



## EVALUACIÓN LINEAL EN CABRAS LECHERAS (*Capra hircus*) Y EL USO DE ANÁLISIS MULTIVARIADOS PARA LA SELECCIÓN FENOTÍPICA

### LINEAR EVALUATION IN DAIRY GOATS (*Capra hircus*) AND THE USE OF MULTIVARIATE ANALYSIS FOR PHENOTYPIC SELECTION

\*Cedeño, Héctor. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[hector.cedenov@up.ac.pa](mailto:hector.cedenov@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0001-8400-4276>

Reyes, Edwin. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[edwin.reyes@up.ac.pa](mailto:edwin.reyes@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0001-7379-5797>

Saavedra, Roberto. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Desarrollo Agropecuario, Panamá.  
[roberto-r.saavedra-f@up.ac.pa](mailto:roberto-r.saavedra-f@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-4531-6434>

Pile, Edwin. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[edwin.pilem@up.ac.pa](mailto:edwin.pilem@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-6226-1500>

Mudarra, Richard. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[richard.mudarra@up.ac.pa](mailto:richard.mudarra@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-4927-1202>

Guerra, Reggie. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[reggie.guerra@up.ac.pa](mailto:reggie.guerra@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0001-8471-2862>

Pimentel, Tamara. Investigador Independiente, Panamá.  
[tamaraan26@gmail.com](mailto:tamaraan26@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-5861-2910>

Grajales, Joseph. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Zootecnia, Panamá.  
[joseph.grajales@up.ac.pa](mailto:joseph.grajales@up.ac.pa) <https://orcid.org/0000-0002-1021-3945>

\*Autor de Correspondencia: [hector.cedenov@up.ac.pa](mailto:hector.cedenov@up.ac.pa)

Recibido: 12/02/2024

Aceptado: 13/05/2024

DOI <https://doi.org/10.48204/j.ia.v6n2.a5171>

**RESUMEN.** El objetivo del presente estudio fue evaluar la selección fenotípica de cabras lecheras Saanen y Parda Alpina utilizando la calificación lineal en las características morfológicas, lineales y la habilidad lechera. Se utilizaron 20 cabras adultas entre 2 a 6 años, 10 animales Saanen y 10 Parda Alpina. La evaluación lineal se realizó a los 45 días postparto. En este estudio se evaluaron 27 variables, tres morfológicas, dos productivas y 22 lineales procedentes de cuatro regiones corporales, las cuales fueron divididas en la apariencia general y capacidad (25 puntos), estructura y fortaleza lechera (15 puntos), sistema mamario (40 puntos) y patas y pezuñas (20 puntos) con un total de 100 puntos. Los rasgos y variables fueron analizadas utilizando análisis de varianza y componentes principales (ACP). Hubo efecto racial ( $p < 0,05$ ) en los rasgos de estructura y capacidad, estructura lechera y el sistema mamario. Sin embargo, no hubo diferencias ( $p > 0,05$ ) para patas y pezuñas. La calificación final, peso vivo, perímetro torácico, altura de la cruz, producción de leche diaria y total a 250 días de lactancia fueron diferentes ( $p < 0,05$ ) entre las razas. El ACP explicó 79,90% de la varianza de los datos. En conclusión, el análisis comparativo de las variables morfológicas, lineales y productivas permitió caracterizar a las razas Saanen con mayor habilidad lechera, con buenas conformaciones de estructura lechera y capacidad funcional. El análisis de componentes principales es una técnica estadística que permite separar las diferencias fenotípicas entre las razas Saanen y Parda Alpina, y también puede identificar de manera eficiente los individuos más sobresalientes de ambos grupos raciales.

**PALABRAS CLAVE:** calificación lineal, morfología, Parda Alpina, Saanen, varianza.

**ABSTRACT.** The objective of the present study was to evaluate the phenotypic selection of Saanen and Parda Alpina dairy goats using linear scoring in morphological, linear characteristics and dairy ability. 20 adult goats between 2 to 6 years old, 10 Saanen animals and 10 Parda Alpina were used. The linear



evaluation was carried out 45 days postpartum. In this study, 27 variables were evaluated, three morphological, two productive and 22 linear, from four body regions, which were divided into general appearance and capacity (25 points), milk structure and strength (15 points), mammary system (40 points) and legs and hooves (20 points) with a total of 100 points. Traits and variables were analyzed using analysis of variance and principal components (PCA). There was a racial effect ( $p < 0.05$ ) in the traits of structure and capacity, dairy structure, and the mammary system. However, there were no differences ( $p > 0.05$ ) for legs and hooves. The final score, live weight, chest circumference, height of the cross, daily and total milk production at 250 days of lactation were different ( $p < 0.05$ ) between the breeds. The PCA explained 79.90% of the variance in the data. In conclusion, the comparative analysis of the morphological, linear and productive variables allowed us to characterize the Saanen breeds with greater dairy ability, with good conformations of dairy structure and functional capacity. Multivariate principal component analysis is an optimal statistical technique that allows us to separate the phenotypic differences between the Saanen and Brown Alpine breeds and can also efficiently identify the most outstanding individuals of both racial groups.

**KEYWORDS:** linear appraisal, morphology, Brown Alpine, Saanen, variance.

## INTRODUCCIÓN

En Panamá, la producción de leche de cabras es una actividad importante en la ganadería nacional, con las razas Saanen, Anglonubiana y Alpina como las más utilizadas (Marquín-Batista *et al.*, 2022). Sin embargo, la selección de animales para los programas de mejoramiento animal se basa en características productivas individuales, como el peso, la producción y la calidad de la leche. Esta selección limitada puede no ser óptima, ya que no considera la relación entre las diferentes características morfológicas, productivas, reproductivas, longevidad, adaptación y la variación total de la población de una o más razas (Dickson *et al.*, 2000; Valsalan *et al.*, 2020).

Bajo este escenario, es esencial crear programas de selección adecuada y permanente de animales para atender los programas reproductivos con el propósito de mantener y mejorar la calidad genética caprina del país. En las últimas décadas, la medición morfológica ha sido utilizada en los sistemas ganaderos como un proceso evaluativo de la belleza animal, particularidades y defectos que ayudan a diferenciar y cuantificar la aptitud del animal en su actividad productiva. Para conocer la productividad de las cabras lecheras, es necesario caracterizar a los animales con una base de datos de producción y evaluación morfológica que permita identificar aquellos animales con mayor aptitud lechera para la producción (Dickson *et al.*, 2000; Fernández-Álvarez *et al.*, 2023).

El sistema de calificación lineal es un método de evaluación fenotípica que se enfoca en evaluar de forma individual cada aspecto morfológico que sea de importancia económica y, al mismo tiempo, sea alta o moderadamente heredable (Wiggans & Hubbard, 2001; Ruiz, 2008; Castañeda-Bustos *et al.*, 2017). Entre los rasgos morfológicos importantes a mejorar en las cabras lecheras se encuentran la apariencia general, la alzada de la cruz, el perímetro torácico, el peso corporal, la profundidad, la angulosidad o carácter lechero, el ancho y ángulo de la grupa, la altura de inserción posterior de la ubre, la anchura y profundidad de la ubre, la implantación y el diámetro de los pezones, el ligamento suspensor medio, y la fortaleza de las patas delanteras y traseras con buenos aplomos (Fernández-Álvarez *et al.*, 2021).

En este sentido, es necesario utilizar la biometría aplicada en la selección de los animales para analizar tanto los datos morfológicos como los productivos. Sin embargo, los análisis



univariados tradicionales pueden verse limitados cuando se trata de analizar múltiples variables y factores de distintas naturalezas (Okpeku et al., 2011; Castellaro et al., 2019).

Ante esta situación, los análisis multivariados son una opción estadística para realizar estudios multifactoriales con diversas variables de respuesta. A través de herramientas como los gráficos Biplot, es posible representar y analizar de forma completa estos datos (Chan, 2004; Hernández & Galindo, 2006; Sánchez et al., 2021).

Por consiguiente, es importante utilizar técnicas multivariadas, como el análisis de componentes principales, para evaluar simultáneamente diferentes características en la selección de cabras lecheras (Okpeku et al., 2011). Esto permitiría identificar animales con características deseables en términos de morfología, producción de leche y tipo, mejorando así la calidad de la población de cabras lecheras en el país.

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar las características morfológicas de las cabras lecheras Saanen y Parda Alpina, mediante la calificación lineal y el uso de análisis multivariado de componentes principales para la evaluación y selección fenotípica de cabras lecheras en condiciones de clima tropical húmedo. De esta forma, se busca contribuir al mejoramiento genético de esta importante especie en Panamá, y en especial de las razas Saanen y Parda Alpina, para lograr una mayor productividad, longevidad y rentabilidad en la industria caprina del país.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Estudio

Este experimento se llevó a cabo en la Granja del Tío Remy, una empresa que se dedica a la cría y producción de cabras lecheras en la comunidad de Gonzalillo, corregimiento de Ernesto Córdoba Campos, distrito de Panamá, provincia de Panamá. La granja se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 9°6' de latitud norte y 79°31' de longitud oeste. El microclima del lugar presenta valores mínimos y máximos de temperatura ambiental (24,5 y 31,4 °C) y humedad relativa (57 y 83 %), respectivamente.

### Animales y Sistema de Producción

Se utilizó una muestra de 20 cabras adultas, en su segunda a sexta lactancia, divididas equitativamente en dos razas: 10 de la raza Saanen y 10 de la raza Parda Alpina. Los animales fueron manejados en un sistema de producción estabulado, con ordeño doble diario. Durante el periodo de experimentación, se suministró un concentrado peletizado en dos porciones de 0,75 kg por animal, una en la mañana (8:00 a.m.) y otra en la tarde (4:00 p.m.).

Este concentrado fue formulado a base de harina de soya, maíz, trigo fino y grueso, pulidura de arroz, alfalfa, melaza, fósforo, sal y vitaminas A y D3. Proporcionaba un 18% de proteína cruda, una Energía Metabolizable de 2,95 Mcal por kg de MS, fibra cruda del 5,25%, calcio del 1,55% y fósforo del 0,78%. Además, se les ofreció un bloque mineral, agua y heno de pasto (*Digitaria swazilandensis*) de forma permanente. También se incluyó en su dieta pasto de corte picado (*Cenchrus purpureus ssp.*) métrica graduada en centímetros y milímetros, según el método propuesto por Hernández-Zepeda et al., (2002).

### Evaluación Lineal

Esta evaluación lineal se llevó a cabo a los 45 días posteriores al parto de todos los animales, mediante una observación visual. Se empleó la metodología propuesta por la Asociación Americana de Cabras Lecheras de Estados Unidos (ADGA, 2019), la cual establece cuatro



regiones morfológicas con un total de 100 puntos a considerar: 1) apariencia general y fortaleza (25 puntos): en esta región se evaluaron variables como la estatura de la cruz, la fortaleza o amplitud del pecho, la profundidad del cuerpo, la anchura de la grupa y el ángulo de esta; 2) estructura y fortaleza lechera (15 puntos): se valoró la angulosidad y la calidad del hueso; 3) sistema mamario (40 puntos): se consideraron la inserción anterior y posterior de la ubre, su anchura y altura, el ligamento suspensor medio, la profundidad y la colocación de los pezones, así como el diámetro de los mismos; y 4) patas y pezuñas (20 puntos): se evaluaron las patas delanteras y traseras desde una perspectiva lateral y posterior, así como la movilidad de los animales (Figura 1).

Los rasgos morfológicos se evaluaron en una escala de 1 a 50 puntos, clasificada en tres grupos: bajo (1-5 puntos), intermedio (25 puntos) y alto (45-50 puntos). Luego, se sumaron todos los valores obtenidos por cada variable para obtener una calificación final por individuo. Según el promedio final, las cabras se clasificaron en seis categorías, considerando: 1). < 59 puntos (pobres o deficientes), 2). 60-69 puntos (regulares), 3). 70-79 puntos (aceptables), 4). 80-84 puntos (buenos), 5). 85-89 puntos (muy buenos) y 6). 90-100 puntos (excelentes).

### **Desempeño Productivo**

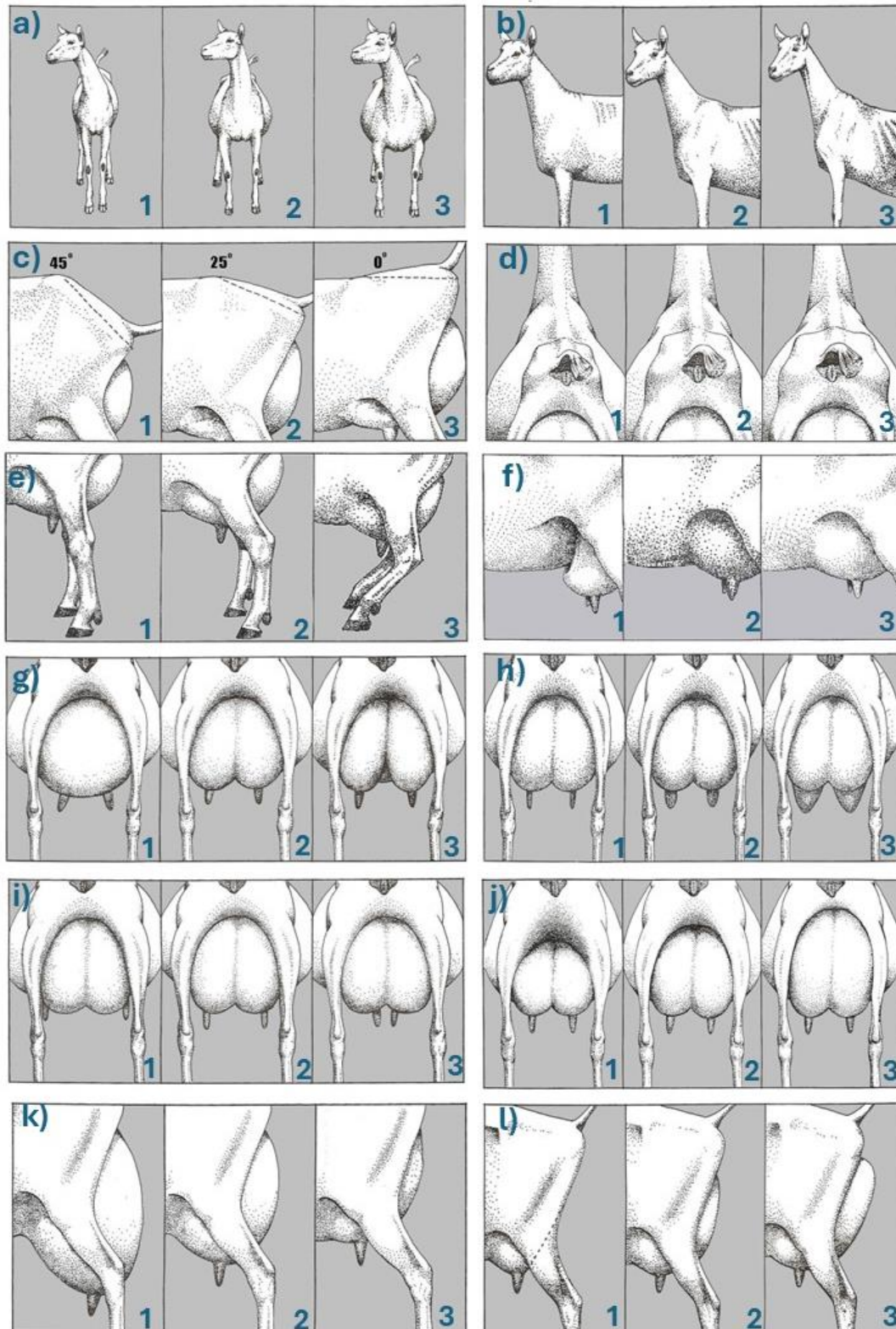
Para determinar el rendimiento productivo de leche, se realizó un minucioso registro que incluía la identificación de cada animal, su raza, el tiempo de ordeño y las fechas de colecta por semana. Este proceso se llevó a cabo para registrar la producción de leche de cada individuo, y se realizaba una vez a la semana, en dos horarios (7:00 a.m. y 4:00 p.m.) El objetivo era obtener una medición exacta y confiable de la cantidad de leche producida durante la lactancia, que abarcaba un periodo de 250 días. Para realizar estas mediciones, se utilizó una balanza digital de alta precisión (modelo EK6015) capaz de pesar hasta 5,0 kg de leche.





**Figura 1**

Guía de evaluación lineal en cabras lecheras para los rasgos **a)** apariencia general y fortaleza, **b)** estructura lechera, **c)** ángulo de la grupa, **d)** anchura de la grupa, **e)** patas traseras, vista lateral, **f)** inserción anterior de la ubre, **g)** ligamento suspensorio medio, **h)** diámetro del pezón, **i)** colocación de los pezones, vista posterior, **j)** altura de la ubre, **k)** profundidad de la ubre y **l)** ubre trasera, vista lateral. Estos rasgos son calificados en tres categorías: **1:** bajo (1-5 puntos), **2:** intermedio (25 puntos) y **3:** alto (40-50 puntos).



**Fuente:** Asociación Americana de Cabras Lecheras de Estados Unidos (ADGA, 2019).



### Diseño y Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos morfológicos, lineales y productivos, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA) con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + e_{ij}$$

Donde  $Y_{ij}$  representa las variables de respuesta (morfológicas, lineales y productivas),  $\mu$  es la media general,  $R_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima raza (Parda Alpina y Saanen) y  $e_{ij}$  es el error aleatorio de la  $i$ -ésima raza y la  $j$ -ésima repetición.

En el caso de las variables de evaluación lineal y desempeño productivo, se utilizó un modelo lineal generalizado (glm) ajustado a la distribución de Poisson cuando las variables no cumplían con los supuestos estadísticos. La normalidad de los errores residuales en los modelos fue verificada mediante la prueba de Shapiro-Wilk, utilizando el gráfico de cuantiles normales y el histograma. Para seleccionar el mejor ajuste de los modelos, se utilizó el procedimiento de 'step-up' basado en los criterios de información de Akaike (AIC) y de información bayesiana (BIC). Se conservaron los valores atípicos ya que se consideraron variaciones individuales dentro de cada raza.

Posteriormente, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para investigar posibles asociaciones entre las variables morfológicas, lineales y productivas. Se tomó en cuenta una asociación significativa cuando el valor de carga era mayor o igual a 0,50 o menor o igual a -0,50. El número óptimo de componentes a retener fue determinado a través del análisis paralelo de Horn (Preacher & MacCallum, 2003).

Todos los análisis estadísticos se realizaron en el software R (R Core Team, 2023).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Apariencia General y Capacidad

La estatura y capacidad, peso vivo, perímetro torácico, alzada de la cruz y la profundidad presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las razas Saanen y Parda Alpina. Sin embargo, la anchura de pecho, ancho de grupa y el ángulo de grupa no mostraron diferencias ( $p > 0,05$ ) entre las razas. La evaluación lineal indicó que la raza Saanen presentaron un puntaje superior en comparación las cabras Pardas Alpina, siendo valoradas con 15,38% más puntos en la estructura y capacidad (Tabla 1).

La comparación entre las razas Saanen y Parda Alpina demostró que las cabras Saanen tienen una apariencia más adecuada para la producción lechera, tanto en términos de estructura y capacidad como en su peso vivo, perímetro torácico, estatura y profundidad, confirmando así los resultados de Chacón & Boschini (2017). Además, Fernández-Álvarez et al. (2020) destaca la importancia de la procedencia genética de los animales y la influencia de la nutrición balanceada en la producción de cabras lecheras, ya que estos factores tienen un impacto significativo en la apariencia y capacidad de las cabras y, por lo tanto, en su capacidad para producir leche.

De acuerdo con la ADGA (2019) el ancho y ángulo de la grupa son rasgos fundamentales en la morfología de las hembras, porque se relaciona con la facilidad del parto de las cabras, es decir cuanto más ancho sea la grupa y con una buena inclinación, más fácil será la labor del parto. Este indicador zootécnico es importante para evitar los partos distócicos en las granjas.



Estos resultados sugieren que, al momento de seleccionar y cuidar cabras destinadas a la producción lechera, es crucial considerar tanto su genética, adaptación y alimentación para obtener buenas producciones. Asimismo, los criadores y productores pueden usar esta información para tomar decisiones más informadas y elegir las razas más adecuadas para su producción.

### **Estructura y Fortaleza Lechera**

La estructura, fortaleza y angulosidad de las cabras lecheras presentaron diferencias notables entre las razas Saanen y Parda Alpina. Sin embargo, ambas razas mostraron una buena calidad del hueso, sin diferencias significativas entre ellas. Las cabras Saanen destacaron en su estructura lechera y angulosidad, lo que las hace más adecuadas para la producción de leche. En términos generales, ambas razas presentaron características típicas de animales productores de leche, con una conformación ósea adecuada y un hueso limpio y chato en la altura del garrón (Montes *et al.*, 2013).

### **Sistema Mamario**

Los rasgos del sistema mamario, como la profundidad de la ubre y el diámetro del pezón presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las razas. Sin embargo, la inserción anterior de la ubre, altura de inserción de la ubre, ligamento suspensor medio, anchura de inserción posterior de la ubre y la colocación de los pezones no indicaron diferencia ( $p > 0,05$ ) entre las razas evaluadas. La raza Saanen presentaron un puntaje superior en comparación las Pardas Alpina, siendo valoradas con 12,5% mayor puntaje en el sistema mamario (Tabla 1).

Los resultados indican que hay diferencias en la conformación y desarrollo del sistema mamario entre las razas Saanen y Parda Alpina (Manfredi *et al.*, 2001). La raza Saanen mostró un sistema mamario más profundo y con pezones mejor colocados en comparación con la Parda Alpina. Estos resultados tienen un significado importante en términos de productividad y longevidad de las cabras lecheras, ya que un sistema mamario bien desarrollado y conformado puede mejorar la producción de leche y la salud de la ubre (Massender *et al.*, 2022; Fernández-Álvarez *et al.*, 2023). Esto, a su vez, puede aumentar la vida útil de las cabras y su rentabilidad (Montes *et al.*, 2013).

Estos hallazgos resaltan la importancia de la selección genética y la alimentación adecuada para el desarrollo del sistema mamario en las cabras lecheras para mejorar su productividad y longevidad (Martínez *et al.*, 2018; Cedeño *et al.*, 2023). Por lo tanto, se sugiere llevar a cabo una selección cuidadosa en términos de conformación de ubre y pezones en la cría de cabras lecheras para mejorar su desempeño y rentabilidad en la producción de leche.

Es importante destacar el efecto del número de parto en el desarrollo de la glándula mamaria, aunque en este estudio no fue considerado debido al número pequeño de animales. Las cabras de segundo y tercer parto presentan mayor desarrollo de la glándula mamaria en comparación a las cabras primíparas. Por tanto, se recomienda tomar en cuenta este factor para los análisis de evaluación lineal con poblaciones de cabras más grandes. De esta forma, se realizará una evaluación morfológica adecuada para cada categoría de animales de acuerdo con la raza, edad y número de parto o lactancia.

### **Patás y Pezuñas**

El análisis de las características de patas y pezuñas, movilidad y aplomo no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las razas en estudio (Tabla 1), lo que sugiere que ambas razas presentan una buena conformación en estas áreas. Esto es fundamental para



asegurar la salud y longevidad de los animales en el sistema de producción (McLaren et al., 2016). Además, la evaluación adecuada de la movilidad y aplomo es esencial para seleccionar animales fuertes y resistentes, especialmente en sistemas extensivos y en climas tropicales (Mellado, 2008; Buzanskas et al., 2013).

Por lo tanto, estos resultados son importantes para la toma de decisiones en la selección y manejo del ganado de estas dos razas en particular.

### Calificación Final y Desempeño Productivo

La calificación final y las variables producción de leche diaria y producción de leche total ajustada a 250 días presentaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las razas (Tabla 1), confirmando los resultados de Erduran (2021). En particular, se observó que la raza Saanen obtuvo una puntuación final más alta y una mayor producción de leche en comparación con las otras razas evaluadas. Estos hallazgos sugieren que existen diferencias genéticas entre las razas, lo que podría influir en las características de producción de leche en las cabras. Por lo tanto, se podría utilizar la selección y el cruzamiento para mejorar la producción lechera en estas especies (Biffani et al., 2020).

Los promedios observados de producción diaria en este ensayo son superiores a lo reportado por Frau et al., (2010) quienes informaron una producción media de aproximadamente  $1,27 \pm 0,27$  kg/cabra/día para cabras Saanen manejadas en sistema extensivo. Mientras que un grupo de cabras Alpinas manejadas en sistema semi-estabulado presentaron produjeron entre 1,13 a 1,43 kg/cabra/día (Ribas & Gutiérrez, 2001). Esta diferencia se debe posiblemente al mejoramiento genético, manejo y al sistema de producción utilizado para los animales en este estudio, lo cual se considera crucial para tomar decisiones en la nutrición y alimentación durante el periodo de lactancia de las cabras. Además, es posible seleccionar los animales con mejor rendimiento productivo que pueden ser incluidas posteriormente a los programas de mejoramiento genético de la granja caprina.

**Tabla 1**

*Media  $\pm$  desviación estándar de variables morfológicas, características lineales y productivas de cabras Parda Alpina y Saanen manejadas en sistema estabulado bajo condiciones tropicales (n=20).*

Rasgos y Variables	Razas		SEM	F-valor	p-valor
	Parda Alpina	Saanen			
<b>Morfológicas</b>					
AC (cm)	67,98 $\pm$ 5,40	72,57 $\pm$ 4,80	5,55	6,98	<b>0,03</b>
PV (kg)	48,56 $\pm$ 4,24	54,26 $\pm$ 9,46	7,33	5,96	<b>0,02</b>
PT (cm)	84,0 $\pm$ 2,58	91,5 $\pm$ 4,81	3,86	6,21	<b>0,02</b>
<b>ESTYCAP (pts)</b>	<b>18,25 <math>\pm</math> 3,86</b>	<b>22,62 <math>\pm</math> 4,10</b>	<b>2,67</b>	<b>6,09</b>	<b>0,02</b>
ESTAT (pts)	3,39 $\pm$ 0,76	4,61 $\pm$ 0,75	0,75	0,44	0,52
ANCPEC (pts)	3,94 $\pm$ 0,75	4,97 $\pm$ 0,66	0,71	3,01	0,10
PROFUN (pts)	4,05 $\pm$ 0,73	4,62 $\pm$ 0,67	0,70	3,97	<b>0,04</b>
ANCHGRU (pts)	3,93 $\pm$ 1,08	4,64 $\pm$ 0,69	0,91	3,10	0,10
ANGRU (pts)	2,94 $\pm$ 0,54	3,78 $\pm$ 1,33	1,24	2,26	0,15
<b>ESTLECH (pts)</b>	<b>10,27 <math>\pm</math> 2,63</b>	<b>12,47 <math>\pm</math> 2,29</b>	<b>2,29</b>	<b>5,37</b>	<b>0,03</b>
ANGUL (pts)	6,97 $\pm$ 2,24	9,22 $\pm$ 1,90	2,07	5,89	<b>0,03</b>
CALHU (pts)	3,30 $\pm$ 0,39	3,25 $\pm$ 0,39	0,39	0,18	0,67





<b>SISTMAM (pts)</b>	<b>30,34 ± 6,25</b>	<b>33,27 ± 5,89</b>	<b>3,25</b>	<b>5,35</b>	<b>0,03</b>
INAU (pts)	4,11 ± 0,59	4,46 ± 0,65	0,62	1,53	0,23
AILPU (pts)	4,00 ± 0,81	5,23 ± 0,77	0,79	0,42	0,52
LSM (pts)	3,67 ± 1,14	4,81 ± 0,90	1,03	0,09	0,77
ANIPU (pts)	5,31 ± 1,26	4,00 ± 0,97	1,12	1,87	0,19
PROFUB (pts)	5,04 ± 0,84	4,10 ± 0,80	0,82	1,91	<b>0,04</b>
COLPE (pts)	4,66 ± 0,70	5,04 ± 0,64	0,67	1,60	0,22
DIAPE (pts)	3,55 ± 0,91	5,63 ± 1,16	1,04	5,38	<b>0,03</b>
<b>PATYPIE (pts)</b>	<b>17,07 ± 2,29</b>	<b>18,23 ± 2,53</b>	<b>1,37</b>	<b>0,42</b>	<b>0,52</b>
PTVP (pts)	5,34 ± 0,67	6,64 ± 1,02	0,86	0,00	1,00
PTVL (pts)	5,19 ± 1,20	5,19 ± 0,67	0,97	0,00	1,00
MOVI (pts)	6,54 ± 0,42	6,40 ± 0,84	0,67	0,20	0,66
<b>CFINAL (pts)</b>	<b>75,93 ± 6,72</b>	<b>86,59 ± 6,55</b>	<b>6,64</b>	<b>9,37</b>	<b>0,006</b>
PLDKG (kg)	1,85 ± 0,11	2,25 ± 0,09	0,10	40,69	<b>0,0001</b>
PL250 (kg)	462,50 ± 27,13	562,51 ± 23,57	25,41	40,67	<b>0,0001</b>

AC: Altura a la cruz, PV: Peso vivo (kg), PT: perímetro torácico, ESTYCAP: Estructura y capacidad (pts), ESTLECH: Estructura lechera (pts), SISTMAM: Sistema mamario (pts), PATYPIE: Patas y pezuñas (pts), ESTAT: Estatura (pts), ANCPPEC: Ancho de pecho (pts), PROFUN: Profundidad animal (pts), ANCHGRU: Ancho de grupa (pts), ANGRU: Angulo de grupa (pts), ANGUL: Angulosidad (pts), CALHU: Calidad de Hueso (pts), PTVP: Patas traseras vista posterior (pts), PTVL: Patas traseras vista lateral (pts), MOVI: Movilidad (pts), INAU: Inserción anterior de la ubre (pts), AILPU: Altura de inserción de la ubre (pts), LSM: Ligamento suspensor medio (pts), ANIPU: Anchura de inserción posterior de la ubre (pts), PROFUB: Profundidad de ubre (pts), COLPE: Colocación de los pezones (pts), DIAPE: Diámetro de los pezones (pts), CFINAL: Calificación final (pts), PLDKG: Producción de leche diaria (kg), PL250: Producción de leche total a 250 días.

### Análisis de Componentes Principales (ACP)

La Tabla 2 muestra las correlaciones de distintas variables morfológicas, lineales y productivas de cabras de las razas Saanen y Parda Alpina en dos componentes principales. Además, se indica la contribución de cada variable en la varianza de los componentes.

En el primer componente (PC1), se agrupan principalmente las variables relacionadas con el peso, la apariencia general y la capacidad de las cabras. Se observa una alta correlación positiva con el peso vivo (0,80), el perímetro torácico (0,81) y la estructura y capacidad (0,83), lo que sugiere que estas variables tienen una influencia significativa en la formación de este componente debido a su contribución a la varianza.

El segundo componente principal (PC2), en cambio, agrupa las variables relacionadas con la estructura lechera y el sistema mamario de las cabras. Se muestra una correlación inversa fuerte con la estructura y capacidad (-0,37) y la estructura lechera (-0,14), lo que sugiere que este componente se relaciona principalmente con la calidad y fortaleza en la producción de leche de las cabras.

Algunas variables morfológicas, como la estatura, altura y anchura de la grupa tienen una correlación moderada con ambos componentes, lo que indica que pueden influir tanto en el peso y la apariencia general como en la estructura lechera y el sistema mamario.

En cuanto a la contribución de la varianza, se observa que la mayoría de las variables morfológicas y lineales tienen un aporte significativo en ambos componentes principales, lo que demuestra su importancia en la definición de la morfología y el rendimiento productivo de estas razas de cabras.



Finalmente, se destaca una fuerte correlación positiva entre la calificación final y el rendimiento en la producción de leche, lo que apunta a que los animales con una mejor evaluación morfológica y lineal también obtienen un mejor rendimiento lácteo. Estos resultados pueden ser de gran utilidad para la selección y el mejoramiento genético de las razas Saanen y Parda Alpina en términos de su morfología y productividad.

**Tabla 2**

*Correlación de variables morfológicas, lineales y productivas de cabras Parda Alpina y Saanen con respecto a los dos componentes principales y la contribución de la varianza (n=20).*

Rasgos	Variables	PC 1	PC 2
Morfológicos	PESO (kg)	<b>0,80</b>	0,09
	PT (cm)	<b>0,81</b>	0,11
Apariencia General y Capacidad	ESTYCAP (pts)	<b>0,83</b>	-0,37
	ESTAT (pts)	0,11	0,28
	ANCPEC (pts)	<b>0,63</b>	<b>-0,56</b>
	PROFUN (pts)	<b>0,57</b>	0,02
	ANCHGRU (pts)	<b>0,53</b>	-0,49
	ANGRU (pts)	<b>0,78</b>	-0,36
Estructura y fortaleza Lechera	ESTLECH (pts)	<b>0,78</b>	-0,14
	ANGUL (pts)	<b>0,78</b>	-0,11
	CALHU (pts)	0,35	-0,26
Sistema Mamario	SISTMAM (pts)	<b>0,76</b>	0,48
	INAU (pts)	<b>0,52</b>	-0,20
	AILPU (pts)	<b>0,50</b>	0,14
	LSM (pts)	0,28	0,49
	ANIPU (pts)	<b>0,64</b>	0,03
	PROFUB (pts)	0,48	0,21
	COLPE (pts)	<b>0,54</b>	0,49
	DIAPE (pts)	0,22	<b>0,60</b>
Patas y Pezuñas	PATYPIE (pts)	0,48	-0,38
	PTVP (pts)	0,33	0,11
	PTVL (pts)	0,03	0,01
	MOVI (pts)	0,26	-0,41
Calificación Final y Desempeño Productivo	CFINAL (pts)	<b>0,99</b>	-0,04
	PLDKG (kg)	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>
	PL250 (kg)	<b>0,60</b>	<b>0,50</b>
	Autovalores	9,20	3,01
	Varianza %	35,39	11,57

PV: Peso vivo (kg), PT: perímetro torácico, ESTYCAP: Estructura y capacidad (pts), ESTLECH: Estructura lechera (pts), SISTMAM: Sistema mamario (pts), PATYPIE: Patas y pezuñas (pts), ESTAT: Estatura (pts), ANCPEC: Ancho de pecho (pts), PROFUN: Profundidad animal (pts), ANCHGRU: Ancho de grupa (pts), ANGRU: Angulo de grupa (pts), ANGUL: Angulosidad (pts), CALHU: Calidad de Hueso (pts), PTVP: Patas traseras vista posterior (pts), PTVL: Patas traseras vista lateral (pts), MOVI: Movilidad (pts), INAU: Inserción anterior de la ubre (pts), AILPU: Altura de inserción de la ubre (pts), LSM: Ligamento suspensor medio (pts), ANIPU: Anchura de inserción posterior de la ubre (pts), PROFUB: Profundidad de ubre (pts), COLPE: Colocación de los pezones (pts), DIAPE: Diámetro de los pezones (pts), CFINAL: Calificación final (pts), PLDKG: Producción de leche diaria (kg), PL250: Producción de leche total a 250 días, PC 1: componente principal 1, PC 2: componente principal 2.



La evaluación lineal morfológica en la producción animal es una herramienta clave para mejorar el rendimiento y la calidad de los animales de cría en una determinada región. En el caso de las cabras lecheras, como las razas Saanen y Parda Alpina, la selección basada en la morfología y las características productivas puede tener un impacto significativo en el rendimiento lácteo y, por lo tanto, en la rentabilidad de los productores.

En este contexto, los resultados del análisis de componentes principales (ACP) realizado por Benyoub et al. (2018) en cabras locales en Argelia, Fernández-Álvarez et al. (2021) en España, y Cedeño et al. (2023) en Panamá, entre otros estudios, demuestran la importancia entre la morfología y las características lineales en la producción, adaptación y selección de cabras con mejor habilidad lechera.

La alta correlación positiva entre el peso vivo, el perímetro torácico y la estructura y capacidad en el primer componente principal (PC1) del ACP indica que estas variables tienen una influencia significativa en la formación de este componente. Esto sugiere que los animales con un mayor peso y tamaño, así como una mejor estructura y capacidad, pueden tener un mayor potencial de producción de leche (Figura 2).

Por otro lado, en el segundo componente principal (PC2) se observa una correlación inversa entre la estructura y capacidad y la estructura lechera, lo que sugiere que este componente está relacionado con la calidad y fortaleza en la producción de leche. Esto refuerza la importancia de seleccionar animales con una buena estructura y capacidad en el sistema mamario para garantizar un rendimiento estable y de alta calidad en la producción de leche.

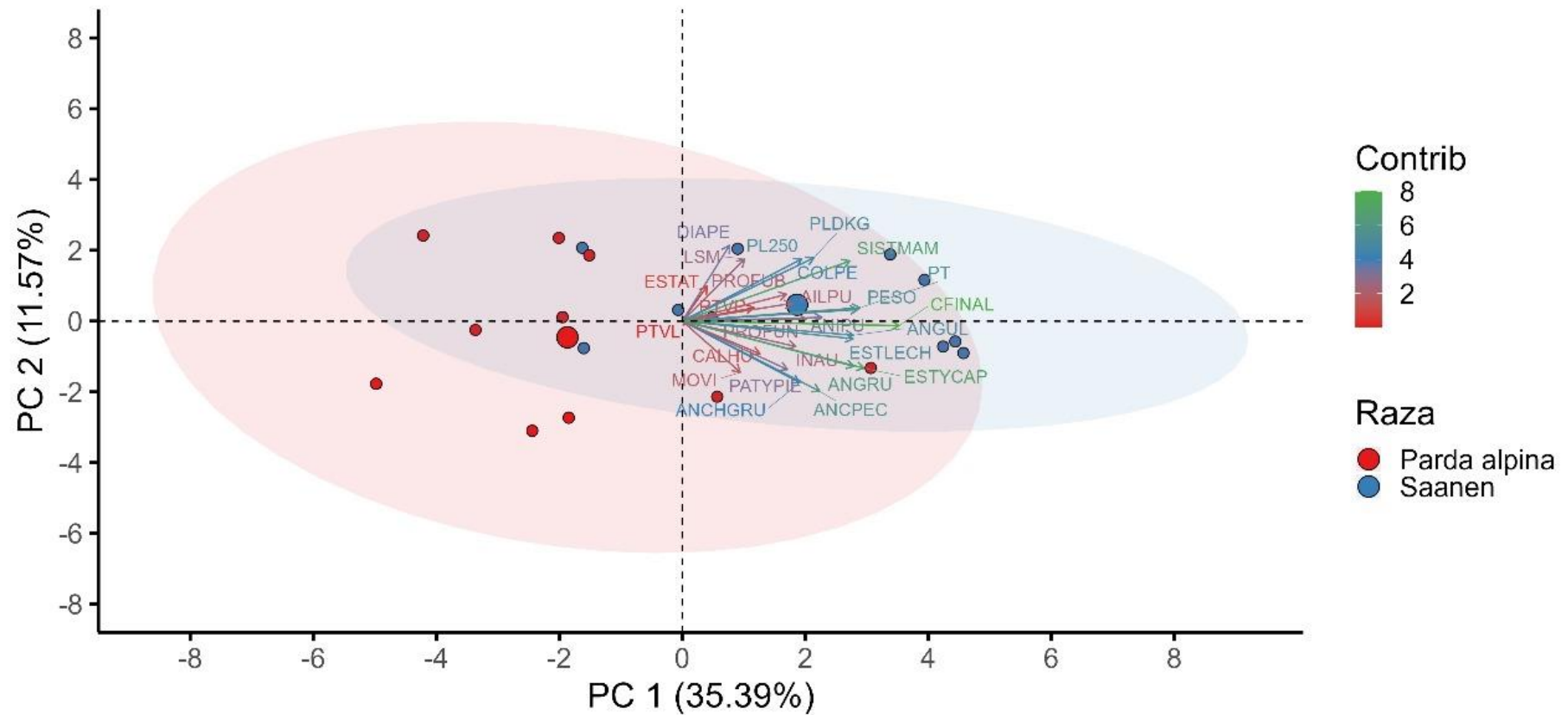
Además, la correlación positiva entre la calificación final y el rendimiento en la producción de leche encontrada por Fernández-Álvarez et al. (2021) es una evidencia adicional de la importancia de la morfología y las características lineales en la producción lechera de cabras. Esto sugiere que la selección de cabras con una mejor evaluación morfológica y lineal puede llevar a una mejora en el rendimiento lácteo y, por lo tanto, en la productividad y rentabilidad de los productores.

De esta forma, los resultados del ACP y otros estudios realizados en diferentes regiones muestran claramente la importancia de la morfología y las características lineales en la selección y el mejoramiento genético de las razas Saanen y Parda Alpina. Estos hallazgos tienen importantes implicaciones en la posibilidad de obtener un mejor rendimiento lácteo en las cabras de la región, ya que la selección adecuada de animales con características morfológicas y productivas deseables puede tener un impacto significativo en la productividad y rentabilidad de los productores de cabras lecheras.



**Figura 2**

Gráfico Biplot de variables morfológicas, lineales y productivas para los componentes Principales (PC 1 y PC2). Los círculos menores indican la variación individual. Círculos mayores representan el centroide para las cabras Parda Alpina y Saanen. Las elipses indican la concentración de los datos, las flechas indican los vectores de cada una de las variables con sus contribuciones (n=20).





Se realizó un segundo análisis multivariado, incluyendo la identificación individual de los animales, los rasgos morfológicos, la producción de leche y la calificación final. Las características evaluadas en la calificación lineal fueron distribuidas en dos componentes principales, que explicaron en conjunto el 79,90% de la variabilidad de los datos. El primer componente explicó el 57,10% de la varianza y caracterizó principalmente las variables relacionadas con la productividad y morfología, como la producción de leche diaria y total a 250 días de lactancia, calificación final, sistema mamario y estructura lechera. El segundo componente explicó el 22,80% de la varianza y se relacionó principalmente con los rasgos de conformación, como el ancho de grupa, ancho de pecho, profundidad de ubre, y patas y pezuñas (Figura 3).

A través del análisis de componentes principales, fue posible identificar a los animales más sobresalientes de ambas razas en estudio. En el caso de la raza Saanen, se identificaron siete animales con calificaciones de buena y muy buena (números 15, 14, 16, 23, 25, 27 y 44), mientras que en la raza Parada Alpina, se identificaron dos animales con calificaciones regulares y aceptables (números 2 y 11). Esto indica que ambas razas presentan animales con buena conformación y capacidad productiva que podrían ser utilizados para mejorar genéticamente el rebaño.

Es importante mencionar que ningún animal fue calificado como pobre o deficiente (< 59 pts), lo que sugiere que todas las cabras evaluadas presentan características morfológicas adecuadas para la producción lechera. Sin embargo, no se encontraron animales con calificación excelente (90 a 100 pts), lo que indica que aún hay espacio para mejorar la conformación y productividad de los animales.

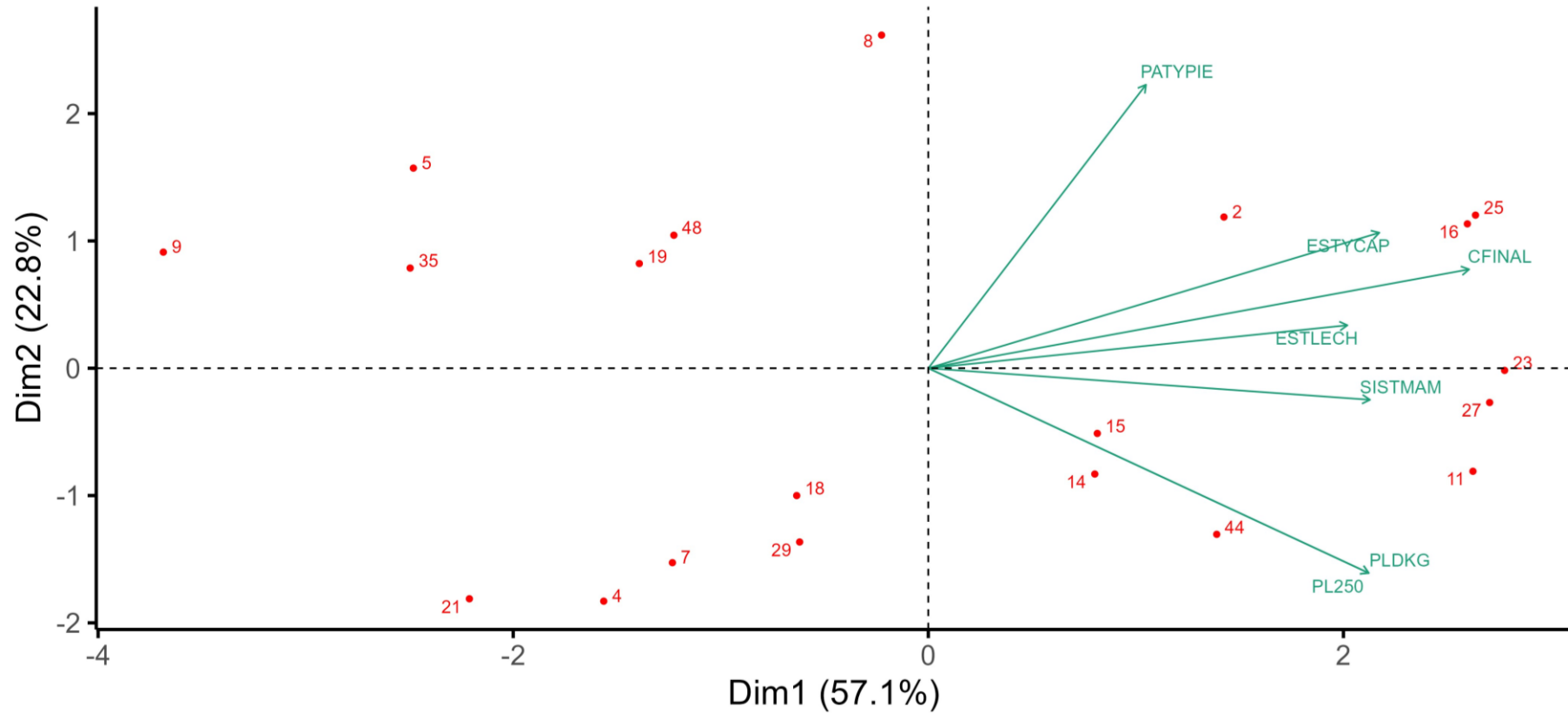
De esta forma, este estudio resalta la importancia de la evaluación lineal en la selección de animales productores de leche, ya que permite identificar a los individuos más aptos en términos de productividad y conformación. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de realizar programas de mejoramiento genético basados en la selección de animales con buenas calificaciones lineales, y, además, realizar evaluaciones genéticas y análisis genómicos para identificar genes relacionados con la producción y calidad de la leche en estas razas lecheras. Por lo tanto, se recomienda continuar con la investigación y el seguimiento de las características morfológicas y productivas en la selección y mejoramiento genético de estas razas, con el fin de obtener un mayor rendimiento lácteo y una mayor rentabilidad en la producción de leche de cabra.





**Figura 3**

Gráfico Biplot de la variación individual para cabras Parda Alpina (n=10) y Saanen (n=10) de acuerdo con los rasgos lineales y las variables productivas para los componentes Principales (PC 1 y PC 2). Los números 8, 15, 14, 16, 18, 23, 25, 27, 29 y 44 representan la identificación individual de cabras de raza Saanen y los números 2, 4, 5, 7, 9, 11, 19, 21, 35 y 48 son cabras Parda Alpina. Los animales con números resaltados en negrita son las cabras más sobresalientes de ambas razas.



## CONCLUSIONES

La evaluación lineal indicó que las cabras Parda Alpina y Saanen tienen buenas características morfológicas y productivas, debido a su apariencia general y capacidad, estructura lechera, buena conformación de las patas y pezuñas, sistema mamario bien desarrollados y presentan rendimientos productivos aceptables, sobresaliendo la raza Saanen con mejor aptitud lechera en sistema estabulado bajo condiciones tropicales.

El análisis de componentes principales es una alternativa para evaluar estudios de selección fenotípica en cabras lecheras, ya que permite analizar múltiples variables de respuestas y puede compararse entre razas e identificar de manera eficiente, los individuos sobresalientes de ambos grupos raciales, que preliminarmente pueden ser considerados para la reproducción del hato y los cuales pueden ser evaluados dentro de un programa de mejora genética que considere la información fenotípica, genealógica e incluso genómica.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Gabriel Remy, Sr. Gabriel J. Remy R. y Norma E. Serrano M. propietarios de la granja, por facilitar las instalaciones y permitir el uso de los animales en estudio. Al Sr. Jorge Adames por el apoyo con el manejo de los animales durante el experimento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Dairy Goat Association (ADGA). (2019). American Dairy Goat Association Guide Book. American Dairy Goat Association. Spindale, NC. [https://adga.org/wp-content/uploads/2019/02/LABOOKLETALL\\_19.pdf](https://adga.org/wp-content/uploads/2019/02/LABOOKLETALL_19.pdf)
- Benyoub, K., Ameer-Ameer, A., & Gaouar, S. (2018). Phenotypic characterization of local goats populations in western Algerian: Morphometric measurements and milk quality. *Genetics and Biodiversity Journal*, 2(1), 73-80. <https://journals.univ-tlemcen.dz/GABJ/index.php/GABJ/article/view/116/81>
- Biffani, S., Tiezzi, F., Pancrazio, F., Stella, A., & Minozzi, G. (2020). Genetic parameters of weeping teats in Italian Saanen and Alpine dairy goats and their relationship with milk production and somatic cell score. *Journal of Dairy Science*, 103(10) 9167-9176. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18175>
- Buzanskas, M., Savegnago, R., Grossi, D., Venturini, G., Queiroz, A., Silva, L., Junior, R., Munari, D., & Alencar, M. (2013). Genetic parameter estimates and principal component analysis of breeding values of reproduction and growth traits in female Canchim beef cattle. *Reproduction, Fertility and Development*, 25(5), 75-81. <https://doi.org/10.1071/RD12132>

- Castañeda-Bustos, V., Montaldo, H., Valencia-Posadas, M., Shepard, L., Pérez-Elizalde, O., Hernández-Mendo, O., & Torres-Hernández, G. (2017). Linear and nonlinear genetic relationships between type traits and productive life in US dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 100 (2), 1232-1244. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11313>
- Castellaro, G., Orellana, C., Escanilla, J., & Ruz, Y. (2019). Características morfo-estructurales de un rebaño caprino de la zona mediterránea central de Chile. *Ciencia Animal*, 47(2), 19-29. <https://doi.org/10.4206/agrosur.2019.v47n2-03>
- Cedeño, H., Ríos, K., Pile, E., Saavedra, R., Sánchez-Galán, E., Pimentel, T., Remy, G. y Grajales-Cedeño, J. (2023). Efecto de la raza, época del año, mes y horario en las respuestas fisiológicas y productivas de cabras lecheras en ambiente tropical húmedo. *Revista Semilla del Este*, 4(1), 166-191. <https://doi.org/10.48204/semillaeste.v4n1.4446>
- Chacón, P. y Boschini, C. (2017). Peso estimado en cabras con una cinta comercial de pesaje y perímetro torácico. *Agronomía Mesoamericana*. 28(1), 229-236. [doi:10.15517/am.v28i1.21611](https://doi.org/10.15517/am.v28i1.21611)
- Chan, Y. (2004). Bioestatistic 302. Principal component and fator analysis. *Singapore Med J*, 45(12)558-565. [www.smj.org.sg/sites/default/files/4512/4512bs1.pdf](http://www.smj.org.sg/sites/default/files/4512/4512bs1.pdf)
- Dickson, L., Torres, G., Becerril, C. y Garcia, O. (2000). Producción de leche y duración de la lactancia en cabras (*Capra hircus*) Alpinas y Nubias importadas a Venezuela. *Vet. Méx.*, 31(1) 21- 26. <https://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2000/vm001c.pdf>
- Erduran, H. (2021). Crossbreeding of hair goats with Alpine and Saanen bucks: Production and reproduction traits of Native Hair goats in supplementary feeding in different physiological stage in natural pasture-based system. *Small Ruminant Research*, 203, 106494. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2021.106494>
- Fernández-Álvarez, J., León-Jurado, J., Navas-González, F., Iglesias-Pastrana, C., & Delgado-Bermejo, J. (2020). Optimization and validation od a linear appraisal scoring system for milk production-linked zoometric traits in Murciano-Granadina Dairy goats and bucks. *Applied. Sciences*, 10(16), 5502. <https://doi.org/10.3390/app10165502>
- Fernández-Álvarez, J., León-Jurado, J., Navas-González, G., Iglesias- Pastrana, P., & Delgado-Bermejo, B. (2021). CAPRIGAN Linear Appraisal Evidences Dairy Selection Sings in Murciana-Granadina Goats and Bucks: Presentation of the New Linear Appraisal Scale. *Archivo de Zootecnia*, 70(271) 240-245. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8319194>
- Fernández-Álvarez, J., Navas-González, F., León-Jurado, J., Iglesias-Pastrana, C., & Delgado-Bermejo, J. (2023). Analysis of the Genetic Parameters for Dairy Linear Appraisal and Zoometric Traits: A Tool to Enhance the Applicability of Murciano-Granadina Goats Major Areas Evaluation System. *Animals*, 13(6), 1-22. <https://doi.org/10.3390/ani13061114>

- Frau, S., Togo, J., Pece, M., Paz, R. y Font, G. (2010). Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 109(1) 9-15. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5718159>
- Hernández, S. y Galindo, M. (2006). BIPROB: un método para obtener un Biplot robusto. *Revista Investigación Operacional*, 27(3), 287-299. <https://revistas.uh.cu/invoperacional/article/view/6391/5410>
- Hernández-Zepeda, J., Franco-Guerra, F., Herrera-García, M., Rodero-Serrano, E., Sierra-Vasqu ez, A., Bañuelos-Cruz, A. y Delgado, J. (2002). Estudios de los recursos genéticos de México: características morfológicas y morfo estructurales de los caprinos nativos de Puebla. *Archivos de Zootecnia*, 51(194), 53-64. <https://redalyc.org/pdf/495/49519408.pdf>
- Manfredi, E., Piacere, A., Lahaye, P., & Ducrocq, V. (2001). Genetic parameters of type appraisal in Saanen and Alpine Goats. *Livestock Production Science*, 70(3), 183-189. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(01\)00180-4](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(01)00180-4)
- Marquínez-Batista, L., Saldaña-Ríos, C., Moreno, E., Rivera, R., Escudero, V., Sandoya, I. y Espinosa, J. (2022). Caracterización de la producción, agroindustrialización y comercialización de ovinos y caprinos en Panamá. *Revista Ciencia Agropecuaria*, 35(1), 30-52. [www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/594/474](http://www.revistacienciaagropecuaria.ac.pa/index.php/ciencia-agropecuaria/article/view/594/474)
- Martínez, G., León-Jurado, J., Suarez, V. y Barba-Capote, C. (2018). Determinación de la curva de lactancia de cabras Saanen del noroeste argentino. *Revista Fave-Secci n Ciencias Veterinarias*. 17, 6-11, <https://doi.org/10.14409/favecv.v17i1.7159>
- Massender, E., Brito, L., Maignel, L., Oliveira, H., Jafarikia, M., Baes, C., Sullivan, B., & Schenkel, F. (2022). Single-and multiple-breed genomic evaluations for conformation traits in Canadian Alpine and Saanen dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 105(7), 5985-6000. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21713>
- MacLaren, A., Mucha, S., Mrode, R., Coffey, M., & Conington, J. (2016). Genetic parameters of linear conformation type traits and their relationship with milk yield throughout lactation in mixed-breed dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 99(7), 5516-5525. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10269>
- Mellado, M. (2008). T cnica para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 9(1), 47-63. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911227005.pdf>
- Montes, V., Moreno, M., Hurtado-Lugo, N., Ramirez, U., Celys, E. y Garay, O. (2013). Caracterización faner ptica y morfológica de la hembra ovina de pelo criollo (Camura) colombiana, en la sub región sabanas y golfo de Morrosquillo Departamento de Sucre. *Revista Colombiana Ciencia Animal*. 5(1) 104-115. <https://recia.edu.co/index.php/recia/article/view/475/522>

- Okpeku, M., Yakubu, A., Peters, S., Ozoje, M., Ikeobi, C., Adebambo, O., & Imumorin, I. (2011). Application of multivariate principal component analysis to morphological characterization of indigenous goats in Southern Nigeria. *Acta Agriculturae Slovenica*, 98(2), 101-109. doi: [10.2478/v10014-011-0026-4](https://doi.org/10.2478/v10014-011-0026-4)
- Preacher, K., & MacCallum, R. (2003). Repairing Tom Swift's electric factor analysis machine. *Underst. Stat.* 2(1), 13-43. [https://doi.org/10.1207/s15328031US0201\\_02](https://doi.org/10.1207/s15328031US0201_02).
- Ribas, M. y Guitierrez, M. (2001). Primeros resultados de producción de leche y duración de la lactancia de razas caprinas especializadas en cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(2), 105-112. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018220003.pdf>
- Ruiz, I. (2008). Valoración morfológica en ganado caprino lechero. Centro de Selección y Mejora Genética de la raza caprina Murciano-Granadina. Región de Murcia. Consejería de Agricultura y Agua. Murcia. DP: Mu-2.734-2008. pp 11 - 14.
- R Core Team (2023). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org>
- Sánchez, R., Granados, L., Salinas, H., Maldonado, J., Hernández, E. y Cigarroa, F. (2021). Selección preliminar de cabras Blancas Celtibérica mediante una técnica multivariada. *Zootecnia Tropical*. 39, 1-6. DOI: [10.5281/zenodo.4484416](https://doi.org/10.5281/zenodo.4484416)
- Valsalan, J., Sadan, T., & Venketachalopathy, T. (2020). Multivariate principal component analysis to evaluate growth performances in Malabari goats of India. *Tropical Animal Health and Production*, 52, 2451-2460. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02268-9>
- Wiggans, G., & Hubbard S. (2001). Genetic evaluation of yield and type traits of dairy goats in the United States. *Journal of Dairy Science*. 84:E69-E73. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)70199-3/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)70199-3/pdf)