el 68,46% de los sólidos totales. El porcentaje de sólidos no grasos de la leche tuvieron un comportamiento uniforme durante la lactancia, tal como lo reportan algunos autores (Banda *et al.*, 1992; Salvador *et al.*, 2006), con tendencia a ir aumentando. Se puede apreciar la gran variabilidad que hay, como en todos los componentes a lo largo de la lactancia.

En el Cuadro 60 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de sólidos no grasos según los efectos incluidos en el modelo.

Cuadro 60. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de sólidos no grasos según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	758	9,04 $\pm$ 0,04	
Promedio ajustado	758	8,99 $\pm$ 0,03	
<b>Grupo Racial</b>			0,0363
Canaria Pura – 5/8	379	9,04 $\pm$ 0,19 b	
< 5/8 Canaria	110	9,38 $\pm$ 0,23 b	
Alpino Francés pura – 5/8	135	8,71 $\pm$ 0,23 a	
½ Canaria ½ Alpino Francés	134	8,80 $\pm$ 0,24 a	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,5673
1 y 2	320	8,82 $\pm$ 0,17	
3	180	8,95 $\pm$ 0,20	
4	99	8,99 $\pm$ 0,21	
5	69	9,13 $\pm$ 0,25	
6	35	9,25 $\pm$ 0,31	
7	14	8,54 $\pm$ 0,46	
8 y más	41	9,36 $\pm$ 0,37	
<b>Año de Parto</b>			0,0124
2004 – 2005	83	8,71 $\pm$ 0,22 a	
2006 – 2007	519	8,96 $\pm$ 0,18 a	
2008 – 2009	156	9,29 $\pm$ 0,21 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,2300
Enero a Agosto	16	8,59 $\pm$ 0,35	
Septiembre	272	9,07 $\pm$ 0,17	
Octubre	449	8,90 $\pm$ 0,19	
Noviembre y Diciembre	21	9,38 $\pm$ 0,33	
<b>Tipo de Parto</b>			0,6865
Sencillo	269	9,24 $\pm$ 0,21	
Doble	395	9,15 $\pm$ 0,16	
Triple	94	9,85 $\pm$ 0,21	
Días en producción (efecto lineal)	758	-0,0067 $\pm$ 0,0018	0,0003
Días en producción (efecto cuadrático)	758	0,3E <sup>-4</sup> $\pm$ 6,85E <sup>-6</sup>	<0,0001

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de sólidos no grasos en orden de importancia fueron: El efecto cuadrático y lineal de los días en producción ( $P < 0,0001$ ;  $P = 0,0003$ ; respectivamente), el año de parto ( $P = 0,0124$ ), y el grupo racial ( $P = 0,0363$ ).

#### *Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

El grupo racial presentó un efecto significativo ( $P = 0,0363$ ) sobre el porcentaje de sólidos no grasos de la leche, observándose que el genotipo Alpino Francés puro hasta 5/8 fue el que presentó el menor porcentaje, aumentando en los genotipos con mayor proporción de la raza Canaria. Esto es debido a que la raza Alpino Francés presenta producciones más altas y, por ende, disminuye sus componentes sólidos.

La mayor diferencia entre los grupos raciales fue de 0,57%. Diferencias similares a estos resultados, de 0,55 – 0,90% en cuanto al grupo racial en el porcentaje de sólidos no grasos de la leche han sido reportados por varios autores (Devendra, 1980; Banda *et al.*, 1992; Zahraddeen *et al.*, 2007; Strzałkowska *et al.*, 2009; Midau *et al.*, 2010).

#### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de sólidos no grasos*

La edad al parto en años no tuvo un efecto significativo ( $P = 0,5673$ ) sobre el porcentaje de sólidos no grasos de la leche, observándose que a medida que aumenta la edad al parto aumenta el %, siendo el mayor valor en las cabras que parieron de 8 y más años.

Las cabras que presentaron el menor valor de sólidos no grasos fueron las de 7 años al parto, con una diferencia de 0,82%, aunque este grupo no corresponde con la tendencia en aumento que se observó. Estos resultados difieren de los presentados por Midau *et al.* (2010) que mostraron un aumento en las edades intermedias y con diferencias mayores de 3,18% de sólidos no grasos de la leche en cabras Red Sokoto.

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0124$ ) sobre el porcentaje de sólidos no grasos de la leche, donde se aprecia que se ha incrementado en 0,58% (al contrario que los sólidos totales) a medida que trascurren los años de parto en el ensayo, lo cual indica que los sólidos no grasos se incrementaron por los otros constituyentes de la leche. Browning, *et al.* (1995), también encontraron diferencias significativas en el efecto del año de parto.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

El mes de parto tuvo un efecto no significativo ( $P=0,2300$ ) sobre el porcentaje de sólidos no grasos de la leche, donde se aprecia una tendencia que los meses de parto de noviembre y diciembre son donde la leche tiene el mas alto porcentaje de sólidos no grasos y estos disminuyen hasta los mes de enero a agosto en 0,79%. Resultados similares obtuvieron Zeng *et al.* (1997) y Vega *et al.* (2007) con las mayores diferencias entre meses de 1,03%.

#### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

El tipo de parto tuvo un efecto no significativo ( $P=0,6865$ ) sobre el porcentaje de sólidos no grasos de la leche. Los resultados no están claros ya que hay una diferencia máxima de 0,70% entre los sólidos no grasos de la leche de las cabras que tuvieron parto doble y triple, mientras que las que tuvieron parto sencillo presentaron un porcentaje intermedio.

#### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

Se observó un efecto lineal negativo y cuadrático positivo de los días en producción sobre el porcentaje de sólidos no grasos en la leche ( $P= 0,0003$ ;  $P<0,0001$ ; respectivamente), lo que determina que a medida que transcurre la lactancia al principio disminuyó y luego aumentó en menor proporción el contenido sólidos no grasos en la leche.

Otros autores han mostrado resultados similares en el efecto de los días en producción sobre el porcentaje de sólidos no grasos en la leche, con aumento al final de la lactancia (Pavić *et al.*, 2002; Ahamefule e Ibeawuchi, 2005; Agnihotri y Rajkumar, 2007; Strzałkowska *et al.*, 2009).

Al contrario Zeng *et al.*, 1997 encontraron un efecto de los días en producción donde disminuye el porcentaje de sólidos no grasos en la leche al final de la lactancia.

*Efecto de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos*

En el Cuadro 61 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos.

Cuadro 61. Media  $\pm$  error típico de la Interacción edad al parto X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos.

Edad de la cabra al parto (años)	Tipo de parto		
	1	2	3
1 y 2	8,88 $\pm$ 0,16	9,12 $\pm$ 0,18	
3	9,05 $\pm$ 0,22	9,07 $\pm$ 0,17	8,71 $\pm$ 0,42
4	9,46 $\pm$ 0,37	8,65 $\pm$ 0,21	9,04 $\pm$ 0,28
5		9,13 $\pm$ 0,22	9,28 $\pm$ 0,29
6		9,17 $\pm$ 0,27	9,46 $\pm$ 0,46
7		9,04 $\pm$ 0,38	
8 y más		9,86 $\pm$ 0,38	9,00 $\pm$ 0,38

La interacción edad al parto en años X tipo de parto sobre el porcentaje de sólidos no grasos fue significativa (P= 0,0516), observándose en todos los tipos de parto una tendencia a aumentar el porcentaje de sólidos no grasos a medida que aumenta la edad al parto.

Esta interacción tuvo un comportamiento similar a la de los sólidos totales. El tipo de parto que presentó la mayor diferencia en cuanto a la edad al parto fue en las cabras con partos dobles entre 4 y 8 y más años al parto

con 2,43%. A los 4 años de edad al parto se presentó la mayor diferencia entre las cabras con parto simple y doble con 0,81%.

#### 5.3.2.6. Cenizas

El contenido de cenizas presentó una media de  $0,7716 \pm 0,10$  lo cual concuerda con los resultados previos obtenidos por Haenlein (1996a); Ming *et al.* (2001); Salvador *et al.* (2006) y Raynal-Ljutovac *et al.* (2008) con un rango de 0,70 – 0,89.

En la Figura 16 se observa el porcentaje de cenizas de la leche de cabra durante la lactancia. Se aprecia que se mantuvo constante a lo largo de la lactancia con tendencia al aumento, con ligeras variaciones pero gran variación interdiaria. Estos resultados coinciden con los reportados por Ahamefule y Ibeawuchi, (2005); Salvador *et al.* (2006) en cabras mestizas Canarias y Zahraddeen *et al.* (2007) con cabras de la raza Sahel.

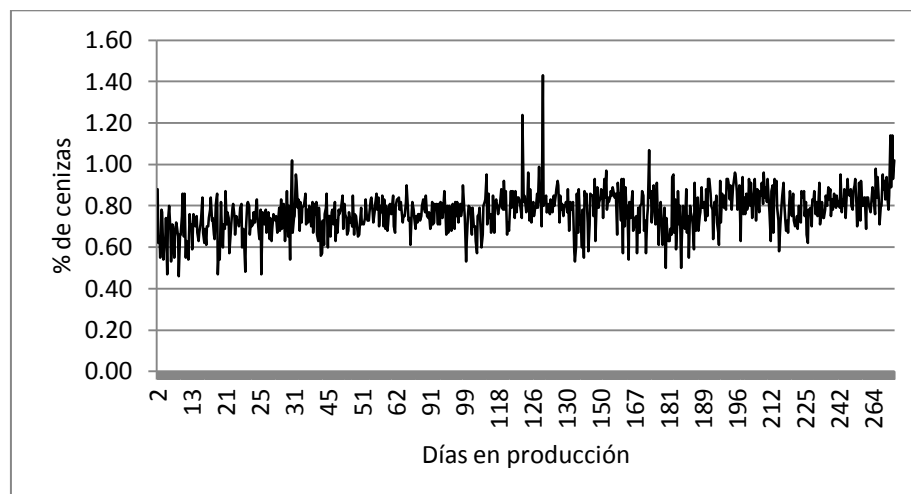


Figura 16. Porcentaje de cenizas en leche de cabra a lo largo de la lactancia

En el Cuadro 62 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de cenizas según los efectos incluidos en el modelo.



Cuadro 62. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de cenizas según los efectos incluidos en el modelo.

	n <sup>o</sup>	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	758	0,77 $\pm$ 0,0036	
Promedio ajustado	758	0,77 $\pm$ 0,0003	
<b>Grupo Racial</b>			0,1006
Canaria Pura – 5/8	379	0,78 $\pm$ 0,0153	
< 5/8 Canaria	110	0,79 $\pm$ 0,1714	
Alpino Francés pura – 5/8	135	0,75 $\pm$ 0,0177	
½ Canaria ½ Alpino Francés	134	0,77 $\pm$ 0,1812	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,1415
1 y 2	320	0,76 $\pm$ 0,0139	
3	180	0,74 $\pm$ 0,0165	
4	99	0,80 $\pm$ 0,0336	
5	69	0,76 $\pm$ 0,0240	
6	35	0,75 $\pm$ 0,0211	
7	14	0,80 $\pm$ 0,0322	
8 y más	41	0,77 $\pm$ 0,0316	
<b>Año de Parto</b>			0,0059
2004 – 2005	83	0,72 $\pm$ 0,0244 b	
2006 – 2007	519	0,81 $\pm$ 0,0136 a	
2008 – 2009	156	0,79 $\pm$ 0,0239 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,5202
Enero a Agosto	16	0,80 $\pm$ 0,0313	
Septiembre	272	0,75 $\pm$ 0,0119	
Octubre	449	0,76 $\pm$ 0,0144	
Noviembre y Diciembre	21	0,77 $\pm$ 0,0274	
<b>Tipo de Parto</b>			0,2878
Sencillo	269	0,77 $\pm$ 0,0160	
Doble	395	0,78 $\pm$ 0,0148	
Triple	94	0,76 $\pm$ 0,0170	
Días en producción (efecto lineal)	758	0,7 E <sup>-3</sup> $\pm$ 0,1 E <sup>-3</sup>	<0,0001
Días en producción (efecto cuadrático)	758	-1,41E <sup>-6</sup> $\pm$ 0,00	0,0118

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de cenizas en orden de importancia fueron: El efecto lineal de los días en producción (P< 0,0001), el año de parto (P= 0,0059), y el efecto cuadrático de los días en producción (P= 0,0118).

### *Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de cenizas*

El grupo racial presentó un efecto no significativo ( $P= 0,4751$ ) sobre el porcentaje de cenizas de la leche, aunque diferentes autores han reportado el grupo racial como una fuente de variación significativa en este carácter (Sawaya *et al.*, 1984; Salem *et al.*, 2004; Agnihotri y Rajkumar, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

El genotipo Alpino Francés puro hasta 5/8 fue el que presentó el menor porcentaje de cenizas, aumentando en los genotipos con mayor proporción de la raza Canaria. Esto es debido a que la raza Alpino Francés presenta producciones más altas y, por ende, disminuye sus componentes sólidos.

La mayor diferencia entre los grupos raciales fue de 0,04% de cenizas. Zahraddeen *et al.* (2007) tampoco obtuvieron diferencias significativas en el efecto de la raza en el porcentaje de cenizas, aunque obtuvieron diferencias mayores de 0,38% entre razas. Jenness (1980) presentó en una revisión realizada, diferencias entre razas en el rango de 0,71 a 0,88%.

### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de cenizas*

La edad de la cabra presentó un efecto no significativo ( $P= 0,1415$ ) sobre el porcentaje de cenizas de la leche y se observa una cierta variación en el porcentaje de cenizas de la leche a medida que aumenta la edad al parto de las cabras, con una diferencia máxima de 0,06%.

Zahraddeen *et al.* (2007) y Agnihotri y Rajkumar (2007) tampoco obtuvieron diferencias significativas en el efecto de la edad en el % de cenizas, sin embargo obtuvieron diferencias mayores de 0,35%.

Salvador *et al.* (2009a) obtuvieron diferencias significativas en cuanto a la edad al parto en el porcentaje de cenizas de la leche, reportando un aumento de 1,80% entre el primer y el cuarto parto.

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de cenizas*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P= 0,0059$ ) sobre el porcentaje de cenizas en la leche, donde se aprecia que se ha incrementado a medida que trascurren los años de parto en el estudio. La mayor diferencia en el % de cenizas de la leche entre los años de parto fue de 0,09%. Jenness (1980), también reportó diferencias significativas en el efecto del año de parto.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de cenizas*

El mes de parto tuvo un efecto no significativo ( $P= 0,5202$ ) sobre el porcentaje de cenizas en la leche. Sin embargo, se aprecia una tendencia a aumentar el porcentaje de cenizas en la leche proveniente de las cabras que parieron en septiembre hasta las que parieron entre enero y agosto. Esta diferencia fue de 0,05%. Zahraddeen *et al.* (2007) reportaron un efecto estacional de 0,43% sin diferencias significativas.

#### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de cenizas*

El tipo de parto tuvo un efecto no significativo ( $P= 0,2878$ ) sobre el porcentaje de cenizas en la leche. La mayor diferencia fue de 0,02% entre la leche proveniente de cabras que tuvieron parto doble y triple.

#### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de cenizas*

Se observó un efecto lineal positivo y cuadrático negativo de los días en producción sobre el porcentaje de cenizas en la leche, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia al principio aumentó y luego disminuyó el contenido de cenizas en la leche. Otros autores han reportado el efecto de los días en producción en el porcentaje de cenizas en la leche (Ahamefule e Ibeawuchi, 2005; Salvador *et al.*, 2006; Agnihotri y Rajkumar, 2007; Zahraddeen *et al.*, 2007).

*Efecto de la interacción edad al parto X año de parto sobre el porcentaje de cenizas*

En el Cuadro 63 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción edad al parto X año de parto sobre el porcentaje de cenizas.

Cuadro 63. Media  $\pm$  error típico de la Interacción edad al parto X año de parto sobre el porcentaje de cenizas.

Edad de la cabra al parto (años)	Año de parto		
	2004-2005	2006-2007	2008-2009
1 y 2	0,71 $\pm$ 0,02	0,78 $\pm$ 0,01	0,82 $\pm$ 0,02
3	0,71 $\pm$ 0,02	0,79 $\pm$ 0,01	0,72 $\pm$ 0,02
4	0,82 $\pm$ 0,09	0,81 $\pm$ 0,01	0,80 $\pm$ 0,03
5		0,81 $\pm$ 0,01	0,77 $\pm$ 0,03
6	0,67 $\pm$ 0,04	0,82 $\pm$ 0,02	0,77 $\pm$ 0,03
7	0,70 $\pm$ 0,04		0,86 $\pm$ 0,04
8 y más	0,72 $\pm$ 0,04	0,81 $\pm$ 0,02	0,78 $\pm$ 0,05

El efecto de la Interacción edad al parto X año de parto sobre el porcentaje de cenizas fue significativo ( $P= 0,0073$ ). Sin embargo, tuvo un comportamiento no claro con tendencia a aumentar el porcentaje de cenizas a medida que aumenta la edad al parto. La mayor diferencia encontrada entre años fue de 0,1572 entre 2004-2005 y 2007-2008, para cabras de siete años de edad. Por otro lado, la mayor diferencia entre cabras de cuatro y siete años de edad fue de 0,12 en el año 2004-2005.

*Efecto de la interacción año de parto x mes de parto sobre el porcentaje de cenizas*

En el Cuadro 64 se observa la media  $\pm$  error típico de la interacción año de parto x mes de parto sobre el porcentaje de cenizas.

Cuadro 64. Media  $\pm$  error típico de la Interacción año de parto x mes de parto sobre el porcentaje de cenizas.

Mes de parto	Año de parto		
	2004-2005	2006-2007	2008-2009
Enero – Agosto	0,70 $\pm$ 0,04	0,89 $\pm$ 0,03	
Septiembre	0,71 $\pm$ 0,02	0,81 $\pm$ 0,01	0,74 $\pm$ 0,01
Octubre	0,71 $\pm$ 0,02	0,79 $\pm$ 0,01	0,78 $\pm$ 0,02
Noviembre y Diciembre	0,74 $\pm$ 0,05	0,76 $\pm$ 0,02	

El efecto de la Interacción año de parto x mes de parto sobre el porcentaje de cenizas fue significativo ( $P= 0,0247$ ). Sin embargo, es confuso ya que las cabras que parieron en los años 2004 y 2005, la leche tiende a subir el porcentaje de cenizas a finales de año, las que paren en 2006 y 2007 al contrario tendió a disminuir, y las que parieron en los años 2008 y 2009 la leche mantuvo el porcentaje constante.

La mayor diferencia entre años fue de 0,19% de cenizas en la leche de las cabras que parieron entre los años 2004 – 2005 y 2006 – 2007, y la mayor diferencia entre meses de parto fue de 0,13% de cenizas en la leche de las cabras que parieron entre los meses enero – agosto y noviembre – diciembre.

#### 5.3.2.7. Lactosa

El contenido de lactosa (4,27%) fue ligeramente inferior al reportado en el Reino Unido en cabras Saanen y Nubian (4,30% y 4,51%; respectivamente) por Raynal-Ljutovac *et al.* (2008). También los resultados en cabras nativas de Grecia (4,76%) fueron superiores.

En la Figura 17 se observa el porcentaje de lactosa de la leche de cabra durante la lactancia.

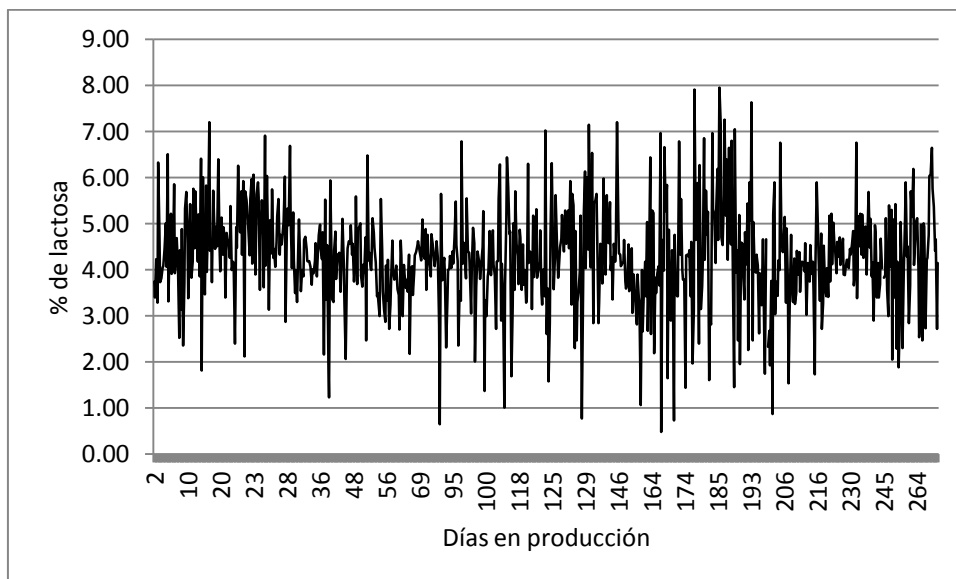


Figura 17. Porcentaje de lactosa en leche de cabra a lo largo de la lactancia

Se puede apreciar que el contenido en porcentaje de lactosa se mantiene en un rango constante a lo largo de la lactancia pero con gran variación diaria. Existen valores extremos durante la misma, muy superiores a los revisados en la literatura con un rango de 0,48 hasta 7,95 % (Zeng *et al.*, 1997; Marin *et al.*, 2001; Ming *et al.*, 2001; Salvador *et al.*, 2006; Zahraddeen *et al.*, 2007).

En el Cuadro 65 se observa el promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de lactosa según los efectos incluidos en el modelo.

Los efectos que fueron significativos sobre el porcentaje de lactosa fueron en orden de importancia: El año de parto ( $P < 0,0001$ ), el efecto lineal y cuadrático de los días en producción ( $P = 0,0005$ ;  $P = 0,0008$ ; respectivamente), y el mes de parto ( $P = 0,0401$ ).

Cuadro 65. Promedio ajustado y no ajustado (%)  $\pm$  error típico del porcentaje de lactosa según los efectos incluidos en el modelo.

	nº	X $\pm$ Error Típico	Significancia
Promedio no ajustado	756	4,27 $\pm$ 0,04	
Promedio ajustado	756	4,26 $\pm$ 0,03	
<b>Grupo Racial</b>			0,9069
Canaria Pura – 5/8	378	4,25 $\pm$ 0,12	
< 5/8 Canaria	110	4,33 $\pm$ 0,15	
Alpino Francés pura – 5/8	135	4,23 $\pm$ 0,14	
½ Canaria ½ Alpino Francés	133	4,27 $\pm$ 0,14	
<b>Edad al Parto (años)</b>			0,2193
1 y 2	320	4,27 $\pm$ 0,13	
3	179	4,45 $\pm$ 0,13	
4	99	4,07 $\pm$ 0,15	
5	68	4,22 $\pm$ 0,16	
6	35	4,24 $\pm$ 0,20	
7	14	4,17 $\pm$ 0,31	
8 y más	41	4,46 $\pm$ 0,21	
<b>Año de Parto</b>			<0,0001
2004 – 2005	83	4,10 $\pm$ 0,14 a	
2006 – 2007	517	4,06 $\pm$ 0,11 a	
2008 – 2009	156	4,64 $\pm$ 0,15 b	
<b>Mes de Parto</b>			0,0401
Enero a Agosto	16	3,64 $\pm$ 0,29 a	
Septiembre	271	4,36 $\pm$ 0,09 b	
Octubre	448	4,36 $\pm$ 0,10 b	
Noviembre y Diciembre	21	4,72 $\pm$ 0,02 c	
<b>Tipo de Parto</b>			0,6875
Sencillo	268	4,20 $\pm$ 0,1386	
Doble	395	4,28 $\pm$ 0,1165	
Triple	93	4,33 $\pm$ 0,1662	
Días en producción (efecto lineal)	756	-0,0066 $\pm$ 0,0018	0,0005
Días en producción (efecto cuadrático)	756	0,2E <sup>-4</sup> $\pm$ 7,045E <sup>-6</sup>	0,0008

Letras diferentes muestran diferencias significativas.

*Efecto del grupo racial sobre el porcentaje de lactosa*

El grupo racial tuvo un efecto no significativo (P= 0,9069) sobre el porcentaje de lactosa de la leche, observándose una diferencia de 0,10% de lactosa a favor del grupo racial <5/8 Canaria con respecto al grupo racial

Alpino Francés puro – 5/8, que fue el que presentó menor porcentaje de lactosa.

Diferencias en el porcentaje de lactosa de la leche, debido a la raza han sido reportadas por diferentes autores (Jenness, 1980; Agnihotri y Rajkumar, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008).

#### *Efecto de la edad al parto sobre porcentaje de lactosa*

La edad al parto en años no tuvo un efecto significativo ( $P= 0,2193$ ) sobre el porcentaje de lactosa de la leche. Las cabras de 8 y más años al parto fueron las de mayor porcentaje, con una diferencia de 0,39% con la de las cabras de 4 años. Raats (1983) y Zahraddeen *et al.* (2007) también mostraron diferencias en el porcentaje de lactosa.

#### *Efecto del año de parto sobre el porcentaje de lactosa*

El año de parto tuvo un efecto significativo ( $P<0,0001$ ) sobre el porcentaje de lactosa de la leche. Jenness (1980), también reportó diferencias significativas en el efecto del año de parto.

Se observa una tendencia a aumentar el porcentaje de lactosa de la leche a medida que pasaron los años, lo cual coincide con la disminución de la producción que se observó en el rebaño a lo largo de los años. La mayor diferencia fue de 0,58%.

#### *Efecto del mes de parto sobre el porcentaje de lactosa*

El mes de parto tuvo un efecto significativo ( $P=0,0401$ ) sobre el porcentaje de lactosa de la leche. Se aprecia una tendencia a aumentar el porcentaje a medida que transcurre el año, con diferencia de 1,08% entre la leche de las cabras que parieron entre enero y agosto y las que parieron entre noviembre y diciembre. Zahraddeen *et al.* (2007) reportaron diferencias significativas en un efecto estacional de 0,60%.



### *Efecto del tipo de parto sobre el porcentaje de lactosa*

El tipo de parto tuvo un efecto no significativo ( $P=0,6875$ ) sobre el porcentaje de lactosa de la leche, aunque se observa una tendencia a aumentar el porcentaje cuando aumenta la prolificidad. Así, se observó un incremento de 0,13% al comparar la leche de cabras con parto sencillo con la de cabras con parto triple.

Contrario a estos resultados, Raats (1983) observaron una disminución de 0,12% en el porcentaje de lactosa de la leche cuando aumenta la prolificidad.

### *Efecto de los días en producción sobre el porcentaje de lactosa*

Se observó un efecto lineal negativo y cuadrático positivo de los días en producción sobre el porcentaje de lactosa en la leche, lo que determina que a medida que transcurre la lactancia primero disminuye el contenido de lactosa en la leche y luego vuelve a aumentar. Otros autores han reportado el efecto de los días en producción en el porcentaje de lactosa en la leche (Ahamefule e Ibeawuchi, 2005; Salvador *et al.*, 2006; Zahraddeen *et al.*, 2007; Agnihotri y Rajkumar, 2007).

## 5.4. Resultados del objetivo 5: Estimar las correlaciones fenotípicas entre:

### 5.4.1. Las características de la leche

En el Cuadro 66 se observa las correlaciones fenotípicas, significancia y número de observaciones entre las características físicas de la leche.

En cuanto a las correlaciones entre las propiedades de la leche entre sí, se observó que la crioscopia tuvo una correlación negativa con la acidez y

con WMT, pero positiva con pH, lo cual concuerda con los resultados de Zumbo *et al.* (2004) y Salvador *et al.* (2006).

Cuadro 66. Correlaciones fenotípicas, significancia y n° de observaciones entre las características de la leche

	Acidez	WMT	pH
Crioscopia	-0,05979 P = 0,3753 222	-0,30580 P = 0,0085 73	0,34905 P<,0001 222
Acidez		-0,13421 P= 0,1250 132	-0,14193 P = 0,0005 758
WMT			-0,16292 P=0,0620 132

La acidez presentó correlaciones negativas con WMT como prueba de diagnóstico de mastitis y con pH. Esto parece lógico, pues al aumentar acidez disminuye la escala de pH y en presencia de mastitis la leche se puede hacer ácida, por lo que la correlación entre WMT y pH también es negativa.

#### 5.4.2. Los componentes de la leche

En el Cuadro 67 se observa las correlaciones fenotípicas, significancia y número de observaciones entre los componentes de la leche.

Se aprecia la alta correlación positiva que existe entre la grasa y todos los demás componentes de la leche, a excepción del porcentaje de humedad con el cual presenta una correlación negativa. Las correlaciones positivas más elevadas de este componente fueron con los sólidos totales ya que la grasa es el componente mayoritario de los sólidos de la leche. Resultados similares fueron presentados por Balza (2012), en condiciones similares.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Zumbo *et al.* (2004) donde no observaron correlación entre el contenido de grasa y proteína. La

proteína también mostró una alta correlación positiva con todos los demás componentes, siendo la más alta con la caseína por ser una de las proteínas de la leche. La proteína presentó correlaciones negativas con humedad y lactosa.

Cuadro 67. Correlaciones fenotípicas, significancia y nº de observaciones entre los componentes de la leche.

	Prot	Hum	Cen	Cas	ST	SNG	Lact	Clor
Gra	0,3615 0,0001 744	-0,7731 0,0001 745	0,1275 0,0005 745	0,4108 0,0001 734	0,7814 0,0001 745	0,0325 0,3745 745	-0,2068 0,0001 743	-0,1247 0,0007 740
Prot		-0,4961 0,0001 757	0,1833 0,0001 757	0,5566 0,0001 746	0,4955 0,0001 757	0,3685 0,0001 757	-0,2688 0,0001 755	-0,0030 0,9340 752
Hum			-0,1356 0,0002 758	-0,4961 0,0001 747	-0,9953 0,0001 758	-0,6135 0,0001 758	-0,2893 0,0001 756	0,0851 0,0195 753
Cen				0,1544 0,0001 747	0,1410 0,0001 758	0,0329 0,3645 758	-0,1749 0,0001 756	0,2139 0,0001 753
Cas					0,5024 0,0001 747	0,3010 0,0001 743	-0,0794 0,0001 747	-0,0794 0,0302 745
ST						0,6111 0,0001 758	0,2867 0,0001 756	-0,0865 0,0175 753
SNG							0,7709 0,0001 756	-0,0140 0,7007 757
Lact								0,0013 0,9707 753

Gra: grasa, Prot: proteína, Hum: humedad, Cen: ceniza, Cas: caseína, ST: sólidos totales, SNG: Sólidos no grasos, Lact: lactosa, Clor: cloruros

Los sólidos totales mostraron una alta correlación positiva con todos los componentes de la leche y baja con el contenido de cenizas porque esta permanece constante a lo largo de la lactancia. Presentaron una correlación negativa casi perfecta con el contenido de humedad, como era de esperarse.

Los sólidos no grasos tuvieron una alta correlación negativa con la humedad, aunque no tan alto como los sólidos totales, pues falta el contenido de grasa, y positiva con los demás componentes. Las más altas correlaciones fueron con proteína y caseína.

La lactosa tuvo una correlación negativa con todos los componentes de la leche, a excepción de los sólidos totales y los sólidos no grasos por ser la lactosa un componente de estos dos.

El contenido de ceniza tuvo correlaciones positivas con todos los componentes de la leche a excepción del contenido de humedad y lactosa.

Los cloruros tuvieron una correlación positiva con el contenido de cenizas por ser parte de las mismas y una correlación variable con todos los demás componentes.

La humedad tuvo correlaciones negativas con todos los componentes de la leche a excepción del porcentaje de cloruros, posiblemente porque cuando la leche proviene de cabras con mastitis aumenta el contenido de cloruros pero se hace más líquida.

#### 5.4.3. Los componentes de la leche con las características de la leche

En el Cuadro 68 se observa las correlaciones fenotípicas, significancia y número de observaciones entre los componentes y las características de la leche, donde se aprecia que la crioscopia tuvo una correlación negativa con todos los componentes de la leche a excepción de la humedad, lo cual es lógico pues la crioscopia, como prueba de adulteración de la leche por añadirle agua, aumenta su valor al aumentar el contenido de agua.

Cuadro 68. Correlaciones fenotípicas, significancia y nº de observaciones entre los componentes y las características de la leche

	Crioscopia	Acidez	WMT	pH
Grasa	-0,1938	0,3928	-0,2109	-0,0279
	0,0039	<,0001	0,0197	0,4485
	222	745	122	740
Proteínas	-0,3344	0,2939	0,2356	-0,0154
	<0,0001	<0,0001	0,0067	0,6729
	222	757	131	752
Humedad	0,2811	-0,4141	-0,0076	0,1002
	<0,0001	<0,0001	0,9308	0,0059
	222	758	132	753
Cenizas	-0,2670	0,1485	0,1984	-0,0013
	<0,0001	<0,0001	0,0226	0,9707
	222	758	132	753
Caseína	-0,1775	0,3676	-0,0638	-0,0629
	0,0096	<0,0001	0,4850	0,0864
	212	747	122	742
Sólidos Totales	-0,2811	0,4182	0,0014	-0,1025
	<0,0001	<0,0001	0,9864	0,0048
	222	758	132	753
Sólidos no Grasos	-0,2335	0,1679	0,2498	-0,1191
	<0,0001	<,0001	0,0039	0,0011
	222	758	132	753
Lactosa	-0,0045	-0,0185	0,1252	-0,1114
	0,9467	0,6116	0,1526	0,0022
	222	756	132	751
Cloruros	-0,1999	-0,1458	0,2724	-0,0368
	0,0028	<0,0001	0,0016	0,3140
	221	753	131	748

La acidez tuvo una correlación positiva con todos los componentes de la leche a excepción de los cloruros, lactosa y la humedad, lo cual concuerda con los resultados de Zumbo *et al.* (2004), que obtuvieron resultados similares pero menores en la correlación entre acidez y grasa.

En relación a la correlación entre WMT y todos los componentes de la leche, esta fue positiva a excepción de la humedad, grasa y caseína que

fueron negativas, lo cual parece indicar que a medida que aumentan los sólidos de la leche aumentan los resultados en el WMT y la acidez de la leche. La correlación alta con las proteínas puede deberse al aporte de inmunoglobulinas a la leche para controlar la mastitis subclínica. El pH solo tuvo una correlación negativa significativa con los sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa, lo que infiere que al aumentar los sólidos de la leche disminuye el pH, es decir, se hace más ácido, lo que concuerda con la acidez.

#### 5.4.4. La producción de leche el día de la muestra con los componentes y características de la leche

En el Cuadro 69 se observa las correlaciones fenotípicas, significancia y número de observaciones entre la producción de leche el día de la muestra con los componentes y las características de la leche.

Cuadro 69. Correlaciones fenotípicas, significancia y nº de observaciones entre la producción de leche el día de la muestra con los componentes y las características de la leche

	Grasa	Proteínas	Humedad	Cenizas	Cloruros
	-0,1846	-0,2636	0,2862	-0,0950	0,0608
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0089	0,1921
	745	757	758	758	753
	Caseína	Sólidos Totales	Sólidos no Grasos	Lactosa	
Producción de Leche el día de la muestra	-0,2170	-0,2850	-0,2479	-0,0739	
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0421	
	747	758	758	756	
	Crioscopia	Acidez	WMT	pH	
	0,1150	-0,1143	-0,2278	-0,0475	
	0,0873	0,0016	0,0086	0,0954	
	222	758	132	753	

La producción de leche diaria presentó una correlación negativa con todos los componentes de la leche, excepto con la humedad y los cloruros ( $P < 0,0001$ ), lo cual coincide con los resultados de Donkin (2003) y Zumbo *et al.* (2004). Esto resulta lógico, pues a mayor cantidad de leche diaria menor

proporción de sólidos y los cloruros aumentan cuando hay mastitis subclínica y baja la producción diaria.

La producción diaria de leche también tuvo una correlación negativa con todas las características físicas de la leche a excepción de crioscopia, pues a medida que aumenta la producción de leche el contenido que más aumenta es el agua lo que hace aumentar el valor crioscópico.

#### 5.4.5. Los días en producción el día de la muestra con los componentes y propiedades de la leche

Los días en producción tuvo una correlación positiva con todos los componentes a excepción de la humedad ya que los sólidos totales aumentan al final de la lactancia, lo cual coincide con los resultados de Grossman y Koops (1988) y con acidez y pH, como lo indicaron Fekadu *et al.* (2005).

En el Cuadro 70 se observa las correlaciones fenotípicas, significancia y número de observaciones entre los días en producción el día de la muestra con los componentes y las características de la leche.

Cuadro 70. Correlaciones fenotípicas, significancia y nº de observaciones entre los días en producción el día de la muestra con los componentes y las características de la leche

	Grasa	Proteínas	Humedad	Cenizas
	0,4082	0,1995	-0,3908	0,3750
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	745	757	758	758
	Caseína	Sólidos Totales	Sólidos no Grasos	Lactosa
	0,2289	0,3969	0,0993	-0,0545
	<0,0001	<0,0001	0,0062	0,1338
	747	758	758	756
Días en producción el día de la muestra	Cloruros			
	0,2937			
	<0,0001			
	753			
	Crioscopia	Acidez	WMT	pH
	-0,39005	0,50036	-0,03845	0,04193
	<0,0001	<0,0001	0,6616	0,2489
	222	758	132	758

#### 5.4.6. Los días en producción con la producción de leche por día

La correlación fenotípica entre los días en producción y la producción de leche ese día fue de -0,1338 ( $P= 0,0002$ ; 758 observaciones), lo cual indica que en la medida que las cabras duran más días en lactancia la producción de leche va disminuyendo por día. Estos resultados son contrarios a los reportados por Salvador *et al.* (2006).

#### 5.4.7. Los días en lactancia con la producción total

La correlación fenotípica entre los días en lactancia y la producción de leche total fue de 0,4965 ( $P< 0,0001$ ; 218 observaciones) lo cual demuestra que lactancias más largas aumenta la producción de leche total por lactancia, lo cual concuerda con Salvador *et al.* (2006).



## 5.5. Resultados del Objetivo 6:

Determinación y caracterización de las curvas de lactancia según los factores que resulten significativos en el objetivo uno (1).

Se evaluaron 46103 pesajes de leche diarios, de 255 lactancias ocurridas entre 2001 y 2010, provenientes de 87 cabras y se agruparon las observaciones diarias en 42 semanas. La producción media de leche diaria fue de  $0,8590 \pm 0,0016$  kg, con un valor mínimo de 50 g y un valor máximo de 2,020 kg. La duración mayor de la lactancia fue de 290 días.

Las producciones de leche se ajustaron por los efectos fijos del objetivo 1: Raza, edad al parto en años, año de parto, mes de parto y tipo de parto, tal como se describieron y agruparon con anterioridad.

En el cuadro 71 se observan los estimados de parámetros en las curvas de lactancia de cabras para los diferentes modelos analizados, el coeficiente de determinación y el cuadrado medio del error como criterios de selección de el modelo matemático que mejor ajusta la curva de lactancia.

Cuadro 71. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia de cabras para los diferentes modelos analizados.  $R^2$  y CME.

Modelo	a	b	c	d	e	$R^2$	CME
Lineal	1,0619	-0,0116				0,8199	0,0046
Cuadrático	0,9568	0,0027	-0,3334E <sup>-4</sup>			0,8991	0,0026
Cubico	1,0568	-0,0236	0,0012	-0,2348 E <sup>-5</sup>		0,9434	0,0015
Polinómico de 4to orden	0,9668	0,0142	-0,0027	0,1149 E <sup>-4</sup>	-0,161E <sup>-6</sup>	0,9665	0,0009
Wood	0,9342	0,1085	0,0214			0,9939	0,0044
Polinomial inverso	0,2716	0,8278	0,0189			0,9924	0,0056
Exponencial parabólico	0,2193	-0,0753				0,9346	0,0469
Wilmink	1,5673	-0,0234	-0,6189			0,8797	0,0031
Cobby y LeDu	1,0798	1,9046	0,0122			0,9943	0,0042

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c, d, e: coeficientes del modelo.

Se pudo observar que los mejores modelos matemáticos para ajustar las curvas de lactancia en las cabras de la Unidad Experimental de Producción Caprina, fue el modelo de Wood o Gamma incompleta y el modelo de Cobby y LeDu, ya que presentaron los coeficientes de determinación mas altos en combinación de los CME bajos aunque algunos otros modelos presentaron CME más bajos como el polinómico de 4to orden.

Entre ambos modelos se escogió el modelo de Wood (Wood, 1967) ya que coincidió como mejor modelo con numerosos autores que han modulado las curvas de lactancia de cabras de diferentes razas (Gipson y Grossman 1990; Peña *et al.*, 1999; León *et al.*, 2007; Ángel *et al.*, 2009; Noguera *et al.*, 2011), observándose un coeficiente de determinación mayor que los mencionados por los autores citados.

En la Figura 18 se observan las curvas de lactancia obtenidas por los diferentes modelos matemáticos.

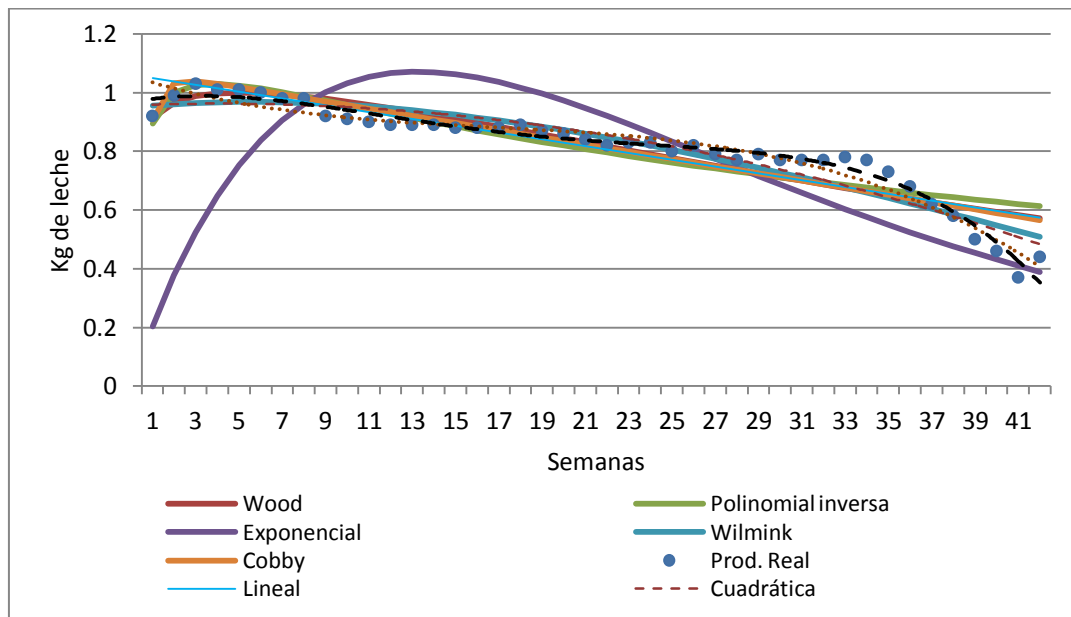


Figura 18. Curvas de lactancia obtenidas por los diferentes modelos matemáticos

Como se observa en la Figura 18 los modelos de *Wood* y *Cobby* y *LeDu* además de ser buenos estimadores según los criterios de ajuste (Cuadro 71) las curvas coinciden ampliamente con los datos reales.

Para la determinación de la producción máxima, tiempo en que se alcanza la cúspide, y la persistencia se utilizaron las formulas descritas por Wood (Wood, 1967; Gipson y Grossman 1990; Macciotta *et al.*, 2005; Quintero *et al.*, 2007c; Noguera *et al.*, 2011):

$$\text{Ecuación de Wood: } Y_t = a^b e^{-ct}$$

$$\text{Producción máxima: } Y_{\max} = a(b/c)^b e^{-b} = 0,9998 \text{ kg}$$

$$\text{Tiempo en que se alcanza la cúspide: } T_{\max} = b/c = 5,08 \text{ semanas}$$

$$\text{Persistencia: } S = -(b+1) \ln c = 4,26.$$

Para poder expresar este valor absoluto como un índice de persistencia en porcentaje, se aplicó la formula de Perez *et al.* (2007):  $IP = (\sum_{i=1}^{10} X_i/X_{\max}) \times 10 = 96,00\%$ .

La producción máxima en el pico o cúspide, así como el tiempo en que se alcanza el pico y la persistencia fueron valores menores a los reportados por Gipson y Grossman (1990) (3,0 kg; 53 días y 6,68 respectivamente), probablemente porque estudiaron otras razas. El valor de persistencia concuerda con los reportados por Peña *et al.* (1999) en cabras de la raza Florida (4,32), aunque los valores de producción en el pico fueron mayores (2,68 kg) y se alcanzó en menor tiempo (13 días).

Sanchez-Séiquer y Fernandez (2003) también obtuvieron valores superiores para la producción máxima: 2,54; 2,66 y 2,59 kg y menor tiempo para alcanzar la cúspide: 1,9; 2,6 y 2,8 semanas, por diferentes modelos:

Wood (1967), Gipson y Grossman (1989) y Cappio-Borlino *et al.* (1997) respectivamente.

En el Cuadro 72 se observan los estimados de parámetros de las curvas de lactancia para las diferentes razas estudiadas por el modelo de Wood, así como la máxima producción, el tiempo en que se alcanza, la persistencia y los estimadores  $R^2$  y CME. En la Figura 19 se observa las curvas de lactancia por raza de cabras, estimadas mediante el modelo de Wood.

Cuadro 72. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia por raza de cabras por el modelo de Wood.  $R^2$  y CME.

Raza	a	b	c	Cúspide (kg)	Tmax (S)	P	$R^2$	CME
Canarias pura – 5/8	0,9780	0,0827	0,0200	1,0126	4,13	4,23	0,9933	0,0049
< 5/8	0,7985	0,0694	0,0133	0,8355	5,21	4,61	0,9875	0,0073
Canarias Alpino	0,9646	0,0806	0,0177	1,0053	4,55	4,35	0,9947	0,0042
Francés puras – 5/8								
<5/8 Alpino	0,8572	0,1879	0,0265	1,0261	7,09	4,31	0,9844	0,0122
Alpino - Canarias	1,0049	0,1282	0,0235	1,0983	5,45	4,23	0,9911	0,0079

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c: parámetros propios del modelo. Tmax: Tiempo en que se alcanza la cúspide. P: Persistencia

Todas las curvas de las diferentes razas presentaron un coeficiente de determinación superior a 0,98; por lo que predicen bien el comportamiento de la curva.

Se puede apreciar que el grupo racial que obtuvo la mayor producción en la cúspide fueron los animales Alpino X Canarias, las cuales presentaron una cúspide de 1,0983 kg y lo alcanzaron a las 5,45 semanas. El grupo que alcanzó la máxima producción más tardíamente fueron las < 5/8 hasta 1/2 Alpino Francés, y las que presentaron el menor pico fueron las < 5/8 hasta

1/2 Canarias. Estos resultados coinciden con los reportados por Noguera *et al.* (2011), Sánchez *et al.* (2006a), y McManus *et al.* (2003) que reportaron diferencias en cuanto a los parámetros y formas de las curvas de diferentes razas.

El tiempo a la producción máxima coincidió con lo reportado por Noguera *et al.* (2011) en cabras Alpinas, de alrededor de 45 días postparto pero con la cúspide más alta, 1,234 kg.

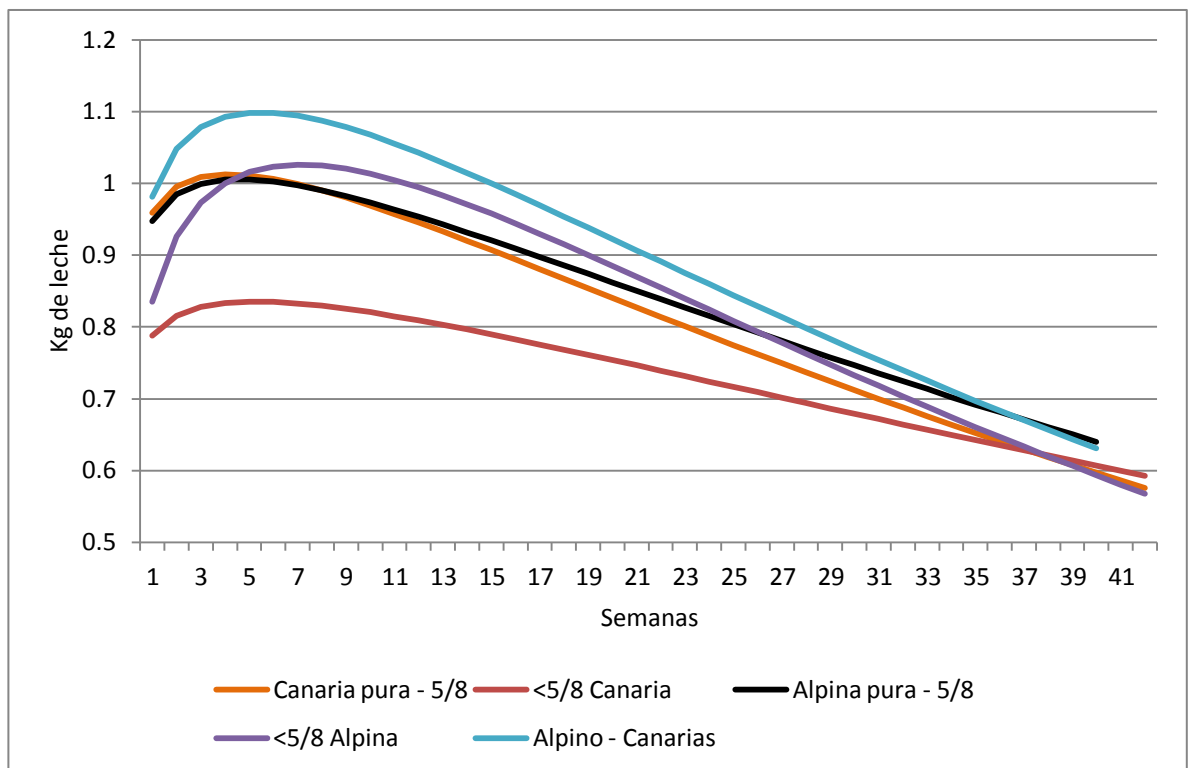


Figura 19. Curvas de lactancia por raza de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

Las que presentaron mayor persistencia fueron las cabras del grupo racial <5/8 Canarias debido a que fueron las que menor pico de producción tuvieron, y las que presentaron menor persistencia fueron los grupos raciales

con mayor producción, Alpino Francés x Canarias y Canarias puras hasta <5/8, lo cual coincide con la correlación negativa entre la producción de leche en el pico de producción y la persistencia, como lo reportaron Osorio y Segura (2005) y Gonzalez-Peña *et al.* (2011).

La producción máxima de las Canarias puras fue menor que el reportado por Fresno *et al.* (1992), de 2,5 kg en el pico de la lactancia en un solo ordeño.

En el Cuadro 73 se observan los estimados de parámetros de las curvas de lactancia para las diferentes edades al parto en años estudiadas por el modelo de Wood, así como la máxima producción, el tiempo en que se alcanza, la persistencia y los estimadores  $R^2$  y CME. En la Figura 20 se observa las curvas de lactancia por edad al parto en años de cabras, estimadas mediante el modelo de Wood.

Cuadro 73. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia por edad al parto de cabras por el modelo de Wood.  $R^2$  y CME.

Edad (Años)	a	b	c	Cúspide (kg)	Tmax (S)	P	$R^2$	CME
1 y 2	0,6879	0,1853	0,0208	0,8569	8,90	4,59	0,9884	0,0071
3	0,9647	0,1026	0,0203	1,0281	5,05	4,29	0,9934	0,0053
4	1,0559	0,1229	0,0241	1,1410	5,09	4,18	0,9880	0,0115
5	1,1695	0,0025	0,0155	1,1514	0,16	4,17	0,9942	0,0047
6	1,1189	0,1057	0,0247	1,1737	4,27	4,09	0,9848	0,0149
7	1,1171	0,0401	0,0189	1,1059	2,12	4,12	0,9788	0,0185
8 y más	0,9561	0,0453	0,0239	0,9405	1,89	3,90	0,9854	0,0079

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c: parámetros propios del modelo. Tmax: Tiempo en que se alcanza la cúspide en semanas. P: Persistencia

Todas las curvas de las diferentes edades al parto presentaron un coeficiente de determinación superior a 0,97; por lo que predicen bien el comportamiento de las curvas.

Estos resultados muestran diferencias en cuanto a la edad al parto como lo señalan León *et al.* (2007), en cabras Murciano – Granadinas, y Ángel *et al.* (2009) en cabras mestizas, que observaron un aumento en el ascenso y la cúspide y, por ende, en la producción total.

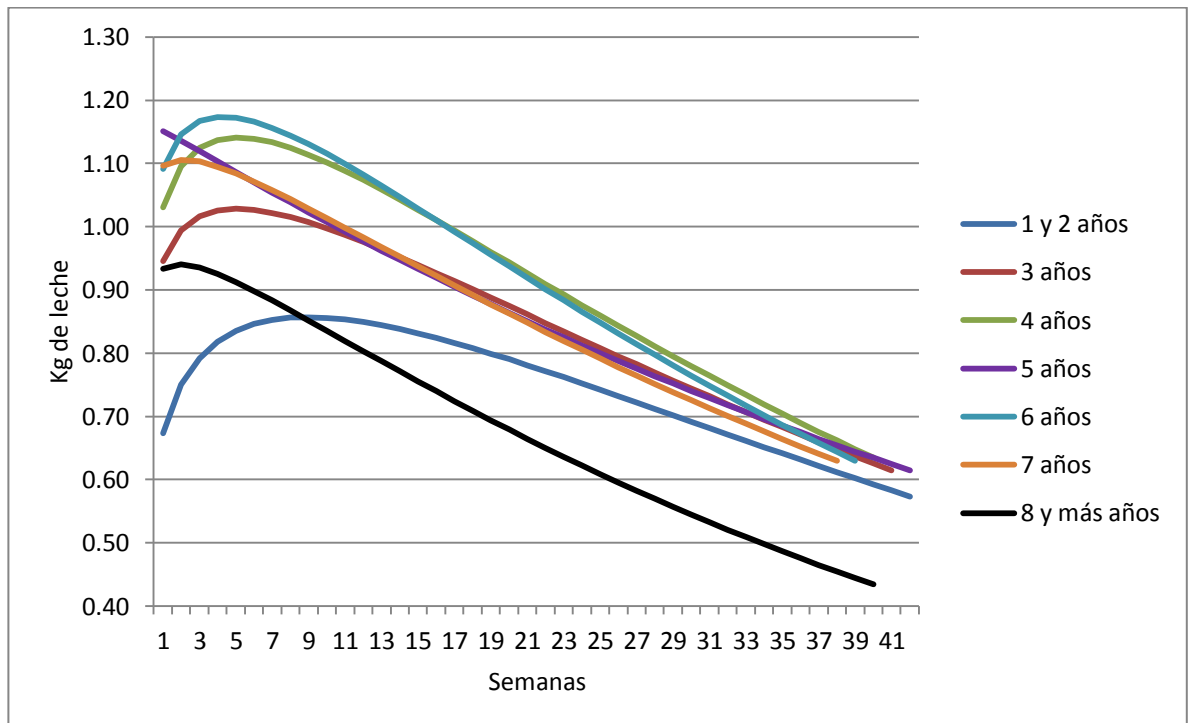


Figura 20. Curvas de lactancia por edad al parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

Se observó un aumento en la cúspide hasta el sexto año al parto, después de lo cual vuelve a decrecer por el desgaste fisiológico que sufre la cabra, lo cual coincide con los resultados de Peña *et al.* (1999) en la raza Florida.

Es importante señalar que los mayores ascensos fueron presentados por las cabras del 4<sup>to</sup> al 7<sup>mo</sup> año de edad. Sin embargo, en las de 5<sup>to</sup> año el periodo de ascenso fue mínimo y se alcanzó la cúspide a las 0,16 semanas.

Con respecto a la persistencia, todos los años de parto tuvieron persistencias similares a las presentadas en la revisión de Gipson y Grossman (1990). Las que presentaron mayor persistencia fueron las cabras que parieron con 2 años o menos, debido a que fueron las que menor pico de producción tuvieron, lo cual coincide con la correlación negativa entre la producción de leche en el pico de producción y la persistencia, como lo reportaron Osorio y Segura (2005) y Gonzalez-Peña *et al.* (2011). También este grupo fue el que presentó el pico de producción mas tardío (a las 8,90 semanas).

Las cabras de 8 y más años al parto fueron el grupo con menor persistencia, y con cúspide solo superior a las de 1 y 2 años al parto.

En el Cuadro 74 se observan los estimados de parámetros de las curvas de lactancia para los diferentes años de parto por el modelo de Wood, así como la máxima producción, el tiempo en que se alcanza, la persistencia y los estimadores  $R^2$  y CME. En la Figura 21 se observa las curvas de lactancia por año de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

Cuadro 74. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia por año de parto de cabras por el modelo de Wood.  $R^2$  y CME.

Año de parto	a	b	c	Cúspide (kg)	Tmax (S)	P	$R^2$	CME
2001-2003	1,1379	0,1263	0,0258	1,2227	4,89	4,11	0,9933	0,0068
2004-2005	0,8875	0,1739	0,0333	0,9942	5,22	3,99	0,9860	0,0089
2006-2007	0,8288	0,1975	0,0223	1,0467	8,85	4,55	0,9887	0,0102
2008-2010	0,9516	0,0731	0,0228	0,9630	3,20	4,05	0,9894	0,0064

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c: parámetros propios del modelo. Tmax: Tiempo en que se alcanza la cúspide en semanas. P: Persistencia



Las curvas para los diferentes años de parto presentaron coeficientes de determinación elevados, superiores a 0,98, por lo que son apropiadas para la estimación de las curvas.

Se aprecia una disminución en la producción en la cúspide, así como un retardo en el periodo de ascenso para llegar al pico de producción a medida que aumentan los periodos de año de parto. Esta misma tendencia se apreció en el objetivo 1, observándose una disminución de la producción total y truncada a 210 días con el paso de los años en este rebaño, lo cual no concuerda con el ideal, que indica que a medida que pasan los años, tanto el mejoramiento ambiental como genético del rebaño mejoren los parámetros evaluados. Esto podría deberse a que como es un rebaño en crecimiento, con limitaciones presupuestarias, al aumentar el número de animales, disminuye la cantidad de recursos alimenticios por animal.

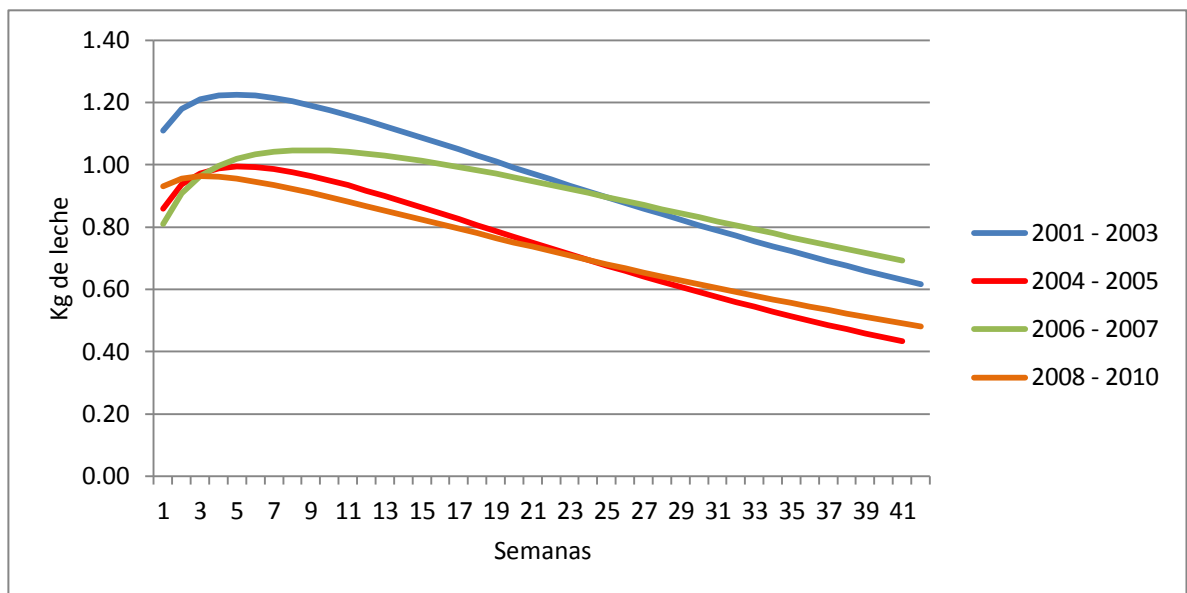


Figura 21. Curvas de lactancia por año de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

En el Cuadro 75 se observan los estimados de parámetros de las curvas de lactancia para los diferentes meses de parto por el modelo de

Wood, así como la máxima producción, el tiempo en que se alcanza, la persistencia y los estimadores  $R^2$  y CME. En la Figura 22 se observa las curvas de lactancia por mes de parto de cabras, estimadas mediante el modelo de Wood.

Las curvas para los diferentes meses de parto presentaron coeficientes de determinación elevados, superiores a 0,98, por lo que son apropiadas para la estimación de las curvas. Peña *et al.* (1999), presentaron coeficientes de determinación menores en las curvas de lactancia determinadas por el modelo de Wood, con diferencias en cuanto a la época de parto.

Cuadro 75. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia por mes de parto de cabras por el modelo de Wood.  $R^2$  y CME.

Mes de parto	a	b	c	Cúspide (kg)	Tmax (S)	P	$R^2$	CME
Ene – Ago.	0,9798	0,0234	0,0115	0,9731	2,03	4,56	0,9899	0,0075
Sept.	0,8353	0,0937	0,0168	0,8936	5,57	4,46	0,9883	0,0076
Octubre	0,9411	0,1579	0,0258	1,0695	6,12	4,23	0,9902	0,0081
Nov. – Dic.	1,0797	0,0541	0,0257	1,0647	2,10	3,85	0,9909	0,0062

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c: parámetros propios del modelo. Tmax: Tiempo en que se alcanza la cúspide (semanas). P: Persistencia

Los partos ocurridos en los meses desde octubre a diciembre son los que presentaron las mayores producciones en la cúspide con menor persistencia, que coincide con lo señalado por Osorio y Segura (2005) y Gonzalez-Peña *et al.* (2011), con la correlación negativa entre la producción de leche en el pico de producción y la persistencia.

Las cabras que parieron en octubre son las que alcanzaron la producción máxima más tardíamente (a las 6,12 semanas).

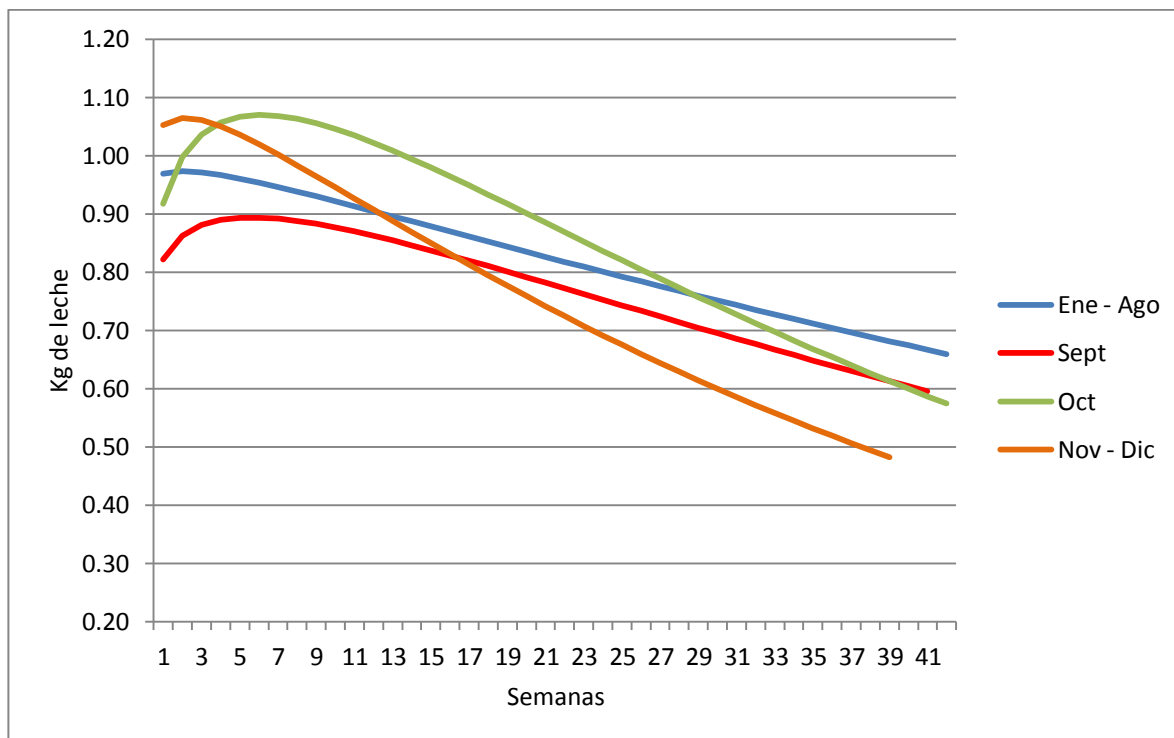


Figura 22. Curvas de lactancia por mes de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

En el Cuadro 76 se observan los estimados de parámetros de las curvas de lactancia para los diferentes tipos de parto por el modelo de Wood, así como la máxima producción, el tiempo en que se alcanza, la persistencia y los estimadores  $R^2$  y CME.

Cuadro 76. Estimados de parámetros en las curvas de lactancia por tipo de parto de cabras por el modelo de Wood.  $R^2$  y CME.

Tipo de parto	a	b	c	Cúspide (kg)	Tmax (S)	P	$R^2$	CME
1	0,8519	0,1133	0,0196	0,9280	6,03	4,37	0,9901	0,0066
2	0,9715	0,1155	0,0233	1,0414	4,95	4,19	0,9934	0,0050
3	1,0557	0,0569	0,0174	1,0665	3,27	4,28	0,9936	0,0053

$R^2$ : Coeficiente de determinación. CME: Cuadrado medio del error, a, b, c: parámetros propios del modelo. Tmax: Tiempo en que se alcanza la cúspide en semanas. P: Persistencia

En la Figura 23 se observa las curvas de lactancia por tipo de parto de cabras, estimadas mediante el modelo de Wood.

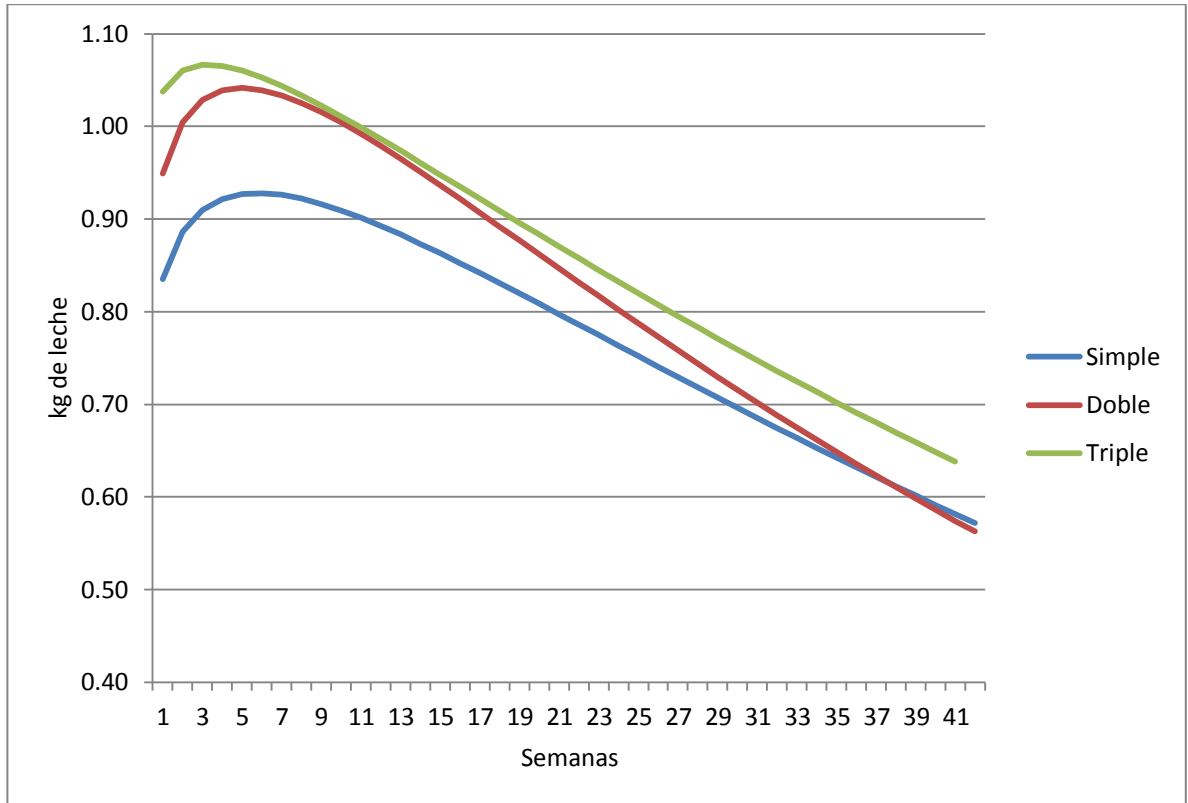


Figura 23. Curvas de lactancia por tipo de parto de cabras estimadas mediante el modelo de Wood.

Las curvas para los diferentes tipos de parto presentaron coeficientes de determinación elevados, superiores a 0,99 en los tres casos, por lo que la estimación de las curvas por el modelo Wood es excelente.

Al aumentar el tipo de parto de sencillo hasta triple aumentó la producción de leche en la cúspide y disminuyó el tiempo en alcanzarla. Estos resultados coinciden con los reportados por Gipson y Grossman (1990), Peña *et al.* (1999), Mc Manus *et al.* (2003), y Sánchez *et al.* (2006a).

Las persistencias fueron similares en los tres grupos, con un rango de 4,19 a 4,37, siendo mayor cuando menor es la cúspide, tal y como se señaló anteriormente.

## 6. Conclusiones

Los animales del grupo racial 1/2 Canarias 1/2 Alpina obtuvieron las mayores producciones por encima de los demás genotipos, incluso que las cabras puras o de alto mestizaje.

Los animales puros y hasta alto mestizaje 5/8 Alpino Francés fueron los que mayores pesos obtuvieron al nacimiento ( $2,91 \pm 0,10$  kg), siendo diferentes estadísticamente de los demás grupos raciales y se apreció una tendencia a que este grupo presentaron mayores pesos al destete.

Los resultados de este estudio muestran que la leche de cabras del rebaño estudiado está dentro de los parámetros normales citados en la literatura en condiciones similares. Sin embargo, tanto los componentes como las características de leche muestran una alta variabilidad.

El modelo Wood fue el mejor estimador para modelar las curvas de lactancia por poseer un elevado coeficiente de determinación y el menor cuadrado medio del error, observándose diferencias en cuanto a las curvas estimadas por este modelo en cada uno de los factores fijos incluidos en él.

## **7. Recomendaciones**

Continuar investigando en las variables productivas aquí estudiadas en poblaciones comerciales en diferentes zonas con manejo tradicional y típico del trópico árido de Venezuela, ya que sería un importante aporte al conocimiento de la producción con caprinos.

Sería conveniente en futuros estudios con poblaciones comerciales incluir otros grupos raciales (Nubian, Saanen, Toggenburg y Criollo) presentes en los sistemas de producción de leche con caprinos en Venezuela.

Iniciar estudios para determinar las normas propias para determinar las características y composición de la leche de cabra, para de esta manera definir los valores de referencia de las normas COVENIN para este rubro.

Profundizar y continuar con el pesaje de los animales en crecimiento hasta llegar a los dos años de edad, a fin de obtener las curvas de crecimiento y los factores que afectan el mismo hasta edad adulta.

## 8. Referencias bibliográficas

- A. O. A. C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th edition, Inc., Virginia, USA.
- Agnihotri, M., Rajkumar, V. 2007. Effect of breed, parity and stage of lactation on milk composition of Western Region goats of India. *International Journal of Dairy Science* 2(2): 172-177.
- AIA. 2005. Bulletin of Official Milk Records. Associazione Italiana Allevatori, Rome.
- Ahamefule, F., Ibeawuchi, J. 2005. Milk yield and composition of West African Dwarf does fed Pigeon Pea-cassava peel based diets. *Journal of Animal and Veterinary Advances* 4(12): 991-999.
- Akpa, G.N., Asiribo, O., Oni, O.O., Alawa, J.P. 2001. The influence of non-genetic factors on the shape of lactation curves in Red Sokoto goats. *Animal Science* 72, 233–239.
- Ali, T.E., Schaeffer, L.R. 1987. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science* 67, 637–644.
- Alifakiotis, T.A., Katanos, I., Hatjiminaoglou, I., Zervas, N., Zerfiridis, G. 1980. Induced lactation in dairy ewes by various brief hormone treatments. *J. Dairy Sci.* 63:750-755.
- Allmetsat, 2012. Datos Estación Meteorológica Base aérea Mariscal Sucre. Disponible en: <http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80413> (Consultado el 09/04/2012).



- Al-Shorepy, S., Alhadrami, G., Abdulwahab, K. 2002. Genetic and phenotypic parameters for early growth traits in Emirati goat. *Small Ruminant Research* 45: 217 – 223.
- Alvarado, C. 2001. Variación de la producción y composición de la leche de vacas Holstein, debido a factores no genéticos, en la región central de Venezuela. Trabajo de ascenso a la categoría de Asistente. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Venezuela. pp 111.
- Álvarez R., Paz, R. 1998. Metodología para la tipificación de la producción lechera de caprinos en Santiago del Estero, Argentina. *Arch. Zootec.* 47:649-658.
- Ambrosoli, R., Stasio, D., Mazzocco, P. 1988. Content of alpha-s-1-casein and coagulation properties in goat milk. *J. Dairy Sci.* 71:24-28.
- Analla, M., Jimenez-Gamero, I., Muñoz-Serrano, A., Serradilla, J. M., Falagan, A. 1996. Estimation of Genetic Parameters for Milk Yield and Fat and Protein Contents of Milk from Murciano-Granadina Goats. *J Dairy Sci.* 79:1835-1898.
- Andonov, S., Dzabirsky, V., Srbinovska, S. 1999. Selection of dairy goats by using lactation curve model. In: *Proceedings of the 6th International Symposium on the Milking of Small Ruminants*. European Association of Animal Production, Publication No. 95. Wageningen Pers, Wageningen, The Netherlands, pp. 418–420.
- Andonov, S., Ødegard, J., Boman, I. A., Svendsen,§, M., Holme, I. J., Adnøy, T., Vukovic, V., Klemetsdal, G. 2007. Validation of Test-Day Models for Genetic Evaluation of Dairy Goats in Norway. *J. Dairy Sci.* 90:4863–4871.

- Andrade, P., Souza, M., Borges, I., Penna, C. 2001. Contagem de células somáticas em leite de cabra. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, vol.53, (3): 396-400.
- Ángel, P., Agudelo, D., Restrepo, L., Cañas, J., Cerón-Muñoz, M. 2009. Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelos matemáticos no lineales. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol. 6(1):43-48.
- Anifantakis, E. M., Kandarakis J. G. 1980. Contribution to the study of the composition of goat milk. *Milchwissenschaft*, 35: 617-619.
- Antunac, N., Kalit, S., Samaržija, D., Mioc, B., Pecina, M., Mikulec, N., Havranek, J., Pavić, V. 2007. Influence of some non-genetic parameters on production and quality of milk of East-Fresian sheep in Croatia. Especial Issue of the international Dairy Federation. 0801/part 2. Scientific Poster Presented at the IDF 5<sup>Th</sup> International Symposium on the challenge to sheep and goats milk sectors. 18-20 Abril 2007. Alghero, Italy. ISBN 978-9-290980-40-7. I-P050. 108-109.
- Antunac, N., Kaps, M., Havranek, J. L., Samaržija, D. 1998. Effects of breed and parity on some dairy traits of Alpine and Saanen goats in Croatia. Milking and milk production of dairy sheep and goats. Proceedings International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens, Greece. European Association for Animal Production (EAAP) Publication N° 95:460-462.
- Antunac, N., Samaržija, D., Havranek, J. L., Pavič, V., Mioč, B. 2001. Effects of stage and number of lactation on the chemical composition of goat milk. *Czech J. Anim. Sci.* 46: 1212-1819.

- Aparicio, N., Pérez, J. 2001. Comenzar un programa de control de la mamitis ovina y caprina. Dirección Electrónica: <http://www.iespana.es/capra/index.htm>. Consultado el 25/02/02.
- Arango, J., Plasse, D. 1994. Crecimiento en cruces de razas cebuinas. (Eds). En: X Cursillo Sobre Bovinos de Carne. U.C.V. FCV. Maracay. Venezuela. pp. 159-198.
- Baldi, A., Cheli, F., Corino, C., Dell'Orto, V., Polirodi, F. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition, and plasma parameters of lactating goats. *Small Rumin. Res.* 6:303-310.
- Baldizan, A., Chacón, E. 2004. Sistemas agroforestales con ovinos y caprinos. IV Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos. UNEFM. Santa Ana de Coro. 14 al 17 de julio de 2004. pp 140-163.
- Balza, R. 2012. Caracterización de la producción láctea en cabras Canarias, en el Municipio Jimenez, Estado Lara. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Pp.22.
- Banda, J., Steinbah J., Zervas, H-P. 1992. Composition and yield of milk from non-dairy goats and sheep in Malawi. En Rey B., S.B. Lebbie y I. Reynolds (Eds) *Small Ruminant Research and Development in Africa*. African Small Ruminant Research Network. ILCA, Nairobi, Kenya. Disponible en: <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5520B/x5520b1b.htm> (consultado el 10/07/06).
- Barba, C., De La Nuez, J., Fernández, M., Rodríguez, J., Pariacote, F. 2001. Estimación de la producción de leche en la Agrupación Caprina

Canaria. Caso de una explotación modelo en régimen intensivo. *Zootecnia Trop.*, 19(Supl. 1): 289-296.

Bava, L., Rapetti, G., Crovetto, A., Tamburini, A., Sandrucci, A. 2001. Effects of a nonforage diet on milk production, energy, and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation. *J. Dairy Sci.*, 84:2450–2459.

Bedolla, C., Castañeda, V., Wolter, W. 2007. Métodos de detección de la mastitis bovina. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*. ISSN 1695-7504. Vol. VIII, (9). Dirección Electrónica <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090907/090702.pdf>. Consultado el 01/10/2011.

Blanchard, N. 2001. Avances de la explotación caprina en Venezuela y pertinencia de su desarrollo. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. Del 24 al 26 de octubre 2001. pp 25 – 34.

Boe, F., Cannas, A., Rassu, S.P., Pulina, G. 2005. CAPRISOFT un software di programmazione per le aziende caprine. In: Pulina, G. (ed.) *L’Alimentazione della Capra da Latte*. Avenue Media, Bologna, Italy, pp. 347–364.

Botero, L., Vertel, M. 2006. Modelo matemático aplicado a la curva de lactancia en ganado vacuno doble propósito. *Rev. MVZ Córdoba* 11 (1): 759-765.

Botnick, M. 1994. *The Basics of Digestion and Feeding of Goats. The Homesteader's Connection*. Dirección Electrónica: <http://www.psmag.com/HC/>. Consultado el 10/01/03.

- Breznik, S., Malovrh, S., Kovak, M., Birtic, D., Kompan, D. 2000. Additive genetic and environmental variance components for milk traits in goat with test day model. *Zb. Biotehniske fak. Univ. v Ljubljani. Kmetijstvo. Zootehnika*, 76(1): 61-66.
- Browning, R. Jr., Leite-Browning, M. L., Sahlu, T. 1995. Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Ruminant Research* 18:173-178.
- Bruckmaier, R., Blum, J. 1998. Oxytocin release and removal in ruminants. *J. Dairy Sci.* 81:939 – 949.
- Caja, G., Salama, K., Such, X. 2006. Omitting the Dry-Off Period Negatively Affects Colostrum and Milk Yield in Dairy Goats. *J. Dairy Sci.* 89:4220–4228.
- Capote, J. 1999. The effects of milking once or twice daily throughout lactation on milk production of Canarian dairy goats. *Milking and milk production of dairy sheep and goats (1999)*. EAAP publication 45:267-273.
- Capote, J., Lopez, J. L., Darmanin, N., Peris, S., Argüello, A. 1995. Influencia del doble ordeño en la producción lechera de las cabras Canarias (Tipo Tinerfeño). *XX Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, 25-27 de septiembre, Madrid (España), 1995*.
- Cappio-Borlino, A., Macciotta, N.P., Pulina, G. 1997. The shape of Sarda ewe lactation curve analyzed with a compartmental model. *Livestock Production Science* 51, 89–96.

- Cappio-Borlino, A., Pulina, G., Rossi, G. 1989. La previsione della produzione lattea totale in pecore di razza sarda con l'uso di polinomi. *Produzione Animale* 35, 35–39.
- Centre International Caprin. 2002. Contrôle Laitier. Dirección electrónica: <http://www.chevres-sur-le-web.com/>. Consultada el 15/05/2004.
- Chagra, P., Leguiza, D., Vera, T. 2002. Factores que inciden en el crecimiento de los cabritos lechales y la producción de leche invernal de cabras criollas biotipo regional. Dirección electrónica: [http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art\\_cap8.htm](http://www.inta.gov.ar/larioja/info/documentos/ganaderia/caprinos/Art_cap8.htm). Consultada el 17/11/2006.
- Chianese, L., Garro, G., Nicolai, M., Mauriello, R., Ferranti, P., Pizzano, R., Cappuccio, U., Laezza, P., Addeo, F., Ramunno, L., Rando, A., Rubino, R. 1993. The nature of beta- casein heterogeneity in caprine milk. *Lait* 73:533-547.
- Chiatti, F., Caroli, A., Chessa, S., Bolla P., Pagnacco, G. 2005. Relationships between goat K-Casein (CSN3) polymorphism and milk composition. Int. Workshop “The role of biotechnology for the characterisation and conservation of crop, forestry, animal and fishery genetic resources” Villa Gualino, Turin, Italia. Disponible en <http://www.fao.org/biotech/docs/chiatti.pdf> (consultado el 10/01/06).
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lambert, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86:1751-1770.
- Ciappesoni, G., Pribyl, J., Milerski, M., Mares, V. 2004. Factors affecting goat milk yield and its composition. *Czech J. Anim. Sci.*, 49(11): 465–473.

- Cobby, J., Le Du, J. 1978. On fitting curves to lactation data. *Animal Production*. 26, 127–133.
- Combellas, J. de, Rondón, Z., Ríos, L., Verde, O. 1995. Factores que afectan el peso al nacimiento de corderos en un rebaño ovino durante el periodo 1.984-1.994. (Resumen). I Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos. U.C.L.A. Barquisimeto, p. 23.
- Constantinou, A. 1989. Genetic and environmental relationships of body weight, milk yield and litter size in Damascus goats. *Small Rum. Res.*, 2:163-174.
- D'Aubeterre, R., Delgado, A., Armas, W., Dickson, L. 2008. Caracterización de los sistemas de producción caprinos en Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVIII, Suplemento 1*. 521-522.
- Das, S., Rege, J., Shibre, M. 2009. Phenotypic and genetic parameters of growth traits of Blended goats at Malaya, Tanzania. Dirección electrónica: <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5473B/x5473b0j.htm>. Consultado el 23/3/2006.
- Denis, W., Sisson, W. 1921. A study of chlorine content of milk and blood after the ingestion of sodium chloride. *J. Biol. Chem.* Vol. 46: 483-492.
- De Sousa, J., Dias, M., Tanezini, C., Alessandro, W., Oliveira, B., Melo, J., dos Santos, I. 1993. Freezing point depression of raw goat's milk from the region Goiânia, Brazil. *AJAS* 6(4): 555-559.
- Devendra, C. 1980. Milk Production in Goats Compared to Buffalo and Cattle in Humid Tropics. *J Dairy Sci* 63:1755-1767.

- Dhanao, M. 1981. A note on an alternative form of the lactation model of Wood. *Animal Production* 32, 349–351.
- Díaz, J., Muelas, R., Santini, Z., Alsina, D., Romero, G., Sendra, E., Peris, C. 2003. Contenido de Cloruros en la leche de cabra en condiciones fisiológicas. Estudio de los electrodos selectivos como método de determinación. XXVIII Jornadas Científicas de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia, 25-28 de septiembre, Badajoz (España), 2003.
- Dickson, L., Gamarra, I., Salvador, A., Monasterio, L. 2008. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras mestizas de la raza canaria en Venezuela. *Arch. Zootec.* 57 (217): 63-66.
- Dickson, L., Torres, G., Becerril, C., Garcia, O. 2000. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra hircus*) Alpinas y Nubias importadas a Venezuela. *Vet. Méx.*, 31 (1) 21- 26.
- Donkin, E. 2003. Productivity and diseases of Saanen, indigenous and crossbred goats. Tesis PhD. University of Pretoria. Faculty of Veterinary Science. South Africa.
- Droke, E., Paape, M., Di Carlo, A. 1993. Prevalence of high somatic cell counts in bulk tank goat milk. *J. Dairy Sci.*, 76: 1035-1039.
- Emad Al-Masri, H., Daza, A., Mateus, E. 2006. Efecto de algunos factores maternos de la camada y ambientales sobre el peso al nacimiento y crecimiento de cabritos veratos explotados en régimen semiextensivo. *ITEA.* 102(4): 345-353.
- Falagán, A., Carroza, J. A., Urrutia, B., Lafuente, A. 1994. Nota sobre la influencia de la edad al primer parto en la producción de leche de cabras primíparas de raza Murciano-Granadina. *Actas de las XVIII*



Jornadas Científicas de la SEOC. 415-418. Ed. de la Universidad de Castilla-La Mancha.

Farías, J., García, A., Allara, M., García, A., Olivares, Y., Ríos, G. 1999. Nota técnica: Algunas características físico-químicas y microbiológicas de la leche de cabra producida en Quisiro. Rev. Fac. Agron. LUZ, 16: 99-106.

Fekadu, B., Soryal, K., Zeng, S., Van Hekken, D., Bah, B., Villaquiran, M. 2005. Changes in goat milk composition during lactation and their effect on yield and quality of hard and semi-hard cheeses. Small Rum. Res., 59:55-63.

Fernández, C., Sánchez, A., Garcés, C. 2002. Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano - Granadina goats. Small Ruminant Research 46, 29–41.

Fernández, C., Sánchez, A., Martí, A., y Perea, C. 2001. Modelización de la curva de lactación según el número de crías nacidas en cabras Murciano-Granadinas. XXVI Jornadas Científicas y V Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. pp. 897-902. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y pesca.

Fernández, G. 2000. Parámetros productivos de cabras Pardo Alpinas y sus cruza, bajo régimen de pastoreo. Producción Latina, XXV, 541-544.

Finley, C., Thompson, J., Bradford, G. 1984. Age-Parity-Season Adjustment Factors for Milk and Fat Yields of Dairy Goats. J. Dairy Sci. 67:1868-1872.

Folch, J. M., Coll, A. y Sánchez, A. 1994. Complete sequence of the caprine beta-lactoglobulin gene. J. Dairy Sci. 77:3493- 3497.

Fondonorma. 1977. Norma COVENIN 503. Determinación de grasa. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma. 1982. Norma COVENIN 932-82. Determinación de Sólidos Totales. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela

Fondonorma. 1982. Norma COVENIN 940-82. Determinación del Punto Crioscópico. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma. 1997. Norma COVENIN 658-97. Determinación de Acidez Titulable, Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fondonorma. 1997. Norma COVENIN 370-97. Determinación de Proteínas. Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad, Caracas. Venezuela.

Fraser, A., Stamp, J. 1989. Ganado Ovino Producción y Enfermedades. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-España. P 358.

Frau, S., Togo, J., Pece, N., Paz, R., Font, G. 2010. Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata 109(1): 9-15.

- Fresno, M., Delgado, J., Rodero, J. 1992. First lactation curve model in canary goats. *Archivos de Zootecnia*. 41(151): 81-84.
- Galina, M., Morales, R., Lopez, B., Carmona, M. 1996. Effect of somatic cell count on lactation and soft cheese yield by dairy goats. *Small Ruminant Research* 21: 251-257.
- Gall, C. 1981. Milk production from sheep and goats. *Small Ruminants in the Near East*. FAO Animal Production and Health Paper, 55: 115-122.
- Gamarra, Y. 2006. Evaluación de algunos factores que afectan la producción de leche y la duración de la lactancia en cabras mestizas de la raza canaria con cabras locales. Tesis para optar al título de Magíster Scientiarium en Producción de Ovinos y Caprinos. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Ciencias Veterinarias. Cabudare. Venezuela. Pp 36.
- García, A., Rivero, J., Gonzáles, P., Valero-Leal, K., Izquierdo, P., García, A., Colmenares, C. 2009. Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 26: 59-77.
- García de H., M., Sánchez, C., Colmenares, J. 1998. Evaluación comparativa de tres sistemas de amamantamiento de cabritos bajo explotaciones intensivas. *Zootecnia Tropical*, Vol. 16(1):87-98.
- García, O., García, E., Bravo, J., Kennedy, B. 1995. Análisis de un experimento de cruzamiento usando caprinos criollos e importados. V. Intervalo entre partos. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 13:581 – 595.
- García-Bojalil, C. 1992. Manejo y alimentación de la vaca lechera durante el periodo seco y sus implicaciones durante el postparto. *Manual de*

Asistencia Técnica. Guía Agropecuaria de Venezuela. Editorial Agropecuaria C.A. Febrero 1992. Maracaibo, Venezuela.

- Genčurová, V., Hanuš, O., Vyletělová, M., Landová, H., Jedelská, R. 2008. The relationships between goat and cow milk freezing point, milk composition and properties. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39(4): 324–328.
- Giaccone, P., Portolano, B., Bonanno, A., Alicata, M.L., Todaro, M. 1995. Aspetti quanti qualitativi della produzione lattea nella popolazione caprina derivata di Siria. *Zootecnica e Nutrizione Animale* 21, 94–107.
- Gipson, T.A., Grossman, M. 1989. Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats. *Journal of Dairy Science* 72, 1035–1044.
- Gipson, T.A., Grossman, M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Ruminant Research* 3, 383–396.
- Gonçalves, H., de Almeida, M., Wechsler, F., Ramos, A. 2001. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteros. *Rev. Bras. Zootec.* 30(3): 719 – 729.
- Gonçalves, H., de Almeida, M., Wechsler, F., Ramos, A., Pulz, L., Losi, T. 2002. Parâmetros e tendência genética da produção de leite de cabra no Brasil. *Rev. Bras. Zootec.* 31(6): 2204 – 2208.
- González-Peña, D., Espinoza, J., Palacios, A., Guerra, D., Évora, J., Portales, A., Ortega, R., Guillén, A. 2011. Parámetros genéticos para la persistencia de la lactación en vacas Siboney usando modelos de regresión aleatoria. *Rev Mex Cienc Pecu* 2(2): 151-160.
- Gonzalez–Stagnaro, C. 1993. Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales. *Revista Científica, FCV – LUZ / Vol. III, N° 3.*

- Gonzalez – Stagnaro, C. 2001. Reproducción caprina: Riesgos y puntos críticos de control en el manejo tecnológico. III Congreso Nacional y I Congreso Internacional de Ovinos y Caprinos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay. Venezuela. Del 24 al 26 de octubre 2001. pp. 123 – 134.
- Groenewald, P.C.N., Viljoen, C.S. 2003. A Bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 8, 75–83.
- Grossman, M., Koops, W. 1988. Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 71, 1598–1608.
- Guimarães, V., Rodrigues, M., Sarmiento, J., Rocha, D. 2006. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 535–545.
- Haenlein, G. 1981. Dairy Goat Industry of the United States. *J. Dairy Sci.* 64:1288-1304.
- Haenlein, G. 1991. Advances in goat and cow milk research in relation to processing qualities. Mimeo, Dept. Animal Sci. y Agr. Biochem., Univ. Delaware, 13 pp.
- Haenlein, G. 1993. Producing quality goat milk. *J. Animal Sci.* 8:79-84.
- Haenlein, G. 1996a. Goat Management. Dirección electrónica: <http://ag.udel.edu/extension/information/goatmgt/gm-list.htm>. Consultado el 01/10/2004.
- Haenlein, G. 1996b. Status and Prospects of the Dairy Goat Industry in the United States. *J. Anim. Sci.* 74:1173–1181.
- Haenlein, G. 2000. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. 3<sup>rd</sup> All African Conference on Animal Agriculture and

- 11<sup>th</sup> Conference of the Egyptian Society of Animal Production. Alexandria (Egypt).
- Haenlein, G. 2001. The concept of milk quality in the USA. *J. Anim. Sci.* 16:5-8.
- Harrys, B., Springer, F. 2003. Dairy goat production guide. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Doc. CIR 452. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/DS134> (consultado el 01/03/06).
- Harrys, B. 1991. Programa de alimentación y manejo de la vaca seca. En Conferencia Internacional sobre Ganadería en los Trópicos. Centro de Agricultura Tropical. Servicio de Extensión de Florida del Instituto de Ciencias Alimenticias y Agropecuarias en la Universidad de Florida. Del 5 al 8 de mayo de 1991. C29-43.
- Hassan, A., Ciroma, A. 2006. Body weight measurements relationship in Nigerian Red Sokoto goats. Dirección electrónica: <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5520B/x5520b1d.htm>. Consultado el 23/3/2006.
- Heil, F., Dumont, J. P. 1993. Sensory characteristics of goat cheeses made from milks containing different genetic types of alpha-s-1-casein. *Lait* 73:559-565.
- Henderson, A. J., Peaker, M. 1987. Effects of removing milk from the mammary ducts and alveoli, or of diluting stored milk, on the rate of milk secretion in the goat. *Quart. J. of Exp. Physiol.*, 72: 13-19.
- Hernandez, I. 2002. Ramoneo de las cabras en un bosque seco tropical: Especies consumidas y su valor nutritivo. Dirección electrónica:

<http://capra.iespana.es/capra/ramoneo.htm>. Consultado el 01/10/2004.

Hervé, A., Sigwald, J. 2001. Résultats 2000 du contrôle laitier. Réussir La Chèvre. N°246 : 33 – 34.

Hervieu, J., Morand-Fehr, P. 1999. Comment noter l'état corporel des chèvres. Réussir La Chèvre. N° 231, pp. 26-32.

Hurley, W.L. 1989. Mammary gland function during involution. J. Dairy Sci. 72, 1637–1646.

Iloje, M. U., Rounsaville, T. R., McDowell, R. E., Wiggans, G. R., Van Vleck, L. D. 1980. Age-Season Adjustment Factors for Alpine, LaMancha, Nubian, Saanen, and Toggenburg Dairy Goats. J. Dairy Sci. 63:1309-1316.

Iloje, M., Van Vleck, L., Wiggans, G. 1981. Components of variance for milk and fat yields in dairy goats. J. Dairy Sci., 64: 2290-2293.

Iloje, M., Van Vleck, L. 1978. Genetics of dairy goats. J. Dairy Sci., 61: 1521-1528.

Infante, D., Tormo, R., Conde, M. 2003. Empleo de la leche de cabra en pacientes con alergia a las proteínas de la leche de vaca. An. Pediatr. (Barc) 59(2):138-142.

Jamrozik, J., Schaeffer, L.R. 1997. Estimates of genetic parameters for a test day model with random regressions for yield traits of first lactation Holsteins. J. Dairy Sci., 80: 762–770.

Janštová, B., Dračková, M., Navrátilová, P., Hadra, L., Vorlová, L. 2007. Freezing point of raw and heat-treated goat milk. Czech J. Anim. Sci., 52, 2007 (11): 394–398.

- Jenness, R. 1980. Composition and characteristics of goat milk: Review 1968-1979. *J. Dairy Sci.*, 63: 1605-1630.
- Jenot, F. 2000. Goat milk composition and its variation. Les taux du lait de chèvre et leurs variations. [http://www.chevres-sur-le-web.com/PAGES\\_UK/newspaper/eleveuruk/edito\\_uk.htm](http://www.chevres-sur-le-web.com/PAGES_UK/newspaper/eleveuruk/edito_uk.htm). Consultado el 01/10/2004.
- Jimeno, V., Rebollar, P., Castro, T. 2003. Nutrición y alimentación del caprino de leche en sistemas intensivos de explotación. XIX Curso de Especialización FEDNA. Madrid, 23 y 24 de octubre de 2003. pp.155-178.
- Jordana, J., Amills, M., Diaz, E., Angulo, C., Serradilla, J. M., Sánchez, A. 1995. Gene frequencies of caprine alpha-s-1-casein polymorphism in Spanish goat breeds. *Small Rumin. Res.* 20:215-221.
- Juarez, M., Ramos, M. 1986. Physic-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow's milk. *FIL-IDF Bulletin* 202:54-67.
- Jurado, J. 2009. Programa de selección genética de la raza Murciana – Granadina. Catalogo de reproductores. ACRIMUR. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Pp 108.
- Jurado, J., Castillo-Gómez, J. 2005. Programa de selección genética de la raza caprina Murciano – Granadina. XXX Jornadas científicas y IX Internacionales de la sociedad española de ovinotecnia y caprinotecnia. Granada, 28-30 de Septiembre y 1 de Octubre. 131-134.
- Kalantzopoulos, G. 1994. Milk and dairy products from ewe and goat milk. *Proc. Internat. Symposium Somatic Cells and Milk of Small Ruminants*, Bella, Italy, 14 pp.



- Kanwal, R., Toqeer, A., Bushra, M. 2004. Comparative Analysis of Quality of Milk Collected from Buffalo, Cow, Goat and Sheep of Rawalpindi/Islamabad Region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (3): 300-305.
- Kawas, J., Lopes, J., Danelon, D., Lu, C. 1991. Influence of forage-to-concentrate ratios on intake, digestibility, chewing and milk production of dairy goat. *Small Rumin. Res.* 4:11-18.
- Knight, C. H. 1992. Milk yield responses to sequential treatments with recombinant bovine somatotrophin and frequent milking in lactating goats. *J. Dairy Res.*, 59, 115-122.
- Landete-Castillejos, T., Gallego, L. 2000. Technical note: the ability of mathematical models to describe the shape of lactation curves. *Journal of Animal Science* 78, 3010–3013.
- Le Jaouen, J. C. 1973. Caractéristiques et composition du lait de chèvres considérées du point de vue zootechnique et de son utilisation. *Tech Lait*, sept, 7-25.
- Le Jaouen. J. C. 1986. Composition du lait: la situation actuelle. *La Chèvre*, 153, 10-13.
- Leal de Menezes, J., Gonçalves, H., Silva, M., Rodrigues, L., Lara, G., Lemos, B., Giasseti, A. 2007. Desempenho e medidas biométricas de caprinos de diferentes grupos raciais. *R. Bras. Zootec.* 36 (3): 635-642.
- Leitner, G., Merin, U., Silanikove, N. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in goats. *J. Dairy Sci.* 87:1719–1726.

- León, J., Quiroz, J., Pleguezuelos, J., Martínez, E., Delgado, J. 2007. Curva de lactación para el número de Lactación en cabras Murciano-Granadinas. Arch. Zootec. 56 (Sup. 1): 641-646.
- Liu, W., Zhang, Y., Zhou, Z. 2005. Adjustment for non-genetic effects on body weight and size in Angora goats. Small Ruminant Research 59: 25 - 31.
- Lopez, J., Argüello, A., Fabelo, F., Capote, J. 1993. Comparación del crecimiento de cabras de la Agrupación caprino Canarias desde el nacimiento hasta los 6 meses, bajo dos sistemas de crianza. Arch. Zootec. 42: 281-284.
- Lu, C. D. 1989. Effects of heat stress on goat production. Small Ruminant Research 2:151-162.
- Lu, C. D., Potchoiba, M. J., Loetz, E. R. 1991 Influence of vacuum level, pulsation ratio and rate on milking performance and udder health in dairy goats. Small Ruminant Research 5:1-8.
- Ludeña, F., Peralta, S., Arroyo, O., Fung, L., Gonzales, C. 2006. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. Mosaico Cient. 3(1): 17-26.
- Luo, M., Wiggans, G., Hubbard, M. 1997. Variance component estimation and multitrait genetic evaluation for type traits of dairy goats. J. Dairy Sci. 80:594-600.
- Macciotta, N., D'Angelo, A., Cappio-Borlino, A., Gaviraghi, A., Gianoncelli, C., Noe, L. 2003. The lactation curve of the Frontalasca breed goat. In: Atti 38° Simposio Internazionale di Zootecnia "Milk and Research", Lodi, Italy. MG Editori, Milan, Italy, pp. 191.197.

- Macciotta, N., Gaviraghi, A., Cappio-Borlino, A., Noè, L. 2004. Adattamento del modello di Wilmink a curve di lattazione individuali di capre di razza Frontalasca. En: Atti XVI Congresso Nazionale SIPAOC, Siena, Italy. Kalb sas, Cagliari, Italy, pp. 294–295.
- Macciotta, N.P., Dimauro, C., Steri, R., Cappio-Borlino, A. 2008. Mathematical Modelling of Goat Lactation Curves. En Dairy goats feeding and nutrition. Edited by Antonello Cannas and Giuseppe Pulina. CAB International. ISBN-13: 978 1 84593 348 7. British Library, London, UK. Pp. 293.
- Macciotta, N.P.P., Dimauro, C., Bacciu, N., Fresi, P., Cappio-Borlino, A. 2006. Use of partial least squares regression model to predict test day of milk, fat and protein yields in dairy goats. *Animal Science* 82, 463–468.
- Macciotta, N.P.P., Vicario, D., Cappio-Borlino, A. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *J. Dairy Sci.*, 88: 1178–1191.
- Macedo, V.P., Damasceno, J.C., Santos, G.T., Martins, E.N., Macedo, F.A.F. 2001. Comportamento da curva de lactação de cabras mestiças Saanen em função da suplementação de concentrado e do sistema de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 2093–2098.
- Marenjak, T., Pir^sljin, J., Poljicak, N., Milincovi´c, S., Beer-Ljubic, B., Benic, M., 2007. Milk components, SOD activity and oxidative stability of milk in to breeds of dairy goats. Especial Issue of the international Dairy Federation. 0801/part 2. Scientific Poster Presented at the IDF 5<sup>Th</sup> International Symposium on the challenge to sheep and goats milk sectors. 18-20 Abril 2007. Alghero, Italy. ISBN 978-9-290980-40-7. I-P055. 120-122.

- Marín, M., Burrows, J., Ramos J. 2001. Producción y calidad de la leche caprina en rebaños bajo sistemas de manejo extensivo de la zona central de Chile. *Arch. Zootec.* 50: 363-366.
- Marín, M., Fuenzalida, M., Burrows, J., Gecele, P. 2010. Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile. *Arch Med Vet* 42, 79-85.
- Martin, P. 1993. Genetic polymorphism of goat milk proteins. *Lait* 73:511-532.
- McManus, C., Soares Filho, G., Mariante, A.S., Louvandini, H. 2003. Factores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32(Suppl. 1), 1614–1623.
- Merin, U., Rosenthal, I., Maltz, E. 1988. The composition of goat milk as affected by nutritional parameters. *Milchwissensch.* 43:363-365.
- Merlos, M., Martínez, R., Torres, G., Mastache, A., Gallegos, J. 2008. Evaluación de características productivas en cabritos Boer × local, Nubia × local y locales en el trópico seco de Guerrero, México. *Vet. Méx.*, 39 (3) 323-333.
- Midau, K., Kibon, A., Moruppa, S., Augustine, C. 2010. Influence of season on milk yield and milk composition of Red Sokoto goats in Mubi area of Adamawa State, Nigeria. *International Journal of Dairy Science* 5(3): 135-141.
- Milerski, M., Mareš, V. 2001. Analysis of systematic factors affecting milk production in dairy goat. *Acta Univ. Agric. et silvic. Mendel. Brun (Brno)*. No. 1, 43-50.

- Ming, R., Dixon, P., Park, Y., Gilmore, J., Kindstedt, P. 2001. Seasonal changes in the chemical composition of commingled goat milk. *J. Dairy Sci.* 84 (E. Suppl.):E79-E83.
- Mocquot, J. C. 1978. Effets de l'omission régulière et irrégulière d'une traite sur la production laitière de la chèvre. II Symposium International sur la Traite Mécanique des Petits Ruminants, 22-27 mai, Alghero (Italie), 175-201.
- Mocquot, J. C., Auran, T. 1974. Effets de différentes fréquences de traite sur la production laitière des caprins. *Ann. Génét. Sél. Anim.*, 6: 463-476.
- Mocquot, J. C., Guillimin, P. 1975. Effets de différentes fréquences de traite sur la production laitière des chèvres. 1ères Journées de la Recherche Ovine et Caprine, 2-4 Déc., 108-116.
- Mocquot, J. C., Ricordeau, G. 1981. Facteurs de variation et paramètres génétiques de la production laitière des chèvres en première lactation. Sixièmes Journées de la Recherche Ovine et Caprine. Paris, Francia. 402-412.
- Moioli, B. ; Pilla, F., Tripaldi, C.1998. Detection of milk protein genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: a review. *Small Ruminant Research* 27. 185–195.
- Montaldo, H., Almanza, A., Juarez, A. 1997. Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. *Small Ruminant Research* 24, 195–202.
- Mora-Gutierrez, A., Kumosinski, T., Farrell, H. (Jr). 1991. Quantification of  $\alpha$ 1-Casein in Goat Milk from French-Alpine and Anglo-Nubian Breeds Using Reversed-Phase High Performance Liquid Chromatography. *J. Dairy Sci.* 74:3303-3307.

- Morand-Fehr, P. 1981. Nutrition and feeding of goats: application to temperate climatic conditions. In: Goat Production, C. Gall, ed., Academic Press, London, 193-232.
- Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Rumin. Res.*, 60:25–43.
- Morant, S., Gnanasakthy, A. 1989. A new approach to the mathematical formulation of lactation curves. *Animal Production* 49, 151–162.
- Muñoz, G. 1997. Comportamiento productivo y reproductivo en un rebaño caprino experimental en el Estado Lara, Venezuela. Tesis para optar al título de Magíster Scientiarum en Producción Animal. Mención Genética. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. pp134.
- Nelder, J. 1966. Inverse polynomials: a useful group of multi-factor response functions. *Biometrics* 22, 128–141.
- Noguera, R., Ortiz D., Marín L. 2011. Comparación de modelos matemáticos para describir curvas de lactancia en cabras Sannen y Alpina. *Livestock Research for Rural Development*. 23 (9) Article #196. Dirección electrónica: <http://www.lrrd.org/lrrd23/9/nogu23196.htm> Consultado 16/01/12.
- Oliver, F., Pérez-Guzmán M.D., Pérez E.M., Montoro V. 2001. Estudio de la influencia de la edad al primer parto sobre la producción lechera de cabras de raza Murciano-Granadina en Castilla-La Mancha. XXVI Jornadas Científicas y V Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. pp.897-902. Ed. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y pesca.

- Olori, V.E., Brotherstone, S., Hill, W.G., McGuirk, B.J. 1999. Fit of standard models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. *Livestock Production Science* 58, 55–63.
- Orlandini, S., Lattanzi, L., Carducci, A., Psathas, G., Paggi, U. 2007. Collaborative studies organized to include sheep and goat milk in the scope of joint standard ISO 5764/IDF 108:2002 milk – Determination of freezing point – thermistor cryoscope method (Reference method). *Bolletín of the International Dairy Federation*. ISSN 0250-5118. Brussels (Belgium). pp21.
- Osorio, M., Segura, J. 2005. Factores que afectan la curva de lactancia de vacas *Bos taurus x Bos indicus* en un sistema de doble propósito en el trópico húmedo de Tabasco, México. *Téc Pecu Méx.* 43(1):127-137.
- Otuma, M., Osakwe, I. 2008. Estimation of genetic parameters of growth traits in Nigeria Sahelian goats. *Res. J. Anim. Sci.*, Vol. 2(3): 83-86.
- Paapa, M., Capuco, J. Lefcourt, A., Burvenich, C., Miller, R.H. 1992. Physiological response of dairy cows to milking. En: *Proceedings International Symposium on Prospects for Automatic Milking*. A.H. Lipema ed., PUDOC Sci. Publ. Wageningen, EAAP 65:93-105.
- Paapa, M., Capuco, J. 1998. Cellular defense mechanisms in the udder and lactation physiology of the goat. United States Department of Agriculture, December.
- Paape, M.J., Wiggans, G.R., Bannerman, D.D., Thomas, D.L., Sanders, A.H., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R.H. 2007. Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. *Small Ruminant Research*. 68:114-125.

- Pacheco, F., Monteiro, A., Lopes, Z., Barros, M. 1998. Contrôle laitier caprin dans la région du Minho (Portugal). Milking and milk production of dairy sheep and goats. Proceedings International Symposium on the Milking of Small Ruminants, Athens, Greece. EAAP Publication No. 95:460-462.
- Pariacote, F. 1992. Productivity of goat native, Alpine and Nubian breeds and their crosses in Venezuela. Arch. Zootec. 41(extra): 555-562.
- Park, Y. 2007. Rheological characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Res. 68:73-87.
- Park, Y.W., Humphrey, R.D. 1986. Bacterial counts in goat milk and their correlations with somatic cell counts, percent fat, and protein. J. Dairy Sci. 69:32-37.
- Pavić, V., Antunac, N., Mioč, B., Ivanković, A., Havranek, J. 2002. Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. Czech J. Anim. Sci., 47(2): 80–84.
- Paz, R., Togo, J., Lopez, C. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprinos (Santiago del Estero, Argentina). Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVII, N° 2, 161 – 165.
- Pedauey, J. 1989. Lactation curve and milk composition in Murciano – Granadina goats breed. Anales de Veterinaria, (Murcia) (5):3-11.
- Peña, F., Vega, J., Sánchez, M., Martos, J., García, A., Domenech, V. 1999. Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida. Arch. Zootec. 48: 415-424.
- Perez, L., Anrique, R., González, H. 2007. Factores no genéticos que afectan la producción y composición de la leche en un rebaño de pariciones



- biestacionales en la décima región de los lagos, Chile. Agricultura Técnica (Chile) 67(1):39-48.
- Peris, S. 1994. Características de la curva de lactación y aptitud al ordeño mecánico de cabras de raza Murciano – Granadinas. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. Pp. 149.
- Peris, S., Caja, G., Such, X., Casals, R., Ferret, A., Torre, C. 1997. Influence of kid rearing systems on milk composition and yield of Murciano – Granadina dairy goats. J. Dairy Sci. 80:3249 – 3255.
- Peris, S., Such, X., Caja, G. 1998. Características de los sistemas de ordeño en ganado caprino y su relación con el estado sanitario de la ubre. Revista OVIS N° 54: "Mamitis caprina" Tomo II. D. Capítulo I. Enero. p. 11-23.
- Pinkerton, F. 1987. Tecnología de la Producción Caprina. FAO. Oficina Regional para América y el Caribe. Programa de Cooperación Técnica. Chile, 1987. Pp 242.
- Pirisi, A., Lauret, A., Dubeuf, J.P. 2007. Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. Small Rumi. Res. Vol. 68: 167-178.
- Pizarro Borges, C., Cordeiro, P., Brasslau, S. 2004. Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in Southeastern Brazil. International Symposium the Future of the Sheep and Goat Dairy Sectors. Zaragoza, España, 28-30 Octubre 2004.
- Plasse, D. 1978. Aspectos de crecimiento del *Bos indicus* en el trópico americano (primera parte). World Review of Animal Production. 14 (4):29-48.

- Portolano, B., Todaro, M., Finocchiaro, R., Van Kaam, J. 2002. Estimation of the genetic and phenotypic variance of several growth traits of the Sicilian Girgentana goat. *Small Ruminant Research* 45:247-253.
- Poutrel, B., de Créoux, R., Ducelliez, M., Verneau, D. 1997. Control of Intramammary Infections in Goats: Impact on Somatic Cell Counts. *J. Anim. Sci.* 75:566–570.
- Preston, T. 2004. Estrategia nutricional para la producción caprina. IV Congreso Nacional de Ovinos y Caprinos. UNEFM. Santa Ana de Coro. 14 al 17 de julio de 2004. pp 133-140.
- Quintero, A., Boscán, J., Rubio, J., Villasmil, Y., Román, R. 2007a. Pesos corporales de cabritos mestizos a diferentes edades. *Multiciencias*, Vol. 7 (1): 26-32.
- Quintero, J., Serna, J., Cerón-Muñoz, M. 2007b. Modelos mixtos no lineales en curvas de lactancia de búfalas en un sistema de producción orgánica en el Magdalena Medio Antioqueño (Colombia). *Livestock Research for Rural Development* 19 (4): Artículo 52. Dirección electrónica: <http://www.lrrd.org/lrrd19/4/quin19052.htm>. Consultado el 22/02/2012.
- Quintero, J., Serna, J., Ceron, M., Hurtado, N., Agudelo, D. 2008. Estimación de la curva de lactancia mediante modelos matemáticos lineales y no lineales en búfalas colombianas. *Rev. Lasallista Investig.* [online]., vol.5, n.1, pp. 34-44.
- Quintero, J., Serna, J., Hurtado, N., Rosero, R., Cerón, M. 2007c. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. *Rev Col Cienc Pec.* 20: 149-156.

- Raats, J. 1983. The effect of age and litter size on milk production in Boer goat ewes. *S. Afr. Tydskr. Veek.*13:240-243.
- Ramos, J., Germano, R., Nunes, A. 2004. Desempenho produtivo de cabritos submetidos a diferentes períodos de aleitamento. *R. Bras. Zootec.* Vol. 33(3):684-690.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. 2008. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Rumin. Res.*, 79: 57-72.
- Rekaya, R., Carabano, M.J., Toro, M.A. 2000. Bayesian analysis of lactation curves of Holstein Friesian cattle using a non-linear model. *J. Dairy Sci.*, 86: 2691–2701.
- Remeuf, F. y Lenoir, J. 1986. Relationship between the physicochemical characteristics of goat milk and its rennet ability. *FIL-IDF Bulletin* 202:68-72.
- Renner, E. 1983. *Milch und Milchprodukte in der Ernaehrung des Menschen.* VV-GmbH Volkswirtschaft. Verlag, Munich, 467 pp.
- Rodriguez, L., Ara, M., Huamán, H., Echevarría, L. 2005. Modelos de ajuste para curvas de lactación de vacas en crianza intensiva en la cuenca de Lima. *Rev Inv Vet Perú*; 16 (1):1-12.
- Rodriguez – Parra, M., Caja, G. 2004. Comparación de la Ingestión Voluntaria de Forrajes en Ovino y Caprino. IV Congreso Nacional De Ovinos Y Caprinos. UNEFM. Santa Ana de Coro. 14 al 17 de julio de 2004. pp 24. Resumen.
- Rota, A.M., Gonzalo, C., Rodriguez, P.L., Rojas, A.I., Martin, L., Tovar, J.J. 1993. Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in

- milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves. *Small Ruminant Research* 12, 211–219.
- Ruvuna, F., Kogi, J.K., Taylor, J.F., Mkuu, S.M. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo-Nubian goats. *Small Ruminant Research* 16, 1–6.
- Sacchi, P., Chessa, S., Budelli, E., Bolla, P., Ceriotti, G., Soglia, D., Rasero, R. Cauvin, E., Caroli, A. 2005. Casein haplotype structure in five Italian goats breeds. *J. Dairy Sci.* 88: 1561-1568.
- Sahlu, T., Goetsch, A., Luo, J., Nsahlai, I., Moored, J., Galyean, M., Owens, F., Ferrell, C., Johnson, Z. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rumin. Res.*, 53:191–219.
- Salama, A. 2005. Modificación de la Curva de Lactación en Cabras Lecheras: Efectos de la Frecuencia de Ordeño, el Periodo de Secado y el Intervalo entre Partos. Tesis Doctoral. Departament de Ciència Animal i dels Aliments de la Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2005. Pp. 163.
- Salama, A., Caja, G., Such, X., Casals, R., Albanell, E. 2005. Effect of pregnancy and extended lactation on milk production in dairy goats milked once daily. *J. Dairy Sci.* 88:3894–3904.
- Salama, A., Such, X., Caja, G., Rovai, M., Casals, R., Albanell, E., Marin, M., Martí, A. 2003. Effects of once versus twice daily milking throughout lactation on milk yield and milk composition in dairy goats. *J. Dairy Sci.* 86:1673-1680.
- Salem, S., El-Agamy, E., Youssef, A. 2004. Effect of crossbreeding between two Egyptian goat breeds on physicochemical, technological and

nutritional characteristics of goat milk. South African Journal of Animal Science, 34 (Supplement 1): 158- 161.

Salvador, A. 1998. Mantenga sus proporciones en el rebaño. Revista Venezuela Bovina. 1998. Año 13. N° 36. P. 50-52.

Salvador, A. 2000. Características productivas y reproductivas del Ganado lechero en la región de Carora durante el periodo 1980 – 1990. Tesis para optar al título de *Magíster Scientiarum* en Producción Animal. Mención Sistemas de Producción con Rumiantes. Universidad Central de Venezuela. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Maracay. Venezuela. Pp104.

Salvador, A. 2007. Evaluación de la condición corporal en caprinos. Venezuela Bovina, Año 22. 73:94-97.

Salvador, A., Alvarado, C., Contreras-Solis, I., Betancourt, R., Gallo, J., Caigua, A. 2009a. Efecto de la alimentación con grasa sobrepasante sobre la producción y composición de leche de cabra en condiciones tropicales. Zootecnia Trop., 27(3): 285-298.

Salvador, A., Contreras-Solis, I., Martínez, G., Hahn, M. 2009b. Relación entre el peso corporal, medidas corporales y edad en el crecimiento de caprinos mestizos Canarios desde el nacimiento hasta el año de edad en el trópico. Zootecnia Trop., 27(3): 299-307.

Salvador, A., Martínez, G., Alvarado, C., Hahn, M. 2006. Composición de leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. Zootecnia Trop., 24(3): 307-320.

Sánchez, A., Sierra, D., Luengo, C., Corrales, J., de la Fe, C., Morales, C., Contreras, A., Gonzalo, C. 2007. Evaluation of the MilkoScan FT

6000 Milk Analyzer for Determining the Freezing Point of Goat's Milk Under Different Analytical Conditions. *J. Dairy Sci.* 90:3153–3161.

Sánchez, I., Martínez, R., Torres, G., Becerril, C., Mastache, Á., Suárez, J., Rubio, M. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. *Vet. Méx.* 37(4): 493-501.

Sánchez, J., Montes, P., Jiménez, A., Andrés, S. 2007. Prevention of Clinical Mastitis with Barium Selenate in Dairy Goats from a Selenium-Deficient Area. *J. Dairy Sci.* 90:2350–2354.

Sánchez, M., Fernández, E., Martín, D., Muñoz, E. 2006. Influencia de época y número de parto en los parámetros de producción y calidad de leche en la raza Florida. XXXI Jornadas Científicas y X Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Editor: Junta de Castilla y León. Consejería de Agricultura y Ganadería. I.S.B.N.: 84-934535-8-7. Zamora, España. 191- 194.

Sanchez-Séiquer, P., Fernandez, C. 2003 Caracterización y modelización de la curva de lactación en cabras Murciano Granadinas. XXVIII Jornadas Científicas y VII Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. Editor: Imprenta Diputación. Diputación Provincial de Badajoz. I.S.B.N.: 84-934535-8-7. Badajoz, España. 131- 134.

Sanz Sampelayo, M., Pérez, M.L., Gil Extremera, F., Boza, J. J., Boza, J. 1999. Use of different dietary protein sources for lactating goats: milk production and composition as functions of protein degradability and amino acid composition. *J. Dairy Sci.*, 82:555–565.

- Sarmiento, J., Pimenta, E., Ribeiro, M. Araújo, C., Breda, F., Pires, A., Torres, R., (Filho), Torres, R. 2003. Fatores genéticos e de ambiente sobre e intervalos de partos de cabras leiteiras ao semi – árido nordestino. R. Bras. Zootec. 32(4) 875 – 879.
- SAS® Institute Inc. 2008. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sawaya, W. N., Safi, W. J., Al-Shalhat, A. F., Al-Mohammad, M. M. 1984. Chemical Composition and Nutritive Value of Goat Milk. J Dairy Sci 67:1655-1659.
- Schaeffer, L.R. 2004. Applications of random regression models in animal breeding. Livestock Production Science 86, 35–45.
- Schaeffer, L.R., Sullivan, P. 1994. Genetic evaluation of dairy goats using test day yields. In: Proceedings of the 5th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production. University of Guelph, Guelph, Ontario, Vol. 18, 182–185.
- Serradilla, J., Muñoz, E. 2010. XXV Aniversario. Asociación Española de Criadores de la Cabra Malagueña. Primer catalogo de sementales de la raza caprina Malagueña. Pp. 144.
- Shanks, R., Berger, P.J., Freeman, A.E. 1981. Genetic aspects of lactation curves. *Journal of Dairy Science* 64, 1852–1860.
- Silva, F.F., Muniz, J.A., Aquino, L.H., Sáfyadi, T. 2005. Abordagem Bayesiana da curva de lactação de cabras Saanen de primeira e segunda ordem de parto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40, 27–33.
- Simos, E., Voutsinas, L. P., Pappas, C.P. 1991. Composition of milk of native Greek goats in the region of Metsovo. *Small Rumin. Res.* 4:47-60.

- Snedecor, G., Cochran, W. 1989. Statistical Methods. 8<sup>th</sup> Edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA. P503.
- Soares Filho, G., McManus, C., da Silva, A. 2001. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. R. Bras. Zootec. 30(1) 133 – 140.
- Solaiman, S. 2010. Goat Science and Production. Editorial: Wiley Blackwell. 2121 State Avenue, Ames, Iowa 50014-8300, USA. Pp. 425.
- Stanton, T.L., Jones, L.R., Everett, R.V., Kachman, S.D. 1992. Estimating milk, fat, and protein lactation curves with a test day model. Journal of Dairy Science 75, 1691–1700.
- St-Gelais, D., Ould, A., Turcot, S. 2002. Composition of goat's milk and processing suitable. Agriculture and Agri-Food Canada. Food Research and Development Centre. Disponible en: [http://sci.agr.ca/crda/pdf/goat2000-chevre2000\\_e.PDF](http://sci.agr.ca/crda/pdf/goat2000-chevre2000_e.PDF) (consultado el 10/01/06).
- Strzałkowska, N., Bagnicka, E., Jozwik, A., Krzyzewski, J., Ryniewicz, Z. 2004. Chemical composition and some technological milk parameters of Polish White Improved Goats. Arch. Tierz., Dummerstorf 47. Special Issue, 122-128.
- Strzałkowska, N., Józwik, A., Bagnicka, E., Krzyzewski, J., Horbańczuk, K., Pyzel, B., Horbańczuk, J. 2009. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. Animal Science Papers and Reports. 27 (4): 311-320.



- Todaro, M., Madonia, G., Montalbano, L., Genna, G., Giaccone, P. 1999. A non linear modification of the Wood model to estimate lactation curves of Girgentana goats. In: Proceedings of the 7th International Conference on Goats, Tours, France. LIR, Ivry sur Seine, France, pp. 245–246.
- Torres-Vázquez, J. A., Valencia-Posadas, M., Castillo-Juárez, H., Montaldo, H.H. 2009. Genetic and phenotypic parameters of milk yield, milk composition and age at first kidding in Saanen goats from Mexico. *Livestock Science* 126: 147–153.
- Troconiz, J. 1990. Interpretación de los índices de evaluación de la eficiencia reproductiva en ganado lechero. En *Producción de Leche. II Ciclo de conferencias. FCV y FAGRO de la UCV.* p. 23 – 36.
- Valencia, M., Doble, J., Arbiza, S. 2002. Fuentes de variación ambiental que influyen en características de lactancia y crecimiento predestete en cabras Saanen. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola.* Tomo 36(2):119-125.
- Van Tassell, C., Wiggans, G., Norman, H. 1999. Method R estimates of heritability for milk, fat, and protein yields of United States dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 82:2231-2237.
- Vega, S., Gutiérrez, R., Ramírez, A., González, M., Díaz-González, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B., Alberti, A. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Rev. Salud Anim.* 29 (3): 160-166.
- Verde, L. 2001. El crecimiento animal. Curso de actualización sobre crecimiento animal. Universidad Central de Venezuela. Facultad de

Agronomía y Ciencias Veterinarias. Postgrado en Producción Animal.  
Maracay, 19 al 22 junio de 2001.

- Veress, G., Kusza, S., Bösze, Z., Kukovics, S., Jávör, A. 2004. Polymorphism of the  $\alpha$ s1-casein, k-casein and  $\beta$ -lactoglobulin genes in the Hungarian milk goat. *South African Journal of Animal Science*, 34 (supplement 1) 20-23.
- Voutsinas, L., Pappas C., Katsiari, M. 1990. The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *J. Dairy Res.* 57: 41-51.
- Wahome, R.G., Carles, A.B., Schwartz, H.J. 1994. An analysis of the lactation curve of small east African goats. *Small Ruminant Research* 15, 1–7.
- Wiggans, G. 1981. Smoothed Age-Season Adjustment Factors for Dairy Goat Lactation Milk and Fat Records. *J. Dairy Sci.* 64:350-352
- Wiggans, G., Hubbard, S. 2001. Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. *J. Dairy Sci.* 84(E. Suppl.):E69-E73
- Wilde, C. J., Henderson, A. J., Knight, C. H., Blatchford, D. R., Faulkner, A., Vernon, R. G. 1987. Effects of long-term thrice-daily milking on mammary enzyme activity, cell population and milk yield in the goat. *J. Anim. Sci.*, 64: 533-539.
- Wilde, C., Knight, C., Peaker, M. 1998. Regulación autocrina de la secreción Láctea. En: *Avances de la Ciencia de la Producción Lechera*. Phillips. C. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp 317 – 339.
- Williams, J. 1993. An empirical model for the lactation curve of white British dairy goats. *Animal Production* 57, 91–97.

- Wilmink, J. 1987. Adjustment of test day milk, fat and protein yield for age, season and stage of lactation. *Livestock Production Science* 16, 335–348.
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216, 164–165.
- Zahraddeen, D., Butswat, I., Mbap, S. 2007. Evaluation of some factors affecting milk composition of indigenous goats in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 19, article 166. Dirección electrónica: <http://www.lrrd.org/lrrd19/11/zahr19166.htm>. Consultado 01/10/2011.
- Zambom, M.A., Alcalde, C.R., Martins, E.R., Santos, G.T., Macedo, F.D., Horst, J.A., Veiga, D.R. 2005. Lactation curve and milk quality of Saanen goats fed diets with different forage: concentrate ratios. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34(Suppl. 1), 2515–2521.
- Zeng, S.S., Escobar E.N. 1995. Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count, and composition of goat milk. *Small Ruminant Research* 17:269-274.
- Zeng, S.S., Escobar E.N. 1996. Effect of breed and milking method on somatic cell count, standard plate count, and composition of goat milk. *Small Ruminant Research* 19:169-175.
- Zeng, S.S., Escobar E.N., Popham T. 1997. Daily variations in somatic cell count, composition, and production of Alpine goat milk. *Small Ruminant Research* 26:253-260.
- Zullo, A., Barone, C., Chianese, L., Colatruglio, P., Occidente, M., Matassino, D. 2005. Protein polymorphisms and coagulation properties of Cilentana goat milk. *Small Ruminant Research* 58: 223–230.

Zumbo, A., Chiofalo, B., Liotta, L., Rundo Sotera, A., Chifalo, V. 2004.  
Quantitative and qualitative milk characteristics of Nebrodi goats.  
South African Journal of Animal Science. 34(Supplement 1) 155- 157.