



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

INFLUENCIA DE FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS GENÉTICOS EN CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE UN REBAÑO CAPRINO LECHERO EN VENEZUELA

Est. Grad. Ing. Agr. Mariana Risso Del Villar

Tutor: Zoot. M Sc. Omar Alfredo Colmenares Q.

Comité Asesor: M.V. M Sc. Milagros Arias C.

Ing. Agr. Dr. Rafael Galíndez G.

MARACAY, JULIO 2017

INFLUENCIA DE FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS GENÉTICOS EN CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE UN REBAÑO CAPRINO LECHERO EN VENEZUELA

Ing. Agr. MARIANA MERCEDES RISSO DEL VILLAR

Trabajo de Grado sometido a la Comisión de Estudios de Postgrado de las Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIARUM

Tutor: Zoot. M Sc. Omar Alfredo Colmenares

Comité asesor:

M.V. M Sc. Milagros Arias C.
Ing. Agr. Dr. Rafael Galíndez G.

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

MARACAY, JULIO 2017

AGRADECIMIENTOS

Primeramente le doy las gracias a mis progenitores: José Federmán Risso y María Rafaela Del Villar por el apoyo que siempre me dieron para culminar el postgrado y el impulso que con ahínco me han brindado en el transcurso de mi vida. Sin ninguna duda la mejor combinación genética que de mis abuelos pudo salir.

Seguidamente, le tengo que agradecer a dos grandes personas que nunca me han fallado, me han ayudado incondicionalmente y, que son un tesoro escondido: Aidee Beatriz Tovar Luna y Mariangelica Caruana, les agradezco como se portaron con mi persona estos 3 años de carrera de postgrado, ustedes son de las personas que dejan huella.

También necesito retribuirle de alguna manera la enseñanza y el cariño que el doctorísimo Omar Verde me dió en esta etapa de mi vida. Alías Tucu-tucus para mí y, para los que no saben lo que es un Tucu-Tucus lo resumo en “luciérnaga”... tú fuiste quien me enseñó a pensar diferente en muchos aspectos, me enseñaste que no se trata de conocimientos sino de lógica y más allá, y sin darte cuenta, de que sin calidad humana no importa lo docto que uno pueda ser, si no puedes transmitir esos conocimientos no sirve de nada.

Le agradezco a mi tutor Omar Colmenares por el apoyo dado, por aconsejarme oportunamente según sus criterios y siempre animándome.

Durante mi estancia en la UCV hubo personas que me brindaron apoyo, amistad y lealtad, una de ellas Carlos Naranjo, gracias por ser el amigo incondicional que eres.

Gracias a los miembros de mi comité consejero: Milagros Arias y Rafael Galíndez por su disposición y consejos. De igual manera agradezco el apoyo recibido del Prof. Adrián González quien para mí es un ejemplo a seguir.

Gracias a la Facultad de Agronomía y a la Facultad de Veterinaria por darme la oportunidad de impartir clases y vivir esa experiencia en donde en todo momento siempre di lo mejor de mí.

Finalmente gracias a la UCV por permitirme aprender cada día más en el campo de la producción animal.

RESUMEN

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
Maestría en Producción Animal
Mención Genética Animal

INFLUENCIA DE FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES Y ESTIMACIÓN DE ALGUNOS PARÁMETROS GENÉTICOS EN CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE UN REBAÑO CAPRINO LECHERO EN VENEZUELA

Autor: Ing. Agr. Mariana Mercedes Risso Del Villar

Tutor: M.Sc. Omar Alfredo Colmenares

Fecha: Julio 2017

Se analizó la influencia de factores genéticos y ambientales y sus interacciones en cinco características productivas de un rebaño caprino lechero ubicado en Aragua, Venezuela. Igualmente se estimaron índices de herencia (h^2) y tendencias fenotípica, genética y ambiental para cada carácter. Los caracteres evaluados fueron la producción de leche total (PLT), producción de leche corregida a 210 días (PL_{210}), duración de la lactancia (DL), edad al primer parto (EPP), peso al nacer con datos individuales (PN^1) y peso al nacer con promedios de las crías en partos múltiples (PN^2). Los factores genéticos evaluados fueron el grupo racial (GR= Canaria y Alpina) y el padre (P), y los ambientales el año de parto o nacimiento (AP o AN), época de parto o nacimiento (EP o EN= lluvia y sequía), tipo de parto (TP= simple y múltiple), número de parto (NP= 1, 2, 3 y ≥ 4) y sexo de la cría (S). Se trabajó con 1487 registros distribuidos en los cinco caracteres usando el programa estadístico SAS con la instrucción PROC MIXED para los análisis de influencia de los factores. La heredabilidad (h^2) se estimó con el programa MTDFREML usando un Modelo Animal univariado, y las tendencias fueron calculadas mediante análisis de regresión. Las medias ajustadas (\pm E.E.) fueron de $569,87 \pm 151,06$ L, $325,17 \pm 71,86$ L, $284,42 \pm 68,02$ días, $1,68 \pm 0,79$ años, $2,77 \pm 0,12$ kg y $2,35 \pm 0,36$ kg para la PLT, PL_{210} , DL, EPP, PN^1 y PN^2 respectivamente. El GR afectó ($p < 0,05$) a la PLT, PL_{210} , DL y PN^2 con superioridad de las cabras predominantemente Alpinas. El P afectó ($p < 0,05$) a la PLT, PL_{210} y PN^1 ; el AP o AN afectó ($p < 0,001$) a todos los caracteres mientras que la EN solo afectó ($p < 0,10$) a la EPP y al PN^2 con mejores valores en época de sequía para la EPP y mejores valores en la época de lluvia para el PN^2 . El TP afectó el comportamiento de ambos PN a favor de partos simples y el NP influyó en la PLT, PL_{210} y DL con la tendencia de aumentar hasta el 2do parto y luego disminuir. El S afectó ($p < 0,001$) el PN^1 a favor de los machos. Los h^2 estimados fueron de 0,67, 0,59, 0,26, 0,55, 0,37 y 0,37 para PLT, PL_{210} , DL, EPP, PN^1 y PN^2 respectivamente, indicando suficiente varianza genética aditiva para mejoramiento genético. PL_{210} y EPP mostraron un progreso general en las tendencias mientras que PLT, PN^1 y PN^2 arrojaron una tendencia genética negativa indicando la falta de programas de selección en esta población de ca-

bras. La DL mostró progreso genético con una tendencia fenotípica negativa producto de decisiones de manejo.

Palabras claves: cabras, factor padre, factor año de parto, índice de herencia, tendencia genética.

ABSTRACT

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS
POSTGRADO DE PRODUCCIÓN ANIMAL
Maestría en Producción Animal
Mención Genética Animal

INFLUENCE OF GENETICS AND ENVIRONMENTAL FACTORS AND ESTIMATION OF SOME GENETIC PARAMETERS IN PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF A DAIRY GOAT HERD IN VENEZUELA

Autor: Ing. Agr. Mariana Mercedes Risso Del Villar

Tutor: M.Sc. Omar Alfredo Colmenares

Fecha: Julio 2017

The influence of genetics and environmental factors and their interactions was analyzed in five productive characteristics of a dairy goat herd located in Aragua, Venezuela. Also, heritability (h^2) and phenotypic, genetic and environmental trends were estimated for each character. Evaluated characters were total milk production (TMP), production of milk corrected to 210 days (PM_{210}), lactation length (LL), first calving age (FCA), birth weight with individuals data (BW^1) and birth weight with averages of kids in multiple births (BW^2). The evaluated genetic factors were racial group (RG= Canaria and Alpine) and father (F), and the environmental ones calving year (CY), calving season (CS= rainy and dry), calving type (CT= single and multiple), parity ($P = 1, 2, 3$ and ≥ 4), and sex (S). 1487 records, distributed in the five characters, were analyzed using the statistical program SAS with the instruction PROC MIXED for the analysis of factors influence. Heritability (h^2) was estimated with MTDFREML program using an univariate animal model, and trends were calculated using regression analysis. The adjusted averages (\pm S.E.) were 569.87 ± 151.06 L, 325.17 ± 71.86 L, 284.42 ± 68.02 days, 1.68 ± 0.79 years, 2.77 ± 0.12 kg y 2.35 ± 0.36 kg for TMP, PM_{210} , LL, FCA, BW^1 and BW^2 respectively. RG affected ($p < 0.05$) to TMP, PM_{210} , LL and BW^2 with superiority of Alpines goats. F affected ($p < 0.05$) to TMP, PM_{210} and BW^1 ; CY affected ($p < 0.001$) all characters while CS only affected ($P < 0.10$) FCA and BW^2 with better values in dry season for la FCA and better values in rainy season for PN^2 . CT affected the behavior of both BW favoring to single birth and P influenced to TMP, PM_{210} and LL with trend increasing until 2nd parity and then decrease. S affected ($p < 0.001$) BW^1 in favor of males. Estimated h^2 were 0.67, 0.59, 0.26, 0.55, 0.37 y 0.37 for TMP, PM_{210} , LL, FCA, BW^1 and BW^2 respectively, indicating sufficient additive genetic variance for genetic improvement. PM_{210} and FCA showed a general progress in the trends while that TMP, BW^1 and BW^2 show a negative genetic trend, indicating the absence of selection programs in this population of goats. The LL showed genetic progress with a negative phenotypic trend product of management decisions.

Keywords: goats, father factor, year of birth factor, heritability, genetic trend.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
Título.....	i
Presentación	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
1. Objetivo General	2
2. Objetivos Específicos	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
A. GENERALIDADES.....	3
B. FACTORES GENÉTICOS	3
1. Raza y/o grupo racial (GR)	4
2. Efecto Padre (P).....	7
C. FACTORES AMBIENTALES	7
1. Año de parto o de nacimiento (AP-AN).....	8
2. Época de parto o de nacimiento (EP-EN)	10
3. Tipo de parto (TP)	12
4. Número de parto o edad de la cabra (NP)	13
5. Sexo de la cría (S)	15
D. TENDENCIAS FENOTÍPICAS, GENÉTICAS, AMBIENTALES E ÍNDICES DE HERENCIA (h^2).	15
MATERIALES Y MÉTODOS	18
A. GENERALIDADES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	18
1. Ubicación.....	18
2. Clima	18
B. MANEJO GENERAL	19
1. Manejo de la cría	19
2. Manejo de las cabritonas	20
3. Manejo de las cabras	20
4. Manejo de los sementales.....	21
5. Identificación animal	21
6. Manejo sanitario	21
7. Manejo reproductivo	22
8. Criterios de selección	23
9. Comercialización.....	23
C. DATOS A EVALUAR.....	23
1. Número de datos.....	23

D.	FUENTES DE VARIACIÓN.....	26
1.	Grupos raciales	26
2.	Año de parto o de nacimiento.....	26
3.	Época de parto o de nacimiento	26
4.	Tipo de parto	27
5.	Número de parto	27
E.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	27
1.	Modelos estadísticos para el estudio de la influencia de factores genéticos y ambientales.	27
2.	Modelos univariados utilizados en MTDFREML.....	33
3.	Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales	39
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
A.	FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN A PLT, PL ₂₁₀ , DL , EPP Y PN EN CABRAS LECHERAS	40
1.	Factores genéticos	41
a.	Raza y/o Grupo Racial (GR)	41
b.	Efecto padre (P).....	43
2.	Factores ambientales	45
a.	Año de parto o de nacimiento (AP-AN).....	45
b.	Época de parto o de nacimiento (EP-EN)	49
c.	Tipo de parto (TP).....	50
d.	Número de parto (NP)	52
e.	Sexo de la cría (S)	54
3.	Interacciones significativas	55
a.	Producción de leche total (PLT).....	55
b.	Producción de leche corregida a 210 d (PL ₂₁₀)	57
c.	Duración de la lactancia (DL)	59
d.	Edad al primer parto (EPP)	60
e.	Peso al nacer (PN ¹ y PN ²)	62
B.	VARIANZAS, COVARIANZAS E ÍNDICES DE HERENCIA	67
C.	TENDENCIAS FENOTÍPICAS, GENÉTICAS Y AMBIENTALES	70
	CONCLUSIONES	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Efecto del GR como factor genético influyente sobre la Producción de leche total y Duración de la lactancia de cabras	5
Cuadro 2. Efecto del GR como factor genético influyente en la Producción de leche corregida a 210 días, Edad al primer parto y Peso al nacer de cabras	6
Cuadro 3. Efecto del TP como factor ambiental influyente en el Peso al nacer de cabras.....	13
Cuadro 4. Valores de índice de herencia para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer de cabras	16
Cuadro 5. Plan sanitario de la unidad de producción Agroinversiones “Los Isleños C.A.”	21
Cuadro 6. Plan de desparasitación de la Unidad de Producción Agroinversiones “Los Isleños C.A.”	22
Cuadro 7. Número de datos iniciales y finales para los análisis de los caracteres Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad a primer parto y Peso al nacer.....	24
Cuadro 8. Número de registros eliminados y causas de eliminación de la base de datos inicial	25
Cuadro 9. Estadísticas descriptivas básicas para los caracteres Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer	28
Cuadro 10. Efectos a incluir en los modelos estadísticos de cada carácter productivo	28
Cuadro 11. Medias sin ajustar y ajustadas para la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	40
Cuadro 12. Medias ajustadas y efecto del GR sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	41
Cuadro 13. Efecto del P sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras	44

Cuadro 14. Medias ajustadas y efecto del AP o AN sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	46
Cuadro 15. Medias ajustadas y efecto de la EP o EN sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras	49
Cuadro 16. Medias ajustadas y efecto del TP sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	51
Cuadro 17. Medias ajustadas y efecto del NP sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	52
Cuadro 18. Medias ajustadas y efecto del S sobre el Peso al nacer en cabras lecheras	55
Cuadro 19. Interacciones estadísticas significativas para la PLT en cabras lecheras ...	55
Cuadro 20. Interacciones estadísticas significativas para la PL ₂₁₀ en cabras lecheras .	57
Cuadro 21. Interacciones estadísticas significativas para la DL en cabras lecheras.....	60
Cuadro 22. Interacciones estadísticas significativas para la EPP en cabras lecheras ...	61
Cuadro 23. Interacciones estadísticas significativas para el PN ¹ en cabras lecheras....	63
Cuadro 24. Interacciones estadísticas significativas para el PN ² en cabras lecheras....	63
Cuadro 25. Estimados de componentes de varianza y covarianza obtenidos para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras	67
Cuadro 26. Estimados de índice de herencia (h ²) obtenidos para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras	68
Cuadro 27. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales para la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Medias ajustadas para la Producción de leche total (PLT) de cabras Saanen según la época de parto	10
Figura 2. Medias ajustadas para la DL según el número de parto	14
Figura 3. Comportamiento climatológico según datos de precipitación y evaporación de la estación CENIAP Aragua.....	18
Figura 4. Temporadas de servicio, épocas de parto y de destete de la UDP "Agroinversiones Los Isleños C.A."	22
Figura 5. Estimados de valores genéticos para PLT de los padres evaluados.	44
Figura 6. Comportamiento de la duración de la lactancia (DL) en abras según el año de parto.....	47
Figura 7. Comportamiento de la PLT, PL ₂₁₀ y DL según el factor número de parto en cabras lecheras	53
Figura 8. Comportamiento de la PLT según la interacción AP*NP en cabras lecheras	56
Figura 9. Comportamiento de la PLT según la interacción TP*NP en cabras lecheras	56
Figura 10. Comportamiento de la PL ₂₁₀ según la interacción GR*TP en cabras lecheras.	57
Figura 11. Comportamiento de la PL ₂₁₀ según la interacción AP*NP en cabras lecheras.	58
Figura 12. Comportamiento de la PL ₂₁₀ según la interacción TP*NP en cabras lecheras	59
Figura 13. Comportamiento de la DL según la interacción AP*EP en cabras lecheras.	60
Figura 14. Comportamiento de la EPP según la interacción GR*AN en cabras lecheras	61
Figura 15. Comportamiento de la EPP según la interacción AN*EN en cabras lecheras.	62
Figura 16. Comportamiento del PN ¹ según la interacción GR*S en cabras lecheras....	63
Figura 17. Comportamiento del PN ² según la interacción GR*EN en cabras lecheras	64

Figura 18. Comportamiento del PN^1 según la interacción AN*TP en cabras lecheras	65
Figura 19. Comportamiento del PN^2 según la interacción AN*TP en cabras lecheras	65
Figura 20. Comportamiento del PN^1 según la interacción TP*NP en cabras lecheras	66
Figura 21. Comportamiento del PN^1 según la interacción TP*S en cabras lecheras ..	67
Figura 22. Tendencia fenotípica para PLT en cabras lecheras	72
Figura 23. Tendencia genética para PLT en cabras lecheras.....	73
Figura 24. Tendencia fenotípica para PL_{210} en cabras lecheras.....	74
Figura 25. Tendencia genética para PL_{210} en cabras lecheras	74
Figura 26. Tendencia fenotípica para DL en cabras lecheras	75
Figura 27. Tendencia genética para DL en cabras lecheras	75
Figura 28. Tendencia fenotípica para EPP en cabras lecheras	76
Figura 29. Tendencia genética para EPP en cabras lecheras	76
Figura 30. Tendencia fenotípica para PN^2 en cabras lecheras.....	77
Figura 31. Tendencia genética para PN^2 en cabras lecheras	78

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción con caprinos en Venezuela y en el mundo están orientados en una gran proporción a la producción láctea debido principalmente a las características cualitativas de la leche como, por ejemplo, los glóbulos de grasa de la leche que, por ser pequeños, se facilita su digestión sobre todo en pacientes que no toleran la leche de vaca por alergia a sus proteínas o al tamaño de dichos glóbulos y, en segundo lugar, a la variedad y calidad de sus derivados lácteos.

El uso de esta especie animal para el beneficio del hombre en Venezuela data de la época de la conquista y la colonización a finales del siglo XV. A partir de esa fecha la cabra ha sido utilizada para la producción de leche y carne en primera instancia, y para cuero y estiércol como producciones complementarias (Blanchard, 2002).

Esta especie animal muestra ventajas desde el punto de vista ecológico (adaptación a zonas áridas), reproductivo (poseen una corta gestación, preñez en condiciones desfavorables, prolificidad), productivo (producen leche, carne, cuero y estiércol), alimenticio y económico (un buen manejo genera buenos ingresos).

Todo sistema de producción tiene su objetivo de generar una cantidad de productos de calidad con la máxima eficiencia y una herramienta para lograr este objetivo es mejorar genéticamente los rebaños para un incremento en cantidad de productos y calidad de los mismos. Esta mejora genética se puede lograr mediante la selección y el cruzamiento, no obstante, factores no genéticos son muy importantes en características productivas con bajo índice de herencia (h^2) y deben ser considerados (Mahal *et al.*, 2013).

Mucha investigación valiosa ya existe sobre la influencia de factores no genéticos en el ganado lechero, más sin embargo no se ha hecho mucha mención a las cabras lecheras basado en el supuesto de que factores no genéticos que afectan a los rasgos de producción de leche en las cabras son los mismos factores que influyen en los rasgos de producción de leche en el ganado vacuno (Assan, 2015).

En este sentido, para lograr mejorar en calidad y cantidad de productos es imprescindible conocer como esos factores influyen en los caracteres productivos del rebaño caprino y, considerando la importancia que los mismos poseen en ambientes tropicales, se determinará la influencia de factores genéticos y no genéticos sobre algunas características productivas y algunos parámetros genéticos de una población de cabras lecheras.

OBJETIVOS

1. Objetivo General

Determinar los factores genéticos y ambientales y estimar algunos parámetros genéticos en características productivas de un rebaño caprino lechero en Venezuela.

2. Objetivos Específicos

1. Determinar los factores genéticos (raza y padre) y ambientales (número de parto, tipo de parto, época y año de parto, sexo de la cría) que afectan la producción de leche total (PLT) y corregida a 210 días (PL₂₁₀), duración de la lactancia (DL), edad al primer parto (EPP) y peso al nacer (PN).
2. Estimar el índice de herencia (h^2) para los caracteres PLT, PL₂₁₀, DL, EPP y PN.
3. Estimar las tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales interanuales para los caracteres PLT, PL₂₁₀, DL, EPP y PN.

REVISIÓN DE LITERATURA

A. GENERALIDADES

Venezuela reúne una serie de paisajes y pisos altitudinales donde el caprino puede desarrollarse favorablemente y sin causar detrimento en los recursos naturales, siempre y cuando las condiciones de manejo sean las adecuadas (Baldizan, 1995).

Dentro de estos sistemas de producción la incidencia de muchos factores se asocia para producir un efecto beneficioso o detrimental en el producto para el cual está orientado el sistema, convirtiéndose su estudio de gran interés para lograr que su influencia sea favorable. Quizás al referirse a factores, la asociación inmediata con “factores de producción” es ineludible, pero su importancia en casos particulares no es la prioritaria, sino, que existen otros factores que trascendentalmente están presentes. Estos factores son clasificados como genéticos y ambientales, sin embargo hay quienes los reúnen en factores intrínsecos del animal, como lo son la genética y el estado de la lactancia, y extrínsecos como la alimentación, la época y año de parto, etc.

Así mismo, se necesitan indicadores numéricos para conocer el grado de avance que se ha logrado en el rebaño en relación a las características productivas, en donde, las tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales aportan excelente información. Las características de producción, como la producción láctea total, duración de la lactancia, la edad al primer parto y peso al nacer son algunos de los rasgos de importancia económica en un sistema de producción con cabras que deben ser tomados en cuenta para mejorar la eficiencia de la producción.

B. FACTORES GENÉTICOS

El código genético, cuyo medio de transporte es el ADN, es el encargado de la magnitud en que un carácter es capaz de manifestarse siempre y cuando se propicien las condiciones ambientales adecuadas, existiendo variaciones de acuerdo a la raza. Según Serradilla (1996), citado por Ares *et al.* (2004) una de las causas más importante de variación en los caracteres a seleccionar en cabras es la raza.

De igual manera, es conocido que cada progenitor aporta la mitad de su constitución genética para la formación de los nuevos individuos, en donde el macho tiene una mayor influencia o impacto en el pool de genes por su reproducción masiva, es decir, por tener la capacidad de dejar un mayor número de hijos en una determinada generación y muchas veces al comparar las producciones de los descendientes de diferentes progenitores se encuentran diferencias en las mismas.

1. **Raza y/o grupo racial (GR)**

Las investigaciones que se han hecho a la fecha, en los caracteres producción de leche total (PLT) y producción de leche corregida a 210 días (PL₂₁₀) indican las mismas tendencias que con la producción de leche en vacas (Agraz, 1984) encontrándose diferencias en la producción láctea con respecto a la composición racial del animal (Soares *et al.*, 2001; Ares *et al.*, 2004; Paz *et al.*, 2007; Dickson *et al.*, 2008; Salvador, 2013).

Entre razas es muy apreciable esta variación debido a los objetivos con que cada una fue creada y a su capacidad genética, encontrándose, por ejemplo, que en Cuba, por orden de mención, las razas con mayor producción láctea son la Saanen, Toggenbrug, Alpina y Nubia (Ribas y Gutiérrez, 2001) mientras que en México la Alpina superó a la Saanen y esta a su vez a la Nubia (Rojo-Rubio *et al.*, 2016).

En relación con la duración de la lactancia (DL), es bien conocido que animales de un grupo genético permanecen más tiempo en lactancia que otros. Se ha convertido para muchos criadores en un carácter de selección dentro de una misma raza. En este sentido, Dickson *et al.*, (1999) reportaron influencia de la raza sobre la DL en condiciones de manejo intensivas en el trópico seco, en donde la raza Alpina superó a la Nubian con una media de 272 ± 16 días *versus* $210,1 \pm 11,1$ días. En el Cuadro 1 se presentan las variaciones señaladas según este factor para la PLT y DL.

Cuadro 1. Efecto del GR como factor genético influyente sobre la Producción de leche total y Duración de la lactancia de cabras

Grupo racial	n	PLT (kg)	n	DL (días)	Fuente	Localidad
Criollo	408	57,2 ^a	408	151 ^a	García <i>et al.</i> (1996)	Venezuela
½ N ½ Cr	279	97,7 ^b	279	182,4 ^b		
½ A ½ Cr	101	150,5 ^c	101	195 ^c		
½ T ½ Cr	76	115,3 ^d	76	192 ^{bc}		
¾ N ¼ Cr	125	96,5 ^b	125	184 ^b		
Alpina	152	262,2 ^a	152	272 ^a	Dickson <i>et al.</i> (1999)	Venezuela
Nubia	88	137 ^b	88	210 ^b		
Saanen	-	556	-	238,43	Soares <i>et al.</i> (2001)	Brasil
Alpina	-	480	-	238,88		
Toggenburg	-	360	-	211,88		
Mestizos	-	287	-	190,14		
Criolla	20	856,1 ^b	-	-	Sánchez <i>et al.</i> (2006)	México
Nubia	19	1066,9 ^a	-	-		
Celtiberit	14	745 ^c	-	-		
Alpina	213	244,44 ^a	213	132,12 ^b	Gaddour <i>et al.</i> (2007)	África
Damascus	51	177,05 ^{ab}	51	145,12 ^b		
Murciana	46	187,75 ^{ab}	46	156,45 ^{ab}		
Local	10	133,53 ^b	10	175,69 ^a		
A1	25	164,53 ^{ab}	25	140,62 ^b		
A2	14	226,21 ^a	14	147,84 ^b		
D1	14	183,41 ^{ab}	14	156,76 ^{ab}		
D2	19	180,18 ^{ab}	19	154 ^{ab}		
M1	7	179,37 ^{ab}	7	160,15 ^{ab}		
M2	13	160,82 ^{ab}	13	125,64 ^b		

PLT= producción de leche total, DL= duración de la lactancia, n= número de observaciones, N= Nubia, Cr= Criollo, A= Alpina, T= Toggenbur, A1= Alpina*Local, A2= animales Alpina por cruzamiento absorbente, D1= Damascus*Local, D2= animales Damascus por cruzamiento absorbente, M1= Murciana*Local, M2= animales Murciana por cruzamiento absorbente, – valor no reportado.

Valores con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0,05).

Otro carácter de importancia dentro del sistema de producción es la edad al primer parto (EPP) porque al reducirlo se logra aumentar la vida productiva de las hembras y obtener mayor número de reemplazos. Hay razas que presentan una EPP mayor que otras como consecuencia de la variación genética y del proceso de selección a las cuales fueron sometidas. Según Gonzalez-Stagnaro (1993) en cabras criollas la edad media al parto es de 16,6 meses que es mayor en animales de raza pura como la Alpina Francesa y la Toggenburg, siendo algo menor en la Nubia. En el Cuadro 2 se puede ob-

servar algunos reportes de las diferentes EPP que alcanzan las cabras según su composición racial.

Cuadro 2. Efecto del GR como factor genético influyente en la Producción de leche corregida a 210 días, Edad al primer parto y Peso al nacer de cabras

Grupo racial	n	PL ₂₁₀ (kg)	n	EPP (meses)	n	PN (kg)	Fuente	Localidad
Nubia	-	-	-	-	150	3,25	Harricharan <i>et al.</i> (1987)	Trinidad y Tobago
Saanen	-	-	-	-	65	2,88		
Toggenburg	-	-	-	-	45	3,36		
Alpina	-	-	-	-	20	3,68		
Saanen	-	-	-	22,52	-	-	Soares <i>et al.</i> (2001)	Brasil
Alpina	-	-	-	34,22	-	-		
Toggenburg	-	-	-	45,10	-	-		
Mestizas	-	-	-	39,35	-	-		
Saanen	57	197,54	-	-	-	-	Paz <i>et al.</i> (2007)	Argentina
Nubia	37	143,74	-	-	-	-		
Alpina	-	-	10219	43	-	-	García-Peniche <i>et al.</i> (2012)	Estados Unidos
La Mancha	-	-	3615	41	-	-		
Nubia	-	-	5512	45	-	-		
Oberhasli	-	-	469	39	-	-		
Saanen	-	-	4317	39	-	-		
Toggenburg	-	-	3504	41	-	-		
5/8 Canaria	93	179,92 ^a	-	-	180	2,60 ^b	Salvador (2013)	Venezuela
<5/8 Canaria	45	179,85 ^a	-	-	36	2,73 ^b		
5/8 Alpina	42	181,99 ^a	-	-	101	2,91 ^a		
<5/8 Alpina	-	-	-	-	27	2,75 ^b		
½ Ca ½ A	38	231,40 ^b	-	-	38	2,54 ^b		

PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, EPP= edad al primer parto, PN= peso al nacer, n= número de observaciones, Ca= Canaria, A= Alpina, - valor no reportado.

Valores con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0,05).

En el caso de caracteres de crecimiento, el peso al nacer (PN) es importante por su asociación con la ganancia diaria de peso y la obtención a temprana edad del peso óptimo para el primer servicio, lo que permite acortar la edad al primer parto y obtener mayor número de lactancias en la vida productiva de una hembra. Al igual que en otros caracteres, el grupo racial afecta su expresión, por cuanto hay razas caprinas que paren cabritos (as) más pesados (as) que otras. En un caso particular, los animales 5/8 Alpino Francés mostraron los mejores pesos al nacer ($2,91 \pm 0,10$ kg) que animales <5/8 Alpino Francés ($2,75 \pm 0,14$ kg), <5/8 Canaria ($2,73 \pm 0,12$ kg), 5/8 Canaria ($2,60 \pm 0,10$ kg) y ½ Canaria ½ Alpino Francés ($2,54 \pm 0,12$ kg) (Salvador, 2013). Harricharan

et al. (1987) y García *et al.* (1995) reportaron significancia de este factor sobre el carácter PN.

2. Efecto Padre (P)

Es un factor poco investigado en esta especie, sin embargo, sobre la PLT un estudio en España hace referencia a que el padre de la cabra tuvo un efecto altamente significativo sobre características de morfotipo lechero como: el ligamento suspensorio medio, el diámetro del pezón y la profundidad de la ubre (Martínez *et al.*, 2010). Según Montaldo y Martínez-Lozano (1993), Merkhani y Alkass (2011) y Vázquez (2013) estas tres características están relacionadas con la producción láctea en cabras lo que permite especular un posible efecto del padre sobre la PLT y PL₂₁₀. Otros autores como Valencia *et al.* (2001) y Almazán (2012) confirman la relación entre características morfológicas con estos caracteres.

En cuanto a la DL, Pesántez *et al.* (2014) en un estudio realizado en Ecuador, señalan un posible efecto genético del padre en la persistencia de la lactancia en seis rebaños de cabras, pudiendo encontrar un efecto genético del mismo en este carácter.

Para la EPP la investigación encontrada hasta los momentos reporta una influencia del padre en las tasas ovulatorias en ovejas en el trópico seco (Zavala *et al.*, 2008) y con relación al PN, García (2000) realizó un estudio en ovinos de la raza Saint-Criox indicando un efecto no significativo para el efecto padres pero significativo para el efecto de la madre resultado quizás debido a un número pequeño de padres (cuatro) así como a su reducida variabilidad en Valor Genético Estimado (VGE). Otros estudios son requeridos para profundizar en este factor.

C. FACTORES AMBIENTALES

El sistema de producción está condicionado a los efectos del medio ambiente, los cuales limitan su productividad (Rosales *et al.*, 2015). La identificación de los factores ambientales que afectan los componentes de productividad es necesaria para evaluar la

productividad *per se* y para adecuar el manejo de los sistemas de producción, en especial bajo condiciones de clima tropical (Ek-Mex *et al.*, 2014).

1. Año de parto o de nacimiento (AP-AN)

Puede existir variación de la PLT de las cabras con respecto al año en que parieron, debido primeramente a la oferta de alimentos que tuvieron, lo que influye en su condición corporal, y, segundo a las condiciones sanitarias del rebaño y las condiciones climáticas en el sistema de producción.

De esta manera, Palma (1995) en México, expresa que esta variable aunque no es repetible, sirve como indicador a la respuesta productiva con los factores asociados como lo son: el ambiente (temperatura y precipitación pluvial), modificación en el manejo, disponibilidad de alimento, cambio de responsable en el rancho y mejoramiento genético, señalando mejores producciones de leche en un sistema semi-intensivo durante los años 1987, 1988, 1989, 1992 y 1993 (superiores a 300 kg) y menores producciones durante 1990 y 1991 (inferior a 300 kg). Las investigaciones de Alderson y Pollak (1980) en California, USA, Browning *et al.* (1995) en Oklahoma, USA y Muller (2005) en Sur África concuerdan con el efecto significativo de este factor sobre el carácter PLT en las cabras.

Para la PL₂₁₀, en un estudio llevado a cabo en España en dos fincas, una en condiciones de confinamiento y la otra en pastoreo, el año de parto no afectó al carácter ($p > 0,05$) (Rabasco *et al.*, 1993); sin embargo, Mavrogenis *et al.* (1984) en su estudio llevado a cabo en un sistema semi-intensivo encontraron variaciones en la producción de leche a los 90 y 150 días con respecto al año de parto, producto probablemente de la variación de las condiciones y de la vegetación natural en el tiempo en que los animales pastoreaban, en lugar de la alimentación dada en los corrales, ya que ésta era similar a lo largo de los años de estudio. Al igual que estas producciones lácteas, la PL₂₁₀ pudiera estar condicionada al año de parto lo que amerita su análisis para determinar cambios generados a través de los años.

Para la DL, se reportan diferencias estadísticas significativas en un sistema intensivo con estabulación, probablemente debido a la interacción entre algunas características climatológicas (temperatura, humedad y precipitación pluvial), a la disponibilidad y calidad del alimento y al manejo que recibieron los animales (Valencia *et al.*, 2002), factor reportado también por Bogdanović *et al.* (2010) en Serbia, Europa en condiciones de bajo nivel tecnológico.

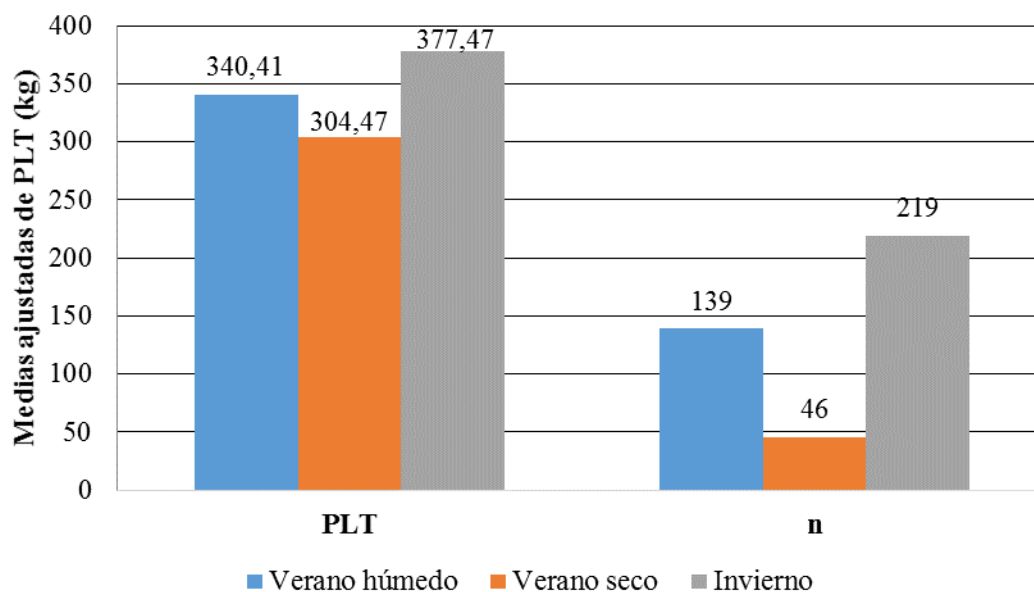
Por otro lado, para la variable EPP en cabras de la raza Saanen en Sudan, África, en condiciones de confinamiento, se obtuvo una media para la EPP de $458,11 \pm 11,89$ días, encontrando diferencias en la EPP entre animales, atribuidas a el año de nacimiento (Abdalla *et al.*, 2015). Lo anterior puede ser debido a condiciones alimenticias más favorables en unos años que en otros debido a que el peso corporal del animal tiene mucha influencia en su reproducción. En este sentido, Guerra-García *et al.* (2009) expresan que la influencia de la nutrición en la función ovárica es mediada por cambios en niveles de hormonas metabólicas y de la superfamilia de factores de crecimiento, encontrando que las cabras con mejor condición corporal, mostraron un mejor estado metabólico caracterizado por una mayor actividad ovárica, paralelo a incrementos en los niveles séricos de IGF-I (factor de crecimiento insulínico tipo I). Morantes *et al.* (2012) también reportan este efecto como significativo.

En cuanto al PN, básicamente se han obtenido resultados similares, variando según la presencia o no de determinadas características en el año de nacimiento, con referencia especial a la alimentación, sanidad y manejo general del rebaño. Ribeiro da Silva y Mello de Araujo (2000) en Brasil, Valencia *et al.* (2002) en Querétano, México y Niznikowski *et al.* (2006) en Polonia, Europa, atribuyen las diferencias entre años a una mayor disponibilidad y calidad de forraje, permitiendo el aumento de las precipitaciones unas buenas condiciones nutricionales para la madre, lo que le permitió al feto un mejor desarrollo.

2. Época de parto o de nacimiento (EP-EN)

En condiciones de explotación en la que los animales son alimentados a pastoreo, este elemento adquiere importancia. Este factor actúa a través de la alimentación, que variará mucho según las condiciones generales de cada época de parto, con una mayor o menor disponibilidad de alimentos. Este factor ejerce una fuerte influencia en la duración de la lactancia, influyendo de este modo en las producciones totales (Ares *et al.*, 2004).

En este sentido, Mahal *et al.* (2013) obtuvieron una mejor PLT en la época lluviosa ($419,5 \pm 71,5$ L) seguida por la época de invierno ($386,3 \pm 42,2$ L) y la época de verano ($315,6 \pm 71,5$ L) en un sistema intensivo con confinamiento. Resultados similares se han obtenido en sistemas con bajo nivel tecnológico, atribuido a una gran influencia de factores estacionales y decisiones de manejo (Crepaldi *et al.*, 1999) lo que establece que sin importar el tipo de sistema, la época de parto puede afectar el carácter. En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos en Sudán, África para un sistema en confinamiento.



Fuente: Ishag *et al.* (2011)

Figura 1. Medias ajustadas para la Producción de leche total (PLT) de cabras Saanen según la época de parto

En Cuba, Acosta *et al.* (2011) estudiaron este efecto en producciones lácteas corregidas a 100 y 200 días, agrupando los partos en dos épocas: enero-febrero y julio-agosto, concluyendo que la primera época mostró las más altas producciones como posible consecuencia de una menor temperatura ambiental en este periodo, factor que influye directamente en el consumo de pasto, mientras que en España Blanco *et al.* (1999) indican mejores PL₂₁₀ para la época de parto invierno-primavera ($486,71 \pm 5,71$ L) que para la época verano-otoño ($455,91 \pm 6,11$ L) atribuyéndose a la misma causa.

En cuanto a la DL, Dickson *et al.* (2008), señalaron un efecto significativo de la época, encontrando que cabras en confinamiento con partos en la época lluviosa mantuvieron la lactancia por un tiempo significativamente mayor ($197,4 \pm 8,3$ días *versus* $165,6 \pm 11$ días). Mioč *et al.* (2008) en Croacia y El-Hassan y Abu (2010) en Sudán indican la influencia de este factor ambiental en sistemas extensivos con mayores días en lactancia en partos ocurridos en la época de invierno.

Por otro lado, en una investigación con dos grupos de cabras, un grupo en condiciones de estabulación y otro semi estabulado, la EPP presentó una media $17,3 \pm 0,1$ meses y cuyo factor principal de variación fue la época de nacimiento, con promedios de $17,3 \pm 0,01$ meses para cabras nacidas en invierno y $18 \pm 0,01$ meses para nacidas en primavera (Morantes *et al.* 2012). De igual manera, la época de nacimiento se ha indicado como influyente en la India, atribuyendo edades al primer parto menores en cabras nacidas en época lluviosa (Zeshmarani *et al.*, 2007).

Finalmente, este factor ambiental puede influenciar los pesos al nacer de las crías de las cabras encontrando estudios en donde el PN fue mayor en aquellas crías nacidas en época de lluvia e invierno (Faruque *et al.*, 2010; Paul *et al.*, 2014). Esta variación viene dada por las condiciones de manejo general del rebaño señalando, en este sentido, Pijoan y Chávez (1994) variación en el PN de las crías de cabras a pastoreo y no así en las estabuladas, debido a que bajo el primer sistema se presentan dos épocas críticas de escasez de forraje, durante la transición de praderas de invierno a verano y de praderas de verano a invierno.

3. Tipo de parto (TP)

Este factor está asociado a lo que es la prolificidad, definido como la cantidad de cabritos al parto, generalmente comprendida entre uno y tres cabritos/parto (parto sencillo, doble o triple). Un adecuado manejo reproductivo es uno de los principales factores que determinan el rendimiento de la explotación (Valdés, 1984), siendo posible estimar la eficiencia reproductiva a través de diferentes indicadores, tales como: tasa de parición, prolificidad, lapso interparto y duración de la vida reproductiva (Agraz, 1981).

Lo ideal es tener más partos dobles que simples, por otro lado, los partos triples se relacionan con bajo peso al nacimiento y mayor mortalidad de crías. Un alto porcentaje de partos dobles, más del 50%, indica que las hembras tienen una buena condición corporal en la época reproductiva (Moncada, 2006). El mismo autor reseña, para dos unidades de producción con cabras criollas, 1,6 (114/72) y 1,4 (171/122) cabritos nacidos por hembra.

Se ha indicado que este factor afecta la PLT de las cabras con mayores producciones en aquellas que tuvieron un parto doble o triple *versus* las de parto simple con 31% y 56% más de producción láctea para doble y triple, respectivamente (Hayden *et al.*, 1979). La misma tendencia se ha obtenido en Italia (Carnicella *et al.*, 2008; Delfino *et al.*, 2011) y África (Ahuya *et al.*, 2009) para PLT y en España (Rabasco *et al.*, 1993; Barba *et al.*, 2001) y Venezuela (Salvador, 2013) para PL₂₁₀. El efecto que tiene el tipo de parto en las producciones lácteas es atribuido a posibles efectos sistémicos de aumento de la hormona lactógeno placentario al aumentar el número de fetos (Hayden *et al.*, 1979), moléculas del tipo prolactina, que contribuyen a la lactogénesis durante las últimas etapas de la gestación.

En cuanto a la DL, en condiciones tropicales se ha reportado efecto significativo de este factor, aumentando con partos múltiples (Milano y Martínez, 1998). Ares *et al.* (2004) indican que un destete precoz parece no tener influencia sobre la DL con lo cual, en sistemas intensivos, también puede ser percibido el efecto de este factor sin la necesidad de la presencia de las crías. Hay estudios para los cuales este factor no

resultó influyente en la DL (Dickson *et al.*, 2001; Valencia *et al.*, 2002; Ahuya *et al.*, 2009).

En contraste a los caracteres mencionados anteriormente, el PN de las crías caprinas disminuye con partos múltiples, fenómeno biológico que puede ser explicado por el espacio disponible en el útero de la madre así como los nutrientes requeridos para la formación del feto, encontrando efecto estadísticamente significativo del tipo de parto sobre el PN de los cabritos con una media de 2,60 kg para partos simples y 2,17 kg para partos múltiples (Ribeiro da Silva y Mello de Araujo, 2000). Niznikowski *et al.* (2006), Ince (2010), Castillo-Rodríguez *et al.* (2013) y Paul *et al.* (2014), concuerdan con que este factor tiene un efecto importante sobre el PN. En el Cuadro 3 se colocan los pesos al nacer de cabritos según el tipo de parto para tres estudios.

Cuadro 3. Efecto del TP como factor ambiental influyente en el Peso al nacer de cabras

Tipo de parto	PN (kg) ± D.E	Fuente	Localización
Simple	3,1 ^a	Meza <i>et al.</i> (2008)	México
Doble	2,8 ^b		
Triple	2,6 ^b		
Simple	3,32 ± 0,65	Kasap <i>et al.</i> (2012)	Croacia
Doble	3,25 ± 0,62		
Triple	3,05 ± 0,61		
Simple	3,62 ^a	Castillo-Rodríguez <i>et al.</i> (2013)	México
Doble	3,43 ^a		
Triple	3,04 ^b		

PN= peso al nacer, D.E= desviación estándar.

Valores con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0,05).

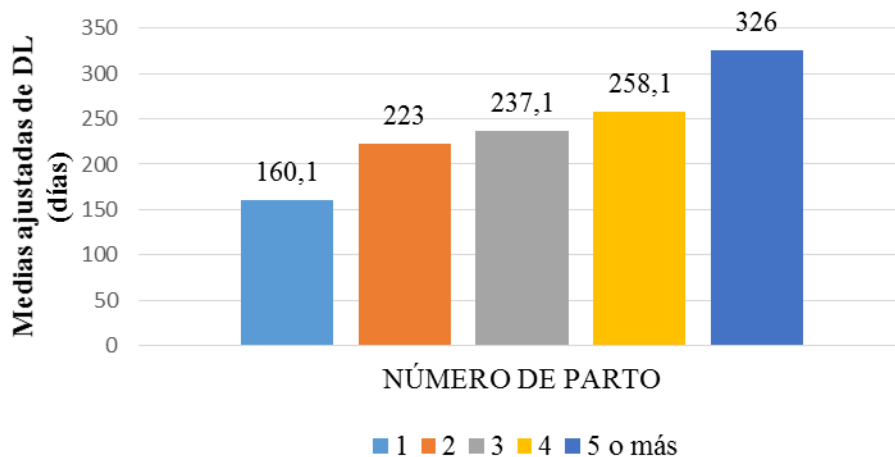
4. Número de parto o edad de la cabra (NP)

A medida que la cabra va aumentando su edad va paralelamente completando su crecimiento, llegando el momento en el que este cesa para, entonces, producir eficientemente la leche que es la única prioridad latente en virtud de que su cría sobreviva. El volumen que se consigue en la PLT aumenta hasta el cuarto o quinto año de edad y después de esto disminuye (Alderson y Pollak, 1980; Mourad, 1992; Salvador y Martínez, 2007; Ishag *et al.*, 2011). Las menores producciones lácteas en las primeras lac-

tancias son justificadas por el propio desarrollo corporal de las cabras en esta fase, más allá del sistema mamario, que incrementa su capacidad productiva progresivamente en las sucesivas lactancias (Ronningen, 1964 citado por Subires *et al.*, 1988). Este efecto se debe a que una proporción de alvéolos mamarios formados en la lactancia previa no maduran, sumándose a las siguientes lactancias de forma sucesiva, hasta que esta continuidad se interrumpa con el crecimiento total de la cabra (Cândido, 1997).

En este sentido, un trabajo realizado en México con producciones lácteas ajustadas a 100, 200 y 244 días, reflejan que a medida que aumenta el número de partos estas producciones van en aumento obteniéndose la mayor producción en la 5ta lactancia y la menor en la 1er y 2da (Palma, 1995), existiendo variaciones en las producciones ajustadas a diferentes días según el número de parto de la cabra. Gálmez *et al.* (1987) en Chile y Paz *et al.* (2007) en Argentina indican a este factor ambiental como influyente sobre la PL₂₁₀.

Para la DL, Crepaldi *et al.* (1999) en Italia, encontraron efecto del número de parto, con lactancias más largas en el 2do y 3er parto, sin embargo en Venezuela (Dickson *et al.*, 1999) reportaron la tendencia de incrementar la duración de la lactancia a medida que aumentaba el número de parto, como se muestra en la Figura 2.



Fuente: Dickson *et al.* (1999)

Figura 2. Medias ajustadas para la DL según el número de parto

En cuanto al PN, un estudio realizado en México indica diferencias significativas en el número de parto, aumentando el PN de los cabritos a medida que el número de parto o la edad de la cabra aumentaba, siendo las cabras de 5 partos las que produjeron los cabritos más pesados con 3,81 kg (Castillo-Rodríguez *et al.*, 2013), concordando con Rashidi *et al.* (2008). Otros estudios indican la tendencia de aumentar el PN a partir del 2do parto para luego descender en el quinto o más partos (Đuričić *et al.*, 2012; Mia *et al.*, 2013).

5. Sexo de la cría (S)

La superioridad en el peso de los machos sobre las hembras está reportada por la mayoría de los autores que han trabajado con razas caprinas y es fruto del dimorfismo sexual de la especie. En este sentido, Harricharan *et al.* (1987) encontraron una diferencia altamente estadística a favor de los machos con 3,37 kg *versus* 3,07 kg para las hembras. Para el caso de cabras criollas de Guadalupe se encontró una media de PN de $1,73 \pm 0,34$, siendo los PN de los machos 10% mayores (Alexandre *et al.*, 1999) y para cabras de la raza Alpina el PN varió de 3,3 a 4,5 kg en los machos y 2,5 a 3,7 kg en las hembras (Silva *et al.*, 1998).

D. TENDENCIAS FENOTÍPICAS, GENÉTICAS, AMBIENTALES E ÍNDICES DE HERENCIA (h^2)

Las tendencias fenotípicas de una población muestran el avance anual o generacional que la misma ha logrado con respecto a una característica, debido a los genes y al ambiente en el cual la población produce. Para el caso de la tendencia genética, Parra-Bracamonte *et al.* (2007) señalan que las mismas ayudan a entender principalmente el efecto de la selección (en caso de que haya existido), a través de los años en los sistemas de producción.

Singh y Acharya (1982) estimaron tendencias genéticas de 1,62 kg, -0,002 días y -2,07 días para producción láctea de 1era lactancia, longitud de la lactancia y longitud

del intervalo de parto respectivamente, lo que concluye en un progreso genético (ΔG) para el primer y tercer carácter.

Para poder obtener resultados óptimos en un plan de mejoramiento, deducir que proporción de variación genética puede ser manipulada dentro de la población a objeto de estudio es necesario. Esto se puede lograr mediante la estimación del índice de herencia (h^2) de los caracteres de interés, en donde, h^2 medianos o altos muestran que el carácter posee suficiente variación genética aditiva que puede ser manipulada mediante la selección. En el Cuadro 4 se dan ejemplos de h^2 en cabras para los caracteres a estudiar.

Cuadro 4. Valores de índice de herencia para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer de cabras

Carácter	n	h^2	E.E.	Raza	Fuente	Localización
PLT	657	0,21	0,04	Maltese	Delfino <i>et al.</i> (2011)	Italia
	404	0,44	0,17	Saanen	Ishag <i>et al.</i> (2011)	África
	28033	0,36	0,02	Alpina	García-Peniche <i>et al.</i> (2012)	USA
	9466	0,48	0,03	La Mancha		
	1131	0,61	0,03	Oberhasli		
PL ₂₁₀	227	0,69	0,07	Arsi-Bale	Bedhane <i>et al.</i> (2013)	África
	440	0,24	0,24	Verata	Rabasco <i>et al.</i> (1993)	España
	-	0,22	-	Papoya	Menéndez-Buxadera <i>et al.</i> (2008)	España
DL	689	0,20	-	Mestiza	Pimenta <i>et al.</i> (2004)	Brasil
	227	0,03	0,12	Arsi-Bale	Bedhane <i>et al.</i> (2013)	África
	1236	0,54	0,12	Beetal	Singh <i>et al.</i> (1970)	India
EPP	10219	0,22	0,02	Alpina	García-Peniche <i>et al.</i> (2012)	USA
PN	2780	0,35	0,04	Markhoz	Rashidi <i>et al.</i> (2008)	Irán
	46722	0,023	0,003	Alpina	Kasap <i>et al.</i> (2012)	Croacia
	63	0,13	0,14	Bengala negra	Mia <i>et al.</i> (2013)	Blangadesh

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN= peso al nacer, n= número de observaciones, h^2 = índice de herencia, E.E= error estándar, - = valor no reportado.

De lo anteriormente discutido se desprende que, las características PLT, PL₂₁₀, DL, EPP y PN presentan variación en su comportamiento producto de la influencia de muchos factores, lo que condiciona el objetivo final del sistema de producción que es, producir en cantidad y calidad. Estas características variarán según la constitución racial del animal, el año y época de parto o nacimiento, lográndose mejores valores cuando las

condiciones generales de manejo y climatología lo permitan, y, variando tanto en sistemas con mucho o poco nivel tecnológico. Igualmente se señalaron, mejores valores para partos múltiples en la PLT, PL₂₁₀ y DL, y mejores valores para partos simples en el PN. En el número de parto se señalaron mejores comportamientos en todos los caracteres a medida que éste aumentaba, con mejores valores entre el 4to y 5to parto según la literatura consultada. Para el factor sexo se encontró, en todas las investigaciones, mejores pesos al nacer para los machos.

Los índices de herencia (h^2) señalados por diversos autores indican que, en todos estos caracteres se ha encontrado suficiente variación genética aditiva que puede ser sujeta a manipulación por medio de planes de mejoramiento animal y corroborarlo con valores de tendencia fenotípica, genética y ambiental.

De igual manera, se notó, ausencia de investigación en el efecto genético padre y en tendencias fenotípica, genética y ambiental lo que sugeriría una fuente disponible a investigar.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. GENERALIDADES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

1. Ubicación

El presente estudio se realizó con datos obtenidos en la unidad de producción “Agroinversiones los Isleños C.A.”, ubicada en la carretera nacional vía Palo Negro-Magdaleno, sector Caño Rico, municipio Zamora del estado Aragua, Venezuela. Latitud: 10°7'28,47"N, Longitud: 67°35'49,71"O y altitud de 474 m.s.n.m.

2. Clima

La información climatológica utilizada corresponde a la estación del CENIAP Aragua, sede UCV, aproximadamente a 16 km lineales de la unidad de producción, con la siguiente descripción: latitud 10°17'N, longitud 67°37'O, altitud 445 m.s.n.m. Se utilizaron 26 años de datos de temperatura, precipitación y evaporación (años 1990-2015). En la Figura 3, se puede observar el comportamiento climatológico en esta zona según la precipitación y la evaporación.

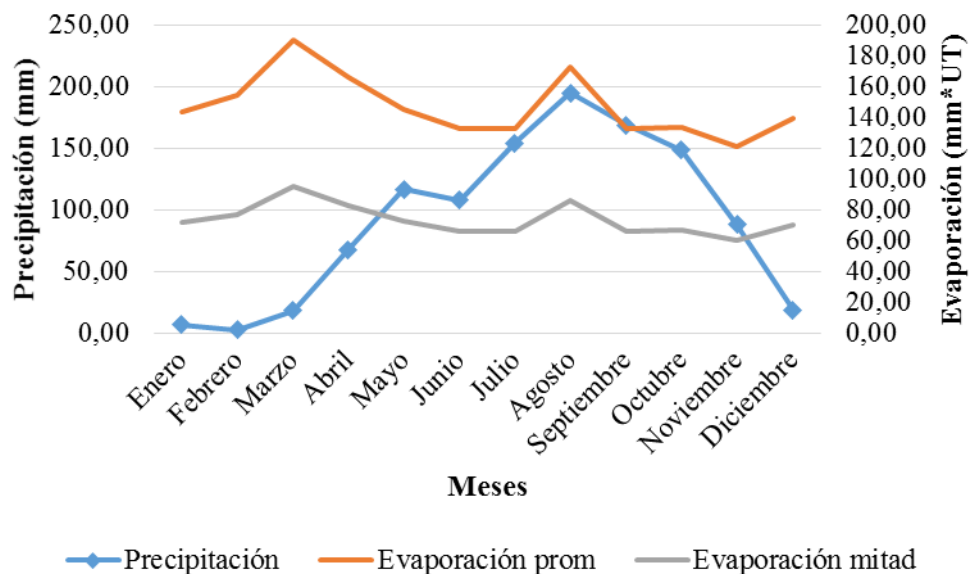


Figura 3. Comportamiento climatológico según datos de precipitación y evaporación de la estación CENIAP Aragua

Mediante la metodología de periodos de crecimiento (FAO, 1997), en el gráfico se observan meses lluviosos cuando la precipitación sobrepasa la mitad de la evaporación o la demanda de agua, en este caso de mayo a noviembre con una precipitación media de 979,2 mm; meses secos cuando la precipitación no sobrepasa la mitad de la evaporación, de diciembre a abril con una precipitación media de 114,9 mm.

En cuanto a la temperatura, existe una media anual de 25,4°C, una máxima de 32,2°C y una mínima de 18,6°C. Los valores de humedad máxima y mínima según la época son 82,6% y 64% en época de lluvia, y 78,4% y 56,1% en la época de sequía.

B. MANEJO GENERAL

Es una unidad de producción (UDP) que posee poca extensión de terreno con 10 hectáreas en total. Los animales se encuentran estabulados y agrupados de acuerdo al grupo etario en: sementales, cabras, cabritonas, cabritas y cabritos; hay una segunda agrupación de las hembras adultas según la condición fisiológica: en producción preñada, en producción vacía, no lactante preñada y no lactante vacía, y otra agrupación para las hembras destetadas en: cabritonas de 3-6 meses, de 6-10 meses y de 10 meses al parto.

1. Manejo de la cría

Los animales al nacer se les proporciona el siguiente manejo: cura del ombligo, toma del peso, se vacunan contra neumoenteritis y se examinan. Al ser una UDP dedicada a la producción exclusiva de leche, un elemento de mucha importancia son los reemplazos, siendo entonces conservadas las hembras y los machos son eliminados al nacer o vendidos al destete.

El destete es ejecutado a los 45 días de edad, con un peso \bar{X} de 10 kg y se realiza el corte de las pezuñas rutinariamente, el descorne a los 15 días de edad, lo que impide lesiones entre los animales y muertes por atascamiento en algún sitio, mejorando

así la facilidad de acceder al alimento y disminución en el deterioro de las instalaciones. Su alimentación, luego del consumo del calostro, está basada en 1 L/día de leche, compuesto por 50% leche de cabra y 50% leche de vaca, concentrado y heno *ad libitum* para propiciar el inicio de la actividad del rumen.

2. Manejo de las cabritonas

Las hembras van a la primera monta con una edad de 10 meses y un peso vivo de 30 kg. Su alimentación según la agrupación viene dada por cabritonas de 3-6 meses consumiendo 300 g/día de alimento concentrado, cabritonas de 6-10 meses 500 g/día y cabritonas de 10 meses al parto 800 g/día y 1 kg de silo de maíz. Todas reciben suplementación mineral y heno *ad libitum*.

3. Manejo de las cabras

Están divididas en corrales según su producción: alta producción >2 L de leche, mediana producción entre 1 y 2 L y baja producción <1 L. Al momento del secado, las hembras que están en gestación son separadas del resto del grupo y son llevadas a un corral de maternidad, para una mayor vigilancia y poder realizar las prácticas de manejo adecuadas durante el parto.

La alimentación de las cabras en producción depende de su nivel de producción, recibiendo 1,5 kg/día de concentrado y 2 kg/día de silo de maíz las de alta producción, 1 kg/día de concentrado y 2 kg/día de silo las de mediana producción, 0,5 kg/día de concentrado y 2 kg de silo las de baja producción, y para todos los grupos suplementación mineral y heno *ad libitum*.

Por otro lado, la alimentación de las cabras no lactantes está basada en 200 g/día de concentrado para las que están en gestación y 80 g/día de concentrado para las vacías recibiendo todas heno y suplementación mineral *ad libitum*

4. Manejo de los sementales

Se mantienen estabulados en corrales individuales apartados de las hembras, suministrándoles 2 kg/día de silo de maíz, 0,5 kg/día de concentrado comercial y heno y minerales *ad libitum*. En las épocas de monta se llevan a donde están las hembras, realizándoles primeramente un examen espermático.

5. Identificación animal

Al nacer son marcados con una cinta en la pata que indica el número de la madre para luego a la semana de edad ser tatuados en la oreja y, finalmente, a los 15 días de edad se les coloca un arete de cinco (5) dígitos caracterizados por: los dos (2) primeros indican el año de nacimiento y los tres (3) últimos la posición de nacimiento en el año.

6. Manejo sanitario

Se aplica a todo el rebaño las vacunas señaladas en el Cuadro 5. El control de ectoparásitos es básicamente contra los piojos (*Ctenocephalides sp*), mientras que el control de endoparásitos es seguido por el programa establecido que se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Plan sanitario de la unidad de producción Agroinversiones “Los Isleños C.A.”

Vacuna	Grupo animal	Mes de aplicación
Aftosa	Todos	2 ciclos: Feb-Mar / Oct-Nov
Anti-rábica	Todos	Anual (Jul)
Leptopirosis	Todos	4 ciclos: Mar, Jun, Sept y Dic
Neumoenteritis (bobita)	Cabritas	Al momento de nacer, época de parto
Clostridiales	Todos	2 ciclos: Feb-Mar / Oct-Nov
Linfadenitis	Todos	Al momento de la incidencia

Cuadro 6. Plan de desparasitación de la Unidad de Producción Agroinversiones “Los Isleños C.A.”

Endoparásito	Producto	Método de aplicación	Grupo animal	Mes de aplicación
Gastrointestinales	Albendazol	Inyección/ Oral	Todos	Mar, Jun, Sep y Dic
Pulmonares	Ivermectina	Oral	Todos	Mar, Jun, Sep y Dic
Hepáticos	Levamisol	Oral	Todos	Mar, Jun, Sep y Dic
Hemáticos	Albendazol	Inyección/ Oral	Todos	Mar, Jun, Sep y Dic

No se vacuna contra la Brucelosis porque la vacuna específica para cabras no se encuentra en el país.

7. Manejo reproductivo

La UDP trabaja con tres temporadas de monta al año, de dos meses de duración cada una (abril-mayo, agosto-septiembre, diciembre-enero), obteniendo tres épocas de partos de dos meses de duración cada una (mayo-junio, septiembre-octubre, enero-febrero) y tres épocas de destete de tres meses de duración cada una debido al tiempo de destete (febrero-abril, junio-agosto, octubre-diciembre). En la Figura 4 se muestra el esquema del manejo reproductivo. La relación macho:hembra empleada es de 1:30 a 1:35.

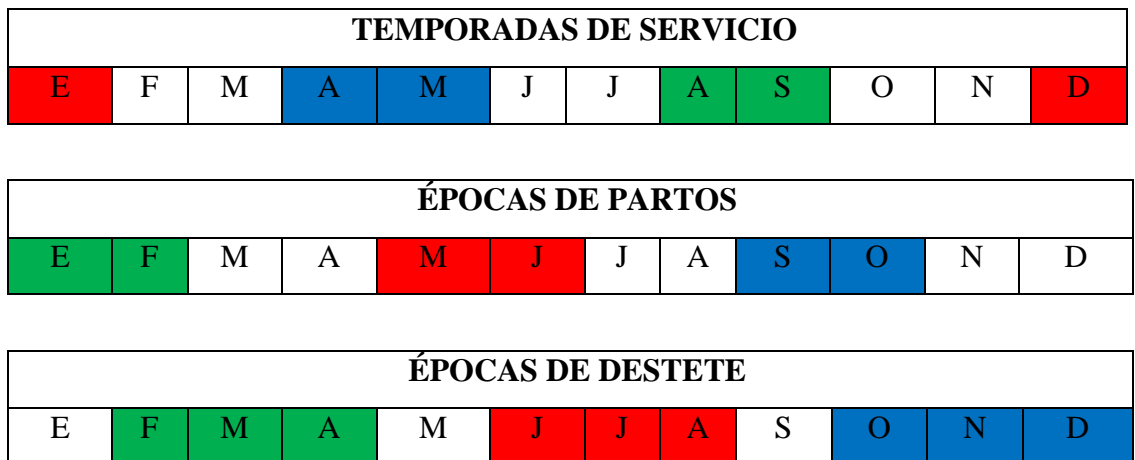


Figura 4. Temporadas de servicio, épocas de parto y de destete de la UDP "Agroinversiones Los Isleños C.A."

8. Criterios de selección

Es una UDP que está en crecimiento con una población aproximada de 1000 cabras y una meta de 4000, razón por la cual todas las hembras nacidas son conservadas. Las hembras adultas son eliminadas solo cuando no lograron quedar preñadas en un año reproductivo, es decir, en 3 temporadas de monta seguidas, aborto o realizó una reabsorción embrionaria. Los machos son adquiridos en otras unidades de producción o en el exterior del país. En resumen, no hay criterios de selección para esta población de cabras.

9. Comercialización

Los productos que comercializa esta UDP son animales en pie y leche. La venta de animales en pie está restringida a cabritones (cabritos destetados), hembras con baja eficiencia reproductiva y machos con baja libido. Hay ocasiones en que los cabritos hijos de cabras de alta producción son conservados para luego ser vendidos como reproductores. El mercadeo se realiza a través personas conocidas y pequeños productores de la zona.

C. DATOS EVALUADOS

1. Número de datos

Se contó con un número de datos iniciales de 2584 para los caracteres PLT, DL, EPP y PN. Con la base de datos original se procedió a agrupar todos los cruizamientos en grupos genéticos como se señalará posteriormente y, una vez definidos, se apartaron los registros por carácter con todos los efectos fijos y aleatorios a incluir en el análisis. A partir de ahí se eliminó un total de 1097 registros, lo que representa el 42,5 % del total de datos disponibles.

En cuanto al número de eliminaciones por carácter, en el Cuadro 7 se detalla el porcentaje de eliminación para cada carácter en estudio, observándose que el

carácter que presentó mayor número de eliminaciones fue la EPP y el que presentó menor porcentaje de eliminación fue el PN¹.

Cuadro 7. Número de datos iniciales y finales para los análisis de los caracteres Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad a primer parto y Peso al nacer

CARÁCTER	AÑOS	n Inicial	n Eliminados	% de eliminación ^c	n Analizados
PLT	2012-2015	453	259	57,2	194
DL	2010-2015	574	275	47,9	299
EPP	2007-2014	682	503	73,7	179
PN ¹ (kg)	2013-2015	875	60	6,8	815
Total		2584	1097	42,5	1487
PL ₂₁₀ * ^a	2012-2015	453	259	57,2	194
PN ² * ^b	2013-2015	875	60	6,8	583

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{x} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías.

* No se suman porque corresponden a caracteres transformados.

a Corresponde a los mismos registros o datos para PLT.

b Corresponde a los mismos registros o datos para PN¹ pero transformados a medias para los partos múltiples.

^c Corresponde al porcentaje de eliminación con base al n inicial para cada carácter.

En este Cuadro 7, también se detalla el número final de observaciones analizadas para todos los caracteres, incluyendo la producción de leche corregida a 210 días, cuyos datos corresponden a los mismos utilizados para PLT. En el caso de PN², el número de registros analizados disminuye en relación al PN¹ puesto que es una variable transformada, donde, se procedió a calcular un promedio de peso al nacer para los animales nacidos de partos múltiples, con la finalidad de hacer dos tipos de análisis para este carácter, lo cual se explica más adelante.

En cuanto a las causas de eliminación, en el Cuadro 8 se describen las tres causas por las cuales se procedió a eliminar registros para la conformación de las diferentes bases de datos de análisis y los respectivos porcentajes que representa cada causa, siendo la falta de información del padre la principal causa de eliminación con 21,5 %.

Cuadro 8. Número de registros eliminados y causas de eliminación de la base de datos inicial

Causa de eliminación	Nº de registros	Porcentaje (%)
GR Saanen, GR Nubia y GR Toggenburg con muy pocos datos dentro de cada carácter.	182	7,0
Falta de información del padre	555	21,5
Falta de información de algún efecto fijo	360	13,9
Total de registros eliminados	1097	42,5

Para el carácter PL_{210} , su cálculo fue realizado con la siguiente fórmula:

$$PL_{210} = \left(\frac{PLT}{DL} \right) * 210$$

Se partió de la base de datos de la PLT y se corrigieron solo aquellas lactancias que tenían ≥ 210 días de duración, quedando con la misma producción láctea total en la producción de leche corregida a 210 días aquellos registros que tenían < 210 días de duración de lactancia.

Por otra parte, los análisis del carácter EPP se hicieron con la edad expresada en años y en el carácter PN se realizaron dos análisis: el primero con los datos crudos o los datos individuales de cada animal pero, debido a un alto índice de herencia con solo el efecto genético aditivo, se decidió realizar un segundo análisis con los datos convertidos en promedios para animales nacidos de partos múltiples y verificar con estos los resultados.

La totalidad de datos evaluados englobando a todas las variables es de 1487, cuando la variable PN estaba en su forma original (PN^1), pero contabilizando los datos con los registros de la variable PN transformados en promedios (PN^2) la totalidad de datos fue de 1255.

D. FUENTES DE VARIACIÓN

1. Grupos raciales

La designación de la composición racial de los animales la realiza un médico veterinario a través de las características fenotípicas de cada individuo siguiendo los rasgos distintivos que caracterizan a las razas caprinas, debido a que casi la totalidad de los animales comprados para fundar la unidad de producción poseían muy pocos registros o no poseían.

Mediante la base de datos original se crearon grupos raciales de acuerdo al porcentaje mayoritario de una de las razas que constituyeran su composición racial, en general $\geq 3/4$ o $1/2$ cuando estaban en combinación 3 razas, siendo encontrado un número muy elevado de combinaciones raciales debido a la forma de clasificación de los animales aunado al apareamiento de esos animales con machos puros o cruzados, por lo que se dividieron en animales predominantemente Canaria, animales predominantemente Alpina, animales predominantemente Saanen, animales predominantemente Nubia y animales predominantemente Toggenburg. Se estudió el efecto del grupo racial Canaria (GR Canaria) y Alpina (GR Alpina) sobre los caracteres y se excluyeron los demás grupos raciales por el número de registros disponibles.

2. Año de parto o de nacimiento

En el Cuadro 7 se describió los años de estudio según el carácter y el número de datos usados para los análisis. Debido a la pérdida de registros entre la toma de nota y el vaciado al equipo de computación, así como la falta de pesaje de leche en determinados momentos, el carácter DL posee más datos que el carácter PLT.

3. Época de parto o de nacimiento

Se realizaron análisis estadísticos con diferentes épocas de parto (bimestral, trimestral, cuatrimestral, semestral, época de lluvia y época de sequía) estableciendo

que el criterio que logra una menor varianza del residual en el modelo estadístico fue época de lluvia y época de sequía.

4. Tipo de parto

Para esta fuente de variación se consideraron partos simples y múltiples, agrupando en la segunda categoría los partos con 2, 3 o 4 crías.

5. Número de parto

Se consideró el efecto fijo número de parto porque con este se logró una mejor distribución de frecuencias y, consecuentemente, se logró obtener todos los estimadores tanto de efecto fijo como interacciones, aunado a una menor varianza del residual. Los partos >4 fueron incluidos en la categoría 4.

E. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

1. Modelos estadísticos para el estudio de la influencia de factores genéticos y ambientales.

Con todas las bases de datos depuradas se procedió al estudio de la influencia de los efectos fijos, aleatorios e interacciones de primer orden sobre cada uno de los caracteres. Esto se realizó con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) (Littell *et al.*, 2002) con la instrucción PROC MIXED (modelos lineales mixtos) METHOD=TYPE 3 con el método de estimación REML (máxima verosimilitud restringida). Antes de realizar los análisis se hicieron distribuciones de frecuencia de cada efecto y de las interacciones, para evaluar que los datos estuvieran adecuadamente distribuidos y luego, se realizó la prueba de normalidad del carácter con la prueba de Wilk-Shapiro (Chacín, 2000). Una vez revisado que las distribuciones fueran uniformes y que el carácter cumplía con la prueba de normalidad se les hizo a todos los caracteres los estadísticos descriptivos básicos, es decir, la media, desviación estándar, mínimo y máximo para evaluar el comportamiento de los mismos. En el Cuadro 9 se describen dichos estadísticos para los caracteres.

Cuadro 9. Estadísticas descriptivas básicas para los caracteres Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer

Carácter	Promedio	D.E.	Min	Máx
PLT (L)	379,99	296,45	0	1935,75
PL₂₁₀ (L)	239,94	136,33	0	686,70
DL (días)	240,15	137,91	0	725
EPP (año)	2,36	0,91	1	6
PN¹ (kg)	2,43	0,73	0,90	5
PN² (kg)	2,52	0,73	0,90	5

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{x} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, D.E.= desviación estándar.

Posteriormente con un modelo inicial que incluía todos los efectos fijos, aleatorio y las interacciones de primer orden entre los efectos fijos, se realizó el primer análisis. En el Cuadro 10 se describen los efectos que fueron incluidos en cada modelo estadístico lineal aditivo con respecto al carácter.

Cuadro 10. Efectos a incluir en los modelos estadísticos de cada carácter productivo

Efecto	Carácter					
	PLT	PL₂₁₀	DL	EPP	PN¹	PN²
Grupo racial (GR)	X	X	X	X	X	X
Padre (P)	X	X	X	X	X	X
Año de parto o nacimiento (AP-AN)	X	X	X	X	X	X
Época de parto o nacimiento (EP-EN)	X	X	X	X	X	X
Tipo de parto (TP)	X	X	X	-	X	X
Número de parto (NP)	X	X	X	-	X	X
Sexo de la cría (S)	-	-	-	-	X	-
Todas las posibles interacciones entre los efectos menos con el efecto Padre	X	X	X	X	X	X
Error experimental	X	X	X	X	X	X

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{x} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, -= no incluido en el modelo.

Luego de este primer análisis se fueron eliminando interacciones que no fueran significativas ($p > 0,05$) y que produjeran una disminución de la σ^2 del residual, realizando en cada eliminación un nuevo análisis hasta comenzar a eliminar efectos fijos que no fueran significativos y que no estuvieran en ninguna interacción. Es importante

mencionar que la disminución de la σ^2 del residual no siempre se consiguió, ya que al eliminar interacciones o efectos que no fueran significativos pero que tenían un F-Valor mayor a 1, esta varianza aumentaba, sin embargo el aumento era muy poco y de esta manera se consiguió el modelo más sencillo. El efecto padre siempre fue incluido en los modelos como efecto aleatorio y por último, se realizó una prueba de T-Student para comparar las medias ajustadas.

También se procuró obtener un Coeficiente de Bondad de Ajuste (R^2) lo más alto posible. Los modelos estadísticos finales fueron:

- a. Producción láctea total (PLT/L)

$$PLT_{ijklmn} = \mu + GR_i + P_j + AP_k + TP_l + NP_m + AP_k \times NP_m + TP_l \times NP_m + e_{ijklmn}$$

donde:

PLT = Observaciones para el carácter PLT

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial “i” (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto aleatorio del padre “j” (1 a 36)

AP_k = Efecto fijo del año de parto “k” (2012 a 2015)

TP_l = Efecto fijo del tipo de parto “l” (1= Simple, 2= Múltiple)

NP_m = Efecto fijo del número de parto “m” (1 a ≥ 4)

$(AP \times NP)_{km}$ = Efecto fijo de la interacción AP*NP

$(TP \times NP)_{lm}$ = Efecto fijo de la interacción TP*NP

e_{ijklmn} = Efecto del error experimental.

- b. Producción corregida a 210 días (PL₂₁₀/L)

$$PL210_{ijklmn} = \mu + GR_i + P_j + AP_k + TP_l + NP_m + GR_i \times TP_l + AP_k \times NP_m + TP_l \times NP_m + e_{ijklmn}$$

donde:

PL_{210} = observaciones para el carácter PL_{210}

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial “i” (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto fijo aleatorio del padre “j” (1 a 36)

AP_k = Efecto fijo del año de parto “k” (2012 a 2015)

TP_l = Efecto fijo del tipo de parto “l” (1= Simple, 2= Múltiple)

NP_m = Efecto fijo del número de parto “m” (1 a ≥ 4)

$(GR \times TP)_{il}$ = Efecto de la interacción GR*TP

$(AP \times NP)_{km}$ = Efecto de la interacción AP*NP

$(TP \times NP)_{lm}$ = Efecto de la interacción TP*NP

e_{ijklmn} = Efecto del error experimental

c. Duración de la lactancia (DL/días)

$$DL_{ijklmno} = \mu + GR_i + P_j + AP_k + EP_l + TP_m + NP_n + GR_i \times TP_m + AP_k \times EP_l + AP_k \times NP_n + e_{ijklmno}$$

donde:

DL = Observaciones para el carácter DL

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial “i” (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto aleatorio del padre “j” (1 a 40)

AP_k = Efecto fijo del año de parto “k” (2010 a 2015)

EP_l = Efecto fijo de la época de parto “l” (1= Lluvia, 2= Sequía).

TP_m = Efecto fijo del tipo de parto “m” (1= Simple, 2= Múltiple)

NP_n = Efecto fijo del número de parto “n” (1 a ≥ 4)

$(GR \times TP)_{im}$ = Efecto de la interacción GR*TP

$(AP \times EP)_{kl}$ = Efecto de la interacción AP*EP

$(AP \times NP)_{kn}$ = Efecto de la interacción AP*NP

$e_{ijklmno}$ = Efecto del error experimental

d. Edad al primer parto (EPP/años)

$$EPP_{ijklm} = \mu + GR_i + P_j + AN_k + EN_l + GR_i \times AN_k + AN_k \times EN_l + e_{ijklm}$$

donde:

EPP = Observaciones para el carácter EPP

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial "i" (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto aleatorio del padre "j" (1 a 39)

AN_k = Efecto fijo del año de nacimiento "k" (2007 a 2014)

EN_l = Efecto fijo de la época de nacimiento "l" (1= Lluvia, 2= Sequía).

$(GR \times AN)_{ik}$ = Efecto de la interacción GR*AN

$(AN \times EN)_{kl}$ = Efecto de la interacción AN*EN

e_{ijklm} = Efecto del error experimental.

e. Peso al nacer (PN^1 /kg)

$$PN^1_{ijklmnop} = \mu + GR_i + P_j + AN_k + EN_l + TP_m + NP_n + S_o + GR_i \times S_o + AN_k \times EN_l + AN_k \times TP_m + AN_k \times NP_n + EN_l \times TP_m + TP_m \times NP_n + TP_m \times S_o + e_{ijklmnop}$$

donde:

PN^1 = Observaciones para el carácter PN^1

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial "i" (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto aleatorio del padre "j" (1 a 35)

AN_k = Efecto fijo del año de nacimiento "k" (2013 a 2015)

EN_l = Efecto fijo de la época de nacimiento "l" (1= Lluvia, 2= Sequía).

TP_m = Efecto fijo del tipo de parto "m" (1= Simple, 2= Múltiple)

NP_n = Efecto fijo del número de parto “n” (1 a ≥ 4)
 S_o = Efecto fijo del sexo “o” (1= Hembra, 2= Macho)
 $(GR \times S)_{io}$ = Efecto de la interacción del GR*S
 $(AN \times EN)_{kl}$ = Efecto de la interacción AN*EN
 $(AN \times TP)_{km}$ = Efecto de la interacción AN*TP
 $(AN \times NP)_{kn}$ = Efecto de la interacción AN*NP
 $(EN \times TP)_{lm}$ = Efecto de la interacción EN*TP
 $(TP \times NP)_{mn}$ = Efecto de la interacción TP*NP
 $(TP \times S)_{mo}$ = Efecto de la interacción TP*S
 $e_{ijklmnop}$ = Efecto del error experimental.

f. Peso al nacer (PN^2/kg)

$$PN^2_{ijklmno} = \mu + GR_i + P_j + AN_k + EN_l + TP_m + NP_n + GR_i \times EN_l + AN_k \times EN_l + AN_k \times TP_m + AN_k \times NP_n + e_{ijklmno}$$

donde:

PN^2 = Observaciones para el carácter PN^2

μ = Media poblacional

GR_i = Efecto fijo del grupo racial “i” (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)

P_j = Efecto aleatorio del padre “j” (1 a 39)

AN_k = Efecto fijo del año de parto “k” (2013 a 2015)

EN_l = Efecto fijo de la época de nacimiento “l” (1= Lluvia, 2= Sequía).

TP_m = Efecto fijo del tipo de parto “m” (1= Simple, 2= Múltiple)

NP_n = Efecto fijo del número de parto “n” (1 a ≥ 4)

$(GR \times EN)_{il}$ = Efecto de la interacción del GR*EN

$(AN \times EN)_{kl}$ = Efecto de la interacción AN*EN

$(AN \times TP)_{km}$ = Efecto de la interacción AN*TP

$(AN \times NP)_{kn}$ = Efecto de la interacción AN*NP

$e_{ijklmnop}$ = Efecto del error experimental.

y considerando:

$$\varepsilon \sim NID (0, \sigma_{\varepsilon}^2)$$

$$\gamma \sim N (\mu, \sigma_{\gamma}^2)$$

$$P \sim N (0, \sigma_p^2)$$

2. Modelos univariados utilizados en MTDFREML

Las varianzas (σ^2) genéticas aditivas, maternas, fenotípicas y residuales de cada carácter, así como el índice de herencia (h^2) fueron estimados mediante el programa MTDFREML (máxima verosimilitud restringida libre de derivadas para múltiples características) (Boldman *et al.*, 1995) usando un Modelo Animal univariado por carácter, partiendo de los efectos fijos que resultaron estadísticamente significativos y obviando las interacciones, puesto que incluirlas en este análisis agotaría los grados de libertad al hacer grupos contemporáneos. Se procedió a realizar los análisis con una base de datos en común para los cinco (5) caracteres: la base de datos de parentesco para construir la relación de parentesco con un total de 1998 individuos. De esa manera, las relaciones genéticas entre los individuos incluidos en los análisis estarían mejor calculadas.

Como punto de partida se le indicó al programa las varianzas a juicio empírico, después, con la continua repetición de análisis, se le indicaba las varianzas obtenidas en análisis anteriores eligiendo el análisis que tuviera el mejor valor de máxima verosimilitud (o menor -2Log) revisando a cuatro (4) decimales y con un nivel de convergencia de 10^{-9} . Posterior a la obtención de las varianzas y del índice de herencia se realizaron los análisis necesarios para la obtención de los Valores genéticos estimados (VGE) y sus precisiones.

El h^2 total para el carácter PN¹ y PN² se realizó mediante la fórmula desarrollada por Willham (1972).

$$h_t^2 = \frac{\sigma_d^2 + 0,5\sigma_m^2 + 1,5\sigma_{dm}}{\sigma_f^2}$$

donde:

h_t^2 = Índice de herencia total

σ_d^2 = Varianza genética aditiva directa

σ_m^2 = varianza genética aditiva materna

σ_{dm} = covarianza genética aditiva directa – materna

σ_f^2 = varianza fenotípica

a. Modelos utilizados

En notación matricial el sistema de ecuaciones para los modelos utilizados se describen a continuación:

- Modelo univariado para Producción de leche total (PLT) y Producción de leche corregida a 210 días (PL₂₁₀).

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

donde:

y= vector de datos para PLT y PL₂₁₀.

X= matriz de incidencia de efectos fijos.

Z₁= matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos directos.

β= vector de los efectos fijos:

Grupo racial (1= GR Canaria, 2= GR Alpina).

Año de parto (2012 a 2015).

Número de parto (1 a ≥4).

a= vector de efectos genéticos aditivos directos.

e= vector de residuales.

Sistema de ecuaciones y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1G_{11}A^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ \sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}A^{-1} & 0 \\ 0 & RI_n \end{bmatrix} \quad R = [\sigma_{e1}^2]$$

donde:

A^{-1} = inversa de la matriz de parentesco.

G_{11} = varianza genética aditiva directa.

I_n = matriz identidad con dimensión igual a número de animales con registros.

R = matriz de residuales.

- Modelo univariado para Duración de la lactancia (DL).

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

donde:

y = vector de datos para DL.

X = matriz de incidencia de efectos fijos.

Z_1 = matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos directos.

β = vector de los efectos fijos:

Grupo racial (1 = GR Canaria, 2 = GR Alpina).

Año de parto (2010 a 2015).

Número de parto (1 a ≥ 4).

a = vector de efectos genéticos aditivos directos.

e = vector de residuales.

Sistema de ecuaciones y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1G_{11}A^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ \sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}A^{-1} & 0 \\ 0 & RI_n \end{bmatrix} \quad R = [\sigma_{e1}^2]$$

donde:

A^{-1} = inversa de la matriz de parentesco.

G_{11} = varianza genética aditiva directa.

I_n = matriz identidad con dimensión igual a número de animales con registros.

R = matriz de residuales.

- Modelo univariado para Edad al primer parto (EPP).

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

donde:

y = vector de datos para EPP.

X = matriz de incidencia de efectos fijos.

Z_1 = matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos directos.

β = vector de los efectos fijos:

Año de parto (2007 a 2014).

Época de nacimiento (1 = Lluvia, 2 = Sequía).

a = vector de efectos genéticos aditivos directos.

e = vector de residuales.

Sistema de ecuaciones y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1G_{11}A^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ \sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}A^{-1} & 0 \\ 0 & RI_n \end{bmatrix} \quad R = [\sigma_e^2]$$

donde:

A^{-1} = inversa de la matriz de parentesco.

G_{11} = varianza genética aditiva directa.

I_n = matriz identidad con dimensión igual a número de animales con registros.

R = matriz de residuales.

- Modelo univariado para Peso al nacer (PN¹ y PN²).

Cuando el modelo incluía solo el efecto genético aditivo éste, el sistema de ecuación y la matriz de covarianza estuvo constituido por:

$$y = X\beta + Z_1a + e$$

donde:

y= vector de datos para PN¹ y PN².

X= matriz de incidencia de efectos fijos.

Z₁= matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos directos.

β= vector de los efectos fijos:

Grupo racial (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)^a

Año de nacimiento (2013 a 2015)*^a

Época de nacimiento (1= Lluvia, 2= Sequía)^a

Tipo de parto (1= Simple, 2= Múltiple)*^a

Sexo (1= Hembra, 2= Macho)*

a= vector de efectos genéticos aditivos directos.

e= vector de residuales.

*= estos efectos solo fueron incluidos en el modelo para PN¹.

^a= estos efectos solo fueron incluidos en el modelo para PN².

Sistema de ecuaciones y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1G_{11}A^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ \sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}A^{-1} & 0 \\ 0 & RI_n \end{bmatrix} \quad R = [\sigma_{e1}^2]$$

donde:

A⁻¹= inversa de la matriz de parentesco.

G₁₁= varianza genética aditiva.

I_n= matriz identidad con dimensión igual a número de animales con registros.

R= matriz de residuales.

Cuando el modelo incluía el efecto genético aditivo directo más el efecto genético aditivo materno éste, el sistema de ecuación y la matriz de covarianza estuvo constituido por:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e$$

donde:

y= vector de datos para PN¹ y PN².

X= matriz de incidencia de efectos fijos.

Z₁= matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos directos.

Z₂= matriz de los efectos aleatorios asociada a los efectos genéticos aditivos maternos.

β= vector de los efectos fijos:

Grupo racial (1= GR Canaria, 2= GR Alpina)^a

Año de nacimiento (2013 a 2015)*^a

Época de nacimiento (1= Lluvia, 2= Sequía)^a

Tipo de parto (1= Simple, 2= Múltiple)*^a

Sexo (1= Hembra, 2= Macho)*

a= vector de efectos genéticos aditivos directos.

m= vector de efectos genéticos aditivos maternos.

e= vector de residuales.

*= estos efectos solo fueron incluidos en el modelo para PN¹.

^a= estos efectos solo fueron incluidos en el modelo para PN².

Sistema de ecuaciones y matriz de covarianza:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 & X'Z_2 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1G_{11}A^{-1} & Z_1'Z_2G_{12}A^{-1} \\ Z_2'X & Z_2'Z_1G_{21}A^{-1} & Z_2'Z_2G_{22}A^{-1} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} \beta \\ a \\ m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \\ Z_2'y \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \sigma_a^2 \\ \sigma_m^2 \\ \sigma_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{11}A^{-1} & G_{12}A^{-1} & 0 \\ G_{21}A^{-1} & G_{22}A^{-1} & 0 \\ 0 & 0 & RI_n \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} \sigma_{e1}^2 & \sigma_{e1e2} \\ \sigma_{e1e2} & \sigma_{e2}^2 \end{bmatrix}$$

donde:

A^{-1} = inversa de la matriz de parentesco.

G = matriz de varianza y covarianza de efectos aditivos genéticos directos y maternos:

G_{11} = varianza genética aditiva.

G_{22} = varianza genética aditiva materna.

G_{12} y G_{21} = covarianza entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos.

I_n = matriz identidad con dimensión igual a número de animales con registros.

R = matriz de residuales.

3. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales

Las tendencias fenotípicas se estimaron con el método de regresión de las medias de años ajustadas por los efectos fijos e interacciones de primer orden que resultaron significativas para cada carácter mediante el programa SAS.

Las tendencias genéticas fueron estimadas con el método de regresión de los VGE sobre los años, cuyos VGE fueron obtenidos mediante el programa MTDFREML usando un Modelo Animal univariado.

Las tendencias ambientales se estimaron despejando de la siguiente fórmula:

$$\textit{Tendencia fenotípica} = \textit{Tendencia genética} + \textit{Tendencia ambiental}$$

$$\textit{Tendencia ambiental} = \textit{Tendencia fenotípica} - \textit{Tendencia genética}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. FACTORES GENÉTICOS Y AMBIENTALES QUE AFECTAN A PLT, PL₂₁₀, DL, EPP Y PN EN CABRAS LECHERAS

Se encontraron diferencias estadísticas significativas de origen genético y no genético e interacciones de primer orden de acuerdo al carácter estudiado. Los coeficientes de bondad de ajuste (r^2) obtenidos fueron de 41%, 52%, 40%, 76%, 35% y 33% para PLT, PL₂₁₀, DL, EPP, PN¹ y PN² respectivamente, lográndose explicar para casi todos los caracteres un valor cercano al 50% de variación, excepto en el PN. Las medias ajustadas y sin ajustar para cada carácter se describen en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Medias sin ajustar y ajustadas para la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	n	Media sin ajustar ± D.E.	Media ajustada ± E.E.
PLT (L)	194	379,99 ± 296,45	569,87 ± 151,06
PL₂₁₀ (L)	194	239,94 ± 136,33	325,17 ± 71,86
DL (días)	299	240,15 ± 137,91	284,42 ± 68,02
EPP (año)	179	2,36 ± 0,91	1,68 ± 0,79
PN¹ (kg)	815	2,44 ± 0,73	2,77 ± 0,12
PN² (kg)	583	2,52 ± 0,73	2,35 ± 0,36

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, n= número de registros, D.E.= Desviación estándar, E.E.= Error estándar.

Diferentes autores han reportado medias generales y desviaciones estándar para los caracteres estudiados. De esta manera, en la PLT Dickson *et al.* (2001) señalan una media de 126,3 ± 62,3 kg, mientras que Delfino *et al.* (2011) señalan una media de 352,34 kg siendo similar a la del presente estudio, sin embargo para otros estudios la media ha sido mucho mayor (Soares *et al.*, 2001; Gonçalves *et al.*, 2001). En la PL₂₁₀ Blanco *et al.* (1999), señalan una media de 475,3 ± 4,3 kg y Paz *et al.* (2007) una media de 178,64 kg, para DL los resultados del presente trabajo concuerdan con los obtenidos por Valencia *et al.* (2002), mientras que para Pimenta *et al.* (2004) la media general es casi 100 días menor con respecto a la del presente trabajo.

En la EPP Soares *et al.* (2001) señalan una media ajustada similar a la del presente estudio, mientras que Marai *et al.* (2002) obtuvieron resultados menores. Para el PN Vallejo *et al.* (1989) obtuvieron una media similar a la obtenida en esta investigación, mientras que en los estudios de Ahuya *et al.* (2009) y Činkulov *et al.* (2009), reportaron promedios 16% y 20% mayor que lo encontrado aquí.

1. Factores genéticos

a. Raza y/o Grupo Racial (GR)

En el Cuadro 12 se presentan los caracteres que resultaron afectados en su comportamiento por el grupo racial (GR) del animal. Para la producción de leche total el grupo racial predominantemente Alpina superó al Canaria en 214,2 L cuyo porcentaje es un 49% más de producción láctea para los animales con esta composición racial. Ambos grupos raciales son considerados como razas caprinas productoras de leche, sin embargo la raza Alpina tiene promedios de producción que varían de 600 hasta 900 kg/lactancia, mientras que la raza Canaria promedios de 500 kg/lactancia (Díaz y Ochoa, 1996; Dickson y D' Aubeterre, 2005).

Cuadro 12. Medias ajustadas y efecto del GR sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	GR		CM	F-Valor	Probabilidad
	Canaria	Alpina			
PLT (L)	439,57 ^a	653,77 ^b	680575	9,59	0,0023**
PL ₂₁₀ (L)	271,63 ^a	368,72 ^b	133736	9,84	0,0020**
DL (días)	232,94 ^a	280,4 ^b	76933	5,00	0,0262**
EPP (años)	2,09 ^a	2,09 ^a	0,7020	1,74	0,1893 ^{ns}
PN ¹ (kg)	2,72 ^a	2,80 ^a	0,7401	1,90	0,1681 ^{ns}
PN ² (kg)	2,29 ^a	2,48 ^b	3,9217	9,66	0,0020**

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{x} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ns= no significativo, **p<0,05.

Valores con letra diferente en la misma fila son estadísticamente diferentes (p<0,05)

La superioridad del grupo racial predominantemente Alpina también ha sido demostrado por García *et al.* (1996) en Venezuela, al evaluar cinco grupos

raciales y encontrando que el grupo racial $\frac{1}{2}$ Alpina $\frac{1}{2}$ Criollo superó a los Criollos, $\frac{1}{2}$ Nubia $\frac{1}{2}$ Criollo, $\frac{1}{2}$ Toggenburh $\frac{1}{2}$ Criollo y $\frac{3}{4}$ Nubia $\frac{1}{4}$ Criollo, atribuyéndolo a que la raza Alpina ha sido especialmente seleccionada para la producción de leche mientras que razas como la Nubia es considerada doble propósito (Carne y Leche). Otros autores en Honduras, Cuba, Brasil y México reportan al grupo racial como influyente en la producción láctea total (Vélez, 1991; Ribas y Gutiérrez, 2001; Soares *et al.*, 2001; Rojo-Rubio *et al.*, 2016) con lo cual se percibe la variación que puede haber en este carácter producto de la mayor o menor composición de genes de una raza en particular.

Para la PL₂₁₀ se encontraron producciones de 368,72 L para el GR Alpina y 271,63 L para el Canaria con un porcentaje de superioridad a favor del Alpina de 36%, misma tendencia que la PLT. Resultados de la influencia del grupo racial en la producción de leche ajustada ha sido señalada por Palma (1995), encontrando mayores producciones para cabras de raza Saanen y Toggenburg, seguidas por las Alpinas, Nubia y Granadina, mientras que Paz *et al.* (2007), señalan en su estudio con dos razas, que las cabras Saanen producen más leche a 210 días que cabras Nubia, en cuyo trabajo los tipos raciales fueron definidos sobre la base de inspecciones técnicas que consideran la apariencia de los animales con relación a las características descriptivas en los estándares para las razas puras, existiendo predominio de la raza Saanen en el rebaño. Esta situación es la misma en el rebaño estudiado con la variante de que la incorporación de la raza Alpina es la que predomina por encima de la Canaria.

Para la DL el GR Alpina también mostró tener un mejor comportamiento con 47,46 días más. En un estudio realizado en Venezuela se obtuvo que la raza Alpina superó a la Nubia, obteniendo 272 ± 16 días y $210,1 \pm 11$ días en lactancia, respectivamente, en condiciones de manejo intensivo en el trópico seco (Dickson *et al.*, 1999). El grupo racial también ha sido mencionado como influyente sobre la duración de la lactancia por Soares *et al.* (2001) y Dickson *et al.* (2008).

El cuanto al PN², fue afectado por el factor genético GR, los animales predominantemente Alpina obtuvieron una media ajustada de 2,48 kg, mientras

que el GR predominantemente Canaria obtuvo una media de 2,29 kg. Los cabritos (as) cuyo componente racial era predominantemente Alpina pesaron 190 g más. En este sentido, Harricharan *et al.* (1987) en un estudio de cuatro razas obtuvieron el mayor peso al nacer para los cabritos Alpinos, seguido por Toggenburg, Nubia y finalmente la raza Saanen. De igual manera Ribeiro da Silva y Mello de Araujo (2000), Meza *et al.* (2008) y Revidatti *et al.* (2011) señalan al factor genético grupo racial como influyente en el PN de crías caprinas.

Para la edad al primer parto (EPP) y el PN¹ el grupo racial no resultó estadísticamente significativo.

b. Efecto padre (P)

El efecto aleatorio del padre afectó estadísticamente a los caracteres PLT, PL₂₁₀ y PN¹ con F-Valor y probabilidades que se describen en el Cuadro 13. En la producción de leche total cabras provenientes de un padre en particular producen significativamente ($p < 0,05$) más leche total que otras que provienen de otro padre. Según la Figura 5, que corresponde a valores genéticos estimados (VGE), por ejemplo, los padres 11, 15 y 22 sus hijas en promedio producirán más leche total que hijas de padres 5, 12 y 21 en las mismas condiciones como fueron evaluados.

Para la PL₂₁₀ los resultados fueron los mismos, en donde hay padres cuyas hijas producen más leche corregida a 210 días que hijas de otros padres. La literatura encontrada hasta los momentos explica una relación del padre de la cabra con características morfológicas de índole lechero como el diámetro del pezón (Martínez *et al.*, 2010), y que estas a su vez se relacionan con la PLT y PL₂₁₀ (Montaldo y Martínez-Lozano, 1993; Valencia *et al.*, 2001; Merkhan y Alkass, 2011; Almazán, 2012; Vázquez, 2013), sin embargo, la presente investigación establece la relación directa del efecto padre con la PLT y PL₂₁₀ indicando variación en estos caracteres según el padre del animal en estudio.

Cuadro 13. Efecto del P sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	CM	F-Valor	Probabilidad
PLT	447025	6,30	0,0130**
PL ₂₁₀	94780	6,97	0,0090**
DL	30599	1,99	0,1596 ^{ns}
EPP	0,0875	0,22	0,6421 ^{ns}
PN ¹	3,7535	9,65	0,0020**
PN ²	0,0163	0,04	0,8414 ^{ns}

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{x} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ns= no significativo, **p<0,05.

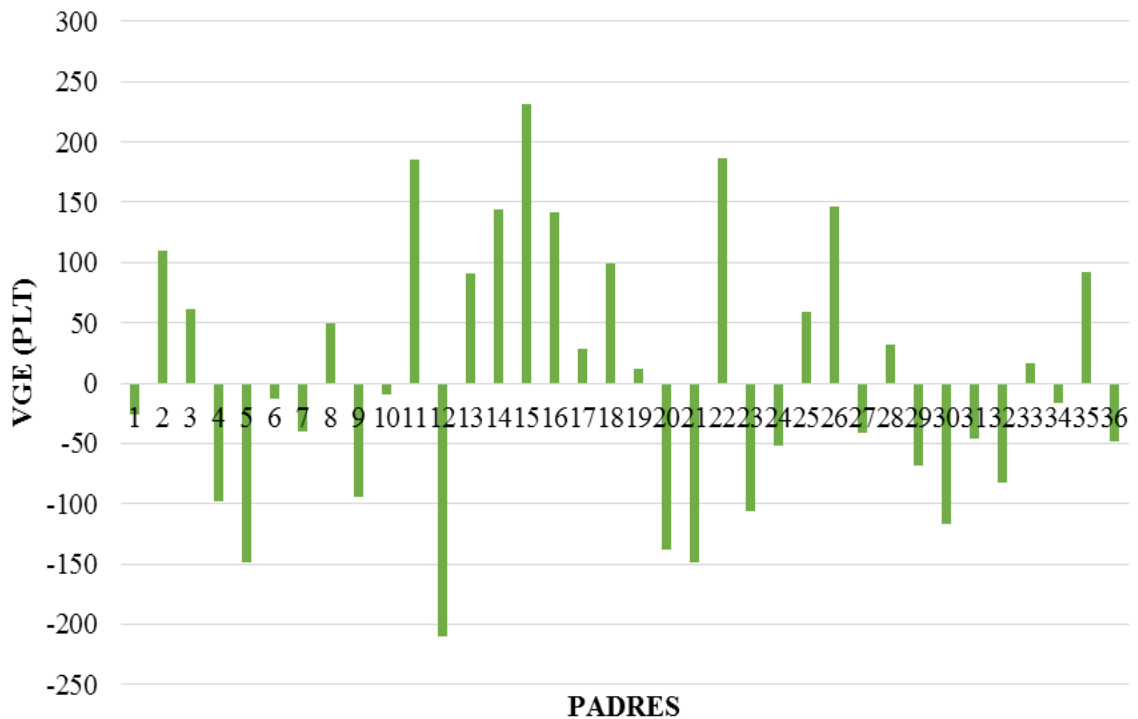


Figura 5. Estimados de valores genéticos para PLT de los padres evaluados.

En el PN¹ el padre tuvo un efecto estadísticamente significativo (p<0,05) por cuanto hay cabritos (as) más o menos pesados (as) que otros (as) según el padre. Esto permite al igual que en otros caracteres, la escogencia de los futuros sementales con el objeto de mejorar genéticamente el carácter y en este sentido, la variabilidad

genética que existe en este rebaño con respecto al peso al nacer y de origen paterno, puede ser usada para incrementar los valores de esta variable. A pesar de que en otras latitudes se ha encontrado influencia importante de la madre y no del padre (García, 2000) estos resultados también revelan la importancia de la otra parte del factor padres (padre y madre) sobre el peso al nacer de crías caprinas.

2. **Factores ambientales**

a. Año de parto o de nacimiento (AP-AN)

Al ser un factor que está vinculado a la variación con respecto a la presencia de determinadas condiciones climáticas y de manejo en años sucesivos, origina que se establezcan diferencias en el comportamiento de los caracteres año tras año y, en el presente estudio intervino en el comportamiento de todos los caracteres estudiados, como se muestra en el Cuadro 14.

La mejor media ajustada para la PLT fue en el año de parto 2014 con $705,35 \pm 83,60$ L, con la tendencia de aumentar del 2012-2014 y después disminuir en el 2015 producto de la menor disponibilidad de alimentos al incrementarse el número de animales en el rebaño. En este sentido Ishag *et al.* (2011), en un sistema estabulado encontraron diferencias en la producción de leche según el año de parto con la tendencia de ir disminuyendo producto de las condiciones climáticas, las fluctuaciones en la disponibilidad de nutrientes y la composición de los rebaños a lo largo de los años. Alderson y Pollark (1980) en California encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) en cabras bajo estabulación, siendo reportado también en sistemas bajo pastoreo (Palma, 1995; Gonçalves *et al.*, 2001; Hermiz *et al.*, 2004; Delfino *et al.*, 2011).

Cuadro 14. Medias ajustadas y efecto del AP o AN sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	AP o AN	Media ajustada	CM	F-Valor	Probabilidad
PLT (L)	2012	368,40 ^a	700086	9,86	<0,0001***
	2013	559,73 ^b			
	2014	705,35 ^c			
	2015	553,20 ^b			
PL₂₁₀ (L)	2012	244,46 ^a	129198	9,51	<0,0001***
	2013	320,55 ^b			
	2014	389,93 ^c			
	2015	325,77 ^b			
DL (días)	2010	273,64 ^{ac}	89562	5,82	<0,0001***
	2011	264,02 ^{ac}			
	2012	181,14 ^b			
	2013	285,46 ^{ac}			
	2014	311,94 ^{ac}			
	2015	223,80 ^{ab}			
EPP (años)	2007	3,48 ^a	2,4458	6,06	<0,0001***
	2008	2,16 ^b			
	2009	1,85 ^b			
	2010	1,85 ^b			
	2011	1,85 ^b			
	2012	1,85 ^b			
	2013	1,85 ^b			
	2014	1,85 ^b			
PN¹ (kg)	2013	2,55 ^a	4,7930	12,33	<0,0001***
	2014	2,98 ^b			
	2015	2,75 ^c			
PN² (kg)	2013	2,21 ^a	2,9219	7,20	0,0008**
	2014	2,66 ^b			
	2015	2,28 ^{ab}			

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ***p<0,0001, **p<0,001.

Valores con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0,0001, p<0,001).

Con respecto a la PL₂₁₀ se observó un aumento, con 244,46 L en el año 2012 a 389,93 L en el año 2014, y posteriormente una disminución en el 2015 (325,77 L) atribuido a la misma causa que en el carácter producción de leche total. Trabajos realizados en España (Rabasco *et al.*, 1993; Blanco *et al.*, 1999) en condiciones de

alimentación a pastoreo con cuatro estaciones climáticas, el año no afectó a la PL₂₁₀, atribuido en primer lugar a condiciones climáticas uniformes en los años de estudio, es decir, poca variación en el clima entre los años, y en segundo lugar, al número de datos utilizados. Sin embargo, para Mavrogenis *et al.* (1984) en Chipre (Unión Europea) la producción láctea a los 150 días presentó variación significativa de acuerdo al año de parto, en condiciones tanto de pastoreo como de confinamiento lo que muestra que la variación en el comportamiento de la producción láctea corregida a determinados días puede ser atribuible a este factor. Salvador (2013), en Venezuela reportó el año de parto como el principal factor que afectó a la PL₂₁₀ en cabras estabuladas acusando, la variación entre años, al déficit de suplementos alimenticios que impidió a los animales expresar todo su potencial para la producción de leche año tras año.

Para la DL, los años de estudios muestran un comportamiento irregular disminuyendo los tres primeros años para luego aumentar en los dos siguientes años y finalmente disminuir. Este comportamiento se muestra en la Figura 6.

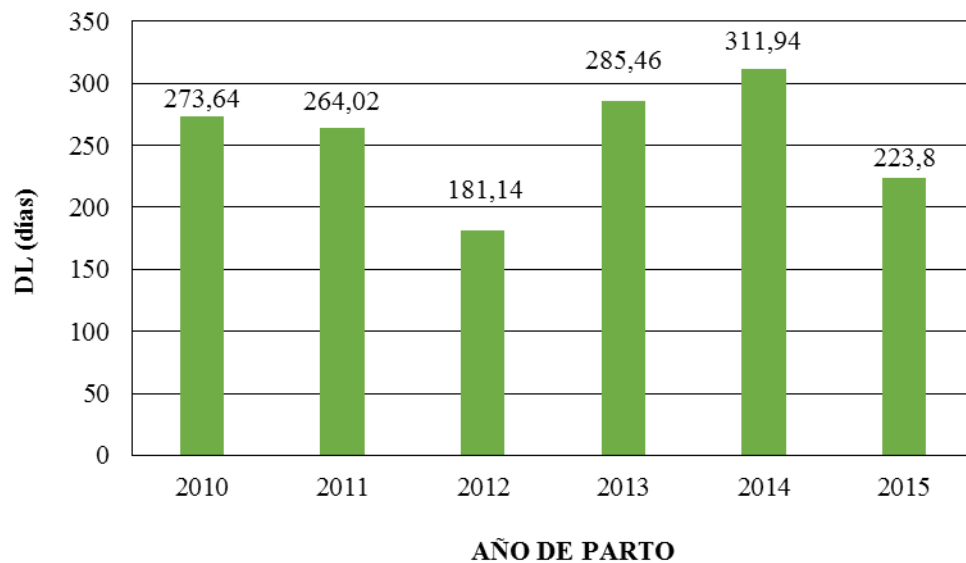


Figura 6. Comportamiento de la duración de la lactancia (DL) en cabras según el año de parto

La disminución de los días en lactancia en el año 2015 es producto de cambios en las metas de la unidad de producción para acortar los días en lactancia y

obtener dos partos al año. En México, en condiciones de estabulación, Valencia *et al.* (2002) señalan un efecto significativo del año reproductivo sobre la duración de la lactancia en cabras de la raza Saanen, con la misma tendencia de aumentar y luego disminuir hasta el último año de estudio. Por otra parte, en un estudio realizado en Venezuela en condiciones de confinamiento con cabras mestizas, el año de parto afectó ($p < 0,05$) a la DL con un comportamiento oscilante a través de los años (Dickson *et al.*, 2001). Los mismos resultados han sido mostrados por Palma (1995) y Bogdanović *et al.* (2010) en sistemas de alimentación a pastoreo.

El comportamiento de la EPP a través de los AN, muestra la tendencia a disminuir, con un valor inicial de 3,48 años en el 2007 y 1,87 años en el 2014 resultando en un comportamiento positivo porque acortar la edad al primer parto aumenta la vida productiva de la hembra. En este sentido, Marai *et al.* (2002) señalan que las condiciones en el Delta del Nilo en Egipto son favorables para la cría de cabras Nubia al manifestar comportamientos positivos en caracteres reproductivos como la EPP, cuyo valor fue disminuyendo en los años de estudio. Singh *et al.* (1970) y Abdalla *et al.* (2015) obtuvieron en la India y en Sudán, respectivamente, resultados similares a los mencionados.

En el PN¹ y PN² se observó el aumento en la media ajustada de peso al nacer de las crías de 2,55 kg en el 2013 a 2,98 kg en el 2014 para PN¹, y de 2,21 kg en el 2013 a 2,66 kg en el 2014 para PN²; posteriormente la disminución en el 2015 (2,75 kg para PN¹ y 2,28 kg para PN²) producto de una menor oferta de alimentos en calidad y en cantidad durante este último año que condicionó la ganancia de peso del feto y en consecuencia la del individuo al nacimiento. Diversas investigaciones señalan al efecto año de nacimiento como influyente en el peso al nacer de las crías caprinas reportando 1,56 kg, 1,66 kg, 1,75 kg, 1,72 kg y 1,74 kg para los años 1993 al 1997 en Brasil (Ribeiro da Silva y Mello de Araujo, 2000) y 2,6 kg, 3 kg, 3 kg, 2,1 kg, 2,7 kg y 3 kg para los años 1994, 1995, 1996, 1998, 1999 y 2000 en México (Meza *et al.*, 2008), explicando, en esta última investigación, que la variación de pesos observada entre años

pueden ser debido a los cambios originados por las prácticas de manejo, sistemas de alimentación y efectos climáticos que se presentan en años particulares.

b. Época de parto o de nacimiento (EP-EN)

Este factor resultó influyente en el comportamiento de los caracteres EPP y PN² como se muestra en el Cuadro 15. En la EPP las cabras que nacieron en la época de sequía (Diciembre-Abril) obtuvieron una edad al primer parto menor que aquellas que nacieron en época de lluvia (Mayo-Noviembre) con 2,07 años *versus* 2,11 años respectivamente. González-Stagnaro (1993), explica que el inicio de la pubertad está afectado por la época de nacimiento, tipo de parto, edad, producción lechera de la madre y nutrición, que a su vez controlan el peso corporal. La deficiente alimentación relacionada con la época atrasa la edad al primer servicio y parto debido al lento crecimiento que, alarga el tiempo para llegar al peso mínimo desencadenante del inicio de la pubertad y del primer servicio fecundo.

Cuadro 15. Medias ajustadas y efecto de la EP o EN sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	Época de parto o de nacimiento		CM	F-Valor	Probabilidad
	Lluviosa	Sequía			
PLT	-	-	-	-	-
PL ₂₁₀	-	-	-	-	-
DL (días)	260,26 ^a	253,08 ^a	1928,72	0,13	0,7236 ^{ns}
EPP (años)	2,11 ^a	2,07 ^b	1,4139	3,50	0,0632*
PN ¹ (kg)	2,78 ^a	2,74 ^a	0,1599	0,41	0,5214 ^{ns}
PN ² (kg)	2,44 ^a	2,32 ^b	1,1547	2,84	0,0922*

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ns= no significativo, *p<0,10, - = no incluido en el modelo.

Valores con letra diferente en la misma fila son estadísticamente diferentes (p<0,10).

De esta misma manera, Morantes *et al.* (2012) en su trabajo realizado en España encontraron que las cabras nacidas en época de invierno tenían una EPP menor a las nacidas en primavera. Igualmente, en Brasil el factor época de nacimiento ha sido señalado como influyente, siendo las cabras nacidas de julio-diciembre las que

tuvieron una EPP menor que las nacidas de enero-junio, producto de un menor número de horas de luz y mayor disponibilidad de forraje (Cândido, 1997).

Con respecto al PN² las crías nacidas en la época de lluvia presentaron una media ajustada de PN mayor que las nacidas en la época de sequía, producto de mejor alimentación para la madre durante la gestación. La influencia del factor época de nacimiento ha sido mencionada por Meza *et al.* (2008) en condiciones de confinamiento en México, con mayores PN en los meses de septiembre-diciembre, promedios superiores a 3 kg, y pesos más bajos en los demás meses.

Por otro lado, un estudio realizado en California con dos sistemas de alimentación: confinamiento y pastoreo, reveló que los animales mantenidos en confinamiento no mostraron diferencias estadísticas significativas en el PN en las épocas de nacimiento Otoño-Invierno y Primavera-Verano pero sí en animales a pastoreo con mayores pesos al nacer en las crías cuyas madres estuvieron en gestación y pastoreando en las estaciones Otoño-Invierno (Pijoan y Chávez, 1994) concordando con Paul *et al.* (2014).

c. Tipo de parto (TP)

Este factor afectó al carácter PN en ambos tipos de análisis como se muestra en el Cuadro 16, siendo los cabritos de partos simples más pesados al nacer, con medias ajustadas de 3,07 kg y 2,44 kg para partos simples y múltiples en PN¹, y 2,66 kg y 2,10 kg para partos simples y múltiples en PN², respectivamente.

En general se observa una superioridad de alrededor de 20% a favor de las crías nacidas de partos simples ocasionada por el espacio disponible en el útero de la madre y mayor disponibilidad de nutrientes en comparación con partos múltiples.

Cuadro 16. Medias ajustadas y efecto del TP sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	TP		CM	F-Valor	Probabilidad
	Simple	Múltiple			
PLT (L)	531,19 ^a	562,15 ^a	38290	0,54	0,4637 ^{ns}
PL₂₁₀ (L)	310,38 ^a	329,97 ^a	10860	0,80	0,3727 ^{ns}
DL (días)	259,27 ^a	254,07 ^a	944,3833	0,06	0,8045 ^{ns}
EPP (años)	-	-	-	-	-
PN¹ (kg)	3,07 ^a	2,44 ^b	37,2980	95,92	<0,0001***
PN² (kg)	2,66 ^a	2,10 ^b	33,6852	82,98	<0,0001***

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ns= no significativo, ***p<0,0001, - = no incluido en el modelo.

Valores con letra diferente en la misma fila son estadísticamente diferentes (p<0,001).

En México, los resultados de una investigación arrojaron que a medida que aumentaba el número de crías al parto el PN de estas disminuía con 3,62 kg, 3,43 kg y 3,04 kg para partos simples, dobles y triples (Castillo-Rodríguez *et al.*, 2013). Resultados similares fueron descritos por Kasap *et al.* (2012) al obtener pesos al nacer para partos simples, dobles y triples de 3,32 kg, 3,25 kg y 3,05 kg, respectivamente. Por otra parte Vallejo *et al.* (1989) determinaron que 31% de los partos fueron simples, 60% dobles y 9% triples, con valores según el tipo de parto de 3,3 kg, 3 kg y 2,8 kg para partos simples, dobles, y triples, respectivamente. Otros estudios también han señalado que el tipo de parto afecta significativamente el PN de crías caprinas (Ribeiro da Silva y Mello de Araujo, 2000; Činkulov *et al.*, 2009; Ince, 2010).

El porcentaje del tipo de parto en la presente investigación fue de 36 % para partos simples y 64 % para partos múltiples. Este factor ambiental no fue significativo para los demás caracteres en esta investigación. Posiblemente, la ausencia de estímulo del cabrito al ser criados artificialmente jugó un papel importante en los resultados para la PLT y PL₂₁₀.

d. Número de parto (NP)

El comportamiento de la PLT, PL₂₁₀ y DL fueron significativamente afectados por el número de parto de la cabra, resumiéndose los resultados en el Cuadro 17. Se observó que para los tres caracteres sus valores aumentaron hasta el 2do parto y que a partir de ahí y hasta ≥ 4 partos los valores fueron descendiendo como se muestra en la Figura 7.

Cuadro 17. Medias ajustadas y efecto del NP sobre la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	NP	Medias ajustadas	CM	F-Valor	Probabilidad
PLT (L)	1	569,29 ^a	257552	3,63	0,0142**
	2	631,39 ^a			
	3	569,50 ^a			
	≥ 4	416,50 ^b			
PL ₂₁₀ (L)	1	313,41 ^a	47189	3,47	0,0174**
	2	352,14 ^a			
	3	347,64 ^a			
	≥ 4	267,50 ^b			
DL (días)	1	249,12 ^{ac}	35018	2,28	0,0802*
	2	288,69 ^b			
	3	229,56 ^{ac}			
	≥ 4	259,31 ^{abc}			
EPP (años)	-	-	-	-	-
PN ¹ (kg)	1	2,71 ^a	0,5314	1,37	0,2517 ^{ns}
	2	2,84 ^a			
	3	2,70 ^a			
	≥ 4	2,80 ^a			
PN ² (kg)	1	2,26 ^a	0,2784	0,69	0,5609 ^{ns}
	2	2,42 ^a			
	3	2,42 ^a			
	≥ 4	2,42 ^a			

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, CM= cuadrado medio, ns= no significativo, **p<0,05, *p<0,10, - = no incluido en el modelo.

Valores con letra diferente en la misma columna son estadísticamente diferentes (p<0,05, p<0,10).

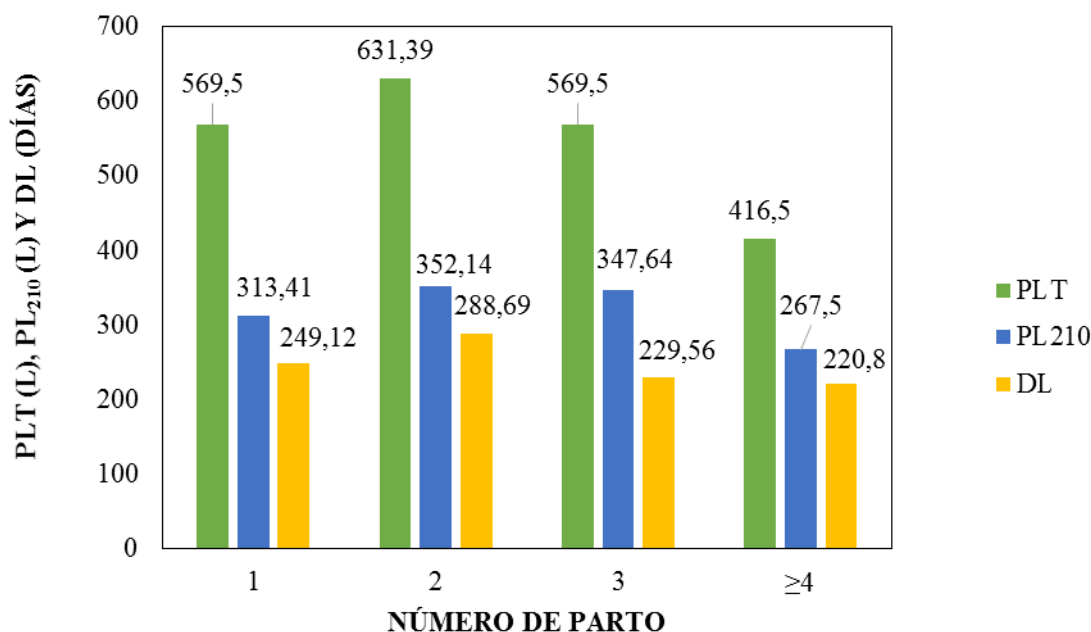


Figura 7. Comportamiento de la PLT, PL₂₁₀ y DL según el factor número de parto en cabras lecheras

Resultados similares en la PLT han sido reportados por Browning *et al.* (1995) en una población de cabras Alpinas en Estados Unidos con producciones lácteas que aumentan hasta el 2do parto y luego fueron disminuyendo hasta el 7mo. Por otro lado, Vélez (1991) observó el aumento en el promedio de producción de leche hasta el 3er parto y luego el descenso hasta el 7mo parto. Otras investigaciones han señalado el aumento progresivo de la PLT desde el 2do parto hasta ≥ 4 partos en diferentes razas y grupos raciales de cabras (Mourad, 1992; García *et al.*, 1996; Crepaldi *et al.*, 1999; Carnicella *et al.*, 2008; Ahuya *et al.*, 2009; Delfino *et al.*, 2011).

Para la PL₂₁₀, Paz *et al.* (2007) reportaron influencia del número de lactancia sobre la producción de leche a 210 días mostrando que las cabras de primera lactancia alcanzan una media productiva significativamente menor a las de segunda a séptima lactancia y que el declive se produce a partir de los 50 meses de edad. En este sentido, Subires *et al.* (1989) encontraron un aumento en este carácter hasta el 3er parto y luego un descenso, explicando que específicamente en las razas caprinas lecheras se ha

descrito que la mayor capacidad productiva se alcanza en la 3er lactancia para luego disminuir progresivamente. Los mismos investigadores explican que la edad significa un envejecimiento progresivo de los tejidos y por ende la disminución equivalente de su capacidad de regeneración celular y de ritmo metabólico, tendiendo a disminuir la formación de nuevos alveolos funcionales en lactancias sucesivas a partir de una determinada lactancia, toda vez que se haya alcanzado la máxima producción. Las menores producciones lácteas en las primeras lactancias son justificadas por el propio desarrollo corporal de las cabras en esta fase, más allá del sistema mamario, que incrementa su capacidad productiva, progresivamente, en las sucesivas lactancias. Para Rabasco *et al.* (1993) y Blanco *et al.* (1999) el factor NP también resultó estadísticamente influyente en la PL₂₁₀.

Por otro lado para la DL, Valencia *et al.* (2002) obtuvieron resultados similares a los del presente estudio en cabras Saanen, concordando con Crepaldi *et al.* (1999) en cabras Alpinas. Para otro estudio realizado en Venezuela en cabras Nubia y Alpina los resultados fueron diferentes, aumentando los días en lactancia con el aumento en el número de parto hasta 5 o más partos (Dickson *et al.*, 1999).

e. Sexo de la cría (S)

El factor ambiental sexo sólo fue estudiado en el PN¹, es decir, con registros de cada animal, ya que al cambiar los registros a promedio (PN²) había hermanos de diferente sexo. Resultó estadísticamente significativo como se muestra en el Cuadro 18 con medias ajustadas de $2,57 \pm 0,08$ kg y $2,95 \pm 0,09$ kg para hembras y machos respectivamente, representando un 15% de superioridad en el PN a favor de los machos. En este sentido, Činkulov *et al.* (2009) en India obtuvieron resultados similares a los del presente estudio en condiciones de confinamiento coincidiendo con Rashidi *et al.* (2008) en un sistema semiestabulado, obteniendo un 8,5% de superioridad a favor de los machos. Otras investigaciones hechas en diferentes regiones del mundo señalan al sexo de la cría como influyente en el comportamiento del PN en cabras: Trinidad y Tobago (Harricharan *et al.*, 1987), Kenia (Ahuya *et al.*, 2009), Croacia (Đuričić *et al.*,

2012), Iran (Mohammadi *et al.* 2012) y México (Castillo-Rodríguez *et al.*, 2013), sin embargo para Meza *et al.* (2008) este factor no resulto estadísticamente significativo.

Cuadro 18. Medias ajustadas y efecto del S sobre el Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	Sexo		CM	F-Valor	Probabilidad
	Hembra	Macho			
PN ¹ (kg)	2,57 ^a	2,95 ^b	13,2773	34,14	<0,0001***

PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, CM= cuadrado medio, ***p<0,0001.

Valores con letra diferente en la misma fila son estadísticamente diferentes (p<0,0001)

3. Interacciones significativas

a. Producción de leche total (PLT)

Para este carácter las interacciones que influyeron significativamente en su comportamiento se describen en el Cuadro 19. La interacción AP*NP mostró un comportamiento irregular los dos primeros años de estudio, quizás debido a la introducción de animales provenientes de otras poblaciones al rebaño o al número reducido de datos, mientras que los dos últimos años la tendencia es similar a la encontrada para la variable NP, con los mayores valores productivos entre la segunda y tercera lactancia. En la Figura 8 se muestra la dinámica de esta interacción sobre la PLT en esta población de cabras lecheras. De manera similar, en México (Valencia *et al.*, 2002), un rebaño de cabras Saanen estabulado mostró resultados similares pero más uniformes con la interacción año*edad, estando los mejores promedios de PLT a la edad de 25-36 meses, quedando entendido que mediante esta interacción se puede comprobar en cual número de lactancia se obtienen los mejores promedios para este carácter, siempre y cuando las condiciones a través de los años no sean tan variantes.

Cuadro 19. Interacciones estadísticas significativas para la PLT en cabras lecheras

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
AP*NP	186225	2,62	0,0072**
TP*NP	317253	4,47	0,0048**

CM= cuadrado medio, **p<0,05.

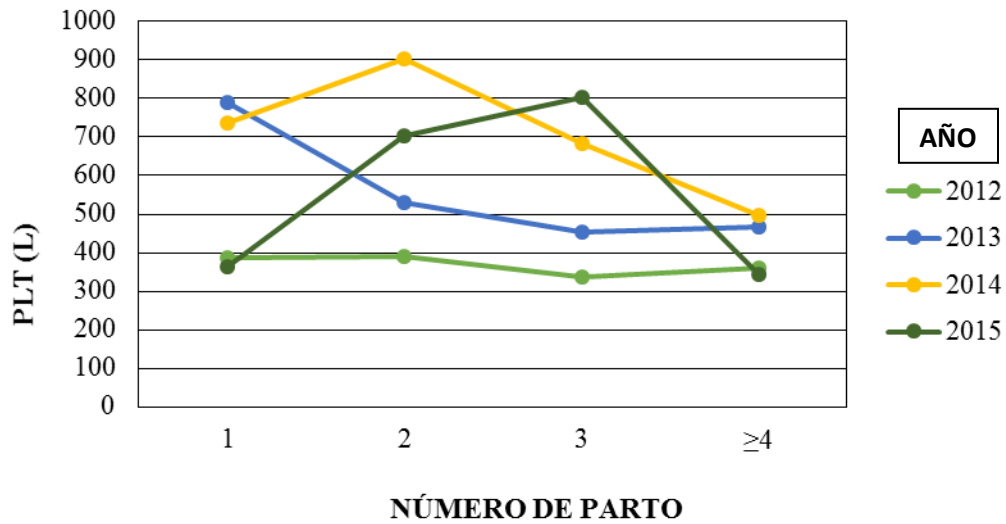


Figura 8. Comportamiento de la PLT según la interacción AP*NP en cabras lecheras

Con respecto a la interacción TP*NP se denotan mayores producciones lácteas para los partos múltiples en el primer parto, mientras que para los partos simples las mayores producciones están en los partos intermedios es decir, 2do y 3er parto, como se muestra en la Figura 9. De cualquier manera, la PLT va disminuyendo a partir del 2do parto tanto para partos simples como para los múltiples pero no en igual magnitud, de allí que esta interacción sea significativa ($p < 0,05$).

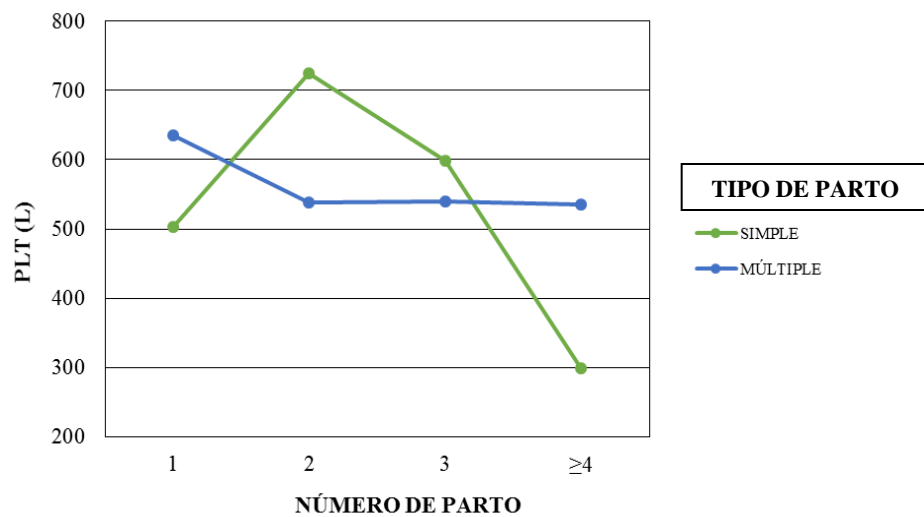


Figura 9. Comportamiento de la PLT según la interacción TP*NP en cabras lecheras

b. Producción de leche corregida a 210 d (PL₂₁₀)

Las interacciones que resultaron estadísticamente significativas sobre este carácter se describen en el Cuadro 20. En primer lugar la interacción genotipo*ambiente (GR*TP) mostró que el grupo racial Alpina presenta las mejores medias ajustadas para el carácter en cualquier tipo de parto con un 56% de superioridad para partos simples y un 20% para partos múltiples, en donde se observó una diferencia en la dirección de la respuesta como se puede observar en la Figura 10. Las referencias encontradas de interacciones de factores ambientales sobre caracteres productivos en cabras lecheras son muy escasas.

Cuadro 20. Interacciones estadísticas significativas para la PL₂₁₀ en cabras lecheras

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
GR*TP	43732	3,22	0,0746*
AP*NP	46761	3,44	0,0006**
TP*NP	78528	5,78	0,0009**

CM= cuadrado medio, **p<0,05, *p<0,001.

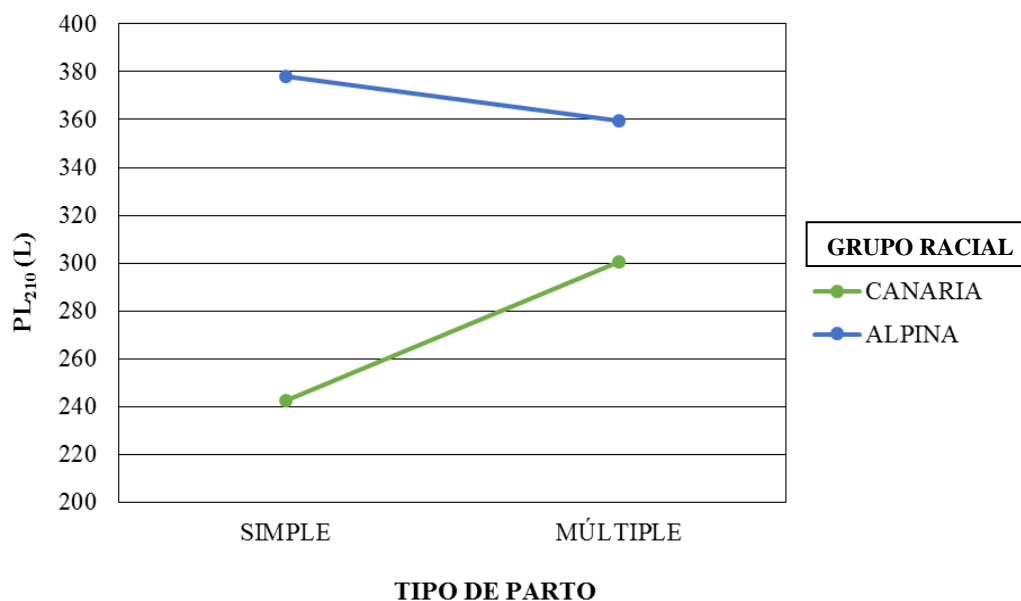


Figura 10. Comportamiento de la PL₂₁₀ según la interacción GR*TP en cabras lecheras.

En segundo lugar, la interacción AP*NP mostró un comportamiento similar al obtenido en el carácter PLT. El comportamiento de esta interacción se puede visualizar en la Figura 11.

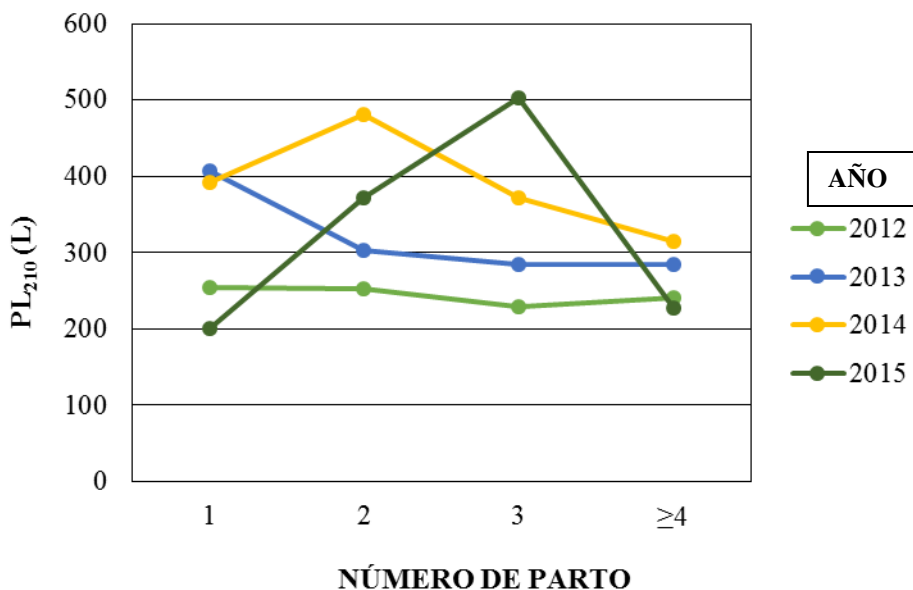


Figura 11. Comportamiento de la PL₂₁₀ según la interacción AP*NP en cabras lecheras.

Por otra parte, la interacción TP*NP muestra que las cabras de parto simple alcanzaron mayores PL₂₁₀ en el 2do y 3er parto con relación a las que tuvieron un parto múltiple, siendo estas últimas superiores a las primeras en el 1er y últimos partos, pero en general hay un comportamiento errático visible en la Figura 12.

En este sentido, Subires *et al.* (1988) en Málaga encontraron resultados similares, explicando que el efecto positivo del número de crías queda demostrado cuando se analiza la información en función del tipo de parto para la misma lactancia, siendo importante señalar que el mejor momento para la respuesta diferencial entre partos se logra a la altura de la segunda lactancia; desde allí en adelante la respuesta productiva de la glándula no corresponde al mayor estímulo en forma constante sino más bien erráticamente, lo que puede interpretarse como evidencia de características individuales más que de masa seleccionada, concluyendo que la respuesta de la glándula ma-

maria a los estímulos tróficos hormonales crecientes se evidencia sólo en las primeras lactancias y luego inicia una actividad poco homogénea.

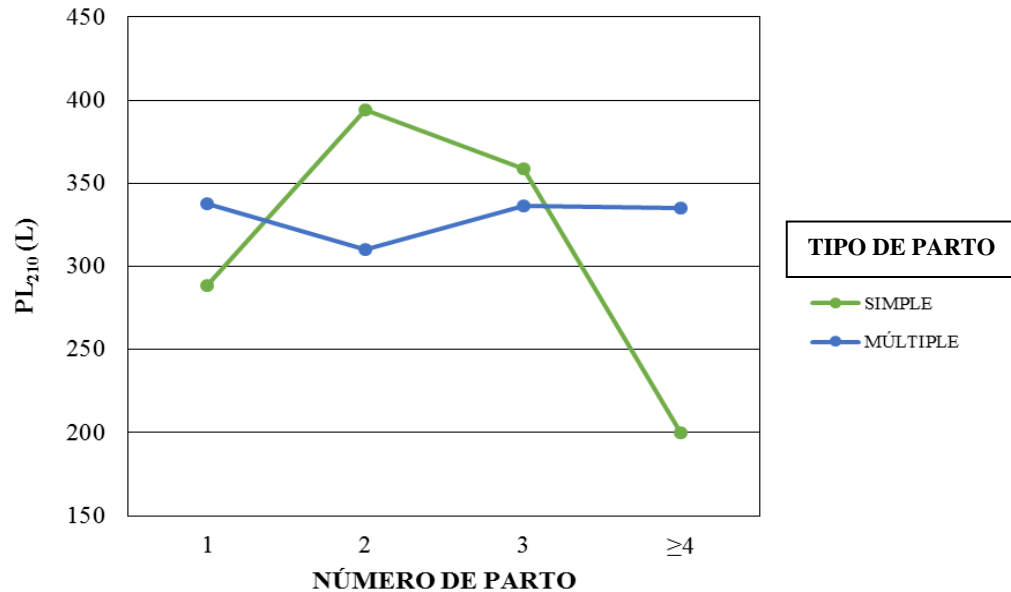


Figura 12. Comportamiento de la PL₂₁₀ según la interacción TP*NP en cabras lecheras

c. Duración de la lactancia (DL)

En el caso del carácter duración de la lactancia la única interacción que resultó estadísticamente significativa fue el AP*EP como se describe en el Cuadro 21 y visualiza en la Figura 13. Existe una lactancia más prolongada en cabras que parieron en la época de lluvia, es decir, Mayo-Noviembre, para los años 2010, 2011, 2012 y 2014, mientras que los años 2013 y 2015 fueron opuestos en su comportamiento al mostrar lactancias más largas las cabras paridas en época de sequía en donde es posible que durante estos años hubieron problemas alimenticios dentro de épocas en comparación con los demás.

Cuadro 21. Interacciones estadísticas significativas para la DL en cabras lecheras

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
GR*TP	37560	2,44	0,1194 ^{ns}
AP*EP	30054	1,95	0,0859*
AP*NP	22790	1,48	0,1117 ^{ns}

CM= cuadrado medio, ns= no significativo, *p<0,10.

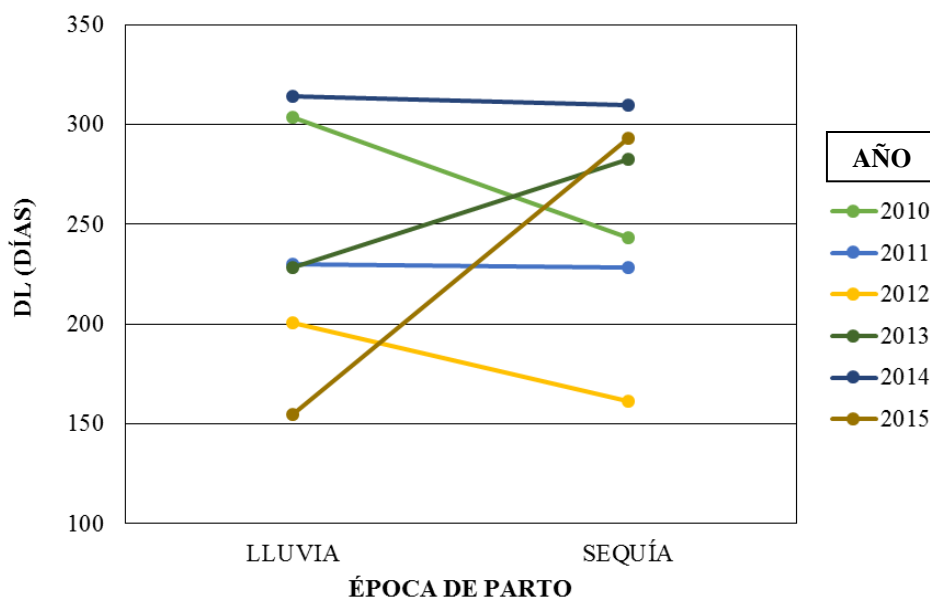


Figura 13. Comportamiento de la DL según la interacción AP*EP en cabras lecheras.

Se han reportado diferencias de hasta 79 días para la duración de la lactancia según el año y la época de parto (Valencia *et al.*, 2002) con comportamientos bastante heterogéneos atribuidos a la interacción entre algunas características climatológicas (temperatura, humedad y precipitación), a la disponibilidad de alimentos y al manejo que recibieron los animales concordando con Ahuya *et al.* (2009); sin embargo, para Dickson *et al.* (1999) dicha interacción no tuvo significancia estadística.

d. Edad al primer parto (EPP)

Para el carácter edad al primer parto, las interacciones que resultaron estadísticamente significativas se describen en el Cuadro 22. Con la primera interacción GR*AN se observaron fluctuaciones de ambos grupos raciales a través de los años

pero en general las cabras Alpinas obtuvieron la mejor media (en este caso el menor valor) de EPP en años, excepto, en el año 2012, lo que determina que este grupo racial no solo se comporta mejor que el GR Canaria en caracteres productivos sino también en un carácter reproductivo como este. El comportamiento de la EPP con respecto a esta interacción se puede observar en la Figura 14.

Cuadro 22. Interacciones estadísticas significativas para la EPP en cabras lecheras

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
GR*AN	0,7206	1,78	0,0940*
AN*EN	2,3171	5,74	<0,0001***

CM= cuadrado medio, ***p<0,001, *p<0,10.

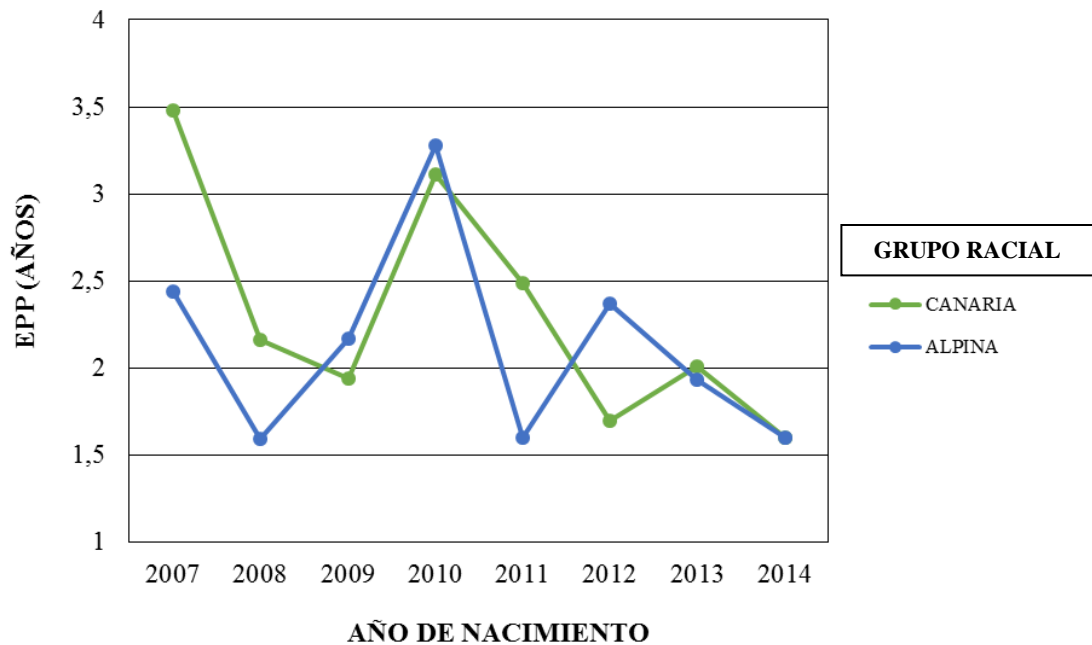


Figura 14. Comportamiento de la EPP según la interacción GR*AN en cabras lecheras

Por otro lado, en la interacción AN*EN (Figura 15) se observan fluctuaciones entre las épocas a través de los años que no siguen un patrón fijo, por cuanto definir cuál época de nacimiento ha sido la que mejor originó la menor EPP es arriesgado. En este sentido, un trabajo que reporta esta interacción como significativa

sobre este carácter medido en días no concluye con relación al comportamiento de dicha interacción (Ahuya *et al.*, 2009).

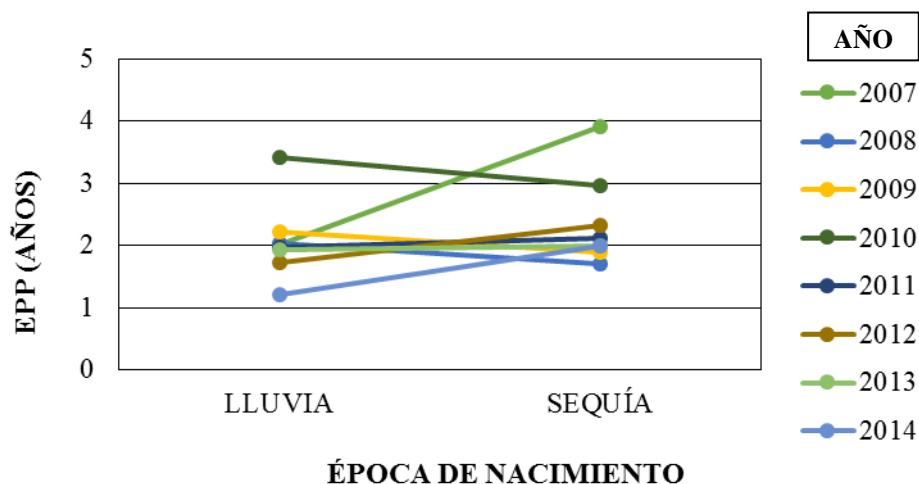


Figura 15. Comportamiento de la EPP según la interacción AN*EN en cabras lecheras.

e. Peso al nacer (PN¹ y PN²)

Las interacciones que resultaron significativas para este carácter en sus dos formas de análisis se describen en los Cuadros 23 y 24. La interacción genotipo*ambiente (GR*S) muestra diferencias estadísticas significativas en el PN¹ de crías hembras, con 19,5% de superioridad por parte del grupo racial Alpina como se muestra en la Figura 16, mientras que para los machos este carácter se comporta de forma similar. Esta información es de suma importancia tomando en cuenta que el peso al nacer tiene una fuerte relación con el comportamiento reproductivo de los animales tal cual lo mencionan Muro *et al.* (2010) en cabras criollas en Argentina, explicando que la actividad reproductiva está relacionada con el peso al nacimiento de las futuras madres y su evolución de peso, en donde las cabritas más pesadas al nacimiento son las que paren más precozmente, no afectándose el peso de las crías al nacimiento ni la prolificidad en el 2do parto.

Cuadro 23. Interacciones estadísticas significativas para el PN¹ en cabras lecheras

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
GR*S	1,4537	3,74	0,0535*
AN*EN	1,7860	4,59	0,0104**
AN*TP	3,9136	10,06	<0,0001***
AN*NP	2,0058	5,16	<0,0001***
EN*TP	2,1262	5,47	0,0196**
TP*NP	1,2596	3,24	0,0216**
TP*S	1,5437	3,97	0,0467**

CM= cuadrado medio, ***p<0,0001, **p<0,05, *p<0,10.

Cuadro 24. Interacciones estadísticas significativas para el PN² en cabras lecheras.

Interacción	CM	F-Valor	Probabilidad
GR*EN	2,7671	6,82	0,0093**
AN*EN	1,0319	2,54	0,0796*
AN*TP	2,6649	6,56	0,0015**
AN*NP	1,9109	4,71	0,0001***

CM= cuadrado medio, ***p<0,0001, **p<0,05, *p<0,10.

Por otro lado, la otra interacción que incluye al GR y que afectó al PN² es GR*EN que se muestra en la Figura 17. Aquí se observó que cabritos del GR Alpina se comportaron similarmente sin importar la época de nacimiento, mientras que cabritos del GR Canaria y nacidos en la época de lluvia pesaron más al nacer que aquellos nacidos en época de sequía.

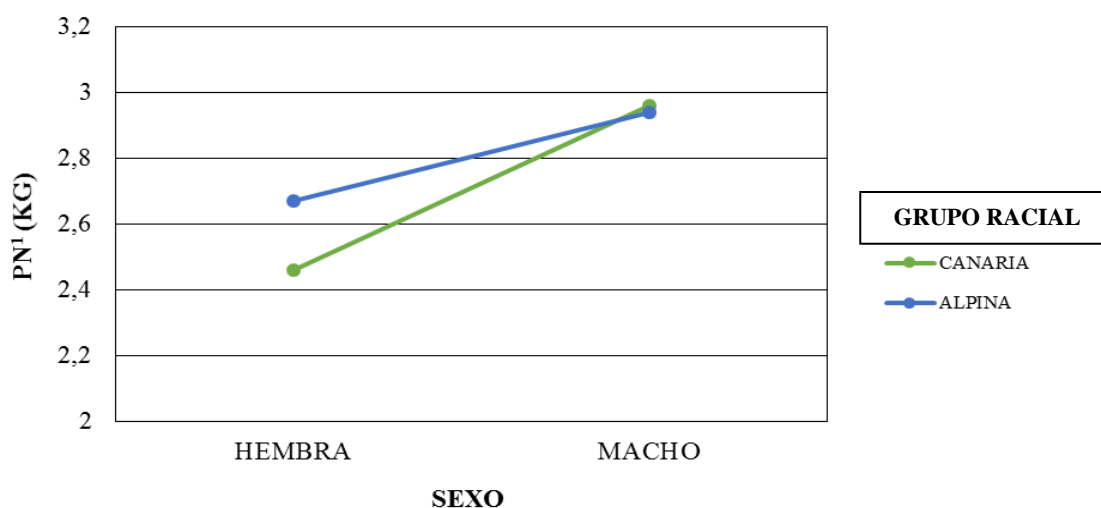


Figura 16. Comportamiento del PN¹ según la interacción GR*S en cabras lecheras

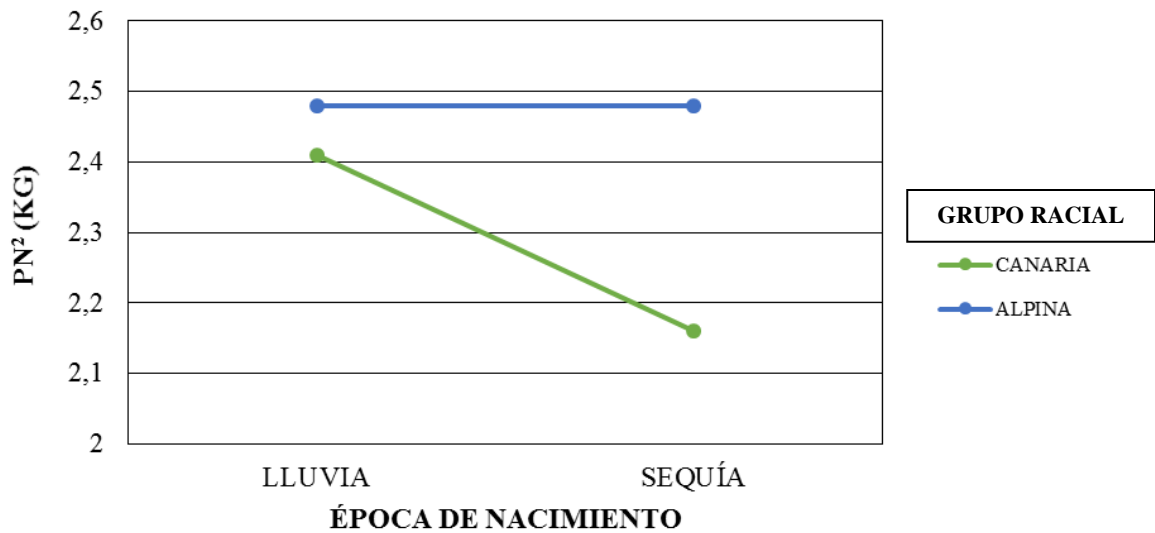


Figura 17. Comportamiento del PN^2 según la interacción GR*EN en cabras lecheras

Para la interacción AN*EN de forma general hay un comportamiento heterogéneo para PN^1 y PN^2 , interpretando años en donde la época de lluvia permitió obtener cabritos (as) más pesados al nacer y años en donde el escenario era contrario. Esto es debido a problemas de alimentación mantenidos durante los años que permite apreciar lo importante del efecto de la nutrición en el carácter peso al nacer. Para cabras Toggenburg en Kenia la interacción también fue reportada como significativa (Ahuya *et al.*, 2009).

En el caso de AN*TP se observó que en general las crías nacidas de partos simples pesan más al nacer que las de partos múltiples, demostrado a través de los años de estudio. En este caso hay diferencias de hasta 0,90 kg para PN^1 y 1,1 kg para PN^2 . En las Figuras 18 y 19 se muestra el comportamiento de esta interacción.

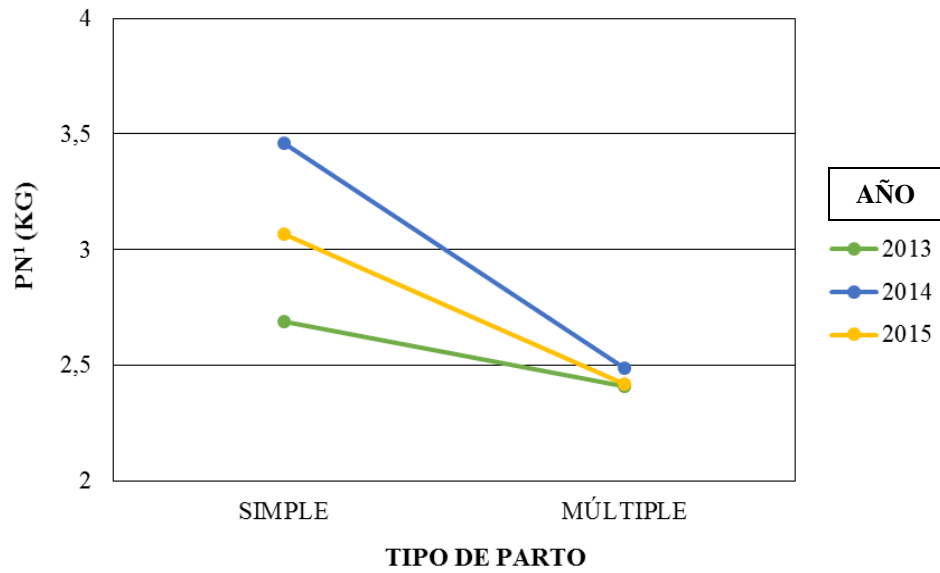


Figura 18. Comportamiento del PN^1 según la interacción AN*TP en cabras lecheras

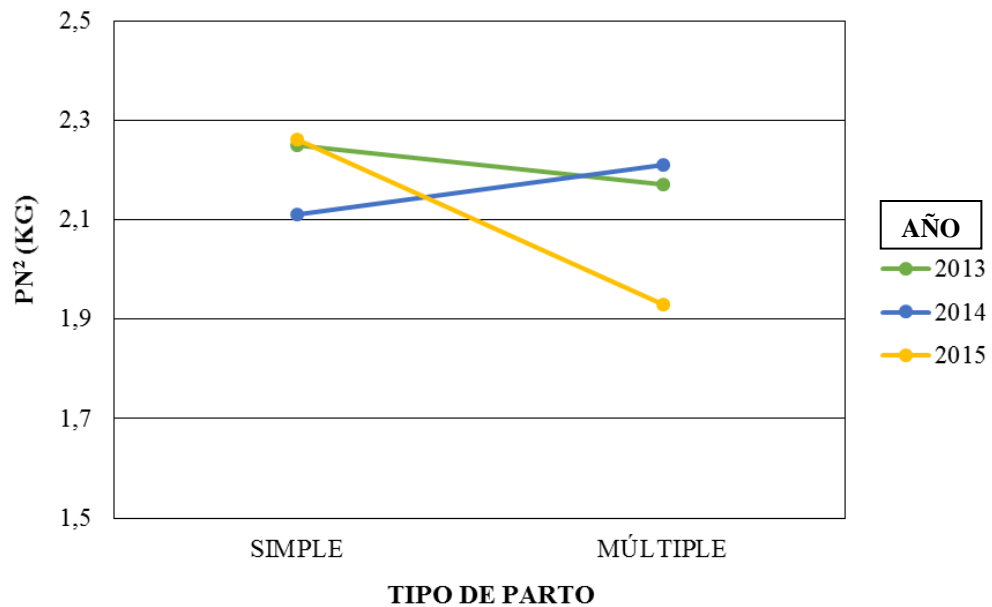


Figura 19. Comportamiento del PN^2 según la interacción AN*TP en cabras lecheras

Por otro lado, la interacción AN*NP describe la tendencia a través de los años de aumentar el peso al nacer del 1^{er} al 2^{do} parto y mantenerlo hasta ≥ 4 partos. La significancia del número de parto es explicada porque las hembras que han gestado

repetidas veces poseen mayor capacidad uterina, lo que pudiera justificar el mayor peso al nacimiento de los cabritos en partos sucesivos (Morand-Fher, 2005; Martínez, 2011).

Para PN^1 resultaron estadísticamente significativas tres interacciones más. En la interacción $EN*TP$ se encontró que las crías más pesadas al nacer fueron las nacidas en la época de sequía para partos simples y en la época de lluvia para partos múltiples, con una diferencia de 0,09 kg entre épocas para los partos simples y 0,16 kg para los múltiples.

Por otro lado, la interacción $TP*NP$ mostró que las crías de partos simples y de 2^{do} parto presentaron la media ajustada de PN más alta con $3,29 \pm 0,13$ kg y la tendencia a aumentar el valor del carácter hasta el 2^{do} parto para luego descender, como se muestra en la Figura 20. Finalmente en la interacción $TP*S$ aún cuando muestra diferencias entre machos y hembras, se encontró una diferencia mayor en machos y a favor de partos simples. Este comportamiento se muestra en la Figura 21.

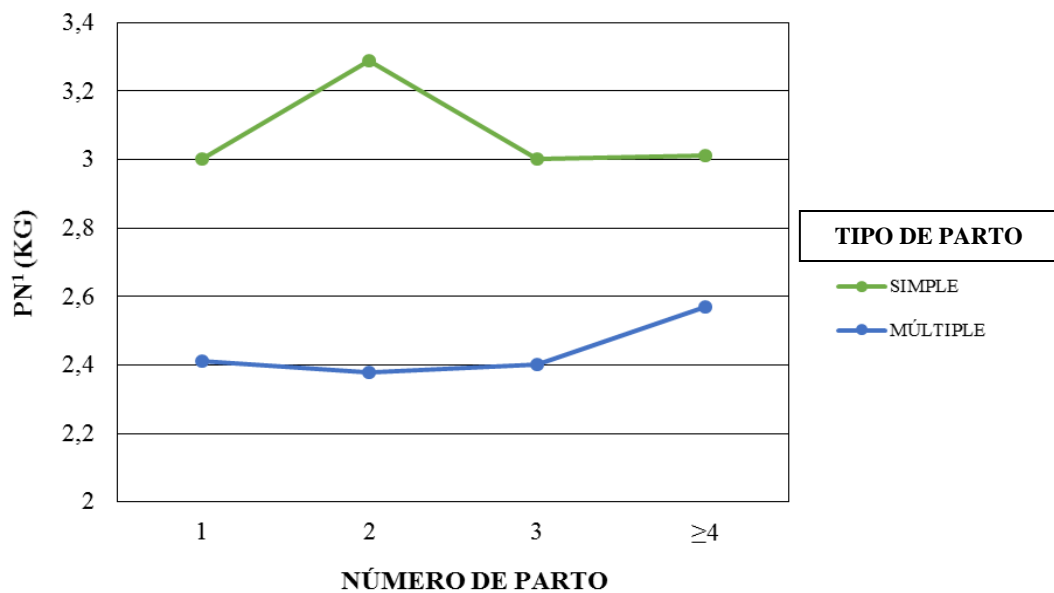


Figura 20. Comportamiento del PN^1 según la interacción $TP*NP$ en cabras lecheras

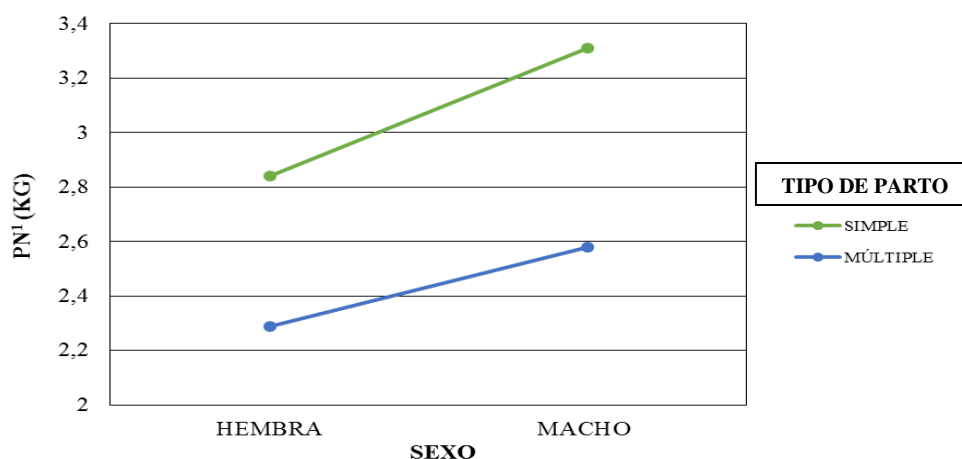


Figura 21. Comportamiento del PN¹ según la interacción TP*S en cabras lecheras

B. VARIANZAS, COVARIANZAS E ÍNDICES DE HERENCIA

Las varianzas (σ^2), covarianzas (σ_{ij}) e índices de herencia (h^2) estimados para cada uno de los caracteres se muestran en los Cuadros 25 y 26.

Cuadro 25. Estimados de componentes de varianza y covarianza obtenidos para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	Componente de varianza y covarianza				
	σ^2f	σ^2d	σ^2m	σ^2e	σdm
PLT	102153,73	68272,31	--	33881,41	--
PL ₂₁₀	19978,19	11690,22	--	8287,97	--
DL	17436,90	4613,3180	--	12823,58	---
EPP	0,5689	0,31052	--	0,25842	---
PN ^{1A}	0,5036	0,4547	--	0,0489	--
PN ^{1B}	0,4587	0,1679	0,3517	0,1325	-0,1935
PN ^{2A}	0,4619	0,1821	--	0,2799	--
PN ^{2B}	0,4603	0,1684	0,1081	0,2605	-0,0767

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN^{1A}= registro de peso al nacer de cada animal y un modelo con solo el efecto genético aditivo directo, PN^{1B}= registro de peso al nacer de cada animal y un modelo con efecto genético aditivo directo + efecto genético aditivo materno, PN^{2A}= registro de peso al nacer en \bar{X} cuando eran 2 o más crías y un modelo con efecto genético aditivo directo, PN^{2B}= registro de peso al nacer en \bar{X} cuando eran 2 o más crías y un modelo con efecto genético aditivo directo + efecto genético aditivo materno, σ^2f =varianza fenotípica, σ^2d = varianza genética aditiva directa, σ^2m = varianza genética aditiva materna, σ^2e = varianza residual, σdm = covarianza entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos.

Para casi todos los caracteres estudiados la varianza genética aditiva directa fue mayor que la varianza de residual lo cual quiere decir que gran parte de la varianza de los caracteres se debe a efectos genéticos aditivos directos, exceptuando a la DL y PN².

En cuanto al PN, tal como se ha mencionado, se trabajaron dos análisis puesto que al realizar los análisis con los registros de los pesos al nacer de cada animal (PN¹) la varianza genética aditiva daba un valor muy alto y como consecuencia un h² bastante elevado, sólo disminuyendo al incluir en el análisis el efecto genético materno.

Al analizar el PN², se obtuvo una varianza genética aditiva mucho menor a las de PN¹ y al incluir en el análisis el efecto genético materno disminuyó un poco más, con sus posteriores variaciones en el índice de herencia como se detalla en el Cuadro 26. Lo trascendental de esta situación es que los cálculos o estimaciones de parámetros genéticos en caprinos son diferentes al de otras especies de interés zootécnico como por ejemplo el vacuno, en el sentido de que la cabra es una especie prolífica (varias crías al parto) y en los registros de peso al nacer habrá hermanos completos con todos los demás factores iguales.

Cuadro 26. Estimados de índice de herencia (h²) obtenidos para Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	Índice de herencia (h ²)			Correlación d/m ± E.E.
	h ² d ± E.E.	h ² m ± E.E.	h ² t	
PLT	0,67 ± 0,038	--	--	--
PL210	0,59 ± 0,100	--	--	--
DL	0,26 ± 0,105	--	--	--
EPP	0,55 ± 0,206	--	--	--
PN ^{1A}	0,90 ± 0,089	--	--	--
PN ^{1B}	0,37 ± 0,145	0,77 ± 0,188	0,12	-0,80 ± 0,238
PN ^{2A}	0,39 ± 0,141	--	--	--
PN ^{2B}	0,37 ± 0,168	0,23 ± 0,289	0,23	-0,57 ± 0,583

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN^{1A}= registro de peso al nacer de cada animal y un modelo con solo el efecto genético aditivo directo, PN^{1B}= registro de peso al nacer de cada animal y un modelo con efecto genético aditivo directo + efecto genético aditivo materno, PN^{2A}= registro de peso al nacer en \bar{X} cuando eran 2 o más crías y un modelo con efecto genético aditivo directo, PN^{2B}= registro de peso al nacer en \bar{X} cuando eran 2 o más crías y un modelo con efecto genético aditivo directo + efecto genético aditivo materno, h²d= índice de herencia directo, h²m= índice de herencia materno, h²t= índice de herencia total, E.E.= error estándar, d/m= correlación entre los efectos genéticos aditivos directos y efectos genéticos maternos.

En este sentido, investigadores han realizado sus estudios de estimación de parámetros genéticos sobre la base de pesos al nacer con registros individuales (Rashidi *et al.*, 2008; Faruque *et al.*, 2010; Alade *et al.*, 2010; Kasap *et al.*, 2012) mientras que también se han hecho con las sumas de los pesos al nacer siendo denominado el carácter como peso de la camada (Kasap *et al.*, 2012; Mia *et al.*, 2013). Literatura sobre estimaciones de parámetros genéticos calculados sobre la base de promedios de los pesos al nacer en cabras no fue conseguida por el autor.

Como se describe en el Cuadro anterior, el h^2 para PLT es bastante elevado, sin embargo su error estándar no lo es, lo cual quiere decir que este valor no se aleja demasiado de la media poblacional para este parámetro genético. En general, la mayoría de los índices de herencia reportados para la producción de leche total en cabras son menores al obtenido, 0,29 para Alpina y 0,31 para Saanen en Francia (Boichard *et al.*, 1989), $0,26 \pm 0,05$ para un rebaño de cabras 85% Saanen en México (Valencia y Montaldo, 2006), $0,22 \pm 0,07$ para cabras Saanen en México (Valencia *et al.*, 2007), $0,36 \pm 0,03$ para cabras Alpinas, $0,35 \pm 0,04$ para Nubia, $0,41 \pm 0,05$ para Toggenburg en Estados Unidos (Montaldo *et al.*, 2007), y otros más cercanos al obtenido como: $0,48 \pm 0,03$ para La Mancha, $0,44 \pm 0,02$ para Nubia, $0,61 \pm 0,03$ para la Oberhasli y $0,47 \pm 0,02$ para la Toggenburg en Estados Unidos (García-Peniche *et al.*, 2012).

Para el carácter PL₂₁₀ se obtuvo un h^2 un poco más bajo que el carácter anterior y con un error estándar mucho más alto, siendo reportado para este carácter índices de herencia de $0,24 \pm 0,24$ para cabras Veratas en España (Rabasco *et al.*, 1993) y $0,22$ para la raza Papoya en Córdoba (Menéndez-Buxadera *et al.*, 2008).

En cuanto al índice de herencia para la DL, a pesar de su elevado error estándar, está cercano a los obtenidos en otras investigaciones: $0,20$ para cabras mestizas en Brasil (Pimenta *et al.* 2004) y $0,34 \pm 0,17$ en cabras Saanen en Sudan (Ishag *et al.*, 2011), reportando uno mucho menor para cabras Saanen en México de $0,04 \pm 0,03$ (Valencia *et al.*, 2007).

Para la EPP se obtuvo un h^2 elevado de 0,55 con un error estándar de igual comportamiento (0,21), no obstante la literatura señala valores elevados para este parámetro en este carácter: $0,54 \pm 0,12$ con 1236 observaciones (Singh *et al.*, 1970), 0,31 en cabras mestizas en México (Escareño, 2010), $0,22 \pm 0,02$ para la raza Alpina, $0,61 \pm 0,14$ para Oberhasli, $0,32 \pm 0,05$ para la Toggenburg en Estados Unidos (García-Peniche *et al.*, 2012).

Por último, para el carácter PN^1 se estimaron índices de herencia de mayor valor cuando solo se incluyó en el modelo el efecto genético aditivo directo ($h^2 = 0,90$); en este punto Rashidi *et al.* (2008), expresan que ignorar los efectos genéticos aditivos maternos y los efectos ambientales permanentes conduce a una excesiva heredabilidad directa, obteniendo un h^2 de $0,35 \pm 0,04$ cuando solo estaba en el modelo (tipo 1) el efecto genético directo y un h^2 de 0,23 cuando se le añadía al modelo (tipo 2) el efecto genético materno. Similares resultados fueron publicados por Zhang *et al.* (2008) con $0,39 \pm 0,06$ para el modelo tipo 1 y 0,15 para un modelo tipo 2, por Gholizadeh *et al.* (2010) con h^2 de 0,32 para el primer modelo y 0,18 para el segundo. En las dos primeras investigaciones las covarianzas fueron negativas con -0,004 y -0,10 respectivamente, reportando para la última investigación una covarianza de 0,0004. Esta covarianza entre los efectos genéticos aditivos directos y maternos pudiera estar indicando un papel importante de la capacidad uterina de la madre sobre el desarrollo fetal de su cría.

Estos resultados poseen mayor similitud a análisis con PN^2 al no ser tan marcado el cambio de valor en el h^2 ; sin embargo, las investigaciones anteriores a la presente han trabajado sobre registros de peso individual lo que permite pensar que la poca disponibilidad de datos podría estar afectando, pero que, también, el PN^2 es otra alternativa para analizar pesos al nacer de cabras.

C. TENDENCIAS FENOTÍPICAS, GENÉTICAS Y AMBIENTALES

Se estimaron tres tendencias por carácter que se describen en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Tendencias fenotípicas, genéticas y ambientales para la Producción de leche total, Producción de leche corregida a 210 días, Duración de la lactancia, Edad al primer parto y Peso al nacer en cabras lecheras

Carácter	Fenotípica	Genética	Ambiental
PLT (L/año)	45,71 ^{ns}	-10,85 ^{ns}	56,56
PL210 (L/año)	19,66 ^{ns}	3,57 ^{ns}	16,09
DL (días/año)	-1,70 ^{ns}	2,38 ^{ns}	-4,08
EPP (año/año)	-0,12 ^{ns}	-0,0005 ^{ns}	-0,12
PN¹ (kg/año)	0,06 ^{ns}	-0,03**	0,09
PN² (kg/año)	0,05 ^{ns}	-0,04**	0,09

PLT= producción de leche total, PL₂₁₀= producción de leche corregida a 210 días, DL= duración de la lactancia, EPP= edad al primer parto, PN¹= registros de peso al nacer de cada animal, PN²= \bar{X} de peso al nacer cuando eran 2 o más crías, ns= no significativo, **p<0,05.

1. PLT

La tendencia fenotípica obtenida muestra que existió un aumento en la producción de leche total de 45,71 L/año aunque no significativo, a pesar de no haber progreso genético (-10,85 L/año) siendo el avance fenotípico debido al factor ambiental con una tendencia ambiental de 56,56 L/año. La tendencia genética negativa refleja la ausencia de un programa de selección, y, al ser alto el valor de h^2 estimado para la PLT en esta población, muestra que más de la mitad de la variación es debida a la acción de los genes, por lo que es un carácter que respondería rápido y de manera favorable a un programa de selección.

La tendencia genética negativa es producto de la inexistencia en esta población de un plan riguroso de selección y descarte que tome en cuenta la producción láctea de las cabras, ya que todas las cabras son dejadas en la unidad de producción sin importar la producción láctea que tengan, sólo descartando aquellas que tengan problemas reproductivos.

En una población de cabras Saanen en México se obtuvo una tendencia fenotípica, genética y ambiental de -45,65 L/año, 2,99 L/año y -51,63 L/año con la misma metodología usada en esta investigación (Torres-Vázquez *et al.*, 2010). Los autores señalan que el progreso genético obtenido en esta población para la producción de leche

fue positivo sin embargo, este progreso es pequeño si se compara al que es posible conseguir utilizando programas eficaces de selección y que estos resultados enfatizan que la importación de material genético no garantiza por sí misma, un progreso genético adecuado, reforzando la idea de invertir en el desarrollo de programas eficaces de selección para productores.

Por otra parte, Singh y Acharya (1982) reportan valores diferentes a los obtenidos con una tendencia genética de 1,62 L/año y ambiental 1,57 L/año para producción de leche en primera lactación en cabras Beetal. Otros resultados mucho menores han sido publicados por Wiggans y Hubbard (2001) y Ribeiro *et al.* (2000). Los resultados de las tendencias fenotípica y genética para la PLT son mostradas en las Figuras 22 y 23.

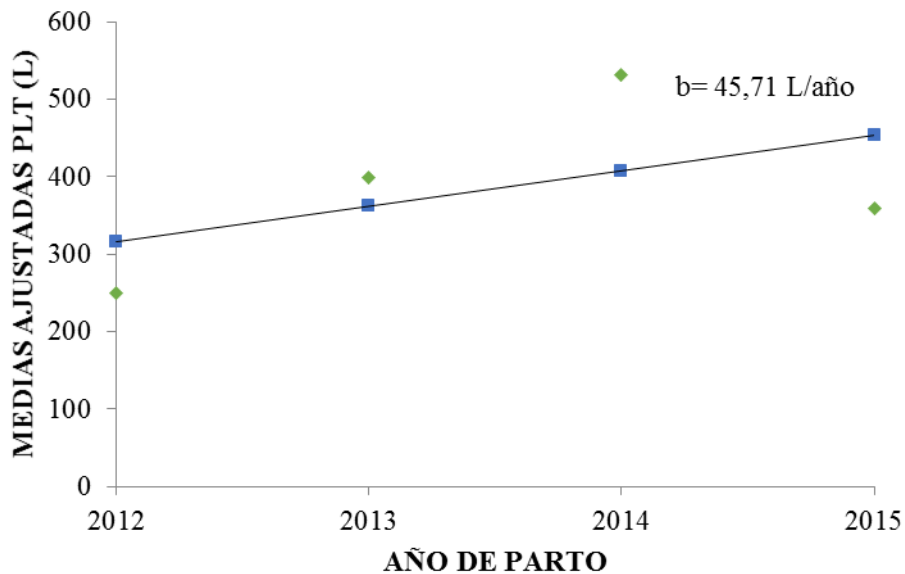


Figura 22. Tendencia fenotípica para PLT en cabras lecheras

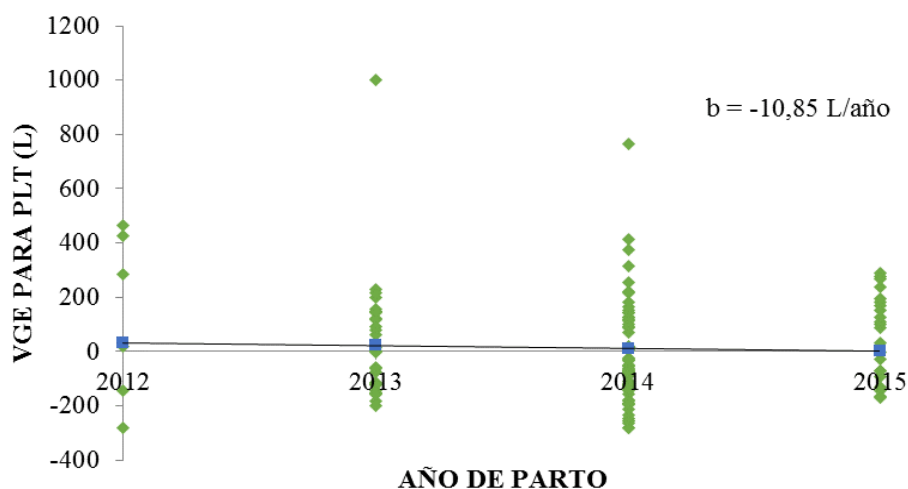


Figura 23. Tendencia genética para PLT en cabras lecheras

2. PL_{210}

La tendencia fenotípica estimada refleja un aumento de 19,66 L/año, con un incremento de frecuencia de genes favorables para esta población al obtener 3,57 L/año en la tendencia genética y originando 16,09 L/año en la tendencia ambiental lo cual quiere decir que en su comportamiento el ambiente y los genes actuaron de forma positiva permitiéndole expresarlo en el fenotipo o en el aumento de este carácter, sin embargo estas fueron estadísticamente no significativas. Las dos primeras tendencias se muestran en las Figuras 24 y 25.

En este sentido, un trabajo realizado en ovejas para PL_{150} en Europa obtuvo una tendencia genética y fenotípica mucho menor a las obtenidas con 0,35 kg/año y 0,66 kg/año respectivamente (Oravcová y Peškovičová, 2008) atribuyéndolo a la falta de adaptación del genotipo importado y a un sistema de selección poco eficiente.

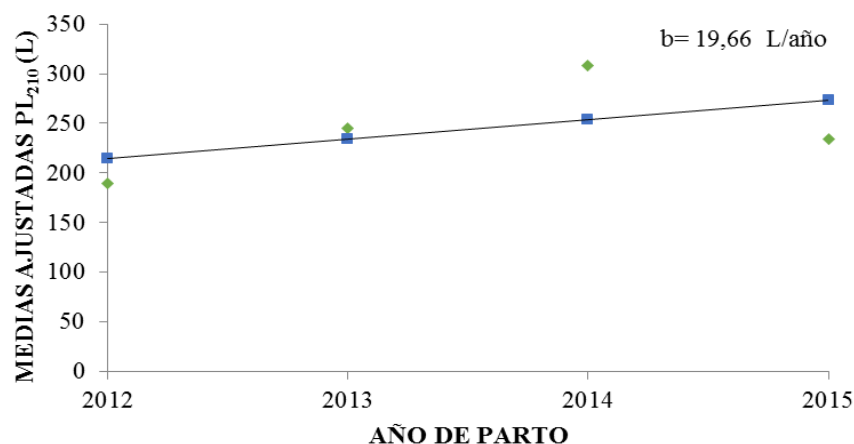


Figura 24. Tendencia fenotípica para PL₂₁₀ en cabras lecheras



Figura 25. Tendencia genética para PL₂₁₀ en cabras lecheras

3. DL

Para la DL las tendencias fenotípica, genética y ambiental son -1,70 días/año, 2,38 días/año y -4,08 días/año, respectivamente. Existe un progreso genético en el carácter que no puede ser manifestado fenotípicamente por acción negativa del ambiente. A este nivel hay un punto importante que mencionar y es que, la tendencia fenotípica y ambiental negativa obtenida es la esperada puesto que a nivel de manejo se han ido reduciendo los días en lactancia a través de los años con el objetivo de secar las hembras y prepararlas para su próxima lactancia y así, obtener dos partos al año. El pro-

greso genético obtenido ha sido indirectamente y no como objetivo. La tendencia fenotípica y genética se muestran en las Figuras 26 y 27.

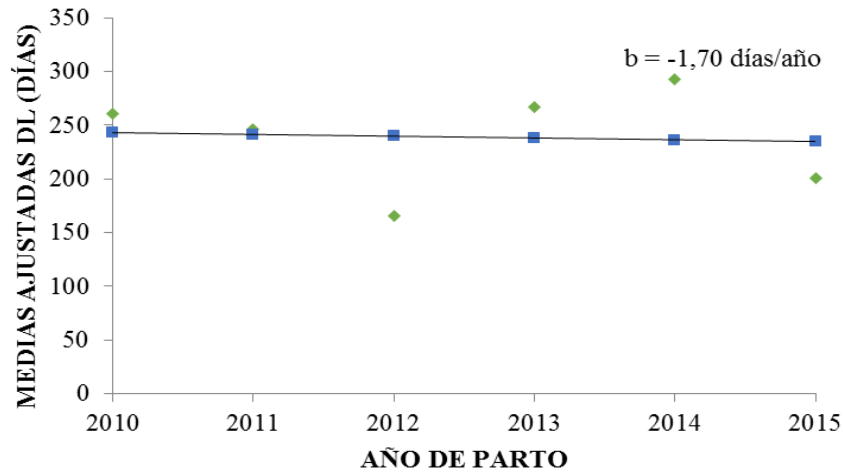


Figura 26. Tendencia fenotípica para DL en cabras lecheras

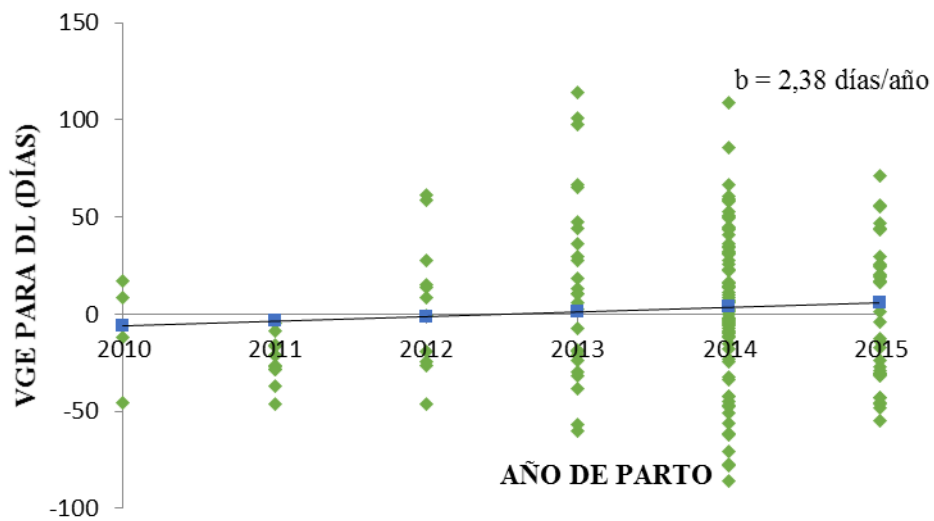


Figura 27. Tendencia genética para DL en cabras lecheras

4. EPP

Se obtuvieron tendencias fenotípica, genética y ambiental de -0,12 año/año, -0,0005 año/año y -0,12 año/año, respectivamente, que permite concluir en un progreso fenotípico y ambiental. Pocas investigaciones se han encontrado a nivel general

para tendencias en cabras. Las Figuras 28 y 29 muestran las tendencias fenotípica y genética obtenidas para este carácter.

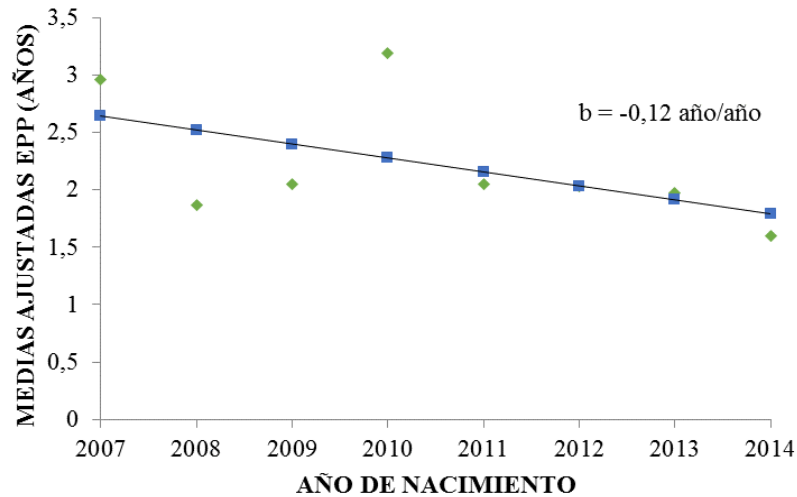


Figura 28. Tendencia fenotípica para EPP en cabras lecheras

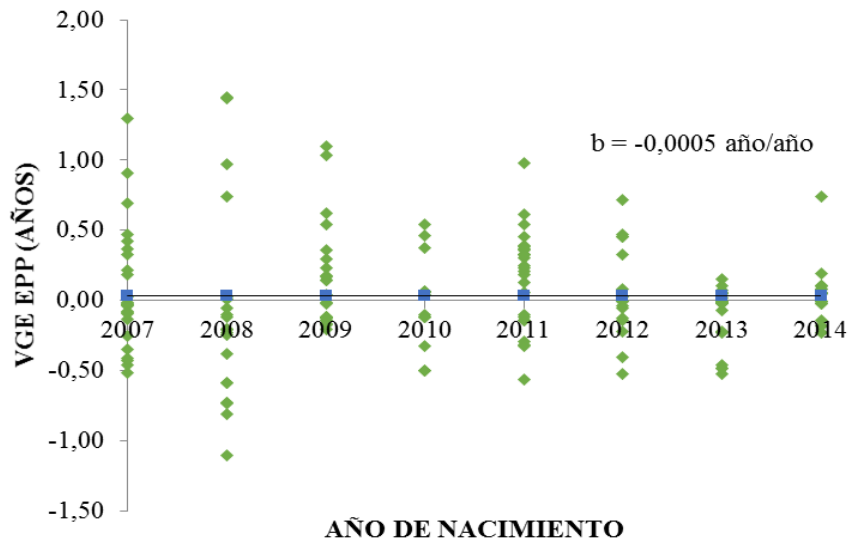


Figura 29. Tendencia genética para EPP en cabras lecheras

5. PN¹ y PN²

Para el peso al nacer se obtuvieron resultados muy similares para el PN¹ y el PN² solo variando en un decimal. Las tendencias resultaron en 0,05 kg/año fenotípica, -0,04 kg/año genética y 0,09 kg/año ambiental. Son valores muy bajos más sin embargo

este carácter no es de objeto de selección para esta población encontrando consonancia con el resultado negativo para la tendencia genética. El avance que pueda ser percibido en el fenotipo de los animales es producto del ambiente como, por ejemplo, mejor alimentación, sanidad y manejo general para la madre durante la gestación de las crías.

Tendencias genética y fenotípica muy bajas han sido publicadas para cabras Toggenburg en confinamiento en Kenia (Ahuya *et al.*, 2009) producto de falta de planes de selección. De igual manera, Hassan *et al.* (2013) reportan una tendencia genética para PN de 0,002 kg/año para cabras mestizas en Bangladesh y, Snyman (2012), una tendencia genética de 0,004 para cabras Angora concluyendo este último autor en prácticamente ningún aumento de peso al nacer durante el periodo de diez años, no así para el peso a otra edad como el peso al destete en donde, las correlaciones genéticas directas más bajas del peso al nacer con el peso corporal en las edades más avanzadas dieron lugar a que hubiera poca respuesta correlacionada en el peso al nacer. Las tendencias fenotípica y genética obtenidas se muestran en las Figuras 30 y 31.

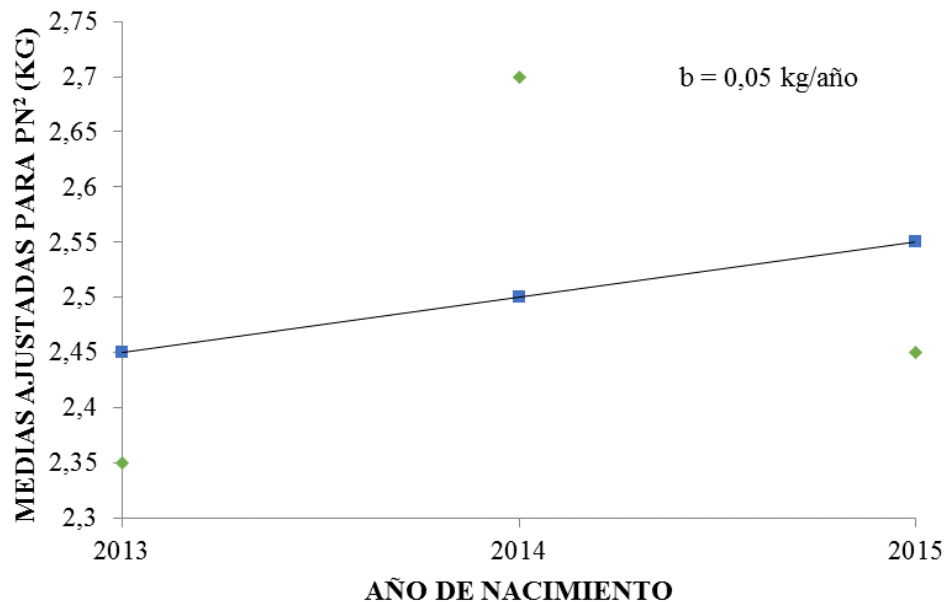


Figura 30. Tendencia fenotípica para PN² en cabras lecheras

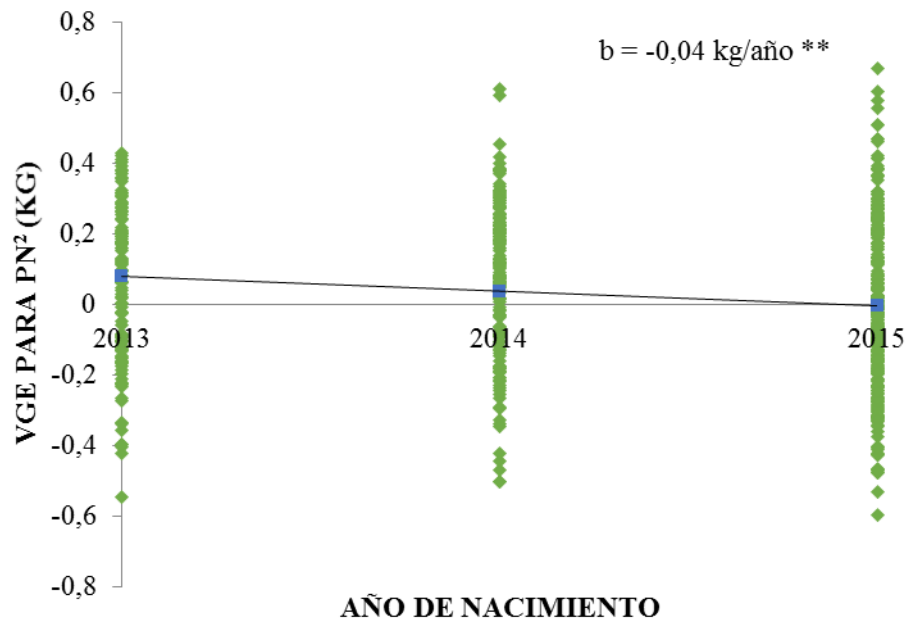


Figura 31. Tendencia genética para PN² en cabras lecheras

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye:

- Se detectó mejor desempeño del GR predominantemente Alpina para los caracteres PLT, PL₂₁₀, DL y PN² *versus* el GR predominantemente Canaria. De igual manera, el otro factor genético estudiado (padre) reveló la importancia de la variación genética, encontrando mejores producciones lácteas totales, corregidas y pesos al nacer para hijos de unos padres, la que puede ser usada mediante la selección como estrategia de mejoramiento genético sobre estos caracteres en esta población.
- El estudio de los factores ambientales indicó que ejercen una acción importante en la expresión de estos caracteres en caprinos, que los convierten en elementos de impacto en la productividad de la unidad de producción.
- Se determinó un aumento en la PLT, PL₂₁₀ y DL hasta el 2do parto y luego su descenso gradual, indicando la necesidad de estudios más profundos para establecer la edad óptima de descarte.
- La detección de efectos significativos de algunas interacciones con el grupo racial confirmó la superioridad del GR Alpina durante ambas épocas de parto y partos simples o dobles.
- Los h² estimados indican que hay varianza genética aditiva que puede ser manipulada mediante planes de selección para mejorar la expresión de estos caracteres en esta población, especialmente si se dispone de un programa integral de mejoramiento que también involucre aspectos de manejo, sanidad, alimentación y reproducción.
- Se observaron tendencias fenotípicas favorables en la PLT, PL₂₁₀, EPP, PN¹ y PN² producto de mejoras ambientales. La inexistencia de un programa de selección y descarte para todos los caracteres no ha permitido un avance genético significativo en el rebaño.

- Finalmente sobre la base de los presentes resultados y los obtenidos en otras publicaciones científicas, pareciera que muchos de los factores ambientales que afectan el comportamiento de caracteres de producción y reproducción en otros rumiantes, también afectan a los caracteres productivos y reproductivos de las cabras y deben de ser controlados para mejorar los índices productivos de las unidades de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalla, S; I, Ishag; M, Ahmed. 2015. Genetic and environmental factors affecting reproduction of Saanen goats raised under Sudan conditions. *American Journal of Agricultural Science*. 2(3):75-79.
- Acosta, J; E, Vieto; L, Valdes; N, González. 2011. Producción de leche de cabra en dos épocas de partos utilizando como suplementos Morera (*Morus alba*) y concentrado. *Revista Ciencia y Tecnología Ganadera*. 5(1):39-43.
- Agraz, A. 1981. *Caprinotecnia*. 1era ed. Jalisco, México, Limusa. 524 p.
- Agraz, A. 1984. *Caprinotecnia*. 2da ed. Jalisco, México: Limusa. 739 p.
- Ahuya, C; J, Ojango; R, Mosi; C, Peacock; A, Okeyo. 2009. Performance of Toggenburg dairy goats in smallholder production systems of the eastern highlands of Kenya. *Small Ruminant Research*. 83:7-13.
- Alade, N; M, Dilala; A, Abdulyekeen. 2010. Phenotypic and genetic parameter estimates of litter size and body weights in goats. *International Journal of Science and Nature*. 1(2):262-266.
- Alderson, A; E, Pollak. 1980. Age-Season adjustment factors for milk and fat of dairy goats. *Journal of Dairy Science*. 63(1):148-151.
- Alexandre, G; G, Aumont; J, Mainaud; J, Fleury; M, Naves. 1999. Productive performances of Guadeloupean Creole goats during the suckling period. *Small Ruminant Research*. 34:155-160.
- Almazán, I. 2012. Relación de peso y medidas corporales en cabras de raza alpina en la producción y calidad de leche. Tesis de pregrado. San Luis Potosí, México; Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 38 p.
- Ares, J; C, Angulo; A, Garrido, A; J, Serradilla. 2004. Efecto del genotipo de las caseínas sobre las características de la leche de cabras: aplicación a la tecnología NIRS. 1 ed. Andalucía, España. IDEAS, Exclusivas y Publicidad S.L. 170 pág.
- Assan, N. 2015. Significance of parity, year-season and prolificacy in influencing goat milk production traits. *Agricultural Advances*. 4(1):1-6.

- Baldizan, A. 1995. Sistemas de producción en ovinos y caprinos. Conferencia llevada a cabo en el 1er Congreso Nacional de ovinos y caprinos de la Universidad “Lisandro Alvarado”, Cabudare, Venezuela. 33 p.
- Barba, C; J, De la Nuez; M, Fernández; J, Rodríguez; F. Pariacote. 2001. Estimación de la producción de leche en la Agrupación Caprina Canaria. Caso de una explotación modelo en régimen intensivo. *Revista Zootecnia Tropical*. 19(3):289-296.
- Bedhane, M; A, Haile, H; Dadi; T, Alemu. 2013. Estimates of genetic and phenotypic parameters for milk traits in Arsi-Bale goat in Ethiopia. *Journal of Animal Science Advances*. 3(9):439-448.
- Blanchard, N. 2002. El desarrollo caprino en Venezuela: ¿Utopía o realidad?. Conferencia llevada a cabo en el XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal de la Asociación Venezolana de Producción Animal y la ULA, Trujillo, Venezuela. 10 p.
- Blanco, P; J, Vega; M, Sánchez; J, Martos; A, García; V, Domenech. 1999. Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza florida. *Revista Archivos de Zootecnia*. 48(184):415-424.
- Bogdanović, V; P, Perišić; R, Đedović; Z, Popović; P, Mijić; M, Baban; B, Antunović. 2010. Characteristics of milk production traits of Balkan goats raised under “low-input” production systems. *Mljekarstvo*. 60(1):30-36.
- Boichard, D; N, Bouloc; G, Ricordeau; A, Piacere; F, Barillet. 1989. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetics Selection Evolution*. 21(2):205-215.
- Boldman, K; L, Kriese; L, Van Vleck; S, Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variance and covariances (Draft). United States Department of Agriculture Agricultural Research Service. Clay Center, N.E. 114p.
- Browning, R; M, Leite; T, Sahlu. 1995. Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats. *Small Ruminant Research*. 18:173-178.
- Cândido, A. 1997. Estudos dos efeitos genéticos e de ambiente sobre características de importância econômica em caprinos da raça Saanen. Tesis de Maestría. São

- Paulo, Brasil; Facultades de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Estatal Paulista. 133 p.
- Carnicella, D; M, Dario; M, Caribe; V, Laudadio; C, Dario. 2008. The effect of diet, parity, year and number of kids on milk yield and milk composition in Maltese goat. *Small Ruminant Research*. 77:71–74.
- Castillo-Rodríguez, S; J, Rivera-Sandoval; A, González-Reyna; J, Martínez-González. 2013. Comportamiento predestete de cabritos cruzados en Guanajuato, México. *Revista MVZ Córdoba*. 18:3607-3611.
- Chacín, F. 2000. Capítulo 3. En: Diseño y análisis de experimentos. Aragua, Talleres de FEPUVA-UCV. p. 387.
- Činkulov, M; A, Nebesni; M, Krajinović; I, Pihler; M, Žujović. 2009. Reproductive traits of german fawn goats in vojvodina. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 25(1-2):119-124.
- Crepaldi, P; M, Corti; M, Cicogna. 1999. Factors affecting milk production and prolificacy of Alpine goats in Lombardy (Italy). *Small Ruminant Research*. 32:83-88.
- Delfino, R; M, Selvaggi; G, Celano; C, Dario. 2011. Heritability Estimates of Lactation Traits in Maltese Goat. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*. 5(6):362-364.
- Díaz, M; M, Ochoa. 1996. Pequeños Rumiantes. Razas caprinas. 1ed. San Luis Potosí, México, Editorial Universitaria Potosina. 47p.
- Dickson, L; G, Torres; C, Becerril; F, González; R, Rangel; E, García. 2001. Evaluación productiva y reproductiva de dos grupos de cabras triple mestizas bajo condiciones de confinamiento en el trópico seco de Venezuela. *Revista Veterinaria México*. 32(1):33-38.
- Dickson, L; G, Torres; C, Becerril; O, García. 1999. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra hircus*) Alpinas y Nubias importadas a Venezuela. *Revista Veterinaria México*. 31(1):1-10.
- Dickson, L; I, Gamarra; A, Salvador; L, Monasterios. 2008. Producción de leche y duración de la lactancia en cabras mestizas de la raza Canaria en Venezuela. *Revista Archivos de Zootecnia*. 57(217):63-67.

- Dickson, L; R, D´ Aubeterre. 2005. Razas caprinas para la producción en Venezuela. 1ed. Lara, Venezuela, INIA. 300 p.
- Đuričić, D; J, Grizelj; T, Dobranić; I, Harapin; S, Vince; P, Kočila; I, Folnožić; M, Lipar; G, Gregurić Gračner; M, Samardžija. 2012. Reproductive performance of boer goats in a moderate climate zone. *Veterinarski Arhiv*. 82(4):351-358.
- Ek-Mex, J; J, Segura-Correa; L, Batista-Garcia; A, Alzina-López. 2014. Factores ambientales que afectan los componentes de producción y productividad durante la vida de las cerdas. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 17(3):447-462.
- El-Hassan, K; A, Abu. 2010. A study on some non-genetic factors and their impact on milk yield and lactation length of sudanese Nubian goats. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 4(5):735-739.
- Escareño, L. 2010. Diseño e implementación de un programa de mejoramiento genético de tipo comunitario de caprinos en el norte de México. Tesis doctoral. Vienna, Austria; Facultad de Agronomía, Universidad de Ciencias Agrícolas. 100 p.
- FAO. 1997. Zonificación agro-ecológica. (Boletín de suelos de la FAO 73). Roma: FAOV.
- Faruque, S; S, Chowdhury; Na, Siddiquee; M, Afroz. 2010. Performance and genetic parameters of economically important traits of Black Bengal goat. *Bangladesh Journal of Animal Science*. 8(1):67-78.
- Gaddour, A; S, Najari; M, Ouni. 2007. Dairy performance of the goat genetic groups in the southern Tunisian. *Agricultural Journal*. 2(2):248-253.
- Gálmez, J; P, Pérez; J, Pittet; V, Guzmán; E, Figueroa; A, Briones. 1987. Producción de leche de cabra criolla según número ordinal del parto. *Avances en Ciencias Agropecuarias*. 2(2):121-125.
- García, G. 2000. Estimación de parámetros genéticos en ovinos Saint-Croix en Marin, N.L. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía; Universidad Autónoma de Nuevo León. 74 p.
- García, G; E, García; J, Bravo; E, Bradford. 1996. Análisis de un experimento de cruzamiento usando caprinos criollos e importados. VII. Producción de leche y evaluación de grupos raciales. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 13: 611-625

- García, O; E, García; J, Bravo; B, Kennedy. 1995. Análisis de un experimento de cruzamiento usando caprinos criollos e importados. I. Crecimiento de crías. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*. 13:395-415.
- García-Peniche, T; H, Montaldo; M, Valencia-Posadas; G, Wiggans; S, Hubbard; J, Torres-Vazquez; L, Shepard. 2012. Breed differences over time and heritability estimates for production and reproduction traits of dairy goats in the United States. *Journal of Dairy Science*. 95(5):2707-2717
- Gholizadeh, M; G, Rahimi; M, Hashemi; H, Hafezian. 2010. Genetic parameter estimates for birth and weaning weights in Raeini goats. *Czech Journal of Animal Science*. 55(1):30–36.
- Gonçalves, H; M, De Almeida; F, Wechsler; A, Ramos. 2001. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteiros. *Revista Brasileira Zootecnia*. 30(3):719-729.
- González-Stagnaro, C. 1993. Comportamiento reproductivo de ovejas y cabras tropicales. *Revista Científica FCV-LUZ*. 3(3):173-196.
- Guerra-García, M; C, Meza-Herrera; M, Sánchez-Torres-Esqueda; J, Gallegos-Sánchez; G, Torres-Hernández; A, Pro-Martínez. 2009. IGF-I y actividad ovárica de cabras en condición corporal divergente y con un suplemento de proteína no degradable en rumen. *Agrociencia*, 43(3):241-247.
- Harricharan, H; H, Ramlal; B, Lauckner. 1987. Factors influencing the growth of intensively reared kids from birth to twelve weeks of age. *Ann. Zootech*. 36(4):351-360.
- Hassan, M; S, Sultana; A, Iqbal; M, Talukder. 2013. Estimation of heritability, breeding values and genetic trends for growth traits of exotic goat. *International Journal of Natural Sciences*. 3(1-4):7-11.
- Hayden, T; C, Thomas; I, Forsyth. 1979. Effect of number of young born (litter size) on milk yield of goats: Role for placental lactogen. *Journal Dairy Science*. 62(1):53-57.
- Hermiz, H; S, Murari; J, Alkass. 2004. Genetic and non genetic parameters for milk traits in iraqi local goat and their crosses. *Agricultural Sciences*. 31(2):223-228.

- Ince, D. 2010. Reproduction performance of Saanen goats raised under extensive conditions. *African Journal of Biotechnology*. 9(48):8253-8256.
- Ishag, I; S, Abdalla; M, Ahmed. 2011. Factors affecting milk production traits of saanen goat raised under sudan-semiarid conditions. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2(5):435-438.
- Kasap, A; B, Mioč; D, Jurković; D, Kompan; K. Potočnik. 2012. Estimates of environmental effects, genetic parameters and genetic trends for reproductive traits in alpine goats. *Acta Agriculturae Slovenica*. 3:193-198
- Littell, R; W, Stroup; R, Freund. 2002. SAS ® for linear models. Fourth Edition by SAS Institute Inc. Cary, N.C. USA: SAS, Institute.
- Mahal, Z; M, Khandoker; M, Haque. 2013. Effect of non genetic factors on productive traits of Black Bengal goats. *Bangladesh Journal of Animal Science*. 11(1):79-86.
- Marai, I; E, Abou-fandoud; A, Daader; A, Abu-Ella. 2002. Reproductive doe traits of the Nubian (Zaraibi) goats in Egypt. *Small Ruminant Research*. 46:201-205.
- Martínez, B; C, Vicente; M, Picchioni; M, Sánchez; E, Gómez; C, Peris. 2010. Integración del morfotipo en el programa de mejora genética de la cabra Murciano-Granadina. Conferencia llevada a cabo en el XXXV Congreso de la SEOC del Instituto Tecnológico Agrario de la Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León, Valladolid, España. 5 p.
- Martínez, L. 2011. Comportamiento de cabritos raza Alpino y Saanen del nacimiento a los 150 días de edad. Tesis de pregrado. San Luis Potosí, México; Facultad de Agronomía; Universidad autónoma de San Luis Potosí. 35 p.
- Mavrogenis, A; A, Constantinou; A, Louca. 1984. Environmental and genetic causes of variation in production traits of Damascus goats. 2. Goat productivity. *Animal Production*. 38:99-104.
- Memiši, N; M, Žujović; V, Bogdanović; M, Petrović. 2008. Correlation analysis of production traits of domestic balkan goat. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 24(3-4):49-55.
- Menéndez-Buxadera, A; F, Romero; O, González; F, Arrebola; A, Molina. 2008. Estimación de parámetros genéticos para la producción de leche y sus componentes

- en la raza caprina Papoya mediante técnicas de regresión aleatoria. *Información Técnica Económica Agraria*. 104(2):127-132.
- Merkhan, K; J, Alkass. 2011. Influence of udder and teat size on milk yield in Black and Meriz goats. *Research Opinions in Animal and Veterinary Sciences*. 1(9):601-605.
- Meza, C; J, Rosales; A, Gómez. 2008. Crecimiento pre y posdestete en cabras Boer x Boer y Boer x Nubia en el altiplano mexicano. *Revista Chapingo Serie Zonas Aridas*. 7:125-132.
- Mia, M; M, Khandoker; S, Husain; M, Faruque; D, Notter. 2013. Stimulation of Genetic and Phenotypic Parameters of Some Reproductive Traits of Black Bengal Does. *Iranian Journal of Applied Animal Science*. 3(4):829-837.
- Milano, G; G, Martínez. 1998. Comportamiento productivo y reproductivo de un rebaño caprino experimental en el Estado Lara, Venezuela. I. Crecimiento en crías desde el nacimiento hasta el año de edad. Conferencia llevada a cabo en el II Congreso Nacional Ovinos y Caprinos, Maturín, Venezuela. 2 p.
- Mioč, B; Z, Prpić; I, Vnučec; Z, Barać; V, Sušić; D, Samaržija; V, Pavić. 2008. Factors affecting goat milk yield and composition. *Mljekarstvo*. 58(4):305-313.
- Mohammadi, H; M, Moradi; H, Moradi. 2012. Genetic parameter estimates for growth traits and prolificacy in Raeini Cashmere goats. *Tropical Animal Health Production*. 44:1213-1220.
- Moncada, F. 2006. Caracterización de algunas variables reproductivas de caprinos de la zona del Cajón del Maipo, región metropolitana. Tesis de pregrado. Santiago, Chile; Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. 64 p.
- Montaldo, H; F, Martínez-Lozano. 1993. Phenotypic relationships between udder and milking characteristics, milk production and California mastitis test in goats. *Small Ruminant Research*. 12:329-337.
- Montaldo, H; M, Valencia-Posadas; J, Torres-Vázquez; L, Shepard. 2007. Relaciones genéticas y ambientales entre producción de leche e intervalo entre partos en cabras. APPA-ALPA. p. 1-3.
- Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. *Small Ruminant Research*. 60:25-43.

- Morantes, M; V, Rodríguez-Estévez; C, Arce; R, Jiménez-Granado; M, López-Fariña; M, Sánchez-Rodríguez. 2012. Effect of non-genetic factors on kidding interval, age at first birth and prolificacy of Florida goats. *Reproduction in Domestic Animals*. 47(3):1-23.
- Mourad, M. 1992. Effects of month of kidding, parity and litter size on milk yield of Alpine goats in Egypt. *Small Ruminant Research*. 8:41-46.
- Muller, C. 2005. Genetic parameter estimation and breeding plans for the South African dairy goat herd. Tesis Doctoral. Stellenbosch, Sur África; Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. University of Stellenbosch. 135 p.
- Muro, M; R, Lacchini; C, Cordivioli; A, Antonini. 2010. Cabras criollas: inicio reproductivo y productividad en la zona de la plata. *Revista Analecta Veterinaria*. 30(2):17-21.
- Niżnikowski, R; E, Strzelec; D, Popielarczyk. 2006. Comparison of the reproduction traits and body weight at birth of the Polish White Improved goat to its cross-breds with boer goat bucks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*. 49:332-336.
- Oravcová, M; D, Peškovičová. 2008. Genetic and environmental trends for milk production traits in sheep estimated with test-day model. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 21(8):1088-1096.
- Palma, G. 1995. Factores que influyen en la producción lechera de un hato caprino en el semiárido Mexicano. Tesis Doctoral. Colima, México; Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima, México. 114 p.
- Parra-Bracamonte, G; J, Martínez-González; F, García-Esquivel; A; Gonzales-Reyna; F; Briones-Encinia; E, Cienfuegos-Rivas. 2007. Tendencias genéticas y fenotípicas de crecimiento en el ganado Brahman de registro en México. *Revista científica FCV-LUZ*. 17(3):262-267.
- Paul, R; A, Rahman; S, Debnath; M, Khandoker. 2014. Evaluation of productive and reproductive performance of Black Bengal goat. *Bangladesh Journal of Animal Science*. 43(2):104-111.
- Paz, R; J, Togo; C, López. 2007. Evaluación de parámetros de producción de leche en caprino (Santiago del Estero, Argentina). *Revista Científica, FCV-LUZ*. 17(2):161-165.

- Pesántez, M; A, Hernández; L, Fraga. 2014. Persistencia de la producción de leche en cabras Anglo Nubia x Criollas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 48(4):337-342.
- Pijoan, P; J, Chávez. 1994. Crecimiento de cabritos cimarrones de isla Guadalupe, nacidos en a dos épocas y mantenidos bajo dos sistemas de manejo. *Técnica Pecuaria México*. 32(2):113-123.
- Pimenta, E; J, Lindenberg; M, Norma. 2004. Efeitos genéticos e ambientais que afetam a produção de leite e duração da lactação de cabras mestiças no estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33(6):1426-1431.
- Portolano, B; M, Todaro; R, Finocchiaro; J, Van Kaam. 2002. Estimation of the genetic and phenotypic variance of several growth traits of the Sicilian Girgentana goat. *Small Ruminant Research*. 45:247–253.
- Rabasco, A; J, Serradilla; J, Padilla; A, Serrano. 1993. Genetic and non-genetic sources of variation in yield and composition of milk in Verata goats. *Small Ruminant Research*. 11:151-161.
- Rashidi, A; M, Sheikahmadi; J, Rostamzadeh; J, Shrestha. 2008. Genetic and Phenotypic Parameter Estimates of Body Weight at Different Ages and Yearling Fleece Weight in Markhoz Goats. *Journal Animal Science*. 21(10):1395-1403.
- Revidatti, M; S, De la Rosa; A, Orga; S, Sánchez; J, Cappello. 2011. Evaluación del desempeño reproductivo de núcleos caprinos criollos, Boer y Anglo Nubian en el oeste de Formosa, Argentina. *Actas iberoamericanas de conservación animal*. 1:86-89.
- Ribas, M; M, Gutiérrez. 2001. Primeros resultados de la producción de leche y duración de la lactancia de razas caprinas especializadas en Cuba. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 35(2):105-112.
- Ribeiro da Silva, F; A, Mello de Araújo. 2000. Desempnho Produtivo em Caprinos Mestiços no Semi-árido do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29(4):1028-1035.
- Ribeiro, A; S, Queiroz; F, Lui; S, Ribeiro; K, Resende. 2000. Genetic and phenotypic parameters estimates of production traits and genetic trend of milk yield of Saanen goats in southeast of Brazil. *Ars veterinaria*. 16(3):198-203.

- Rojo-Rubio, R; A, Kholif; A, Salem; G, Mendoza; M, Elghandour; J, Vazquez-Armijo; H, Lee. 2016. Lactation curves and body weight changes of Alpine, Saanen and Anglo-Nubian goats as well as pre-weaning growth of their kids. *Journal of Applied Animal Research*. 44(1):331-337.
- Rosales, C; L, Vélez; M, Flores; H, Gamez-Vazquez; J, Urrutia. 2015. Efecto de los factores ambientales sobre la composición de leche de cabras criollas del altiplano potosino. Conferencia llevada a cabo en las XXVII Semana Internacional de Agronomía de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad de Juárez del estado de Durango, México. 35 p.
- Salvador, A. 2013. Factores que afectan algunas características productivas y composición de la leche de caprinos en condiciones tropicales. Tesis Doctoral. Maracay, Venezuela; Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 252 p.
- Salvador, A; G, Martínez. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión Bibliográfica. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*. 48(2): 61-76.
- Sánchez, I; C, Becerril; R, Martínez; A, Mastache; M, Rubio; G, Torres; G, Suárez. 2006. Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. *Veterinaria México*. 37(4):493-502.
- Silva, E; M, Galina; J, Palma; J, Valencia. 1998. Reproductive performance of Alpine dairy goats in a semi-arid environment of Mexico under a continuous breeding system. *Small Ruminant Research*. 27:79-84.
- Singh, R; R, Acharya. 1982. Genetic and environmental trends of milk production in a closed flock of beetal goats. *Journal Dairy Science*. 65:2015-2017.
- Singh, R; R, Acharya; D, Biswas. 1970. Evaluation of genetic and non-genetic factors affecting some economic traits in goat. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 20(1):10-14.
- Snyman, M. 2012. Genetic analysis of body weight in South African Angora kids and young goats. *South African Journal of Animal Science*. 42(2):146-155.
- Soares, G; C, McManus; A, Da Silva. 2001. Fatores genéticos e ambientais que influenciam algumas características de reprodução e produção de leite em cabras no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 30(1):133-140.

- Subires, J; L, Lara; G, Ferrando; J, Boza. 1989. Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra. II Efecto de la edad y del tipo de parto sobre la producción lechera. Archivos de Zootecnia. 38(142):237-348.
- Subires, J; L, Lara; J, Ferrando; J, Boza. 1988. Factores que condicionan la productividad lechera de la cabra. I. Número de lactación y tipo de parto. Archivos de Zootecnia. 37(138):145-153.
- Tahir, M; M, Younas; M, Babar; M, Lateef; S, Raza. 1994. Genetic and phenotypic relationship between birth weight and weaning weight in teddy goat. Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 31(3):250-253.
- Torres-Vázquez, J; M, Valencia-Posadas; H, Castillo-Juárez; H, Montaldo. 2010. Tendencias genéticas y fenotípicas para características de producción y composición de la leche en cabras Saanen de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 1(4):337-348.
- Valdés, J. 1984. Estudio de algunas características reproductivas de la especie caprina y eficiencia de la inseminación artificial con semen congelado. Tesis de pregrado. Santiago, Chile; Facultad de Agronomía. Universidad de Chile. 147 p.
- Valencia, M; G, García; M, Herrera; Q, Vera. 2001. Medidas corporales, de ubre y ordeño en cabras nativas. Agrofaz, 4(1):459-453.
- Valencia, M; H, Montaldo. 2006. Genetic evaluation for milk yield in goats of the central region of Mexico. Conferencia presentada en 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Belo Horizonte, Brazil. 16 p.
- Valencia, M; J, Doble; S, Arbiza. 2002. Fuentes de variación ambiental que influyen en características de lactancia y crecimiento predestete en cabras Saanen. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 36(2):119-125.
- Valencia, M; J, Dobler; H, Montaldo. 2007. Genetic and phenotypic parameters for lactation traits in a flock of Saanen goats in Mexico. Small Ruminant Research. 68:318-322.
- Vallejo, M; R, Rosales; E, Muller; A, Aragón. 1989. Evaluación de índices productivos y reproductivos de varios rebaños de cabras en el valle central de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 13(2):153-158.

- Vázquez, J. 2013. Relación de medidas de la glándula mamaria de cabras raza Nubia en la producción y calidad de la leche. Tesis de pregrado. San Luis Potosí, México; Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad autónoma de San Luis Potosí. 32 p.
- Vélez, M. 1991. Análisis de la producción de un rebaño de cabras lecheras en Honduras. *Escuela Agrícola Panamericana*. 32(2): 161-168.
- Wiggans, G; S, Hubbard. 2001. Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. *Journal of dairy science*. 84:69-73.
- Willham, R. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: III Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Animal Journal Science*. 35(6):1288-1293.
- Zavala, R; J, Ortiz; R, Ugalde; P, Montalvo; A, Vásquez; J, García. 2008. Pubertad en hembras de cinco razas ovinas de pelo en condiciones de trópico seco. *Zootecnia Tropical*. 26(4):465-473.
- Zeshmarani, S; K, Dhara; A, Samanta; R, Samanta; S, Majumder. 2007. Reproductive performance of goats in Eastern and North-eastern India. *Livestock Research for Rural Development*. 19(8).
- Zhang, C; L, Yang; Z, Shen. 2008. Variance components and genetic parameters for weight and size at birth in the Boer goat. *Livestock Science*. 115:73-79.