



# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFFECTO DE LA RAZA CAPRINA SOBRE PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE  
LECHE EN LAS CONDICIONES DE SECANO DE LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL LAS CARDAS**

**CRISTOFER ALBERTO BARRERA GUIÑEZ**

**Santiago, Chile  
2022**



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE PREGRADO**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**EFFECTO DE LA RAZA CAPRINA SOBRE PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE  
LECHE EN LAS CONDICIONES DE SECANO DE LA ESTACIÓN  
EXPERIMENTAL LAS CARDAS**

**EFFECT OF THE GOAT BREED ON MILK PRODUCTION PARAMETERS IN  
THE DRY CONDITIONS OF LAS CARDAS EXPERIMENTAL STATION**

**CRISTOFER ALBERTO BARRERA GUIÑEZ**

**Santiago, Chile  
2022**



# UNIVERSIDAD DE CHILE

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

### ESCUELA DE PREGRADO

#### Memoria de título

#### EFFECTO DE LA RAZA CAPRINA SOBRE PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE LECHE EN LAS CONDICIONES DE SECANO DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL LAS CARDAS

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo

**CRISTOFER ALBERTO BARRERA GUÍÑEZ**

Calificaciones

#### Profesor Guía

Sr. Giorgio Castellaro G.  
Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc

6,8

#### Profesores Evaluadores

Sr. Héctor Uribe M.  
Médico Veterinario, M.S. Ph. D.

6,7

Sr. Marco Garrido S.  
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,6

#### Colaborador

Sra. Claudia Torres P.  
Ingeniera Agrónoma, Mg. Sc.  
Administradora EEA Las Cardas.

Santiago, Chile  
2022



## AGRADECIMIENTOS

Llegando al fin de este proceso tan tortuoso, me dispongo a agradecer a los pilares fundamentales que en todo momento creyeron en mí y jamás me dejaron bajar los brazos, mi familia. Cada palabra de apoyo fue como una pequeña leña que se le agrega al fuego para mantenerlo vivo. A mi mamá que cuando más lo necesité me dió el reto de la vida para seguir adelante, a mi papá que siempre ha creído en mí aun cuando yo no lo hacía, a mi Yeya, que siempre tenía un abrazo para recargar energía cuando sentía que no tenía, a mi hermano que, a su modo, me demostraba que lo enorgullecía, a mi segunda mamá, Macarena, que siempre está atenta de mi avance y de lo que necesito para finalizar, mi tío y, como hermano, Tito, quien refleja su confianza en mí en cada palabra que me dice para seguir mi camino, a mi Popita cerdita, que jamás entendió que debía dedicarle tiempo a la tesis y solo quería jugar conmigo, al pequeño Tayo, que con sus "salud payente" y sus disparos alegraban mis días en este distante proceso a más de 400 Km de mi hogar.

A mi pareja, María Jesús, quien me hizo sentir que ese año de trabajo y estudio en Las Cardas no fuera tan terrible ni solitario, con sus llamadas a diario, y por darme la mayor alegría en mi vida, que es ser padre. Y casi al finalizar este proceso a mi nuevo motor, mi hijo Amaro, que con su llegada hizo que mi desgastada mente volviera a brillar para ser un profesional y así darle lo que necesite.

También agradecer a mi jefa, Claudia Torres y a la colega Mathilde Lebas, cuyo apoyo académico me hizo seguir luchando para finalizar este arduo proceso aun cuando no tenían la obligación de hacerlo.

A mi grupo de amigos y compañeros de la universidad, los Mataperros, con quiénes mediante el apoyo mutuo logramos avanzar hasta llegar a esta instancia.

A mis amigos los Estropajos que, a pesar de la distancia, nunca se olvidaron de mí y cada vez que hablábamos me recordaban lo poco que quedaba para terminar mi carrera.

Agradezco a mis profesores involucrados en este proceso.

Gracias a todos y cada uno de los que creyeron en mí, incluso sin que yo pudiera pensar en llegar tan lejos, a quienes me impulsaron a pensar en grande, aunque me guste la forma de vida simple.

A ustedes, por todo su apoyo, muchas gracias.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
SUMMARY .....	1
INTRODUCCIÓN .....	2
Hipótesis .....	4
Objetivo General .....	4
Objetivos específicos.....	4
METODOLOGÍA .....	5
Descripción del área del estudio.....	5
Animales utilizados en el estudio.....	5
Manejo de los animales .....	6
Análisis estadístico .....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	11
Magnitud de los efectos fijos y de las covariantes sobre las variables analizadas .....	11
Producción de leche.....	12
Producción de leche corregida .....	13
Porcentaje de Grasa .....	14
Porcentaje de Proteína .....	16
Porcentaje de Solidos No Grasos .....	17
Densidad de la leche.....	18
Porcentaje de Lactosa .....	20
Tasa de producción de Grasa.....	21
Tasa de producción de Proteína.....	23
Tasa de producción de Lactosa .....	24
Tasa de producción de Solidos No Grasos .....	26
Valor energético de la leche .....	27
Recuento de Células Somáticas.....	28
pH de la leche .....	29
Peso Vivo y Peso Metabólico.....	31
Indicadores de Eficiencia Biológica.....	33

Eficiencia Biológica de la Producción Láctea corregida .....	35
Eficiencia Biológica de la producción de Grasa .....	38
Eficiencia Biológica de producción de Proteína .....	40
Relaciones alométricas entre la producción de leche sin corregir y la producción de grasa, proteína y lactosa.....	42
Análisis de las curvas de lactancia, acorde al modelo de Wood .....	49
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>

## RESUMEN

En Chile, la zona geográfica con mayor número de cabezas de ganado caprino corresponde a la Región de Coquimbo, lugar donde aún existe la interrogante de qué raza de cabra es la mejor en cuanto a producción y rendimiento quesero. En base a esto el objetivo fue evaluar las diferencias entre producciones lácteas, producción y tenores de grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos, sumado a comparaciones de densidad, pH, recuento de células somáticas y energía de la leche. Además de contrastes en la eficiencia biológica de producción láctea, grasa y proteica de la misma en cuatro biotipos mestizos de cabra (Alpina, Anglo-Nubia, Murciano-Granadina y Toggenburg), utilizando 512 registros individuales en total, tomados en tres años diferentes, y cada uno durante los siete meses de lactancia (2017, 2020 y 2021) en la Región de Coquimbo (Estación Experimental Las Cardas, Universidad de Chile). Como resultado se obtuvo diferencias ligadas al Tipo Racial, mostrando superioridad de algunas mestizas sobre otras en parámetros clave, como lo es la eficiencia biológica de producción láctea en mestizas Alpinas y mayor eficiencia biológica de producción de proteína de Alpina, Anglo-Nubia y Toggenburg, lo cual ayuda a escoger que biotipo se ajusta mejor de acuerdo al objetivo planteado para cada plantel caprino.

**Palabras clave:** Alpina, Anglo-Nubia, Murciano-Granadina, Toggenburg, Eficiencia Biológica.

## SUMMARY

In Chile, the geographic area with the largest number of caprine livestock corresponds to the Coquimbo region, where there is still the question of which breed of goat is the best in terms of cheese production and yield. Based on this, the objective was to evaluate the differences between milk yields, yields and contents of fat, protein, lactose and non fat solids, in addition to comparisons of milk density, pH, somatic cell count and energy. Additionally, contrasts in the biological efficiency of milk, fat, and protein milk production in four crossbred goat biotypes (Alpine, Anglo-Nubian, Murciano-Granadina and Toggenburg), using 512 individual records in total, taken in three years during the seven months of lactation (2017, 2020 and 2021) in the Coquimbo region (Estación Experimental Las Cardas, Universidad de Chile). Differences linked to the racial type variable were observed, superiorities in key parameters, such as biological efficiency of milk production in Alpine crossbreeds and higher biological efficiency of protein production in Toggenburg, Anglo-Nubian and Murciano-Granadina, this helps to choose which biotype fits best according to the objective set by each goat herd.

**Key Words:** Alpine, Anglo-Nubia, Murciano-Granadina, Toggenburg, Biological Efficiency

## INTRODUCCIÓN

La lactancia se define como el periodo donde una hembra mamífera produce leche en sus glándulas mamarias para alimentar a sus crías. También es conocido como el período que continúa a la parición, y que está determinada por la fecha de encaste. Diversos factores inciden sobre la calidad de la lactancia, tales como el medio ambiente, la genética, el número de partos, el número de crías, la alimentación, el estado de lactancia y la sanidad (Meneses, 2017). Estos factores son de alta importancia, pero dentro de éstos, el que cobra mayor relevancia para el estudio es el aspecto genético, dado que los controles lecheros se realizaron a diferentes razas caprinas, y que los factores ambientales, sanitarios, nutricionales y de manejo son iguales para todas las mestizas.

Meneses (2017) describe a la genética como el factor que establece el potencial productivo del animal. La mayoría de las veces el potencial lechero no se expresa debido a que es limitado por otros hechos; por ejemplo, una mala nutrición, presentación de alguna enfermedad o por una inadecuada infraestructura. No obstante, la selección de los mejores animales es una herramienta esencial en el desarrollo productivo de los rebaños. Cabe resaltar que la influencia de los parentales puros está ligada a la genética aditiva la cual puede ser heredada por sus hijas e hijos.

Según Meneses (2017), los nutrientes necesarios para la síntesis de la leche son transportados por el sistema sanguíneo hasta las células epiteliales del alvéolo. Los nutrientes, tales como ácidos grasos volátiles (AGV), proteínas, lípidos, vitaminas y minerales, son absorbidos por el sistema digestivo y transportados al hígado, donde algunos de ellos sufren transformaciones. Posteriormente son repartidos por el sistema sanguíneo a todo el organismo.

Un factor importante que influye en la concentración de grasas y proteínas de la leche es la producción de leche. En las cabras, como en otros rumiantes lecheros, las correlaciones genéticas y fenotípicas entre la producción de leche y las concentraciones de grasas y proteínas son negativas (Emery, 1988), destacando el llamado “efecto de dilución”. En la raza Murciano-Granadina, las correlaciones genéticas son más altas que las fenotípicas (Analla et al., 1996), aunque esto no se observa en razas muy seleccionadas como Saanen y Alpina (Boichard et al., 1989; Barbieri et al., 1995). La reducción del contenido de grasas y proteínas de la leche a medida que aumenta la producción de leche es bien conocida (Emery, 1988). A medida que aumenta la producción de leche, la lactosa se sintetiza y secreta al mismo ritmo que la leche, mientras que la síntesis de grasas y proteínas generalmente aumentan a un ritmo más lento.

Entre los componentes de la leche, la grasa es la más sensible a los cambios nutricionales de los animales, incluso si la variación de grasa en la leche de cabra (dentro de un punto porcentual) es mucho menor que la observada en la leche de vaca. El contenido de proteína

de la leche se puede modificar sólo ligeramente en las cabras, ya que está muy influenciado por el polimorfismo en el  $\alpha$ S locus de caseína (Pulina et. al. 2008).

La concentración y el rendimiento de la grasa de la leche se ven afectados por varios factores nutricionales. Los más importantes son: (i) concentración, ingesta y fuente de carbohidratos no estructurales; (ii) tamaño de partícula de alimentos y fibra; (iii) uso de probióticos, como levadura, en la dieta; (iv) cantidad, características físicas y composición de Ácidos Grasos de suplementos dietéticos de grasas; y (v) presencia de precursores de trans- 10, cis- 12 ácido linoleico conjugado, que puede causar depresión de la grasa de la leche. Las interacciones entre estos factores y otros menos importantes hacen que la predicción de la concentración de grasa de la leche sea compleja (Mele, 2008).

La concentración de proteína total de la leche está influenciada por muchos factores nutricionales. Sin embargo, el rango de variación de la concentración de proteína de la leche es mucho más estrecho que el de la grasa de la leche, lo que reduce drásticamente las posibilidades de modificar su concentración por medios nutricionales (Greppi, 2008).

El contenido de células somáticas (CCS) en la leche se ve afectado indirectamente por la nutrición. Por ejemplo, la mala nutrición puede predisponer a las cabras a trastornos de salud, tanto del tipo metabólico como infeccioso, que aumentan la susceptibilidad de la glándula mamaria a la inflamación. Al evaluar los efectos de los sistemas de alimentación sobre el CCS en cabras, Fedele et al. (1997) encontraron que las dietas desequilibradas en energía, proteína cruda y minerales aumentaron el CCS en la leche.

La genética se presenta como uno de los principales factores intrínsecos que afectan la producción y composición de la leche de cabra según Salvador y Martínez (2007). Si bien por el lado paterno los machos reproductores son de diferentes razas y rebaños, las madres de las hembras estudiadas en su mayoría son hermanas, por lo cual podría verse disminuido el efecto del factor genético sobre producciones y composición de la leche entre las distintas mestizas. Por otra parte, existe un estudio que muestra igualdad en producción promedio diaria de leche entre hembras puras Saanen y Toggenburg, esta investigación de Adela Bidot F. (2007), fue realizada en un sistema de condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado, muy similar al manejo presentado en Las Cardas, marca un precedente que da pie a plantear la posibilidad de que el genotipo de las cabras pierda influencia en las producciones y calidad de la leche, en condiciones de semi estabulación.

Los factores antes mencionados han sido poco estudiados en rebaños de cabras lecheras bajo condiciones semi intensivas en Chile, desconociéndose si efectivamente las diferencias raciales, en cuanto a dichas características, se expresan bajo tales condiciones manejo. Este estudio observacional busca recopilar, sistematizar y analizar los datos obtenidos del control lechero realizado en la Estación Experimental las Cardas de nuestra Facultad.

**Hipótesis**

Bajo las condiciones del sistema de producción de leche caprina implementado en la Estación Experimental Agronómica (EEA) Las Cardas, no existen diferencias entre producción de leche, producción y tenores de grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, pH y recuento de células somáticas, ligadas al genotipo caprino.

**Objetivo General**

Realizar un análisis cuantitativo de la información contenida en controles lecheros que dan cuenta de diferentes variables productivas relacionadas con la producción y calidad de la leche de diferentes genotipos caprinos, manejado en condiciones semiintensivas en la EEA Las Cardas.

**Objetivos específicos**

Ordenar y estructurar una base de datos de la producción de leche, grasa, proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad, pH de la leche y recuento de células somáticas en cabras mestizas, para evaluar el efecto que tiene la raza paterna sobre las variables antes señaladas.

## METODOLOGÍA

### Descripción del área del estudio

Los datos utilizados en este estudio fueron obtenidos de los controles lecheros realizados en la EEA Las Cardas, de la Universidad de Chile, predio emplazado en plena provincia del Elqui, en la Región de Coquimbo (30°13' Lat. S; 71° 19' 30" Long. O; 260 m.s.n.m.). El clima del sector corresponde a Desierto con influencia marina y régimen de humedad Xérico (BWnXe), siendo enero es el mes más cálido, con 28,6°C de máxima, siendo la mínima promedio de 6,7°C registrada en el mes de julio. La precipitación media anual es de 136,8 mm, concentrada en un 89,6% entre los meses de mayo y agosto (AGRIMED, 2017).

La vegetación del sector corresponde a un matorral desértico mediterráneo interior, en donde dominan los arbustos *Flourensia thurifera* (insienso) y *Colliguaja odorífera* Molina. (Colliguay) (Lueber y Piscloff , 2018). En el estrato dominan terófitas de crecimiento invernal (gramíneas y geraniáceas anuales) y en algunos sectores con menor grado de intervención, son frecuentes gramíneas perennes hemicriptófitas del género *Stipa* (Azócar, 2006).

Los suelos predominantes pertenecen al orden Aridisol (Typic Haplocambids), los cuales son característicos de zonas con climas desérticos en donde domina una vegetación leñosa baja (USDA, 2006).

### Animales utilizados en el estudio

Los registros analizados corresponden a producción, composición y calidad sanitaria de leche de 71 cabras mestizas (F1) de primer parto a los 2 años. Los datos fueron obtenidos a través de 3 controles lecheros de años diferentes los cuales se especifican a continuación:

Temporada 2017/2018: Mestizas Alpinas (n= 4), mestizas Anglo-Nubia (n= 17) y mestizas Toggenburg (n= 6). Control lechero completo (producción y composición de la leche).

Temporada 2020/2021: Mestizas Alpinas (n= 9), mestizas Anglo-Nubia (n= 18) y mestizas Murciano-Granadina (n= 3). Control lechero completo (producción y composición de la leche con recuento de células somáticas).

Temporada 2021: Sólo se evaluaron mestizas Murciano-Granadina (n= 14). Control lechero completo (producción y composición de la leche con recuento de células somáticas).

Con la finalidad de representar los distintos genotipos de manera abreviada se utilizó la siguiente nomenclatura: Mestizas Alpinas (MZ-ALP), Mestizas Anglo- Nubia (MZ-AN), Mestizas Murciano- Granadina (MZ-MG) Y Mestizas Toggenburg (MZ-TOG)

## Manejo de los animales

El primer día posterior al parto, las cabras se mantienen con sus cabritos. Desde el segundo día y hasta el primer mes de lactancia, las cabras son sacadas a pastoreo. Desde el término de la ordeña (aproximadamente a las 9:00 h) y hasta el encierro en los corrales, en horas de la tarde (aproximadamente a las 16:00), pastorean cerca de 7 horas. Este pastoreo se realiza sobre un matorral xerofítico con cobertura menor al 30%, dominado por *Gutierrezia resinosa* (pichanilla), *Flourensia thurifera* (incienso) y *Atriplex nummularia* Lindl, con una carga aproximada de 2,3 cabras ha<sup>-1</sup>, efectuando diariamente un recorrido entre 5 y 7 km.

A su regreso a los corrales, las cabras se reencuentran con sus crías, permaneciendo con ellas hasta ser liberadas a la mañana siguiente. Durante la permanencia en el corral, los animales reciben las raciones de suplementación en base a heno de alfalfa, granos de cereales, subproductos de molinería y agroindustria, según la disponibilidad en la zona.

En los casos particulares en que la madre produce más leche de la que el cabrito puede consumir, se ordeñan para evitar problemas de mastitis, situación que suele pasar durante la primera semana de lactancia, pero luego es menos común, puesto que el consumo de leche de las crías aumenta.

A partir del mes de vida, las crías empiezan a pasar por un acostumbramiento previo al destete, dejando que estas sean amamantadas por las madres en la encierra (16:00), y posterior a esto, las crías son encerradas en corralillos (17:00). Las madres son ordeñadas por la mañana (8:00) obteniendo las producciones de leche que se acumulan por alrededor de 15 horas siendo liberadas al pastoreo. Por su parte las crías, se liberan de los corralillos y se alimentan con heno y concentrado en el corral.

Tanto en el primer como segundo mes de vida, los cabritos son apartados, el día antes del control lechero, luego de la encierra y amamantamiento.

Una vez cumplido los dos meses, en el pesaje correspondiente, se observa si los cabritos alcanzan el peso adecuado para el destete, tres veces el peso al nacimiento. Si esto se cumple, las crías son destetadas definitivamente, y dejadas en un corral definido para recría confinada.

Desde el tercer mes en adelante, ya no existe influencia de la cría sobre la madre, y toda la leche producida por la cabra es obtenida para los análisis correspondientes.

En las temporadas 2017/18 y 2020/21 las variables fueron medidas una vez al mes, mientras que para el caso del año 2021 las mediciones fueron realizadas una vez por semana en el primer mes, luego al segundo mes semana por medio, y a contar del tercer mes las mediciones fueron realizadas de manera mensual. Las variables registradas en el control lechero fueron las siguientes:

**Producción de leche sin corregir (PL, g día<sup>-1</sup>) y corregida por porcentaje de grasa (PL<sub>c</sub>, g día<sup>-1</sup>).** En cada cabra se registró la producción diaria de leche obtenida en forma manual, la que se depositó en un balde de acero inoxidable, el cual, luego de la ordeña se pesó utilizando una balanza digital Precisa 3100c. La producción de leche fue estandarizada a un contenido de grasa de 3,5% (PL<sub>c</sub>, g día<sup>-1</sup>), utilizando la fórmula citada por Fernández et al. (2015):

$$PL_c = PL * (0,35 + 0,1875 * G\%)$$

Donde *G%* es el porcentaje de grasa medida en la leche.

**Porcentaje de Grasa (G%), Proteína (P%), Sólidos no grasos (SNG%) y Densidad (D, g ml<sup>-1</sup>).** De la leche ordeñada de cada cabra, se extrajo una muestra de entre 60 a 100 ml, la que se depositó en frascos estériles individuales. Las muestras de leche se analizaron en laboratorio para la determinación de los porcentajes de grasa (G%), sólidos no grasos (SNG%), densidad (D) y proteína (P%). Se utilizaron 20 ml de la muestra de leche, la cual fue procesada utilizando un equipo Ekomilk modelo KAM 98-2A (Ekomilk América, 2020).

**Porcentaje de Lactosa (L%).** Se calculó con la siguiente fórmula, asumiendo un 1% de minerales (Le Jaouen, 1991) en la leche:

$$L\% = SNG\% - P\% - 1$$

**Producción de Grasa (Gg, g/día), Proteína (Pg, g/día), Sólidos No Grasos (SNGg, g/día) y Lactosa (Lg, g/día).** Estas cantidades se calcularon a partir de los respectivos porcentajes de grasa (G%), proteína (P%) y sólidos no grasos (SNG%) y la producción de leche sin corregir de cada cabra (PL), y los resultados fueron expresados en gramos:

$$\begin{aligned} Gg &= PL * G\% * 0,01 & Pg &= PL * P\% * 0,01 \\ SNGg &= PL * SNG\% * 0,01 & Lg &= PL * L\% * 0,01 \end{aligned}$$

**Valor energético de la leche. ( $EV_L$ ,  $MJ\ kg^{-1}$ ).** Se calculó mediante la fórmula propuesta por AFRC (1998), la cual utiliza a los porcentajes de grasa y proteína como predictores:

$$EV_L = 0,376 * G\% + 0,209 * P\% + 0,948$$

**Recuento de Células Somáticas (RCS,  $N^\circ$  células  $\times 10^3$  /ml de leche).** Se obtuvo a partir de una muestra de leche individual de aproximadamente 10 ml, la cual fue mezclada con un surfactante para, posteriormente, ser analizada en un equipo Ekomilk modelo SCAN (Ekomilk América, 2020). Las razas analizadas con este equipo corresponden a Alpina, Anglo- Nubia y Murciano- Granadina, mientras que la raza Toggenburg no pudo ser medida debido a que aun no existía el equipo en la estación en el año 2017/18.

**pH.** Este valor se obtuvo de la leche que quedó como sobrante en submuestra de leche individual, luego de someterla al análisis composicional y de densidad. Para ello se utilizó un pH-metro digital (Orión Star A211).

### **Indicadores de eficiencia biológica.**

A todas las cabras evaluadas, se les registró el peso vivo post parto ( $W$ , kg), utilizando una balanza para ovinos. El peso vivo así registrado, fue utilizado para determinar indicadores de eficiencia biológica ( $EfB$ ) para las producciones de leche corregida ( $EfB_{PLc}$ ), grasa ( $EfB_G$ ) y proteína, ( $EfB_P$ ) expresando los resultados en términos de gramos por kg de peso metabólico ( $W^{0,75}$ ):

$$EfB_{PLc} = \frac{PLc}{W^{0,75}} \quad EfB_G = \frac{Gg}{W^{0,75}} \quad EfB_P = \frac{Pg}{W^{0,75}}$$

### **Análisis estadístico**

Con la base de datos estructurada, y considerando que se trata de un estudio observacional, se analizaron los efectos del genotipo de las cabras sobre las diferentes variables evaluadas, calculando sus promedios mínimos cuadráticos, mediante el uso de un Modelo General Lineal (GLM) (Di Rienzo, 2011), incluyendo como covariantes a los días de lactancia y el peso vivo al parto de las cabras. El modelo anterior tuvo la siguiente estructura:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + SP_j + NC_k + \beta_1 * (W - W_{prom}) + \beta_2 * (DL - DL_{prom}) + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$ : Variable dependiente en el control lechero asociado a cada mes

$G_i$ : Efecto fijo del i-avo genotipo de las cabras.

$SP_j$ : Efecto fijo de la k-ava semana de parto.

$NC_k$ : Efecto fijo del j-avo número de crías paridas.

$DL$ : Días de lactancia

$W$ : Peso vivo al parto (kg)

$DL_{prom}$ ;  $W_{prom}$ : Días de lactancia y peso vivo promedio al cual son ajustados los datos.

$\beta_1$ ;  $\beta_2$ : Son los coeficientes de regresión, ajustados por efecto del peso vivo de las cabras registrados al momento del parto y por el día de la lactancia, respectivamente.

$\varepsilon_{ijkl}$ : Residual aleatorio.

En el caso del recuento de células somáticas, la base de datos analizada se redujo solamente a la temporada 2020 y 2021, en la que hubo registro de esta variable.

Cuando hubo diferencias entre genotipos, la separación de las medias se realizó mediante la prueba LSD de Fischer ( $P \leq 0,05$ ) (Kaps y Lamberson, 2004).

En el modelo anterior no se consideraron interacciones entre los factores fijos, debido a que todavía el número de datos experimentales es reducido, lo que impide tener registros en todas las posibles combinaciones entre dichos factores.

En forma complementaria al análisis anterior, se establecieron relaciones alométricas entre la producción de leche sin corregir (PL, g día<sup>-1</sup>) y la producción de sólidos (grasa, proteína y lactosa, g día<sup>-1</sup>), de acuerdo con la ecuación propuesta por Pulina et al. (2008):

$Y = a * X^b$  ; que en su forma linealizada es:

$$\ln(Y) = \ln(a) + b * \ln(X)$$

En la ecuación anterior,  $Y$  es la producción diaria de grasa, proteína o lactosa y  $X$  representa la producción diaria de leche sin corregir. La constante “a” está relacionada con el valor de

Y cuando  $X$  es igual a cero, mientras que la constante “b” (o pendiente de la ecuación linealizada), representa al coeficiente de alometría. Los coeficientes de alometría obtenidos en cada genotipo de cabras se compararon mediante una pruebas t de Student ( $P \leq 0,05$ ), siguiendo el procedimiento señalado por Hollander y Wolfe (1999).

Finalmente, se calcularon ecuaciones de regresión entre la producción de leche corregida (PLc, g día<sup>-1</sup>) y los días de lactancia para cada uno de los genotipos evaluados, ajustando el modelo de Wood (Macciotta et al., 2008):

$$PLc = a * DL^b * e^{-c*DL}$$

Obtenidas las curvas de lactancia, para cada uno de los genotipos estudiados, se estimó el día del peak de la lactancia ( $t_m$ ), la producción de leche en dicho momento ( $y_m$ ), la producción total de leche (a los 210 días) y se calculó un índice de persistencia ( $p$ ), aplicando las ecuaciones citadas por Macciotta et al., (2008):

$$t_m = \frac{b}{c}$$

$$y_m = \frac{a}{\left(\frac{c}{b}\right)^b * e^b}$$

$$p = -(b + 1) * Ln(c)$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Magnitud de los efectos fijos y de las covariantes sobre las variables analizadas

El tipo racial obtuvo significancia estadística en la mayoría de las variables analizadas, con la excepción del tenor (o porcentaje) de grasa de la leche, el recuento de células somáticas, el pH de la leche y la eficiencia biológica para la producción de grasa por unidad de peso metabólico (Cuadro 1).

La semana del parto también fue relevante, afectando a la mayoría de las variables evaluadas, con la excepción del recuento de células somáticas (Cuadro 1).

El número de crías al parto fue relevante en afectar los tenores proteico, de sólidos no grasos y lactosa, siendo importante también al afectar el recuento de células somáticas (Cuadro 1).

Respecto de las variables covariantes, el coeficiente asociado al peso vivo ( $\beta_1$ ) afectó significativamente a la mayoría de las variables, con la excepción de los tenores de grasa, proteína, densidad de la leche y el valor energético de la misma. El covariante asociado al día de lactancia ( $\beta_2$ ), fue importante en casi todas las variables, con la excepción del tenor de sólidos no grasos y el recuento de células somáticas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Nivel de significancia de los factores fijos (Valor P) y de las covariables para las variables independientes incluidas en el modelo ( $\beta_1$ ;  $\beta_2$ ), utilizadas para analizar la producción y composición de la leche y su calidad sanitaria, de cabras mestizas de primer parto de diferente composición genética, manejadas bajo un sistema semi-intensivo. Se incluye valor del coeficiente de determinación ajustado por grados de libertad ( $R^2_{aj}$ ) y el error estándar (EE).

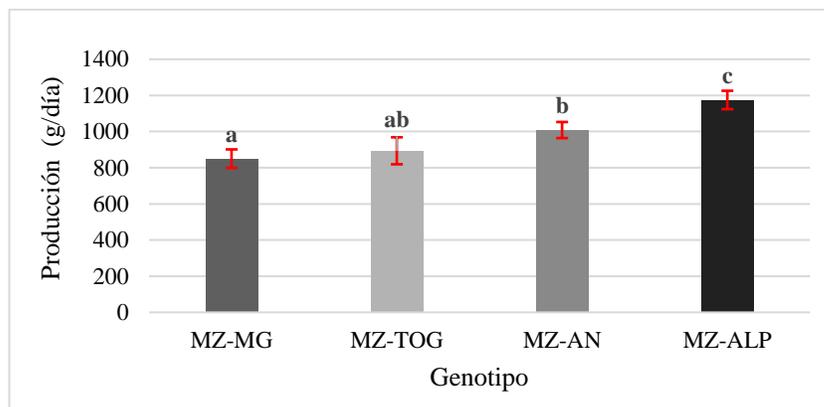
Variable	Factores categóricos*			Covariantes**		R <sup>2</sup> aj	EE
	G	SP	NC	$\beta_1$	$\beta_2$		
PL (g día <sup>-1</sup> )	0,0000	0,0000	0,1695	0,0017	0,0000	43,0	316,3
PL <sub>c</sub> (g día <sup>-1</sup> )	0,0000	0,0000	0,6802	0,0142	0,0000	23,0	415,8
G%	0,1979	0,0000	0,2170	0,9468	0,0000	34,3	1,2
P%	0,0000	0,0000	0,0467	0,4767	0,0000	19,7	0,5
SNG%	0,0000	0,0000	0,0067	0,0000	0,1300	24,1	0,7
D (g ml <sup>-1</sup> )	0,0001	0,0336	0,0787	0,4863	0,0024	8,4	0,003
L%	0,0000	0,0000	0,0012	0,0106	0,0000	21,5	0,3
Gg (g día <sup>-1</sup> )	0,0000	0,0000	0,9532	0,0398	0,0000	16,2	17,6
Pg (g día <sup>-1</sup> )	0,0007	0,0000	0,5827	0,0017	0,0000	43,2	12,8
Lg (g día <sup>-1</sup> )	0,0000	0,0000	0,4591	0,0003	0,0000	44,5	12,7
SNGg (g día <sup>-1</sup> )	0,0000	0,0000	0,4590	0,0006	0,0000	44,7	28,0
EV <sub>L</sub> (MJ kg <sup>-1</sup> )	0,0160	0,0000	0,1143	0,8332	0,0000	30,7	0,4788
RCS (col ml <sup>-1</sup> )	0,3197	0,0571	0,0183	0,0464	0,3101	6,7	492,5
pH	0,0876	0,0000	0,1621	0,0004	0,0000	14,7	0,1
W (kg)	0,0000	0,0000	0,8514	---	0,0240	37,9	5,46
W <sup>0,75</sup> (kg)	0,0000	0,0000	0,9044	---	0,0243	37,6	1,62
EfB PL <sub>c</sub> (g W <sup>-0,75</sup> )	0,0000	0,0001	0,5746	0,0002	0,0000	24,5	26,7
EfB G (g W <sup>-0,75</sup> )	0,1606	0,0000	0,2723	0,0000	0,0000	34,4	0,1
EfB P (g W <sup>-0,75</sup> )	0,0000	0,0000	0,1221	0,0000	0,0000	44,9	0,03

\*G: Genotipo; SP: semana del parto; NC: Número de crías al parto.

\*\*  $\beta_1$ : coeficiente de regresión para el peso vivo al parto;  $\beta_2$ : coeficiente de regresión para el día de lactancia promedio.

### Producción de leche

En esta variable se observó que las mestizas Alpinas presentaron una producción significativamente mayor que el resto de los genotipos evaluados, con un promedio de  $1174,0 \pm 50,9$  g/día. En segundo lugar, se ubicaron las mestizas Anglo-Nubia, las que alcanzaron una producción promedio de  $1008,7 \pm 44,5$  g/día, estadísticamente igual a la producción de las mestizas Toggenburg, las que promediaron  $893,9 \pm 74,7$  g/día. La producción de estas últimas fue estadísticamente igual a la producción de las mestizas Murciano-Granadina, las que promediaron  $850,4 \pm 51,1$  g/día, pero la producción de estas fue estadísticamente inferior a la registrada por las mestizas Anglo-Nubia (Figura 1).



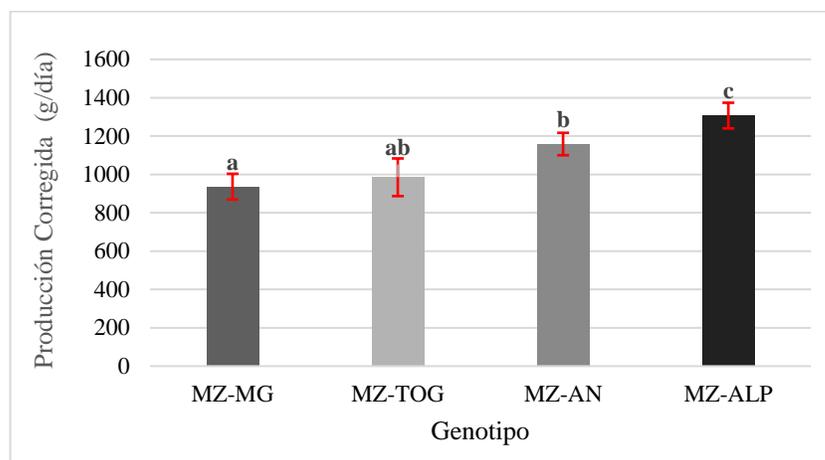
**Figura 1.** Producción promedio de leche (g/día), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Las cabras mestizas de primer parto evaluadas en este trabajo observaron valores inferiores a los encontrados en bibliografía, incluso mostrando cierta diferencia en el orden en que se presentan estos genotipos, dependiendo de sus niveles productivos. Según Merkel y Gipson (2016), cabras puras de la raza Alpina presentan producciones diarias de 3.955,9 g/día, seguidas por las hembras puras Toggenburg, que poseen producciones diarias de 3.215,3 g/día, expresando diferencias con el análisis realizado en esta memoria. De acuerdo con los autores antes citados, las hembras puras Anglo-Nubia ocupan un tercer lugar, con valores de producción de 2.746,8 g/día y, finalmente se ubican las hembras puras Murciano-Granadina con 1.960,7 g/día en hembras puras de primer parto (ACRIMUR, 2009). Una justificación para esta notoria diferencia es la alimentación de los animales ya que afecta de manera notable la producción. Garces *et. al* (2004) postula que, en rumiantes, un bajo nivel energético de la ración supone una menor producción de leche, por lo que la alimentación de las cabras con dietas pobremente energéticas supondrá una disminución de la producción. Si bien el sistema utilizado en las Cardas contempla una alimentación con aporte energético suficiente, no puede ser comparado a los altos niveles de energía aportados en las dietas de los animales de contraste bibliográfico.

### **Producción de leche corregida**

En cuanto a la producción de leche corregida ésta muestra en sus medias similar tendencia a la observada en la producción de leche sin corregir, manteniendo tanto el orden productivo como las diferencias estadísticas, solo viéndose modificado su valor promedio. De esta forma, se ubicaron en primer lugar las mestiza Alpinas con  $1307,0 \pm 66,9$  g/día, seguido por las mestizas Anglo-Nubia con  $1158,6 \pm 58,5$  g/día. Posterior a estas encuentran las mestizas

Toggenburg con  $985,2 \pm 98,2$  g/día finalmente nos encontramos a las mestizas Murciano-Granadina con  $936,3 \pm 67,1$  g/día (Figura 2).

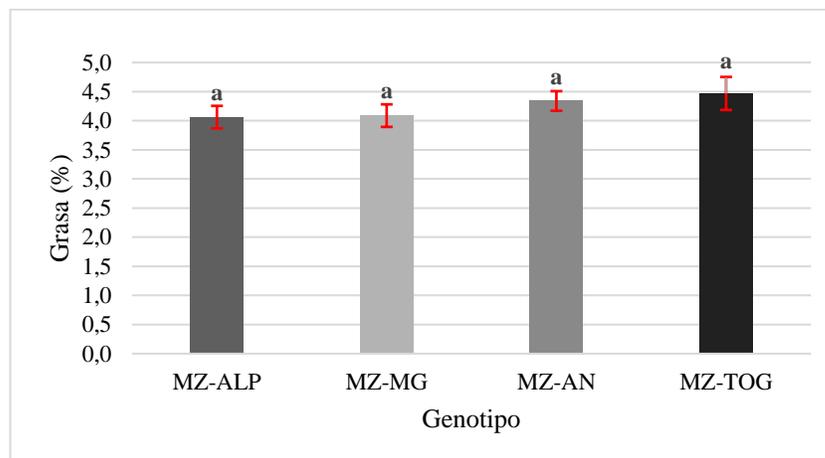


**Figura 2.** Producción promedio de leche corregida (g/día), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Aun observando una leve alza en la producción, al ser corregida, se obtienen resultados bajos en comparación a las hembras puras. Esta diferencia, más allá del aspecto genético que muestra relevancia estadística, también se asocia a que en la bibliografía se plasman, en general, las producciones de cabras de 2do o 3er parto, que es donde se manifiesta el mayor potencial lechero de las hembras (peak productivo). Esta situación da la posibilidad a que este análisis pueda ser abordado en un futuro y logre contrastar a estos mismos genotipos, en su segunda o tercera lactancia, evidenciando así la diferencia existente entre estas y sus símiles de raza pura, además de generar un contraste entre el primer parto y los posteriores.

### Porcentaje de Grasa

En el caso del tenor de grasa, el genotipo de la cabra no fue un factor significativo, mostrando valores estadísticamente iguales en los cuatro genotipos analizados, partiendo con Toggenburg con un porcentaje promedio de  $4,46 \pm 0,28\%$ . Luego las mestizas Anglo-Nubia promediaron un tenor graso de  $4,34 \pm 0,17\%$ , seguido de las mestizas Alpinas con  $4,06 \pm 0,19\%$  y Murciano-Granadinas con  $4,09 \pm 0,19\%$  (Figura 3).



**Figura 3.** Porcentaje de grasa, obtenidas en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

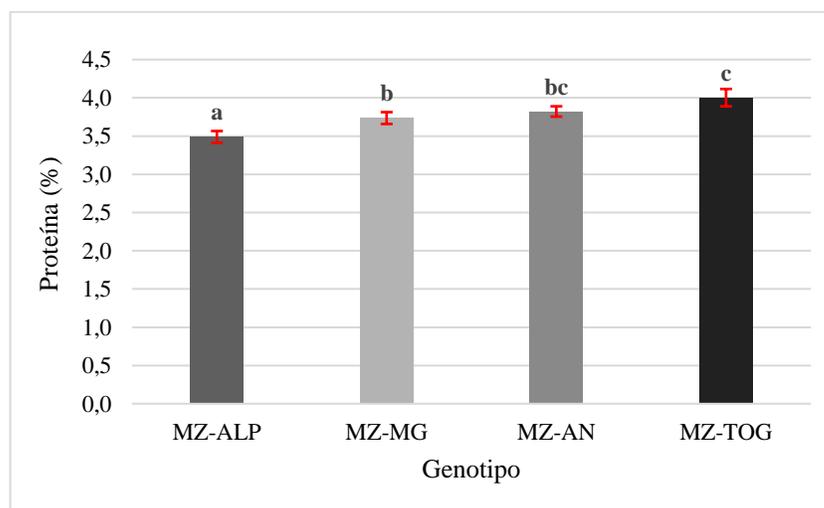
Los porcentajes de grasa de la leche de los cuatro genotipos evaluados en este trabajo superaron el rango citado para caprinos en general, el que ronda entre el 3,0 y 3,5% (Salvador et al.,2006). Esto se puede atribuir a que la línea genética que predomina en el rebaño de la EEA Las Cardas es Anglo-Nubia, en donde las cabras criollas han sido cruzados con machos de dicha raza, la cual es conocida por producir leche con mayor porcentaje de grasa, fluctuando entre los 4,7% (Merkel y Gipson, 2016) y los 5,21% (Frau et al.,2007). Cabe resaltar que el hecho de no existir diferencia en el tenor de grasa no significa que las cantidades producidas por cada genotipo no tengan diferencia. Lo anterior se reflejará al discutir sobre las cantidades de grasa en la leche. Al comparar hembras mestizas con hembras de raza pura, se aprecian algunas diferencias respecto a los datos bibliográficos, tal como es el caso de las hembras Alpinas y Toggenburg puras, donde los tenores grasos son notoriamente más bajos en comparación a las mestizas, con valores de 3,3% y 3,1% (Merkel y Gipson, 2016) respectivamente. En cambio, en el caso de las hembras mestizas Anglo-Nubia, esta situación es a la inversa, en donde las mestizas observaron menores porcentajes de grasa en comparación a las hembras puras de esta raza, que presentan valores de 4,7% (Merkel y Gipson, 2016), mientras que las mestizas Murciano-Granadina, al ser comparadas con hembras puras de similar edad, muestran valores más bajos pues las hembras puras muestran 5,6% de grasa (ACRIMUR, 2009).

Una gran relevancia en la calidad de la leche es el aspecto nutricional, siendo la alimentación del plantel un factor muy importante, teniendo en cuenta que variaciones de la dieta pueden traer cambios importantes en la producción y composición de la leche (Moranh-Fehr, 2005). Este análisis sugiere que pueden existir este tipo de cambios, al ver la superioridad en el porcentaje de grasa en las mestizas Alpinas y Toggenburg, mientras que las mestizas Anglo-

Nubia y Murciano-Granadina mostraron inferioridad en contraste a hembras puras, lo que pudiese estar ligado a la alimentación del plantel además de otros factores.

### Porcentaje de Proteína

En esta variable las mestizas Toggenburg obtuvieron los mayores porcentajes, con  $4,00 \pm 0,11\%$ , pero estas no mostraron diferencia estadística con las mestizas Anglo-Nubia, que promediaron de  $3,82 \pm 0,07\%$ . A su vez, las mestizas Anglo-Nubia no evidenciaron diferencias significativas con las mestizas Murciano-Granadina, las que promediaron  $3,74 \pm 0,08\%$ , sin embargo, estas difirieron significativamente de las mestizas Toggenburg. Las mestizas Alpinas obtuvieron tenores proteicos significativamente más bajos que es resto de los genotipos evaluados, con un valor promedio de  $3,49 \pm 0,08\%$  (Figura 4).



**Figura 4.** Porcentaje de proteína, obtenidas en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

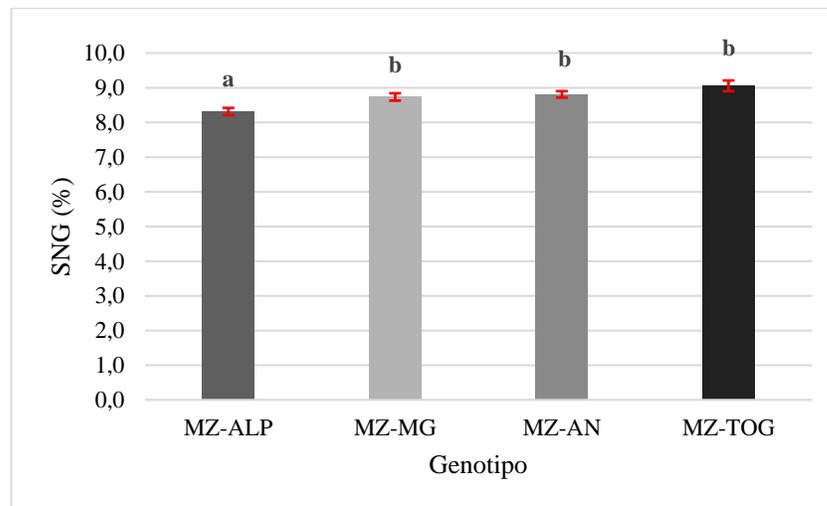
A diferencia de lo reportado por Merkel y Gipson (2016), quienes señalan a la raza Anglo-Nubia como la de mejor porcentaje de proteína en la leche (3,7% en hembras puras), en esta memoria la mayoría de los genotipos estudiados, con la excepción de las mestizas Alpina igualaron o superaron este porcentaje. En el caso de la EEA Las Cardas, la raza Toggenburg obtuvo los mejores porcentajes de proteína en la leche, superando a las hembras puras que presentan un 2,7% (Merkel y Gipson, 2016). Sin embargo, es necesario aclarar que, tanto en un sistema como el utilizado en esta memoria, como en un sistema quesero, es la cantidad de proteína de la leche lo que cobra mayor importancia, lo cual si bien tiene relación con el porcentaje de la misma, está influenciado por la producción de leche en sí, lo que se

ejemplifica con el caso de las mestizas Alpinas donde, en comparación a las demás razas, muestran los porcentajes de proteína más bajos y, aun así logran superar a las hembras puras que solo llegan a un 2,9% (Merkel y Gipson, 2016). No obstante, esto está condicionado por el llamado “efecto de dilución” (Emery, 1988), el cual indica que, a mayor producción, menores serán los porcentajes de proteína y grasa, ya que estos sólidos se secretan más lento que la leche. Finalmente, y la más cercana en porcentaje a las hembras puras, son las mestizas Murciano- Granadina, ya que las puras muestran valores de 3,6% de proteína en hembras de primer parto (ACRIMUR, 2009), siendo ligeramente menores a los de las mestizas analizadas.

La proteína a pesar de poder ser solo ligeramente modificada por medios nutricionales como fue señalado por Pulina et al. 2008, depende en cierta medida de la alimentación presente en el rebaño. Variaciones en la dieta o la composición de la misma también afectan la composición de la leche (Salvador y Martínez 2007) por lo que podrían estar asociados los resultados expuestos a la alimentación brindada en la estación experimental, en comparación a la brindada a los animales puros de la literatura citada.

### Porcentaje de Sólidos No Grasos

En este caso se observó igual contenido de SNG en las mestizas Toggenburg ( $9,05 \pm 0,16\%$ ), Anglo-Nubia ( $8,81 \pm 0,09\%$ ) y mestizas Murciano-Granadina ( $8,73 \pm 0,11 \%$ ), mientras que las mestizas Alpinas resultaron tener tenores de SNG significativamente inferiores respecto de las anteriores, con  $8,31 \pm 0,11\%$  (Figura 5).



**Figura 5.** Porcentaje de sólidos no grasos, obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental

Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Según Park (2006), los valores de SNG deberían estar próximos al 8,9%, es por ello por lo que, a nivel plantel, el rebaño caprino de la EEA Cardas presenta resultados relativamente bajos en esta variable. Los SNG también están relacionados con la proteína en la leche, ya que esta, junto a la lactosa y los minerales son los principales componentes de los sólidos de la leche.

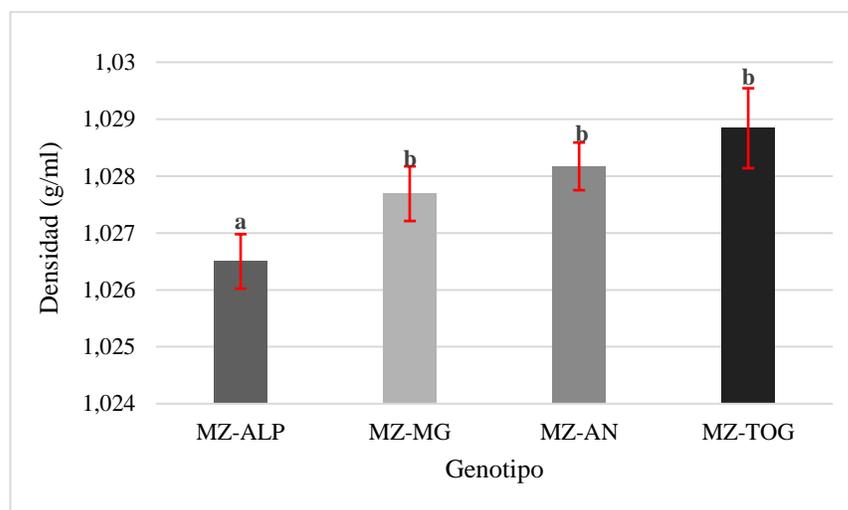
Las hembras evaluadas en esta memoria reflejaron valores cercanos a los de hembras puras informados en la literatura, donde las cabras Alpinas puras alcanzaron un 8,69% de SNG (Vega et al., 2007), superando levemente a las mestizas de este estudio, mientras que las cabras puras Anglo-Nubia, mostraron menores valores de SNG, con un 8,44% (Frau et al., 2007). Por otra parte, en las hembras Murciano-Granadina puras, se reportan valores de SNG de 8,57% (Vert y García, 2006), siendo esta cifra levemente inferior a lo obtenido por las mestizas murcianas-granadina analizadas en este trabajo. Finalmente, cabras puras Toggenburg presentaron un 9,14% de sólidos no grasos (Contreras et al., 2001), un valor muy similar al de las mestizas Toggenburg de esta memoria.

Debido a que los sólidos no grasos fueron medidos en porcentaje, pueden mostrar un resultado engorrosos en primera instancia, al ser dependientes de la producción ese porcentaje puede verse más alto en los genotipos que poseen producciones menores, dejando a las mestizas Alpinas como las de porcentaje más bajo de sólidos no grasos siendo que Alpina muestra los mayores valores de producción láctea, sumado a esto los sólidos no grasos son dependientes de otros parámetros, principalmente a proteína y lactosa, si los últimos dos nombrados aumentan, los sólidos no grasos también lo harán.

Las diferencias observadas anteriormente pueden estar ligadas a la alimentación de los animales, un ejemplo es el estudio realizado por Sanz et al. (1999) quienes, utilizando diferentes fuentes de proteína en la dieta, observaron diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) en la composición de la leche siendo una de estas diferencias el porcentaje de sólidos totales, pero no obtuvieron diferencias en el porcentaje de grasa. Siendo así teniendo en cuenta que la alimentación en la estación experimental contempla un buen contenido de proteína de parte del heno de alfalfa y los distintos concentrados, podría explicar el por qué las diferencias mostradas son solo leves a diferencia de otros factores evaluados.

### **Densidad de la leche**

La densidad de la leche de las cabras mestizas Alpinas ( $1,0265 \pm 0,0005 \text{ g/cm}^3$ ), fue significativamente inferior a la densidad obtenida en el resto de los genotipos evaluados. En estos últimos se observa igualdad estadística, con valores de  $1,0277 \pm 0,0005$ ;  $1,0282 \pm 0,0004$  y  $1,0288 \pm 0,0007 \text{ g/cm}^3$ , para las mestizas Murciano-Granadina, Anglo-Nubia y Toggenburg, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6** Densidad de la leche ( $\text{g ml}^{-1}$ ), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

En comparación con hembras puras, existen diferencias respecto a los datos de literatura, como sucede con cabras de la raza Toggenburg, donde sus hembras tienen una densidad de leche de  $1,0239 \text{ g/cm}^3$  (Reyes, 2019), mientras que en hembras de raza Anglo-Nubia se reportan valores de  $1,0230 \text{ g/cm}^3$  (Reyes, 2019), cifras inferiores a los valores reportados en este trabajo. Las hembras puras Murciano-Granadina reflejan valores de  $1,0394 \text{ g/cm}^3$  (Romero et al., 2013), mientras que hembras Alpinas puras, arrojan valores de  $1,0360 \text{ g/cm}^3$  (Vega et al., 2007), ambos superiores a los obtenidos en esta memoria con hebras mestizas de dichas razas.

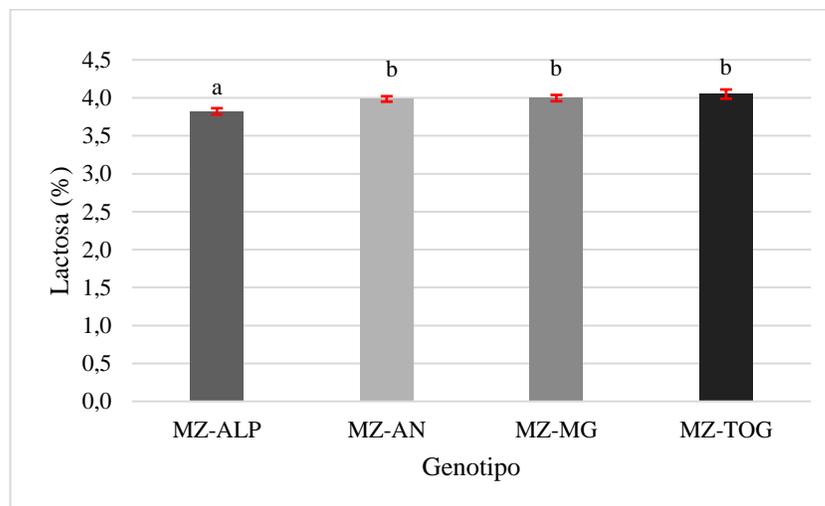
Según Quiles y Hevia (2001) La densidad láctea varía en función de la proporción de sólidos no grasos y de grasa. En el primer caso, la variación es proporcional. Esto puede ser corroborado en este estudio, dado que las mestizas Alpinas que son las que presentan menor tenor de sólidos no grasos, efectivamente presentan la densidad promedio más baja. Sumado a esto se tiene a la proteína, que afecta directamente a los sólidos no grasos, siendo uno de sus principales factores que afectan su porcentaje junto a lactosa. En definitiva, existe una

relación lineal positiva entre proteína y densidad, misma que nos revela que las mestizas Alpinas quienes muestran el tenor más bajo de proteína son también las con menor densidad.

Por otra parte, al tener la grasa una densidad menor a 1, concretamente 0,930-, la densidad global varía de forma inversa al contenido graso (Quiles y Hevia, 2001). debido a ello, las mestizas Alpinas, que mostraron mayores cantidades de grasa en la leche, también tendrán densidades menores. Por otra parte, y otro de los grandes factores que afectan directamente a la densidad de la leche es el porcentaje de proteína, existiendo una relación lineal positiva entre ambos, misma que nos muestra que las mestizas Alpinas quienes muestran el tenor más bajo de proteína son también las con menor densidad.

### Porcentaje de Lactosa

En esta variable se obtuvieron valores de  $3,98 \pm 0,04\%$ ;  $3,99 \pm 0,04\%$  y  $4,05 \pm 0,06\%$ , para las mestizas Alpinas, Anglo-Nubia y Toggenburg, respectivamente, sin mostrar diferencias significativas entre sí. A su vez, el tenor de lactosa en estos tres genotipos fue significativamente más alto con respecto al observado en la leche de cabras mestizas Alpina, las que promediaron un  $3,82 \pm 0,04 \%$  (Figura 7).



**Figura 7.** Porcentaje de lactosa, obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

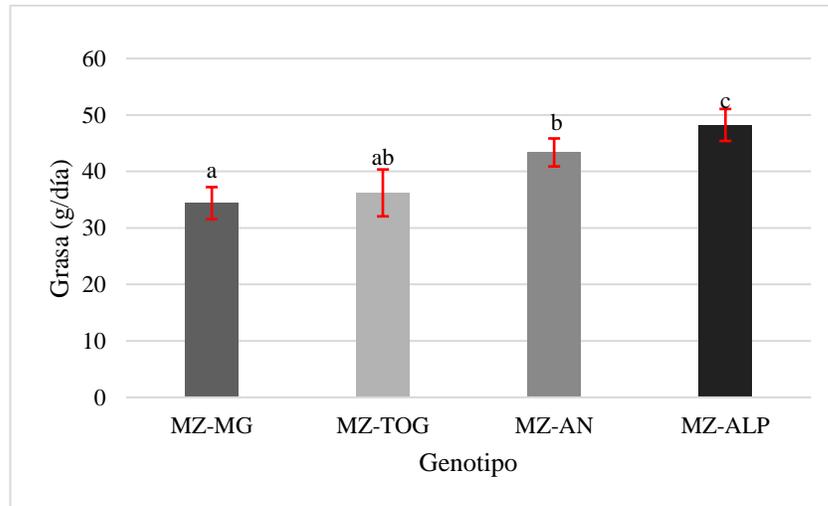
Es importante conocer el valor de la lactosa debido a su relevancia en la posible elaboración de otros productos como el queso crema o manjar. Su valor permite una comparación con la leche de vaca, mostrando que la leche de cabras si posee lactosa, pero en menores cantidades

y aún más bajas en quesos maduros prensados, por lo que resulta viable su consumo en personas intolerantes a la lactosa. Por otra parte, este azúcar tiene relevancia en la elaboración de quesos ya que se transforma en ácido láctico, el cual hace de combustible para las bacterias iniciadoras del proceso de maduración de los quesos (Merkel y Gipson, 2016).

Cabe mencionar, que el efecto dilución mencionado en el porcentaje de proteína también afecta a esta variable, debido a que representa un porcentaje de la producción de leche. Si bien, es un valor estimado y no analizado mediante instrumentos especializados, los cuatro genotipos de cabras evaluados se encuentran cercanas a los valores teóricos donde, para el caso de las hembras puras Toggenburg se esperaría un valor de 4,27% de lactosa (Contreras et al., 2001), mientras que las cabras puras de la raza Alpina, se esperaría un valor medio de 4,46% de lactosa (Vega et al., 2007), superando a las mestizas estudiadas. Respecto a las hembras puras Anglo- Nubia, estas también muestran mayores concentraciones en contraste con las mestizas evaluadas en este trabajo, alcanzando un 4,34% (Frau et al., 2007). En el caso de hembras puras Murciano-Granadina se citan valores de 4,50% de lactosa (RFEAGAS, 2021).

### **Tasa de producción de Grasa**

Las hembras mestizas Alpinas mostraron superioridad respecto de las demás razas, en cuanto a la cantidad diaria de grasa producida, con una media de  $48,24 \pm 2,83$  g/día. En un segundo lugar se ubicaron las hembras mestizas Anglo- Nubia, con una media de  $43,37 \pm 2,48$  g/día, las cuales fueron estadísticamente iguales a las mestizas Toggenburg, cuyo promedio fue de  $36,21 \pm 4,15$  g/día. A su vez, las mestizas Toggenburg fueron estadísticamente iguales a las mestizas Murciano-Granadina, las que registraron una tasa de producción de grasa de  $34,39 \pm 2,84$  g/día, siendo este valor significativamente inferior al observado en las mestizas anglo-Nubia y Alpinas (Figura 8).



**Figura 8.** Producción promedio de grasa (g/día), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

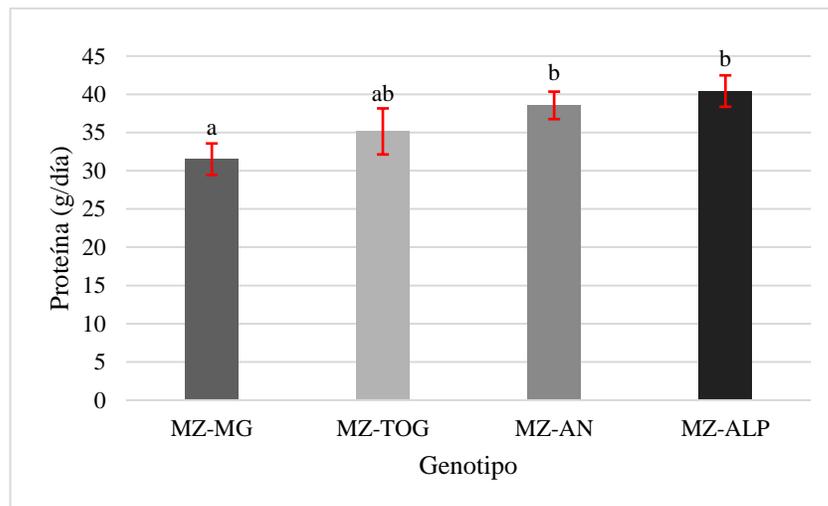
La cantidad de grasa producida permite apreciar el mérito de un determinado genotipo en cuanto a la producción de este sólido, ya que es dependiente de la producción total de leche y del tenor graso. Los valores obtenidos en este estudio se encuentran bastante alejados de los reportados para razas puras, en donde para cabras Alpina, se mencionan valores de 129,39 g/día, seguido de cabras Anglo-Nubia, que tienen medias de 127,90 g/día de grasa (Merkel y Gipson, 2016). Para cabras de la raza Murciano-Granadina se reportan valores de 109,80 g/día (ACRIMUR, 2009), mientras que para cabras Toggenburg estos valores promedian 99,64 g/día (Merkel y Gipson, 2016). En síntesis, la gran diferencia observada está ligada a la producción de leche de las hembras analizadas, que no solo son más bajas por ser mestizas, sino también por ser de primer parto. La grasa, por su parte, es un sólido muy importante en la producción de quesos ya que otorga aroma y sabor (Merkel y Gipson, 2016), por ende, en un modelo semi intensivo como el de la Estación Experimental Agronómica Las Cardas, la raza Alpina sería la alternativa dentro de este, si es que el objetivo se ciñe a la producción de grasa individual.

La alimentación afecta el porcentaje de grasa y por ende también su producción promedio diaria siendo un factor de suma importancia a la hora de comparar diferencias en este sólido. La adición de ácidos grasos de cadena larga incrementa el contenido de grasa de la leche y el rendimiento (Baldi et al., 1992), tomando en cuenta la gran importancia que se le da al ámbito nutricional en sistemas intensivos, podrían estar asociadas las diferencias mostradas de este análisis a la alimentación brindada en los distintos planteles.

En este estudio además se observa que existe una influencia de parte de la producción láctea sobre la tasa de producción de grasa, mostrando un comportamiento similar en ambas curvas, donde las mestizas con mayor producción de leche, muestran mayor tasa de producción de grasa, lo cual se visualiza con las hembras del genotipo Alpino a la cabeza con los más altos valores de este sólido pues son las de mayor producción láctea.

### Tasa de producción de Proteína

El genotipo de Alpinas mostró igualdad respecto de las otras mestizas con  $40,42 \pm 2,05$  g/día, siendo estadísticamente iguales con Anglo-Nubia y Toggenburg, las cuales obtuvieron valores de  $38,55 \pm 1,80$  y  $35,14 \pm 3,01$  g/día, respectivamente, mostrándose solo una excepción, correspondiendo a Murciano-Granadina, la cual queda en último lugar con un promedio de producción diaria de proteína de  $31,51 \pm 2,06$  (g/día), estadísticamente iguales al obtenido por las mestizas Toggenburg, pero inferior al resto de los genotipos evaluados (Figura 9).



**Figura 9.** Producción promedio de proteína (g/día), obtenidas en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Uno de las principales variables de la leche caprina que incide sobre la producción de quesos, y que tiene directa relación con el rendimiento y la textura del queso, es la proteína láctea (Merkel y Gipson, 2016). Es aquí donde estriba la importancia de identificar a qué genotipo

se le atribuye la producción de leche con mayor proteína. En este estudio, se pudo observar que al menos tres de los cuatro genotipos estudiados poseen características similares respecto a la cantidad promedio diaria de proteína producida y, por ende, se puede decir que existen varias alternativas para seleccionar biotipos que se ajusten a este sistema en específico. Aun así, se demostró que las cabras mestizas presentan niveles más bajos en comparación a las hembras puras de Alpinas, Anglo- Nubias y Toggenburg, que alcanzan valores de 111,54; 101,29 y 87,74 g/día respectivamente (Merkel y Gipson, 2016), mientras que las hembras puras de primer parto de la raza Murciano- Granadina presentan valores de 70,59 g/día (ACRIMUR, 2009), reflejando el mismo orden entre las razas estudiadas. Un factor que puede tener relación respecto de la cantidad de proteína producida es la diferencia de tamaño de las mestizas, el cual, de manera visual, genera un mayor impacto y que también es apreciable en la comparación de pesos (Figuras 15 y 16), siendo las mestizas Alpinas, Anglo-Nubia y Toggenburg de una envergadura visiblemente mayor que las mestizas Murciano-Granadina, lo cual se puede apreciar desde el primer parto y que se acentúa aún más en el transcurso del tiempo. Es por esto, que la capacidad de producción, teóricamente, debería ser más alto en cabras de mayor tamaño. Además, tal como sucede con la cantidad de proteína, es dependiente de la producción de leche y, a su vez, también depende del tamaño de la ubre. Por lo tanto, se puede aseverar que cabras más grandes, tendrán ubres más grandes y, por ende, con mayor tejido secretos de leche, por lo cual serán capaces de incrementar la producción de leche y con esto la cantidad de proteína y grasa producida. Para confirmar o refutar esto de manera objetiva, resulta importante analizar la eficiencia biológica de la producción de este sólido, tema que será abordado más adelante.

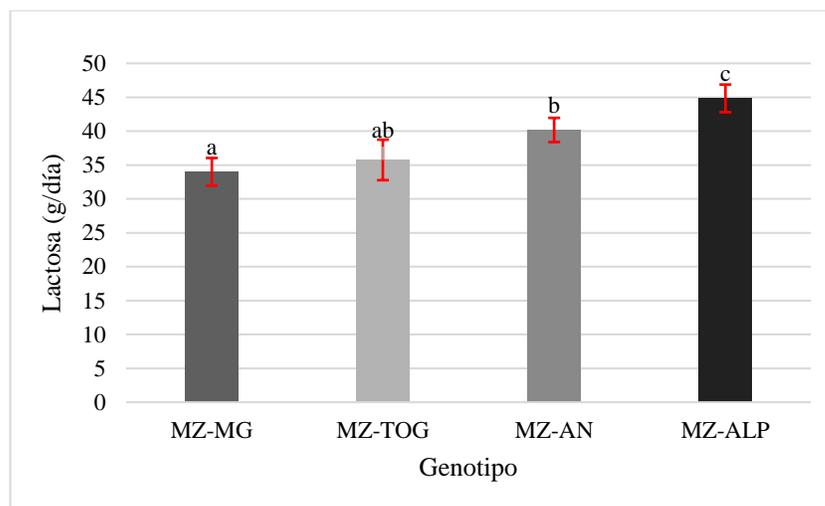
Un aspecto no menos importante es la nutrición de los animales siendo el aporte energético de la dieta un punto clave, dándose que la proteína total de la leche de cabra se encuentra más influenciada por el consumo de energía que por el tipo de forraje (alfalfa henificada vs pellets) que se incorpore a la dieta (Sanz et al., 1999). Tomando en cuenta los sistemas en comparación, no es de extrañar que en manejos intensivos se utilicen dietas más energéticas para obtener mayores producciones, por lo cual podría la diferencia mostrada explicarse por las diferencias de alimentación.

En la tasa de producción de proteína, no se logra apreciar una relación con la producción láctea, pues las mestizas alpinas que muestran mayores producciones de leche, se ven igualadas en producción proteica, por hembras de menor producción como Anglo-Nubia y Toggenburg.

### **Tasa de producción de Lactosa**

En esta variable se observó una superioridad respaldada estadísticamente por parte de las mestizas Alpinas con  $44,84 \pm 2,04$  g/día. Seguido de estas se ubicaron las mestizas Anglo-Nubia con  $40,17 \pm 1,78$  g/día, siendo iguales estadísticamente a las mestizas Toggenburg que

promediaron  $35,75 \pm 2,99$  g/día de lactosa. Estas últimas, a su vez, fueron estadísticamente iguales con las mestizas Murciano-Granadina, las cuales registraron los menores producciones de lactosa, con un promedio de  $33,99 \pm 2,04$  g/día, siendo estas estadísticamente inferiores a las mestizas Anglo-Nubia y Alpina (Figura 10).



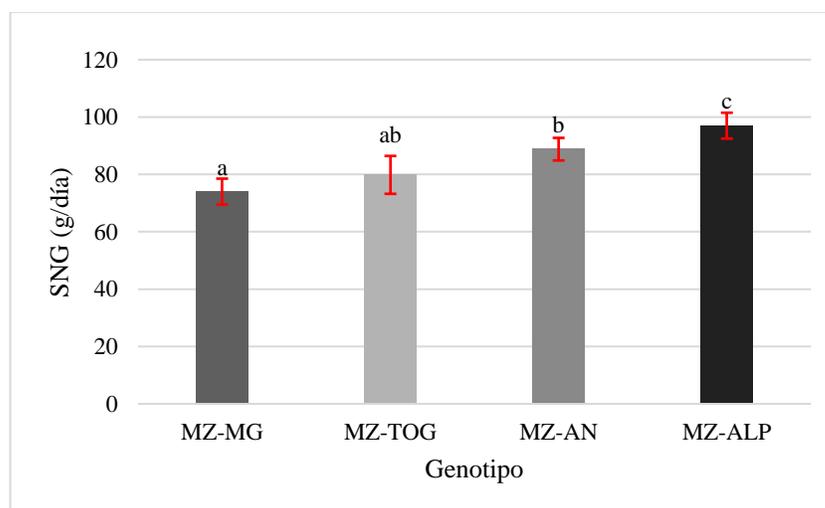
**Figura 10.** Producción promedio de lactosa (g/día), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Poniendo en contraste los valores obtenidos en este estudio con hembras puras, se cita que hembras multíparas Alpinas muestran valores de 176,43 g/día (Merkel y Gipson, 2016; Vega et al., 2007). Por otra parte, en hembras adultas de la raza Anglo-Nubia se reportan valores de 119,21 g/día (Merkel y Gipson, 2016; Frau et al., 2007), seguido de las hembras Toggenburg, en las cuales se mencionan valores de 144,69 g/día (Merkel y Gipson, 2016; Contreras et al., 2001). Finalmente, para las hembras de la raza Murciano-Granadina, se mencionan valores de 83,73 g/día (ACRIMUR, 2009; RFEAGAS, 2021). En todos los casos antes señalados, se logra reflejar una tendencia a obtener menores producciones de lactosa por parte de las mestizas, en comparación a las hembras puras. Al igual que en las variables de producción de sólidos, esto se podría atribuir a múltiples factores, tales como la composición genética, edad, el manejo y la alimentación.

La tasa de producción de lactosa muestra una relación directamente proporcional a simple vista con la producción láctea, puesto que las hembras con mayores producciones de leche como lo son las mestizas Alpinas, son las que poseen mayores tasas de producción de lactosa. Esto se explica debido a que esta azúcar es el factor que limita la producción, comportándose como “la válvula” que regula la cantidad de agua que se arrastra dentro del alveolo y por lo tanto el volumen de leche producido (Bickerstaffe, et al., 1974).

### Tasa de producción de Sólidos No Grasos

Referente a esta variable, las mestizas Alpinas presentaron una significativa y mayor producción diaria de sólidos no grasos, con  $97,01 \pm 4,51$  g/día. En segundo y tercer lugar, pero con promedios estadísticamente iguales, se ubicaron las mestizas Anglo- Nubia y Toggenburg, con  $88,81 \pm 3,94$  y  $79,84 \pm 6,61$  g/día, respectivamente. En un cuarto orden de mérito, se posicionaron las mestizas Murciano- Granadina, con  $74,01 \pm 4,52$  g/día, promedio que fue estadísticamente igual al obtenido por las mestizas Toggenburg, pero significativamente más bajo al obtenido por los otros genotipos evaluados (Figura 11).



**Figura 11.** Producción promedio de sólidos no grasos (g/día), obtenidas en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

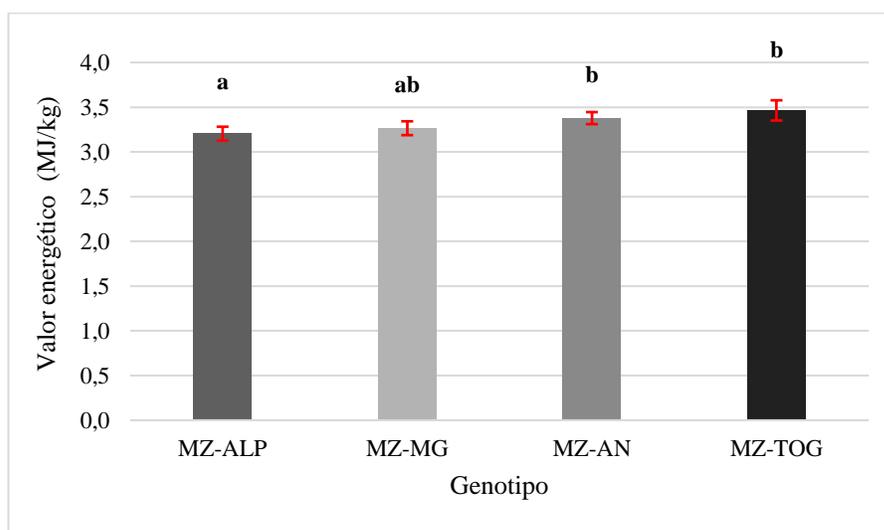
En comparación a las hembras puras, las mestizas presentaron menores cantidades de sólidos no grasos. Tal es el caso de la raza Alpina, con  $343,77$  g/día de SNG (Merkel y Gipson, 2016; Vega et al., 2007), seguido de las hembras puras de la raza Anglo- Nubia, donde se reportan promedios de  $231,83$  g/día (Merkel y Gipson, 2016; Frau et al., 2007). Por otra parte, en el caso de la raza Toggenburg, se cita valores de  $293,88$  g/día y, finalmente, en hembras puras Murciano-Granadina, los promedios reportados muestran cifras de SNG de  $168,04$  g/día.

La cantidad de SNG de la leche es dependiente de la cantidad de proteína, lactosa y minerales de la misma, aunque, hablando de cantidad, la producción láctea también es un factor importante, ya que una alta cantidad de estos sólidos, principalmente la proteína y la lactosa, será reflejado en mayores cantidades de SNG, lo cual se aprecia en las hembras mestizas

Alpinas, cuyas producciones de leche son las más altas, junto con mayores producciones de proteína.

### Valor energético de la leche

En este caso, las mestizas Toggenburg mostraron igualdad respecto de las mestizas Anglo-Nubia y Murcianas, con  $3,46 \pm 0,11$ ;  $3,38 \pm 0,07$  y  $3,27 \pm 0,08$  MJ/kg, respectivamente. Las mestizas Alpinas ocuparon un cuarto lugar, con un promedio de  $3,20 \pm 0,08$  MJ/kg, cifra estadísticamente igual al obtenido por las mestizas Murciana- Granadinas, pero significativamente inferior al promedio de las otras mestizas (Figura 12).

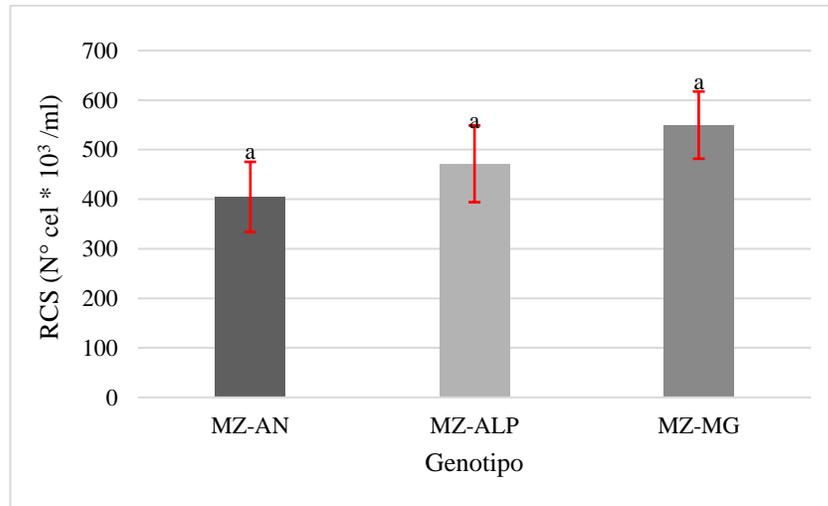


**Figura 12.** Valor energético de la leche (MJ/kg), obtenidas en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Dado que el valor energético de la leche es calculado en base a los porcentajes de grasa y proteína, fueron las mestizas con porcentajes superiores en estos sólidos las que mostraron mayor valor energético en la leche, siendo ello la explicación del porque las mestizas Toggenburg y Anglo-Nubia obtuviesen los mayores valores. En contraste, se observa en las mestizas Alpinas, que el valor energético fue menor, a pesar de presentar porcentajes iguales en grasa a las demás mestizas, es el genotipo con menor porcentaje de proteína en la leche.

### Recuento de Células Somáticas

En los tres genotipos que contaron con mediciones de RCS, mestizas Murciano-Granadina, Alpinas y Anglo-Nubia, se obtuvieron medias de  $549,59 \pm 67,89$ ;  $471,48 \pm 77,48$  y  $404,65 \pm 70,76$  (células  $\times 10^3$ /ml de leche) mostrándose estadísticamente iguales entre sí (Figura 13), pero con mayor variabilidad que las variables de composición láctea.



**Figura 13.** Recuento de células somáticas (N° cel \* 10<sup>3</sup>/ml), obtenido en tres biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Debido a su estrecha relación con la composición de la leche, el RCS es un criterio de calidad sanitaria de la leche muy importante. Las células somáticas están constituidas por una asociación de leucocitos y células epiteliales, y su presencia en la leche permite conocer el estado funcional y de salud de la glándula mamaria durante la lactancia. Dado la ausencia de equipo Ekomilk scan en la EEA Las Cardas durante el año 2017, las mestizas Toggenburg no fueron analizadas en esta variable. Los tres genotipos de cabras evaluados mostraron en su análisis de varianza, valores promedios de RCS estadísticamente similares, y altamente variables. Comparados con la bibliografía, los valores obtenidos se encuentran dentro del rango apropiado y distanciados del límite propuesto por Paape et al. (2001), quienes señalan que la leche de cabras con conteo entre 270 a 2000  $\times 10^3$ /ml estaría libre de infección intramamaria. No obstante, otros autores (Atherton, 1992; Rota et al., 1993 y Wilson et al., 1995) indican valores máximos de RCS en cabras de hasta 1000 células  $\times 10^3$ /ml de leche, lo que da cuenta que este rebaño experimental, en general, tendría una buena sanidad

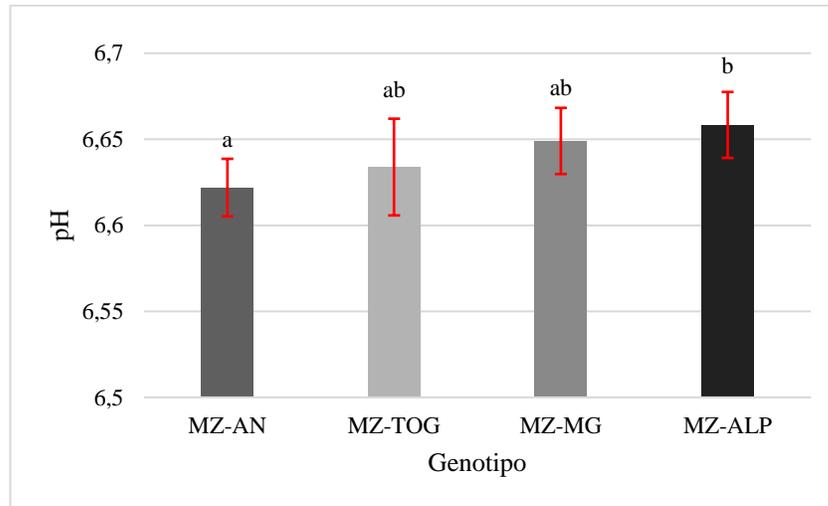
mamaria. Si bien, el recuento de células somáticas no es influenciado por la raza de las cabras, existen otros factores que influyen en su variación, como lo son el peso de las cabras y el número de crías. Como primera impresión, podría deducirse que un mayor peso se podría traducir en una mejor nutrición, y que un factor importante de la sanidad animal está ligada a este aspecto. Hembras con deficiencias nutricionales pueden ser sinónimo de enfermedades (Bedotti y Rossanigo, 2011) y por ende podría afectar la ubre, dado que la leche es un buen “caldo de cultivo” para el desarrollo de patógenos. Por otro lado, el número de crías podría estar ligado al recuento de células somáticas por múltiples causas. Una de las más notorias al observar el amamantamiento, es la violencia con que la cría golpea la ubre para extraer la leche, dando topadas con la cabeza a la glándula mamaria, y por ello, al tener más de un cabrito aumentan también los golpes que recibe la ubre y a medida que el cabrito crece, aumenta la intensidad de estos golpes. Por otra parte, el tipo de lactancia, en este caso natural, es un factor que puede afectar la sanidad de la ubre (Corrales, et al. 2004), la propia boca del cabrito pudiese ser vector de algún microorganismo que pudiese afectar a la sanidad de la ubre, ya que estos suelen comer y lamer lo que llame su atención en el corral, por ende, si existe más de una cría, las probabilidades que la madre sea afectada por un patógeno al amamantar aumentan. Esto abre la posibilidad de nuevos estudios enfocados en los parámetros mencionados y que no son foco de esta investigación.

Como factor que también puede afectar este parámetro se presenta la conformación mamaria, siendo las hembras principales afectadas aquella con ubres descolgadas y con pezones mal adaptados a la máquina de ordeño (Corrales, et al. 2004).

Sumado a lo anterior el recuento de células somáticas puede influenciar la producción de leche, ya que a mayor RCS, el rendimiento lechero puede ser afectado mostrando menores producciones (Marín et al. 2010)

### **pH de la leche**

Las mestizas Anglo-Nubia, Toggenburg y Murciano-Granadina presentaron valores de pH en su leche de  $6,62 \pm 0,02$ ;  $6,63 \pm 0,03$  y  $6,65 \pm 0,02$ , respectivamente, siendo iguales estadísticamente. A su vez, los últimos dos genotipos no difirieron significativamente del valor obtenido por las mestizas Alpinas, quienes promediaron  $6,66 \pm 0,02$  en el pH de su leche, el que fue significativamente mayor al registrado por las cabras mestizas Anglo- Nubia (Figura 14).



**Figura 14.** Valores de pH de la leche, obtenido en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

Según Saini y Gilí (1991), el pH de la leche de cabra ronda las 6,7 unidades, valor superior al obtenidos por las cabras mestizas evaluadas en esta memoria. Según los mismos autores, el pH casi alcalino de la leche de cabra se debe a un contenido proteico más alto y sería la explicación del porque en la situación de los animales de este estudio, el pH tendió a ser más bajo.

Otros autores como Quiles y Hevia (2001) mencionan que la leche tiene una reacción iónica próxima a la neutralidad; concretamente, la leche de cabra tiene una reacción ligeramente acida, con un pH que oscila entre 6,3 a 6,8. Basado en esto, se puede decir que todos los genotipos estudiados presentan pH normal, pues los valores promedio mostrados se encuentran dentro del rango mencionado por este autor.

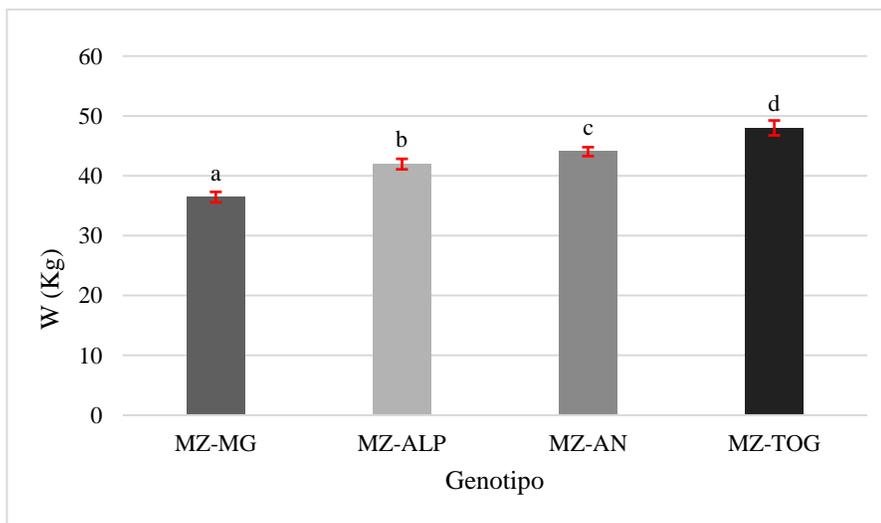
El pH suele variar en función de la fase de lactación, de la alimentación y la raza (Quiles y Hevia, 2001). El primer punto se ve reflejado en este análisis pues existió influencia del factor día de lactancia en la variable pH. En el caso del segundo punto no se puede en este estudio afirmar o contradecir la afirmación pues todos los animales fueron alimentados de la misma forma, no existiendo un contraste en el cual basarse para generar una aseveración respecto a este punto. Mientras que respecto al último punto comentado por Quiles y Hevia, se ve reflejado en cierta medida en este estudio, en la cual se ven diferencias entre algunos genotipos, principalmente entre las mestizas Anglo- Nubia y Alpinas, pero también existiendo otras como Toggenburg y Murciano- Granadina, que se muestran estadísticamente iguales a ambas opuestas nombradas anteriormente.

También se debe tener en cuenta que el pH puede variar con las burbujas de gas carbónico desprendido después del ordeño, durante la refrigeración o durante el transporte de la leche (Quiles y Hevia, 2001). Según los mismos autores al igual que en el calostro, el pH de la leche puede ser influenciado por la cantidad de proteína presente, siendo ligeramente inferior cuando existe mayor contenido de este sólido.

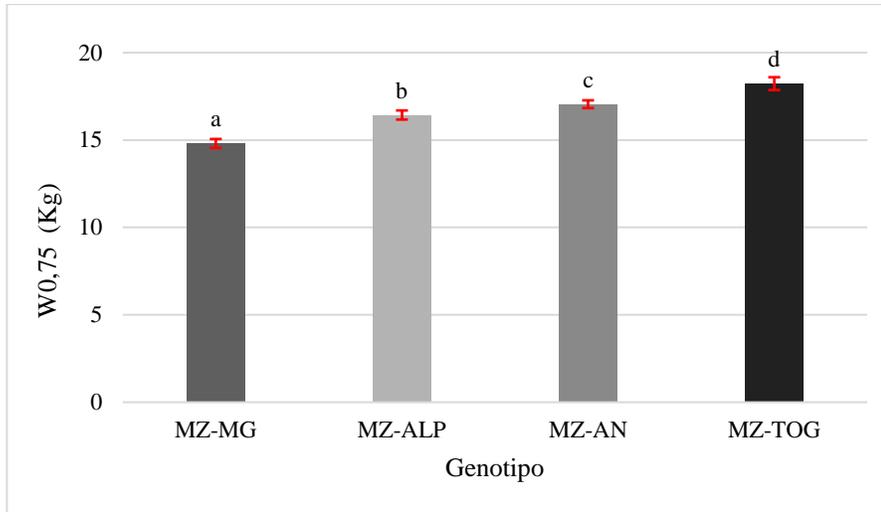
Cabe mencionar que, en esta variable, existió influencia de otros factores como el número de crías y como el anteriormente nombrado día de lactancia, no obstante, el foco de esta memoria es el tipo racial, dejando los demás factores antes mencionados disponibles para nuevos análisis enfocados en estos elementos.

### Peso Vivo y Peso Metabólico

El efecto del genotipo fue significativo, tanto en peso vivo como en peso metabólico, resultando todos los tipos genéticos diferentes estadísticamente entre si. Las mestizas Toggenburg presentaron mayores pesos vivo y metabólicos, promediando  $47,99 \pm 1,24$  y  $18,23 \pm 0,37$  kg, respectivamente. A continuación, se ubicaron las mestizas Anglo-Nubia, con  $44,03 \pm 0,75$  kg y  $17,05 \pm 0,22$  kg de peso metabólico. El tercer lugar lo obtuvieron las mestizas Alpinas, con un peso vivo y metabólico de  $41,95 \pm 0,88$  kg y  $16,43 \pm 0,26$  kg, respectivamente. El último lugar fue obtenido por las mestizas Murciano- Granadina, con una media de peso vivo de  $36,44 \pm 0,87$  kg y  $14,80 \pm 0,26$  kg de peso metabólico, siendo las más pequeñas tanto en el estudio como en la literatura, reflejado, en este análisis, (Figura 15 y 16).



**Figura 15.** Peso vivo (kg) obtenido en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.



**Figura 16.** Peso metabólico (Kg), obtenido en cuatro biotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación experimental Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

El peso vivo y metabólico de los animales tiene mucha importancia, ya que es la base para estimar el consumo de MS y los requerimientos nutricionales de los animales. En este estudio, se utilizó un peso postparto, mostrando una incidencia notoria del tipo racial como fuente de variación, dejando claro que todas las razas presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí, tanto de pesos vivos como metabólicos. No obstante, lo anterior, el peso vivo no resulta del todo útil para apreciar el estado nutricional de la cabra, debido a que varía con el tamaño del animal, el estado reproductivo y el tiempo transcurrido entre la alimentación y el pesado (Urrutia y Gámez, 2006).

El orden de mérito tanto en los pesos vivos como en los pesos metabólicos, obtenidos en esta memoria, difiere a los citados en la literatura, los cuales muestran en general un mayor tamaño corporal en las razas Alpina y Anglo-Nubia, las que pueden llegar a pesar entre 60 a 80 kg (Espinosa, 2006) y 55 a 60 kg (Mujica, 2005) respectivamente, mientras que cabras de la raza Toggenburg presenta pesos entre 50 a 60 kg (Contreras et al. 2001). Con relación a las cabras Murciano-Granadina, hay coincidencia, ya que en general se señala a esta raza como de menor envergadura corporal, con un peso vivo adulto entre 40 a 50 kg (Cofré, 1999). Autores como Merkel y Gipson (2016), y que al ser comparados con fuentes como ACRIMUR (2009) al presentar sus resultados reflejan de manera implícita que razas de mayor tamaño presentan producciones mayores de leche, esto va de la mano con el tamaño potencial de la ubre, ya que una cabra pequeña como Murciano-Granadina difícilmente podría llegar a tener una ubre tan grande como la de una cabra Alpina, con cierta similitud

este tema fue abordado por FAO (1987) el cual afirma que un animal de mayor tamaño dentro de una raza, debiesen poseer las ubres más desarrolladas y con mayores cantidades de tejido secretor, esto debido a que tienen una mayor capacidad para consumir y digerir nutrientes. Aun así, en este estudio se mostró que una gran envergadura no necesariamente tendrá los mayores rendimientos, dado que las cabras de mayor tamaño en este caso fueron las mestizas Toggenburg, mientras que las mestizas Alpinas que muestran un tamaño intermedio presentan las mayores producciones de leche y también las mayores producciones de sólidos ambos en g/día.

### **Indicadores de Eficiencia Biológica**

Respecto a la eficiencia biológica, existen variadas formas de comparar a una especie con otra, así como también entre la misma especie, como fue realizado en este estudio. Una forma fue abordada por Soto en 2015, que comparo la eficiencia biológica de distintas razas de vacas basándose en las producciones totales en un periodo de tiempo determinado, en los parámetros de producción de leche, grasa y proteína, siendo utilizado como base al igual que en este estudio el peso vivo post parto y transformándolo a peso metabólico. A diferencia del anterior, en este análisis se utilizaron las producciones promedio diarias tanto de leche, como también de grasa y proteína como indicadores de comparación.

Como punto de partida, para generar una comparativa entre hembras puras versus las mestizas del estudio se realizó un estimado en base a datos bibliográficos de los distintos genotipos.

En primera instancia y a modo de resumen se muestran los valores bibliográficos y valores calculados basados en la literatura de los distintos elementos que se busca contrastar, estando presentes la producción láctea (PL), porcentaje de grasa (%G), producción promedio diaria de grasa (Gg), producción promedio diaria de proteína (Pg) valores que se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Producción láctea, porcentaje de grasa, producción promedio diaria de grasa y producción promedio diaria de proteína obtenidos de algunos autores, para cuatro razas caprinas.

<b>Raza</b>	<b>PL b (g)</b>	<b>Gb (%)</b>	<b>Gb (g/día)</b>	<b>P (g/día)</b>	<b>Autor</b>
MZ-ALP	3956	3,3	129,39	111,54	Merkel y Gipson (2016)
MZ-AN	2747	4,7	127,9	101,29	Merkel y Gipson (2016)
MZ-MG	1961	5,6	109,8	70,59	ACRIMUR (2009)
MZ-TOG	3215	3,1	99,64	87,74	Merkel y Gipson (2016)

Los datos antes mostrados nos permiten la obtención de un parámetro que debe ser calculado, que corresponde producción de leche corregida utilizando la fórmula propuesta por Fernández et al. (2015), en la que es necesaria la producción láctea y el porcentaje de grasa (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Producción láctea corregida promedio diaria calculada, para cuatro razas caprinas.

<b>Raza</b>	<b>PLc (g)</b>
MZ-ALP	3832
MZ-AN	3382
MZ-MG	2745
MZ-TOG	2994

Las eficiencias biológicas también necesitan de otro factor para ser calculadas, este corresponde al peso metabólico como denominador en la fórmula, el cual es calculado en base al peso vivo del animal (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Peso vivo en kilogramos de 4 razas caprinas según distintos autores, para cuatro razas caprinas.

<b>Raza</b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>Autor</b>
MZ-ALP	60	Espinosa (2006)
MZ-AN	55	Mujica (2005)
MZ-MG	40	Cofré (1999)
MZ-TOG	50	Contreras et al. (2001)

Con todos estos valores bibliográficos y valores calculados en base a literatura, se puede realizar una comparativa estimada con las razas puras de los genotipos evaluados, mostrando como resultados basados en los valores de las tablas 2, 3 y 4 las eficiencias biológicas teóricas de producción láctea, eficiencia biológica de la producción de grasa y la eficiencia biológica de la producción de proteína en las distintas razas (Cuadro 5).

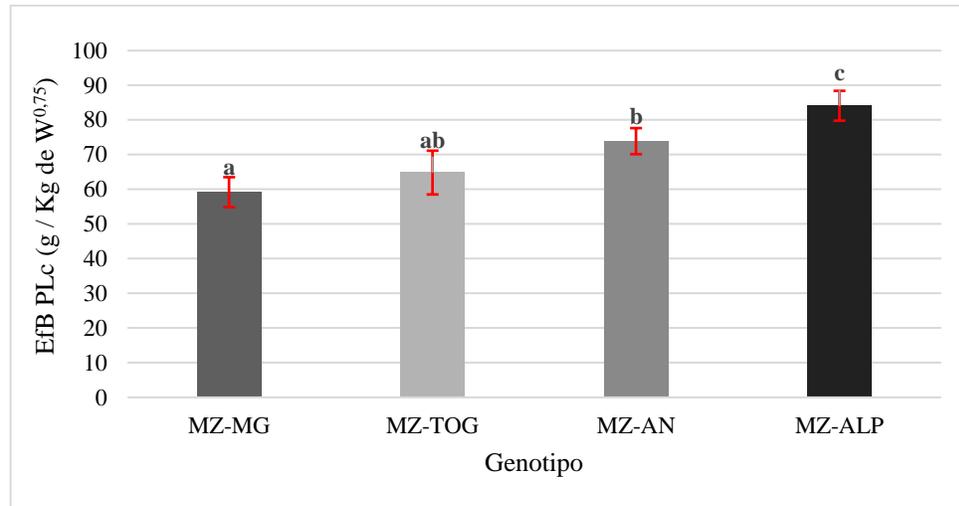
**Cuadro 5.** Valores calculados en base a datos bibliográficos de eficiencia biológica de producción láctea corregida, eficiencia biológica de producción de grasa y eficiencia biológica de producción de proteína. para cuatro razas caprinas.

<b>Raza</b>	<b>EfPLc (g / Kg de W<sup>0,75</sup>)</b>	<b>EfBG (g / Kg de W<sup>0,75</sup>)</b>	<b>EfB P (g/ Kg de W<sup>0,75</sup>)</b>
MZ-ALP	177,77	6,00	5,17
MZ-AN	167,47	6,33	5,02
MZ-MG	172,61	6,90	4,44
MZ-TOG	159,23	5,30	4,67

En resumen, los valores de eficiencia calculados en base a bibliografía serán utilizados para generar una comparativa con los valores obtenidos en la Estación Experimental Las Cardas.

### **Eficiencia Biológica de la Producción Láctea corregida**

Las mestizas que obtuvieron el primer orden de mérito en eficiencia biológica de la producción de leche corregida fueron las mestizas Alpinas, que alcanzaron un promedio de  $84,09 \pm 4,30$  g/Kg de W<sup>0,75</sup>, seguidas por las mestizas Anglo- Nubia con  $73,90 \pm 3,76$  g/ Kg de W<sup>0,75</sup>) cifra significativamente inferior al obtenido por el primer genotipo. En tercer lugar, se ubicaron las mestizas Toggenburg con  $64,82 \pm 6,31$  g/ Kg de W<sup>0,75</sup>, un promedio inferior, aunque no significativo respecto de las mestizas Anglo-Nubia, pero si con diferencias significativas respecto de las mestizas Alpinas. Las mestizas Murciano-Granadina ocuparon un cuarto lugar, con  $59,18 \pm 4,31$  g/ Kg de W<sup>0,75</sup>, promedio estadísticamente igual al obtenido por las mestizas Toggenburg, pero estadísticamente inferior al obtenido por las mestizas Anglo- Nubia y Alpinas (Figura 17).



**Figura 17.** Eficiencia biológica de la producción láctea corregida en base al peso metabólico (g/ Kg de  $W^{0.75}$ ), obtenido en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

En comparación a los valores bibliográficos que fueron calculados y mostrados en el Cuadro 5, vemos que existen notorias diferencias entre las hembras puras y las mestizas analizadas en este estudio. En primer lugar, observamos a las hembras de raza Alpinas cuyo valor calculado en base a literatura duplica al valor obtenido por las mestizas en este análisis, mostrando una eficiencia biológica de producción láctea corregida de 177,77 g/ Kg de  $W^{0.75}$ . En segundo lugar según la literatura debiese estar posicionada la raza Murciano- Granadina, esto debido a sus altas producciones en relación a su bajo peso comparado a otras razas, mostrando un valor de 172,61 g/ Kg de  $W^{0.75}$  prácticamente triplicando el valor de las mestizas de este estudio que además se encuentran en último lugar en este estudio. En tercer lugar, por parte de los valores calculados se encuentran las hembras puras de la raza Anglo-Nubia que arrojan cifras de 167,47 g/ Kg de  $W^{0.75}$ , llegando a duplicar a las mestizas del estudio, en contraste las mestizas se encuentran en mejor posición que las hembras puras, utilizando el segundo lugar del grupo en eficiencia biológica. Como última posición se presentan las hembras puras Toggenburg con una eficiencia biológica de 159,23 g/ Kg de  $W^{0.75}$ , siendo más del doble mayor que las mestizas analizadas, las cuales se encuentran en tercer lugar de posición en este estudio.

En relación a lo expresado anteriormente existen al menos dos factores sumamente importantes que pueden explicar la notoria diferencia entre hembras puras y mestizas. En primer lugar y siendo probablemente el más importante, se tiene que los valores basados en literatura fueron obtenidos con datos de hembras de segundo a cuarto parto, tanto las producciones, tenores e incluso peso. Teniendo en cuenta que este análisis contempla solo

hembras de primer parto genera una clara desventaja para las mestizas. Y en segundo lugar se tiene el sistema en el que son analizados estos animales y la alimentación asociada a ello, teniendo a hembras puras en sistemas estabulados sin pérdidas de energía por desplazamiento del animal, y con consumo de materia seca y concentrado que cubre la totalidad de sus requerimientos, en contraste a un sistema semi estabulado en el que los animales recorren aproximadamente 8 kilómetros pastoreando, y aun que sus requerimientos son cubiertos tanto en materia seca como concentrado, existe esa pérdida de energía en el desplazamiento antes mencionado.

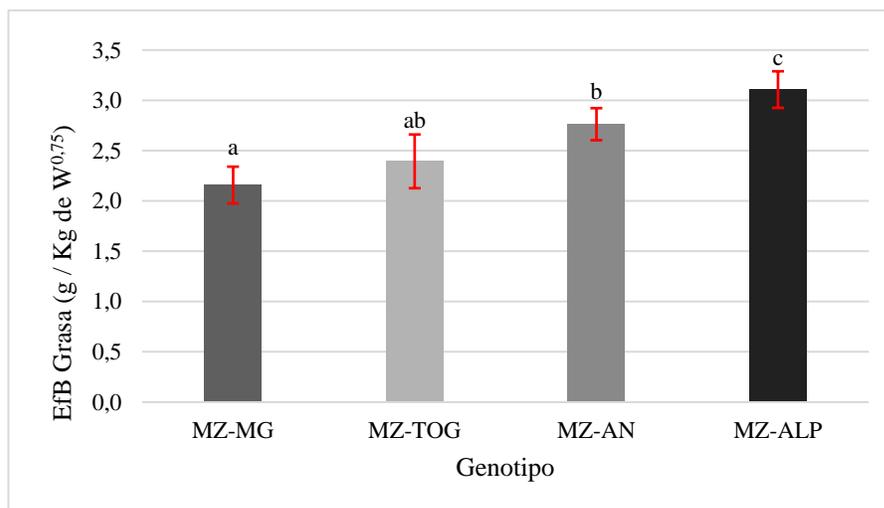
Sin duda, las eficiencias biológicas son los factores más relevantes de este estudio, dado que muestra una comparación más objetiva y estandarizada entre los tipos raciales evaluados. Basado en este criterio, se puede decir con mayor certeza cuál genotipo de cabra podría ser más conveniente en un sistema en particular, y ajustada a un objetivo definido. De lo mencionado previamente, parece coherente que un genotipo con alta composición de genes pertenecientes a una raza lechera especializada, y de la envergadura que caracteriza a Alpina, presente las mayores eficiencias biológicas en cuanto a producción. A su vez, es coherente también que genotipos de pequeña envergadura corporal, como lo son las mestizas Murciano-Granadina califiquen con los valores más bajos de producción láctea aun siendo una raza lechera especializada. También cabe resaltar que, el mestizaje benefició a las hembras de padre Anglo- Nubia, o tal vez pudo perjudicar a las hembras de padre Toggenburg, dado que según Merkel y Gipson (2016), se mostraba superioridad de Toggenburg sobre Anglo- Nubia. Sin embargo, en este estudio se ve una igualdad estadística entre ambos genotipos.

En resumen, si se busca una cabra que produzca la mayor cantidad de leche posible en relación a su peso, debería buscarse una cabra de raza Alpina o mestiza de la misma, al menos en condiciones similares que la Estación Experimental Las Cardas, tanto en el tipo de sistema como en el clima que posee, pero también al tratarse de un sistema mixto, en donde se busca complementar los ingresos con la venta de carne, es recomendable aunque no tan eficiente, utilizar el mestizaje con la raza Anglo- Nubia bajo las condiciones de manejo y climáticas antes mencionadas, dada la utilidad doble propósito de esta raza.

Cabe destacar que existen también otras formas de analizar la eficiencia de un animal en producción, como lo es la cantidad de leche producida por cantidad de alimento ingerido, en donde un animal más pequeño como lo es una hembra mestiza Murciano- Granadina podría verse totalmente beneficiada debido a que de manera técnica los cálculos de raciones son en base al peso metabólico del animal (Castellaro, et al., 2010) por ende esta raza presentaría consumos inferiores de alimento y con producciones no tan distantes a otras hembras de mayor envergadura. Sin embargo, este análisis está enfocado en la producción y calidad de la leche, y si bien a todos los animales se les brinda el mismo heno y concentrado, en los comederos aquellos animales más grandes siempre tendrán la ventaja a la hora de alimentarse, por lo que no es posible aseverar que todos los animales comen la misma cantidad.

### Eficiencia Biológica de la producción de Grasa

Con respecto a esta variable, los cuatro genotipos evaluados, las mestizas Alpinas fueron estadísticamente superiores al resto obteniendo  $3,11 \pm 0,18$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ , siendo distinta de la anterior se muestran las mestizas Anglo-Nubia con valores de  $2,76 \pm 0,16$  g/ Kg de  $W^{0,75}$  con una igualdad estadística con las mestizas Toggenburg que muestran  $2,39 \pm 0,27$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ , y finalmente, seguidas por las mestizas Murciano- Granadina con  $2,16 \pm 0,18$  g/ Kg de  $W^{0,75}$  mostrando igualdad con Toggenburg pero diferencia con las demás mestizas (Figura 18).



**Figura 18.** Eficiencia biológica de la producción grasa en base al peso metabólico (g/ Kg de  $W^{0,75}$ ), obtenido en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

En el caso de la grasa al comparar los valores calculados en base a bibliografía que fueron mostrados en el Cuadro 5, vemos que existen notorias diferencias entre las hembras puras y las mestizas analizadas en este estudio. En primer lugar, observamos a las hembras de la raza Murciano-Granadina con los mejores valores teóricos, cuyo valor calculado en base a literatura triplica el valor obtenido por las mestizas en este análisis, mostrando una eficiencia biológica de producción de grasa de  $6,90$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ . En segundo lugar según la literatura se encuentra posicionada la raza Anglo- Nubia, esto debido a sus altos contenidos de grasa en la leche comparado a otras razas, aún que debido a su mayor tamaño, no logra posicionarse como la mejor en eficiencia, mostrando un valor de  $6,33$  g/ Kg de  $W^{0,75}$  prácticamente triplicando el valor de las mestizas de este estudio que se encuentran en la misma posición en este análisis. En tercer lugar, por parte de los valores calculados se encuentran las hembras puras de la raza Alpina que arrojan cifras de  $6,00$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ , en cambio las mestizas a

pesar de encontrarse en primer lugar en este estudio son prácticamente duplicadas por los valores teóricos de las hembras de raza pura. Como última posición se presentan las hembras puras Toggenburg con una eficiencia biológica de 5,30 g/ Kg de  $W^{0,75}$ , siendo poco más del doble mayor que las mestizas analizadas, las cuales se encuentran en tercer lugar de posición en este estudio.

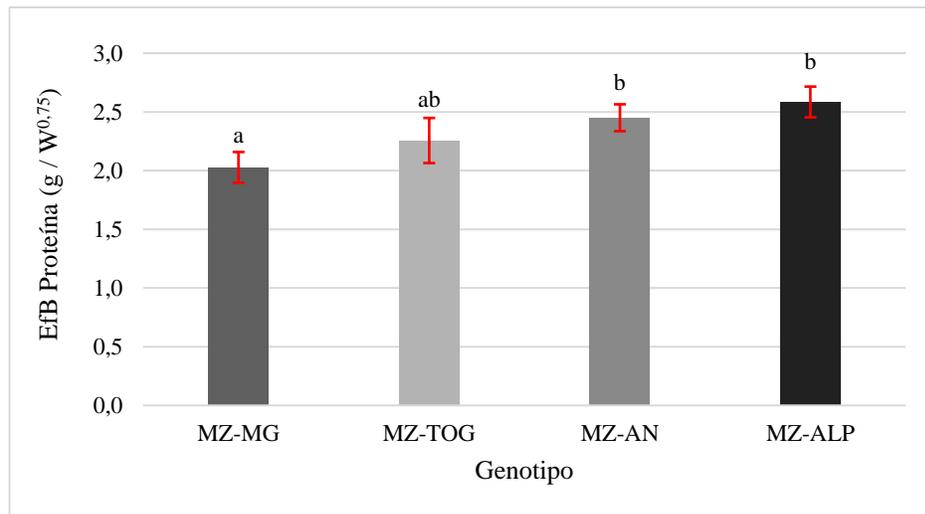
La producción de grasa es una variable de gran interés, puesto que este sólido brinda aroma y sabor a los quesos (Merkel y Gipson, 2016). Por ello, es que resulta importante comparar las mestizas en cuanto a la eficiencia biológica de producción de materia grasa. El análisis realizado, da cuenta de que las mestizas de las distintas razas comparadas presentan diferencias en cuanto a su eficiencia en producir grasa en el sistema semi intensivo evaluado. Debido a las altas producciones de leche y también grasa promedio diaria, las mestizas Alpinas se llevan el liderazgo en la eficiencia biológica de la producción de grasa, aun siendo uno de los animales de mayor envergadura de este estudio. Esto es resultado de una selección no solo de la raza paterna que le otorga el mestizaje, sino también de la selección presente en la estación experimental las cardas donde la raza materna corresponde a hembras mejoradas con Anglo- Nubia, raza conocida por sus altos contenidos de grasa en la leche (Merkel y Gipson, 2016). Por lo anterior, no es de extrañarse observar también que las hembras Anglo- Nubia sean las segundas de mayor eficiencia biológica en este parámetro teniendo en cuenta que también el padre que le otorga el mestizaje corresponde a un reproductor de la misma raza, de llegar a tener mayores producciones o al menos iguales a las mestizas Alpinas no cabe duda que el genotipo Anglo- Nubia se llevaría el título de mayor eficiencia de producción de grasa. Un caso aparte y que si resulta controversial es el caso de Murciano-Granadina que al ser comparados con los valores calculados por literatura nos muestran un polo totalmente opuesto por parte de las mestizas, aun teniendo en cuenta que los animales más pequeños pudiesen tener ventaja en aspectos de eficiencia, este resultado no ser el caso y deja la interrogante sobre que factor está asociado a esta diferencia. Las razones principales en este caso son la edad y parto del animal, teniendo en cuenta que los datos de literatura consideran animales de mayor edad y de más partos, teniendo en cuenta que existe cierto crecimiento en el tenor de grasa de primer a segundo, e incluso tercer parto, además de un aumento de las producciones hasta llegar al peak, lo cual desenlaza en una mayor producción promedio diaria de grasa, que modificaría su eficiencia. Sumado a esto y recordando lo planteado por Pulina et. al. 2008, la grasa es la más sensible a los cambios nutricionales de los animales, y aun manteniéndose cubiertos los requerimientos de los animales en este estudio, la alimentación de los animales utilizados en los datos bibliográficos contempla una gran diferencia con las mestizas.

Aun con toda la información obtenida de este análisis, sería recomendable a futuro utilizar hembras de mayor pureza para realizar un mejor contraste entre los genotipos, aunque siempre existirá la apelación de otros autores basados en que no existe una representatividad por parte de los animales de los estudios según (FAO, 2012). Sumado a esto sería ideal

utilizar animales de segundo o tercer parto, de manera que sea posible apreciar su máximo potencial.

### Eficiencia Biológica de producción de Proteína

En esta variable, las mestizas Alpinas, Anglo-Nubia y Toggenburg, obtuvieron promedios estadísticamente iguales, con valores de  $2,58 \pm 0,13$ ;  $2,45 \pm 0,11$  y  $2,26 \pm 0,19$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ , respectivamente. Las mestizas Murciano-Granadina por su parte presentaron un promedio estadísticamente inferior respecto a las anteriores, con un valor de  $2,03 \pm 0,13$  g/ Kg de  $W^{0,75}$  siendo solo estadísticamente igual con las mestizas Toggenburg pero distinta de las demás mestizas (Figura 19).



**Figura 19.** Eficiencia biológica de la producción grasa en base al peso metabólico (g/ Kg de  $W^{0,75}$ ), obtenido en cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, bajo un sistema semi-intensivo de producción. Estación Experimental Agronómica Las Cardas, Región de Coquimbo, Chile. Barras en torno al promedio indican el error estándar.

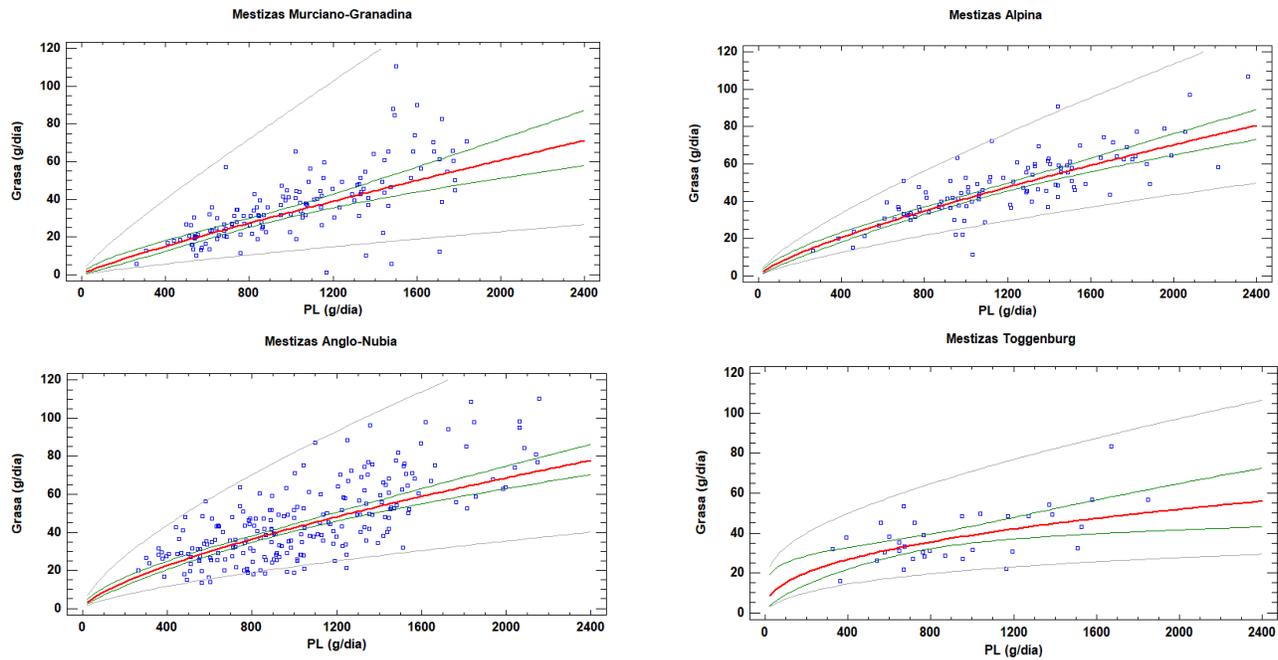
Para el caso de la eficiencia biológica de la producción de proteína se observan diferencias entre los valores obtenidos de las mestizas en comparación a los valores bibliográficos que fueron calculados y mostrados en el Cuadro 5. Primero vemos a las hembras de raza Alpinas cuyo valor calculado en base a literatura casi duplica al valor obtenido por las mestizas en este análisis, mostrando una eficiencia biológica de producción de proteína de  $5,17$  g/ Kg de  $W^{0,75}$ . En segundo lugar según la literatura se posiciona la raza Anglo- Nubia, mostrando un valor de  $5,02$  g/ Kg de  $W^{0,75}$  reflejando el doble del valor obtenido por las mestizas. En tercer

lugar, por parte de los valores calculados se encuentran las hembras puras de la raza Toggenburg que arrojan cifras de 4,67 g/ Kg de  $W^{0.75}$ , duplicando los valores obtenidos por las mestizas del estudio. Como última posición se presentan las hembras puras Murciano-Granadina con una eficiencia biológica de producción de proteína de 4,44 g/ Kg de  $W^{0.75}$ , siendo más del doble mayor que las mestizas analizadas. En este parámetro si bien existe gran diferencia entre los animales analizados y los obtenidos por bibliografía, se mantiene el mismo orden de posicionamiento según la eficiencia biológica mostrada.

El factor más importante en la producción de quesos es la Eficiencia Biológica de la producción de Proteína dado que tiene directa relación con el rendimiento del queso (Merkel y Gipson, 2016). Sin duda, mantiene la perspectiva observada en los ítems anteriores, ya que, las mestizas Alpina muestran las mayores producciones de leche, teniendo en cuenta que gran proporción de esta es agua, alrededor de 77 a 80% (Salvador et al., 2006), si se le suma una mayor producción y también eficiencia biológica de producción de proteína, esto se traduce en que la raza Alpina o al menos sus mestizas poseen el mayor potencial quesero de todos los genotipos analizados en este estudio. Por otra parte, el hecho de que las mestizas Murciano-Granadina sean estadísticamente iguales a Toggenburg en cuanto a la eficiencia biológica de la producción de proteína, sería un indicador de que este genotipo podría ser una opción viable para la zona de estudio, ya que brindan otras ventajas a los productores, principalmente de manejo, puesto que si es tan eficiente como una hembra Toggenburg que es de mayor tamaño, puede llegar a observarse mejor eficiencia del espacio de comederos, bebederos y corrales, sumado a esto una mayor facilidad de manejo zootécnico, además del menor consumo de alimento ligado a su tamaño menor, lo que conlleva a menores costos de mantención. Un factor que se escapa un poco de lo que engloba este estudio, pero que no deja de ser importante es la alimentación, si bien este factor afecta la concentración de proteína total de la leche, su rango de variación es mucho más estrecho que el de la grasa (Greppi, 2008), dejando en la palestra que la diferencia entre la alimentación del sistema intensivo versus el semi intensivo utilizado en las cardas puede ser causal de las diferencias entre los datos calculados por bibliografía y los datos obtenidos de las mestizas analizadas. Sumándole a esto, y punto que fue abordado anteriormente, la edad y parto de los animales cambia notoriamente entre las hembras de primer parto en el caso de las mestizas, comparados a animales adultos maduros con estudios realizados más cercanos a su mayor potencial, como es el caso de las hembras puras de la literatura.

## Relaciones alométricas entre la producción de leche sin corregir y la producción de grasa, proteína y lactosa

En la Figura 20, se presenta la relación alométrica entre la producción de leche sin corregir y la producción de grasa, para los cuatro genotipos estudiados. Los coeficientes de las ecuaciones y sus respectivos parámetros estadísticos, se presenta en el Cuadro 6.



**Figura 20.** Relación alométrica entre la producción de leche sin corregir (PL, g día<sup>-1</sup>) y la producción de grasa (Gg, g día<sup>-1</sup>), para cabras de primer parto de cuatro genotipos diferentes, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

**Cuadro 6.** Coeficientes de las ecuaciones alométricas obtenidos para la relación entre la producción diaria de leche sin corregir y la producción diaria de grasa, para cuatro tipos raciales de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Tipo racial	Intercepto			Pendiente (coeficiente alométrico)			R <sup>2</sup> ajustado (%)
	Estimado	Valor t	Valor P	Estimado	Valor t	Valor P	
MZ-MG	-2,52065 0,695534	± -3,62406	0,0004	0,871847 ± 0,101309	8,60585	< 0,00001	34,1
MZ-ALP	-1,55717 0,408873	± -3,80845	0,0002	0,764279 ± 0,058180	13,1364	< 0,00001	61,2
MZ-AN	-1,03091 0,350534	± -2,94098	0,0036	0,691971 ± 0,050965	13,5774	< 0,00001	44,9
MZ-TOG	0,818801 ± 0,77063	1,06251	0,2960	0,411817 ± 0,113988	3,61279	0,0010	26,8

En el caso de la producción de grasa, las ecuaciones alométricas si bien fueron significativas ( $P < 0,0001$ ), obtuvieron mayor variabilidad y valores de  $R^2$  menores al 80%.

En base al Cuadro 6 se buscó identificar, utilizando el coeficiente de alometría  $b$ , si las producciones de grasa son proporcionales a las producciones de leche en los distintos genotipos evaluados. Es por ello por lo que utilizando el procedimiento señalado de Hollander y Wolfe (1999), se compararon estos coeficientes mediante una prueba  $t$  de Student ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 7.** Valores  $t$  calculados en base a los coeficientes de alometría de producción diaria de leche sin corregir versus la producción diaria de grasa, y valores  $t$  de tabla basados en los grados de libertad correspondientes, para cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

<b>Genotipo</b>	<b>Coefficiente de Alometría (b)</b>	<b>Sb</b>	<b>t calculado (b-1 = 0)</b>	<b>t de tabla</b>
MZ-ALP	0,764	0,058	-4,052	1,982
MZ-AN	0,692	0,051	-6,044	1,971
MZ-MG	0,872	0,101	-1,265	1,977
MZ-TOG	0,412	0,114	-5,160	2,037

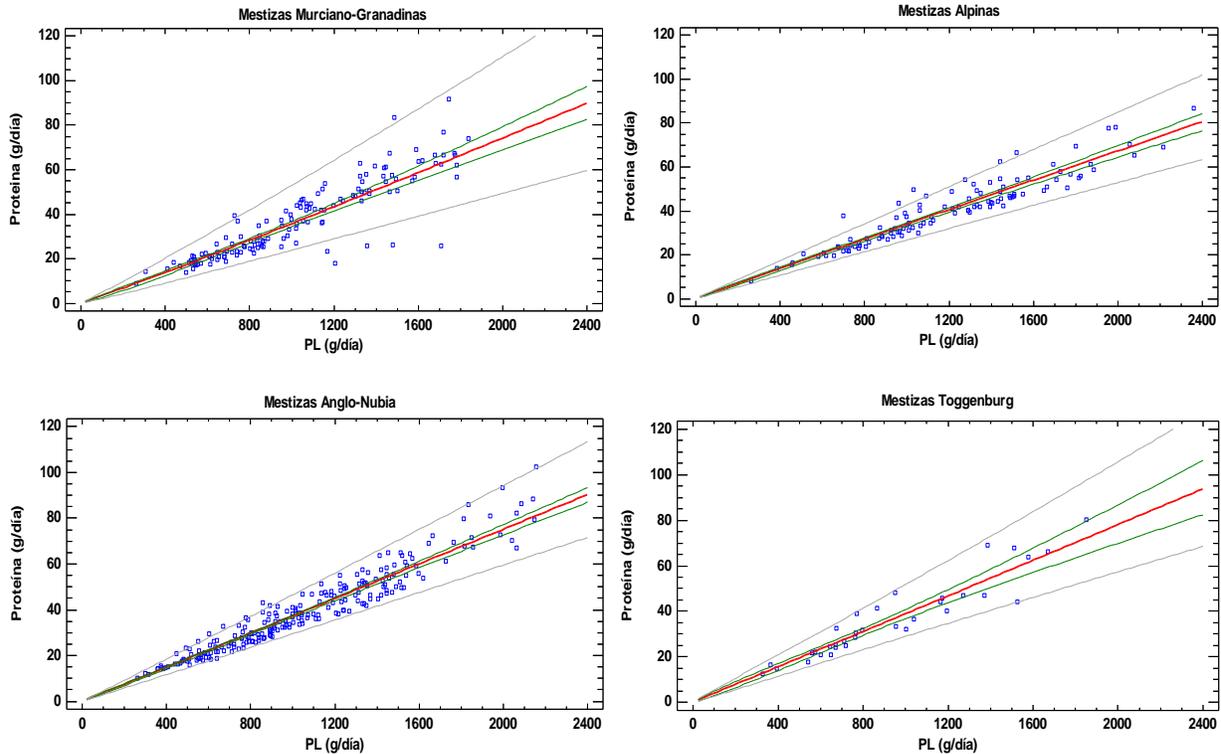
Los coeficientes de alometría obtenidos para la grasa fueron significativamente menores a la unidad, especialmente en el caso de las mestizas Alpina, Anglo-nubia y Toggenburg, mientras que en el caso de las mestizas Murciano-granadina, aunque numéricamente inferior a 1, el valor obtenido no difirió de la unidad ( $p < 0,05$ ).

De lo anterior se puede desprender que todas las mestizas a excepción de Murciano-Granadina presentan producciones de grasa menos que proporcional respecto de la producción de leche, siendo sus producciones de grasa más lentas que la producciones de leche, para el caso de las mestizas Murciano-Granadina en contraste se observa una producción proporcional de grasa respecto de la producción de leche. Podría explicar este fenómeno el hecho de que las mestizas Murciano-Granadina poseen producciones menores de leche, por ende, la grasa logra ser sintetizada de manera proporcional a la producción de leche, por otro lado, se muestran a las demás mestizas, que al tener mayores producciones de leche la grasa no logra sintetizarse al mismo ritmo, mostrando una tasa menor de producción o en otras palabras una producción desproporcional.

Los coeficientes de alometría de la grasa determinados en este trabajo, fueron inferiores a los determinados por Pulina et al. (2008), en razas locales (raza Sarda) y razas seleccionadas (con base Alpina y Saanen). Estas diferencias al igual que en el caso de los porcentajes y producciones promedio diarias de grasa mostrado en ítems anteriores pueden ser resultado del sistema en el que se encuentran envueltos los animales estudiados, contrastando un sistema estabulado en el que realizó el estudio el autor antes señalado en contraste al

semiestabuladas de este estudio, y diferenciándose principalmente en el aspecto de la nutrición que afecta a la grasa más que a otros sólidos.

En la Figura 21, se presenta la relación alométrica entre la producción de leche sin corregir y la producción de proteína, para los cuatro genotipos estudiados. Los coeficientes de las ecuaciones y sus respectivos parámetros estadísticos, se presenta en el Cuadro 8.



**Figura 21.** Relación alométrica entre la producción de leche sin corregir (PL, g día<sup>-1</sup>) y la producción de proteína (Pg, g día<sup>-1</sup>), para cabras mestizas de primer parto de cuatro genotipos primer parto, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

**Cuadro 8.** Coeficientes de las ecuaciones alométricas obtenidos para la relación entre la producción de leche sin corregir y la producción diaria de proteína, para cuatro tipos raciales de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Tipo racial	Intercepto			Pendiente (coeficiente alométrico)			R <sup>2</sup> ajustado (%)
	Estimado	Valor t	Valor P	Estimado	Valor t	Valor P	
MZ-MG	-3,73416 ± 0,286039	-	< 0,00001	1,05751 ± 0,0416633	25,3822	< 0,00001	82,0
MZ-ALP	-3,34306 ± 0,201073	-	< 0,00001	0,993171 ± 0,0286115	34,7123	< 0,00001	91,7
MZ-AN	-3,38995 ± 0,121366	-	< 0,00001	1,01389 ± 0,0176456	57,4583	< 0,00001	93,6
MZ-TOG	-3,31923 ± 0,374011	-	< 0,00001	1,00962 ± 0,0553222	18,2498	< 0,00001	91,0

Las ecuaciones alométricas obtenidas fueron altamente significativas ( $P < 0,0001$ ), obteniendo un buen ajuste con valores de  $R^2$  superiores al 80%.

Basado en el Cuadro 8, se buscó identificar si las producciones de proteína son proporcionales a las producciones de leche en los distintos genotipos evaluados. Utilizando el procedimiento señalado de Hollander y Wolfe (1999), se compararon estos coeficientes mediante una prueba t de Student ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 9.** Valores t calculados en base a los coeficientes de alometría de producción diaria de leche sin corregir versus la producción diaria de proteína, y valores t de tabla basados en los grados de libertad correspondientes, para cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

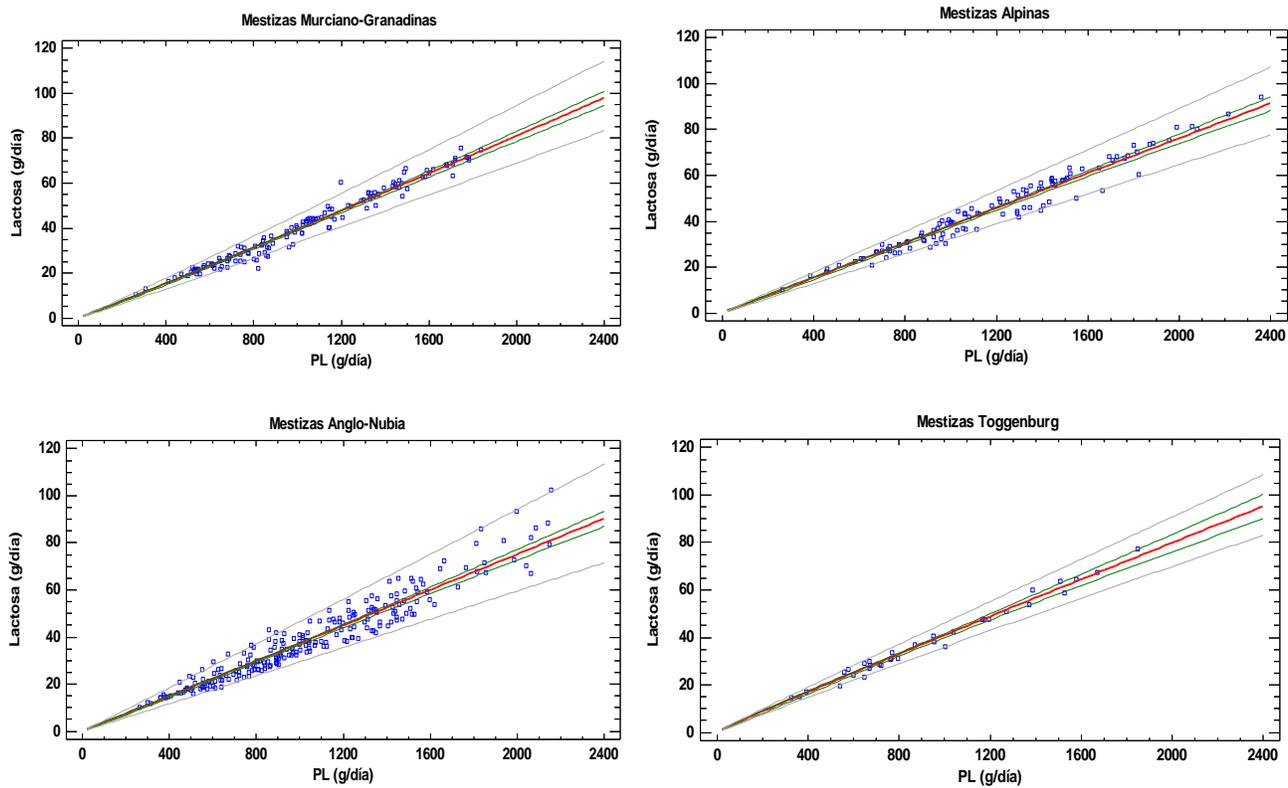
Genotipo	Coefficiente de Alometría (b)	Sb	t calculado (b-1 =0)	t de tabla
MZ-ALP	0,994	0,029	-0,211	1,982
MZ-AN	1,014	0,018	0,787	1,971
MZ-MG	1,058	0,042	1,380	1,977
MZ-TOG	1,010	0,055	0,174	2,037

En este caso los valores t calculados en todos los genotipos resultaron ser menores al t de tabla por lo cual se puede afirmar que las producciones diarias proteína son proporcionales a las producciones de leche sin excepción, mostrando algunas diferencias con Pulina et al. (2008), quien menciona que a medida que aumenta la producción de leche, la síntesis de proteína generalmente aumenta a un ritmo más lento. La razón de que lo anterior se contradiga con lo planteado en la literatura puede deberse a las bajas producciones en relación con las hembras puras de cada raza, tomando en cuenta que cabras de alta producción son contrastadas con hembras mestizas en este parámetro, diferencias que ya se observaron en el ítem de producción láctea en cuanto a sus valores. Otra explicación de que las producciones lácteas y de proteína sean proporcionales, puede deberse al mestizaje, pudiendo estar ligado

a algún efecto de vigor híbrido, suposición que para ser comprobada debería ser estudiada de manera específica, quedando como precedente el actual escrito.

En el caso de la proteína, los coeficientes de alometría obtenidos en este trabajo fueron, en general, más altos a los determinados por Pulina et al. (2008). Como se mencionó antes el contenido de proteína de la leche se puede modificar sólo ligeramente por medios nutricionales en las cabras (Pulina et al. 2008), por lo cual estas diferencias difícilmente puedan ser explicadas por este aspecto. Dejando la posibilidad a que estas diferencias sean causadas por el mestizaje o al igual que las diferencias anteriores sea debido a las bajas producciones en comparación a hembras puras de los análisis planteados en la literatura.

En la Figura 22, se presenta la relación alométrica entre la producción de leche sin corregir y la producción de lactosa, para los cuatro genotipos estudiados. Los coeficientes de las ecuaciones y sus respectivos parámetros estadísticos, se presenta en el Cuadro 4.



**Figura 22.** Relación alométrica entre la producción de leche sin corregir (PL, g día<sup>-1</sup>) y la producción de lactosa (Lg, g día<sup>-1</sup>), para cabras mestizas de primer parto de cuatro genotipos, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

**Cuadro 10.** Coeficientes de las ecuaciones alométricas obtenidos para la relación entre la producción de leche sin corregir y la producción diaria de lactosa, para cuatro tipos raciales de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Tipo racial	Intercepto			Pendiente (coeficiente alométrico)			R <sup>2</sup> ajustado (%)
	Estimado	Valor t	Valor P	Estimado	Valor t	Valor P	
MZ-MG	-3,52487 ± 0,111631	-31,576	< 0,00001	1,04161 ± 0,0162598	64,0603	< 0,00001	96,7
MZ-ALP	-3,29578 ± 0,136216	-24,1952	< 0,00001	1,00334 ± 0,0193828	51,7642	< 0,00001	96,1
MZ-AN	-3,12119 ± 0,0684408	-45,6042	< 0,00001	0,98502 ± 0,00995077	98,9893	< 0,00001	97,8
MZ-TOG	-2,96277 ± 0,159769	-18,5441	< 0,00001	0,965699 ± 0,0236324	40,8634	< 0,00001	98,1

Las ecuaciones alométricas obtenidas fueron altamente significativas ( $P < 0,0001$ ), obteniendo un buen ajuste con valores de  $R^2$  superiores al 80%.

Como ultimo análisis de este ítem, basado en el Cuadro 10 se buscó identificar si las producciones de lactosa son proporcionales a las producciones de leche en los distintos genotipos evaluados. Utilizando el procedimiento señalado de Hollander y Wolfe (1999), se compararon estos coeficientes mediante una prueba t de Student ( $P \leq 0,05$ ).

**Cuadro 11.** Valores t calculados en base a los coeficientes de alometría de producción diaria de leche sin corregir versus la producción diaria de grasa, y valores t de tabla basados en los grados de libertad correspondientes, para cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Genotipo	Coefficiente de Alometría (b)	Sb	t calculado (b-1 =0)	t de tabla
MZ-ALP	1,003	0,019	0,172	1,982
MZ-AN	0,985	0,010	-1,505	1,971
MZ-MG	1,042	0,016	2,559	1,977
MZ-TOG	0,966	0,024	-1,451	2,037

En este caso se da cierta similitud con lo expuesto por Pulina et. al (2008), quien mencionaba basado en su análisis que la lactosa se secreta en forma proporcional a la producción de leche, para este análisis todos los genotipos a excepción de las mestizas Murciano-Granadina resultaron tener el mismo comportamiento, siendo sus producciones diarias de lactosa proporcionales a la producción diaria de leche sin corregir, por el contrario, las mestizas Murciano-Granadina mostraron que la producción de este azúcar posee un ritmo mayor que la producción de leche. Estos resultados parecen ilógicos tomando en cuenta que la lactosa resulta ser el factor que limita la producción; ya que se comporta como “la válvula” que regula la cantidad de agua que se arrastra dentro del alveolo y por lo tanto el volumen de

leche producido (Bickerstaffe, et al., 1974). La principal causa que podría explicar esta situación es lo anteriormente descrito en los ítems de porcentaje y producción promedio diario de lactosa, que hace mención a la falta de un equipo que mida de manera específica la lactosa de la leche, de este modo y al no tener certeza de que los valores de lactosa calculados sean correctos podría definirse este resultado como inexacto.

Resulta difícil definir que sería lo ideal en esta comparación o definir que animal manifiesta una curva ideal, pues como ya se expresó anteriormente existen algunas diferencias entre la literatura y este estudio, a modo de contraste en el Cuadro 5 se presenta los resultados de comparación de los coeficientes de alometría para la grasa, proteína y lactosa entre los cuatro genotipos de cabras evaluados.

**Cuadro 12.** Comparación de los coeficientes de alometría a través de prueba t de Student ( $P \leq 0,05$ ) entre cuatro tipos raciales de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo. Las cifras destacadas en negrita señalan diferencia significativa entre los pares comparados.

Comparación de coeficientes	t calculado Grasa	t calculado Proteína	t calculado Lactosa	Grados de libertad	t de tabla
MZ-ALP vs MZ-AN	0,934868812	0,61635713	0,84083529	332	1,96713506
MZ-ALP vs MZ-MG	0,920750177	1,27299217	1,51266709	248	1,96957565
MZ-ALP vs MZ-TOG	<b>2,754098871</b>	0,26410124	1,23153033	140	1,97705372
MZ-AN vs MZ-MG	1,586122719	0,96406377	<b>2,96857399</b>	364	1,96650257
MZ-AN vs MZ-TOG	<b>2,243696367</b>	0,07353425	0,75349267	256	1,96927389
MZ-MG vs MZ-TOG	<b>3,016555945</b>	0,69149367	2,64629784	172	1,97385217

En esta comparativa se visualiza que, respecto a la secreción de grasa, las mestizas Toggenburg presentaron un coeficiente de alometría significativamente inferior ( $p < 0,05$ ) respecto de todas las demás mestizas al ser comparadas en duplas. Por tanto, de todas las mestizas Toggenburg manifiesta una tasa de producción de grasa más lenta que las demás mestizas. Una justificación de estos resultados podría ser la baja cantidad de animales estudiados, y al no tener certeza que las hembras sean representativas de la raza paterna complica más la seguridad de factor genético sea la causa de esta inferioridad.

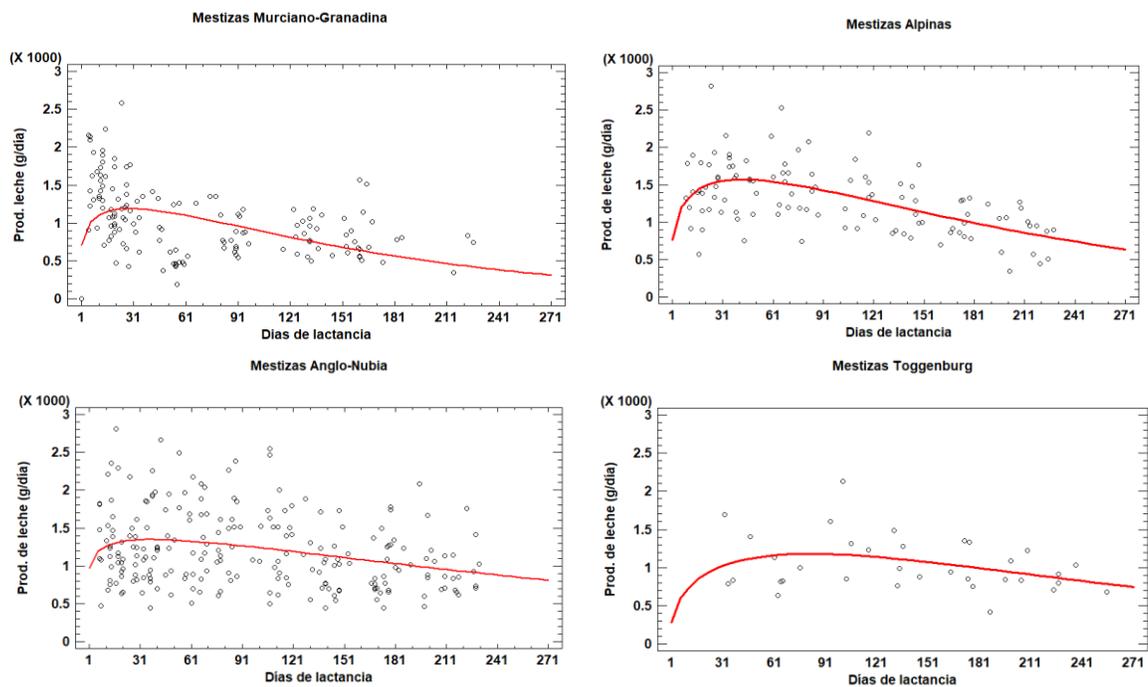
En cuanto a la secreción de proteína, los coeficientes alométricos obtenidos fueron similares en todos los genotipos, aun teniendo valores muy distintos de producción láctea y de sólidos. Esta similitud puede ser asociada a que todas las mestizas en evaluación poseen ancestros

similares por la parte materna, teniendo en cuenta que la producción de proteína puede estar ligada a factores intrínsecos como lo son la variación genética entre grupos o razas como fue expuesto por Salvador y Martínez (2007).

Finalmente, respecto del coeficiente de alometría asociado a la secreción de lactosa, solo se encontraron diferencias entre las mestizas Murciano-Granadina y las mestizas Anglo-Nubia. La principal razón de esta diferencia radica en que las primeras manifestaron tasas mayores de producción de lactosa que incluso su propia producción de leche, siendo esto un presumible error al ser calculado generando resultados inexactos en estas mestizas, aun así, solo se observa diferencia entre estos dos genotipos.

### Análisis de las curvas de lactancia, acorde al modelo de Wood

En la Figura 23, se presentan las curvas de Wood ajustadas a la producción de leche estandarizada a 3,5% de grasa, para los cuatro genotipos de cabras analizadas. Los coeficientes de las ecuaciones y sus respectivos parámetros estadísticos, se presenta en el Cuadro 13.



**Figura 23.** Curvas de producción diaria de leche, corregidas a 3,5% de grasa, en cabras de primer parto de diferente composición genética, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

**Cuadro 13.** Coeficientes de las curvas de Wood obtenidos para cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Tipo racial	$PLc = a * DL^b * e^{-c*DL}$		
	A	b	c
MZ-MG	713,662 ± 119,388	0,216889 ± 0,065764	0,00751569 ± 0.00176001
MZ-ALP	768,622 ± 214,992	0,258600 ± 0,092465	0,00602733 ± 0.00151734
MZ-AN	975.345 ± 234,401	0,122534 ± 0,080491	0,00321413 ± 0.00134436
MZ-TOG	288,420 ± 412,786	0,413768 ± 0,404868	0,00505435 ± 0.00442680

A partir de los coeficientes de cada curva de lactancia presentados en el cuadro anterior se estimaron el día del peak, la producción de leche en dicho momento, y la producción total de leche a los 210 días de lactancia y el índice de persistencia. Esta información se presenta en el Cuadro 14.

**Cuadro 14.** Día del peak, Producción de leche al peak, producción de leche acumulada a los 210 días de lactancia e índice de persistencia, estimada para cuatro genotipos de cabras de primera lactancia, manejadas bajo un sistema semi-intensivo.

Tipo racial	Día del peak	Producción de leche al peak (g día <sup>-1</sup> )	Producción de leche acumulada a los 210 días (kg)	Índice de persistencia
MZ-MG	29	1191.3	181.9	5.95
MZ-ALP	43	1568.8	268.7	6.43
MZ-AN	38	1348.0	250.5	6.44
MZ-TOG	82	1180.1	219.4	7.48

De las curvas de lactancia y sus parámetros, se aprecian notorias diferencias entre las mestizas de las distintas razas, como por ejemplo las cabras mestizas Murciano- Granadina,

que presentan el peak de lactancia más temprano. Por contraparte, las mestizas Toggenburg llegan a su peak incluso después del tercer mes de lactancia, y tal como se logra apreciar, su índice de persistencia es el más alto presente en este estudio (Figura 23), una gran explicación y que no se debe menospreciar es que el número de mestizas de esta raza es notoriamente bajo en comparación a las demás, y por ende, puede no reflejar claramente la verdadera curva asociada a esta raza, como sí se logra en las demás mestizas. Otro parámetro que se logra calcular en base a las curvas, es la producción de leche al peak donde las mestizas Alpinas lideran y, por el contrario, las mestizas Toggenburg expresan los valores más bajos, evidenciando que, de no ser porque esta última mantuvo una producción relativamente estable a lo largo de la lactancia, habría resultado con un promedio de producción más bajo, siendo superada por las mestizas Murciano- Granadina, que muestran una mayor cantidad de leche al peak, pero su producción, luego de este punto desciende acentuadamente. Finalmente, un parámetro de suma importancia, también calculado en base a Wood, corresponde a la producción de leche acumulada. Si bien, la lactancia en algunas mestizas fue de mayor duración, esta se limita a 210 días, donde se aprecia que las mestizas Alpinas nuevamente presentan una mayor cantidad de Kg de leche producida en este periodo de tiempo, y en donde las mestizas Murciano- Granadina se ven menos productivas que las demás mestizas. Los valores anteriores, en parte, son similares a los citados en el trabajo de Macciotta et al. (2008), quienes analizan estos coeficientes en diferentes tipos raciales.

## CONCLUSIONES

Con relación al factor tipo racial analizado, para cabras de primera lactancia y bajo las condiciones del sistema semi intensivo de la Estación Experimental Las Cardas, existen diferencias ligadas al biotipo caprino, en producción de leche y en producción y tenores de proteína, sólidos no grasos, lactosa, densidad y pH, además de la producción de grasa. En contraparte, no se observan diferencias en el tenor de grasa y el recuento de células somáticas.

Sumado a lo anterior, se puede aseverar que, bajo un sistema como el utilizado en la Estación Experimental Las Cardas, existen genotipos superiores a otras dependiendo del objetivo del plantel, lo que nos lleva a rechazar la hipótesis de este estudio.

Para venta de leche, la recomendación sería utilizar mestizas de la raza Alpina, pues presentan las más altas producciones lácteas y eficiencias biológica para su producción.

Para producción de quesos se presentan tres alternativas con mayor potencial en cuanto a rendimiento quesero, siendo las mestizas Alpinas, Anglo- Nubia y Toggenburg, adecuadas para este objetivo, puesto que, las tres tienen mayor eficiencia biológica de producción de proteína, destacándose las mestizas Alpina quienes, además, poseen la mayor eficiencia biológica de producción de grasa, sólido que también es un factor importante para la producción de queso.

En sistemas doble propósito, las mestizas Anglo- Nubia se muestra como la segunda mejor opción, mostrando altos valores de eficiencia biológica en producción láctea corregida y grasa, sumado a esto se encuentra a la par en eficiencia biológica de producción de proteína, factores que son de utilidad en planteles queseros como los de la zona. Además, dado su tamaño corporal, pueden ser utilizadas para producción de carne.

Cabras de primera lactancia mestizas Murciano-Granadina en comparación a las demás mestizas analizadas, presentan menor productividad y eficiencia biológica en las distintas variables estudiadas.

Finalmente, las curvas alométricas muestran que, en la mayoría de los genotipos evaluados, la grasa se produce a un ritmo más lento que la leche, mientras que, para la secreción de

proteína y la lactosa, estos componentes se secretan en forma proporcional a la producción de leche.

## BIBLIOGRAFÍA

- ACRIMUR. 2009. Asociación Española de Criadores de la Cabra Murciano-Granadina. España. Recuperado en: <http://www.acrimur.es/>
- Agricultural and food research council (AFRC). 1998. Technical Committee on Responses to Nutrients, report no. 10. The Nutrition of Goats, Wallingford, CABI.
- AGRIMED.2017. Atlas Agroclimático de Chile. Estado Actual y Tendencias del Clima. Tomo II. Regiones de Atacama y Coquimbo. Centro AGRIMED. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Fundación para la Innovación Agrícola. Santiago, Chile. 178 p.
- Analla, M., Jiménez-Gamero, I., Muñoz-Serrano, A., Serradilla, J.M. and Falagán, A. 1996. Estimation of genetic parameters for milk yield and fat and protein contents of milk from Murciano-Granadina goats. *Journal of Dairy Science* 79, 1895–1898.
- Atherton H V. 1992. Using Somatic Cells and Antibiotic Test for Determining the Quality of Goat Milk. National Symposium on Dairy Goat Production and Marketing. Oklahoma, USA, Pp 128-135.
- Azócar, C. P. 2006. Praderas de la zona forrajera del secano norte. Circular de Extensión N° 32. Disponible online: <http://www.agronomia.uchile.cl/extension/publicaciones/revistas-academicas/circular-de-extension.html>
- Baldi, A., F. Cheli, C. Corino, V. Dell`Orto y F. Polirodi. 1992. Effects of feeding calcium salts of long chain fatty acids on milk yield, milk composition, and plasma parameters of lactating goats. *Small Rumin. Res.*, 6:303-310.
- Barbieri, M., E. Manfredi, J.M. Elsen, G. Ricordeau, J. Bouillon, F. Grosclaude, M.F. Mahè, y B. Bibé. 1995. Influence du locus de la caséine  $\alpha 1$  sur les performances laitières et les paramètres génétiques des chèvres de race alpine. *Genetics, Selection, Evolution* 27, 437–450.
- Bedotti D. & C. Rassingo. 2011. Manual de reconocimiento de enfermedades del caprino. Diagnóstico de las enfermedades más comunes en la región centro oeste del país. INTA. Argentina. 5 p.
- Bickerstaffe, R., E.F. Annison, J. Linzell. 1974. The metabolism of glucose, acetate, lipids and amino acids in lactating dairy cows. *J. Agric. Sci. Camb.* 82: 71–85.
- Boichard, D., N. Bouloc, G. Ricordeau, A.Piacere, y F. Barrillet. 1989. Genetic parameters for first lactation dairy traits in the Alpine and Saanen goat breeds. *Genetics, Selection, Evolution* 21, 205–215.

- Castellaro, G. y R. Araya. 2010. Formulación de raciones para caprinos. Capítulo 7. pp. 225-258. En: Azócar, P. (Ed.) Producción Caprina de Carne, Leche, Pelo y Piel". Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 524 p.
- Contreras C., R. Meneses y A. Rojas. 2001. Razas caprinas para zonas áridas y semiáridas de Chile [en línea]. Tierra Adentro. no. 41. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/5883> (Consultado: 27 febrero 2022).
- Corrales J., A. Contreras y A. Sánchez. 2004. Capítulo 14: Mamitits caprina y agalaxia contagiosa. En ganado caprino. Producción, alimentación y sanidad. Madrid - España. p-277.
- Di Rienzo, J.; R. Macchiavelli, F. Casanoves. 2011. Modelos Lineales Mixtos Aplicaciones en InfoStat, Córdoba: Grupo Infostat, Argentina. 193 p.
- Ekomilk América. 2020. Plataforma web. Productos. Ekomilk horizon ilimitado. Sitio web, Consultado: 27/11/2020. (En línea). <https://ekomilk.us/product/ekomilk-horizon-ilimitado/>
- Emery, R.S. 1988. Milk fat depression and the influence of diet on milk composition. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice 4, 289–305.
- Espinosa, M. 2006. Estudio de factibilidad para la producción de leche de cabra (*Capra hircus*) en Lasso, Cotopaxi. Universidad San Francisco de Quito. Ecuador. 15 p.
- FAO. 1987. Tecnología de la producción caprina. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe. Santiago, Chile, 1987. p- 43.
- Fedele, V., R. Rubino, y S. Claps. 1997. Produzione foraggera, utilizzazione dell'erba e 'performances' produttive di capre allevate con differenti sistemi alimentari. Rivista di Agronomia 31, p-333–337.
- Fernández, C., P. Sánchez-Seiquer y A. Sánchez. 2003. Use of a total mixed ration with three sources of protein as an alternative feeding for dairy goats on southeast of Spain. Pakistan Journal of Nutrition 2, 18–24.
- Fernández, C., P. Sánchez-Séiquer, M.J. Navarro y C. Garcés. 2015. Modelling the voluntary dry matter intake in Murciano-Granadina dairy goats. Options Méditerranéennes, Series A, No. 67.
- Frau, S.; N. Pece; G. Front y R. Paz. 2007. Calidad composicional de levhe de cabras de raza Anglo Nubian en Santiago Del Estero. Universidad Nacional de Santiago Del Estero, Argentina.
- Garcés C., M. Soler y C. Fernández. 2004. Capítulo 5: Producción y calidad de la leche de cabra. En GANADO CAPRINO. Producción, alimentación y sanidad. Madrid - España. p-104.

- Greppi G.F., Roncada P. & Fortin R. 2008. Protein Components of Goat's Milk. In: A. Cannas & G. Pulina, ed., Dairy goats feeding and nutrition. 71-94 p.
- Hollander, M. y D. Wolfe. 1999. Nonparametric Statistical Methods, 2nd ed. Wiley, New York, USA. 503 p.
- Kaps, M. y W.R. Lamberson. 2004. Biostatistics for Animal Science; CABI Publishing: Wallingford. UK, 445 p.
- Le Jaouen, P. 1991. Capítulo 1. Propiedades físico-químicas, nutricionales y químicas. In: F. Luquet, ed , Leche y Productos lácteos, 356 p.
- Lueber, F. y P. Piscoff. 2018. Sinopsis bioclimática y Vegetacional de Chile. 2ª Edición Editorial Universitaria (ISBN 9789561125759). 384 p.
- Macciotta, N., C. Dimauro, R. Steri y A. Cappio-Borlino. 2008. Mathematical Modelling of Goat Lactation Curves. Cap 2. pp 31-46. In: Cannas, A., and G. Pulina. Dairy goats feeding and nutrition. ©CAB International 2008. 293 p.
- Marín, M., M Fuenzalida, J Burrows y P Gecele. 2010. Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-732X2010000200009](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2010000200009) (Consultado:20 agosto 2022).
- Mele M., A. Buccioni, A. Serra, M. Antongiovanni y P. Secchiari. 2008. Lipids of Goat's Milk: Origin, Composition and Main Sources of Variation. In: A. Cannas & G. Pulina, ed., Dairy goats feeding and nutrition. 47-70 p.
- Meneses, R. 2017. Manual de Producción Caprina. 136 p. Boletín INIA N° 05. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile.
- Merkel R. y T. Gipson. 2016. Manual de producción de cabras lecheras. Instituto Estadounidense de Investigación de Caprinos Langston University. p-16.
- Morand-Fehr, P. 2005. Recent developments in goat nutrition and application: A review. Small Rumin. Res., 60: p 25-43.
- Mujica, F. 2005. Razas ovinas y caprinas en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias [en línea]. Osorno: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. no. 127. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7027> (Consultado: 17 abril 2022).
- Paape, M., J. Poutrel, A. Contreras, J. Marco, y A. Capuco. 2001. Milk Somatic Cells and Lactation in Small Ruminants. J. Dairy Sci. 84(E. Suppl.):E237-E244.

- Park, Y. 2006. Goat milk—chemistry and nutrition. En: Park Y.W, Haenlein G.F.W. (Eds.), Handbook of Milk of Non-bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa. p.34–58.
- Pulina, G.; A. Nudda, G. Battacone, S. Fancellu y A. Francesconi. 2008. Nutrition and Quality of Goat's Milk. Cap. 1. In: Cannas, A. and G. Pulina. Dairy Goats Feeding and Nutrition. CABI. ORG. Bologna, Italy. 293 p.
- Quiles, A y M. L. Hevia. 2001. Propiedades físicas de la leche de cabra. España. p- 54. [en línea]. Revista Ganadería. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf\\_Ganad%2FGanad\\_2001\\_6\\_53\\_55.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Ganad%2FGanad_2001_6_53_55.pdf)
- Real Federación Española de Asociaciones de Ganado Selecto (RFEAGAS). 2021. Murciana Granadina. Ganado Caprino. Características Productivas y Sistema de Explotación. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos. Gobierno de España.
- Reyes I. 2019. Caracterización de la calidad nutricional, sanitaria y eficiencia tecnológica de la leche fresca de tres grupos raciales caprinos (Saanen, Toggenburg y Nubia) Managua-Finca Santa Rosa, 2018. Nicaragua. p-23.
- Romero, T., M. Beltrán, A. Marti-De Olives, M. Rodríguez y M. Molina. 2013. Short communication: Goat colostrum quality: Litter size and lactation number effects. Journal of Dairy Science. 96(12):7526-7531. Doi:10.3168/jds.2013-6900
- Rota, A., C Gonzalo, P. Rodríguez, A. Rojas, L. Martín, J. Tovar. 1993. Effects of stage of lactation and parity on somatic cell counts in milk of Verata goats and algebraic models of their lactation curves. Small Ruminant Res 12, 211-219.
- Saini, A. y R. Gili. 1991. Goat Milk: An Attractive Alternative. Indian Dairyman, 42, 562-564
- Salvador, A., G. Martínez, C. Alvarado, y M. Hahn. 2006. Composición de la leche de cabras mestizas Canarias en condiciones tropicales. Zootecnia Tropical, 24 (3), 12-16.
- Salvador, A. y G. Martínez. 2007. Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. Sitio web, Consultado: 09/07/2022. (En línea) En línea: < [http://ve.scielo.org.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-65762007000200001](http://ve.scielo.org.php?script=sci_arttext&pid=S0258-65762007000200001) >
- Sanz M., M. Pérez, F. Gil, J.J. Boza, y J. Boza. 1999. Use of different dietary protein sources for lactating goats: milk production and composition as functions of protein degradability and amino acid composition. J. Dairy Sci., 82:555–565.
- Soto D. 2015. Caracterización de la eficiencia biológica y económica de dos biotipos bovinos de leche en un sistema estacional con partos de fines de invierno. Universidad de Chile. Estación Experimental Oromo. Santiago – Chile. p-18.

United states department of agriculture (USDA). Keys to soil taxonomy 10th ed. Department of Agriculture. Soil Survey Staff. Natural Resource Conservation Service, Washington D.C. U.S., 2006.333 p.

Urrutia J. y H. Gámez. 2006. Condición corporal en caprinos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. San Luis, Potosí. Mexico.

Vega, S., R. Gutiérrez, A. Ramírez, M. González, G. Díaz, J. Salas, C. González, M. Coronado, B. Schettino y A. Alberti. 2007. Características físicas y químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesas y Saanen en épocas de lluvia y seca. Rev. Salud Anim. Vol. 29 No. 3. p 160-166.

Vert, I. y García Trujillo, R. 2006. “Estudio del efecto del sistema de producción sobre la cantidad y composición de leche de cabra de la raza Murciano-Granadina”. XXXI Jornadas de la SEOC. Zamora. Pp.195-197.

Wilson, D., K. Stewart y P. Sears. 1995. Effect of stage of lactation, production, parity and season on somatic cell counts in infected and uninfected dairy goats. Small Ruminant Res 16,-169.