

## INFLUENCIA DE LA RAZA Y EL NÚMERO DE LACTANCIA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO Y LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LECHE EN CABRAS (*Capra hircus*) BAJO CONDICIONES TROPICALES

### INFLUENCE OF BREED AND NUMBER OF LACTATION ON PRODUCTIVE PERFORMANCE AND NUTRITIONAL COMPOSITION OF MILK OF GOATS (*Capra hircus*) UNDER TROPICAL CONDITIONS

Héctor Cedeño<sup>\*</sup>, Berenice Rivas<sup>1</sup>, Katherine Montes<sup>1</sup>, Miguel Espinosa<sup>1</sup>, Tamara Pimente<sup>2</sup>, Roberto Saavedra<sup>2</sup>, Mario Arjona<sup>1</sup>, Reggie Guerra<sup>1,3</sup> y Gabriel Remy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Panamá. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Zootecnia. Panamá

<sup>2</sup>Consultor Independiente. Panamá

<sup>3</sup>Sistema Nacional de Investigación (SNI)

([hector.cedenov@up.ac.pa](mailto:hector.cedenov@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0001-8400-4276>;

[berenice.rivas@up.ac.pa](mailto:berenice.rivas@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0001-5822-6828>;

[katherine.montes@up.ac.pa](mailto:katherine.montes@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-2308-883X>;

[miguel.espinosa@up.ac.pa](mailto:miguel.espinosa@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0003-4148-5983>;

[tamaraan26@gmail.com](mailto:tamaraan26@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-5861-2910>;

[rrsaavedraf@hotmail.com](mailto:rrsaavedraf@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-4531-6434>;

[mario.arjona@up.ac.pa](mailto:mario.arjona@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0002-6100-1731>;

[reggie.guerra@up.ac.pa](mailto:reggie.guerra@up.ac.pa)

<https://orcid.org/0000-0001-8471-2862>;

[gabrielremyserrano@gmail.com](mailto:gabrielremyserrano@gmail.com) <https://orcid.org/0000-0002-0906-5973>)

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

Recibido: 11/08/2022

Aceptado: 04/11/2022

**RESUMEN.** El objetivo del estudio fue evaluar la influencia de la raza y el número de lactancia sobre el desempeño productivo y la composición nutricional de la leche en cabras. Se utilizaron 597 pesajes de leche de 18 cabras, nueve Saanen y nueve Parda Alpina. Las cabras fueron manejadas en sistema estabulado bajo condiciones tropicales. El desempeño productivo fue influenciado significativamente ( $P < 0,05$ ) por la raza y el número de lactancia, mostrando que ambas razas presentan mayor rendimiento productivo (kg/240 días) en la tercera lactancia con  $483,98 \pm 8,90$  la raza Saanen y  $455,97 \pm 32,37$  la raza Parda Alpina. Las curvas de lactancias fueron ajustadas mediante el modelo no lineal propuesto por Wood con  $R^2 \geq 0,87$ . La raza influyó significativamente ( $P < 0,05$ ) sobre la composición nutricional de la leche, indicando que la raza Parda Alpina presentó mayor calidad nutricional, con contenidos (%) de  $3,56 \pm 0,24$  proteína;  $4,07 \pm 0,41$  grasa;  $12,30 \pm 1,66$  sólidos totales;  $9,03 \pm 0,20$  sólidos no grasos y  $4,49 \pm 0,23$  lactosa. Se concluyó que la raza y el número de lactancia presentan influencia sobre el rendimiento productivo de las cabras Saanen y Parda Alpina en sistema estabulado, sobresaliendo la producción de la tercera lactancia. Los productores pueden utilizar estratégicamente la raza Saanen con la finalidad de mejorar el rendimiento productivo y la Parda Alpina para aumentar la calidad nutricional de la leche.

**PALABRAS CLAVE:** Saanen, Parda Alpina, curva de lactancia, calidad láctea.

**ABSTRACT.** The objective of this study was to evaluate the influence of breed and number of lactation over the productive performance and the nutritional composition of the goat milk. 597 daily milk records of 18 goats, nine goats Saanen and nine goats Brown Alpine was analyzed. The goats was managed in tabulated system under tropical conditions. Productive performance was statistically significant ( $p < 0.05$ ) to breed and number of lactances, showing that both breed had more productive performance (kg/240 days) in the third lactance with  $483.98 \pm 8.90$  for Saanen goats and  $455.97 \pm 32.37$  for Brown Alpine goats. Lactations curves was fitted optimally with Wood model with  $R^2 \geq 0.87$ . Breed influenced significantly over nutritional composition of milk, showing values (%) of  $3.56 \pm 0.24$  protein,  $4.07 \pm 0.41$  fat,  $12.30 \pm 1.66$  total solids,  $9.03 \pm 0.20$  non-fatty solids and  $4.49 \pm 0.23$  lactose. It was concluded that breed and number of lactation influenced over productive performance of Saanen and Brown Alpine goats in tabulate system and goats in the first, second and third lactance of both breeds showed good performance, specifically the goats in third lactance. Farmers could utilize strategically Saanen goats to increase the milk yield and Brown Alpine goats in order to improve the nutritional quality of milk.

**KEYWORDS:** Saanen, Brown Alpine, lactation curve, milk quality.

## INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial trae consigo una mayor demanda de proteína animal para el consumo humano (Ferede-Abebe *et al.*, 2022), por consiguiente, la producción de leche de cabras (*Capra hircus*) juega un papel importante en el abastecimiento de la leche y sus derivados como él (queso, yogurt, helados, entre otros). Los productos lácteos proporcionan un aporte importante a la nutrición humana y además contribuye a la seguridad alimentaria en la mayoría de los países, en especial a los países en desarrollo (Haenlein, 2004; Bidot, 2013).

En Panamá, la producción de cabras lecheras ha manifestado un crecimiento en los últimos años (INEC, 2011), debido a que es una actividad que no requiere de una gran inversión en comparación a otros sistemas de producción animal, siendo atractiva y rentable; además genera una excelente oportunidad de negocio para los pequeños y medianos productores del sector pecuario del país.

La producción de las cabras puede ser evaluada a través de la curva de lactancia, la cual representa gráficamente la producción de leche desde el parto hasta el secado. Esto permite generar referencias predictivas que pueden ser utilizadas como herramientas por los productores y técnicos para la toma de decisiones en aspectos de manejo y selección, también permite conocer y seleccionar animales con altos valores en parámetros productivos como el tiempo inicial de producción, producción total de lactación, producción máxima de leche y persistencia (habilidad de mantener la producción pico dentro de una lactación) (Guimarães *et al.*, 2006; Noguera *et al.*, 2011; León *et al.*, 2012). Sin embargo, existe poca información a nivel nacional acerca de las características cuantitativas y cualitativas del desempeño de las cabras lecheras, por lo tanto, se hace necesario indagar sobre las respuestas productivas para conocer su comportamiento bajo condiciones tropicales húmedas.

En ese mismo contexto, es importante incorporar el uso de registros en las empresas caprinas para estudiar el comportamiento productivo a través de las curvas de lactancias y la calidad nutricional mediante los valores de proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos, lactosa, entre otros, que son de gran importancia para la industria (Hernández & Ponce, 2008; Marin *et al.*, 2009).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la raza y el número de lactancia sobre el desempeño productivo y la composición nutricional de la leche de cabras Saanen y Parda Alpina manejadas en sistema estabulado bajo condiciones tropicales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área del estudio

La fase experimental se desarrolló en una granja en la comunidad de Gonzalillo, corregimiento de Ernesto Córdoba Campos, distrito de Panamá, Panamá (latitud de 9°6'Norte, longitud de 79°31'Oeste), con valores mínimos y máximos de temperatura ambiental (24,5 y 31,4 °C) y humedad relativa (57 y 83 %), respectivamente.

## Manejo de animales en experimento

Se utilizaron 597 pesajes de leche procedentes de 18 cabras adultas, con edades entre dos a cinco años, de la raza Saanen se utilizaron nueve animales de  $49,70 \pm 4,50$  kg de peso vivo (PV) y alzada a la cruz de  $70,46 \pm 3,53$  cm y nueve de la raza Parda Alpina con pesos promedio de  $46,01 \pm 3,30$  kg (PV) y alzada a la cruz de  $68,46 \pm 3,05$  cm. Los animales fueron seleccionados de acuerdo con el número de lactancia, tres cabras para la primera, segunda y tercera lactancia de cada raza, respectivamente.

El manejo reproductivo se realizó por monta natural controlada, esta etapa inició en la primera semana de agosto de 2020. Este manejo permitió obtener los partos programados entre la primera y segunda semana de enero de 2021, para posteriormente iniciar el ordeño al octavo día posparto. Se realizaron medidas profilácticas para prevenir la pododermatitis, tratamientos para el control de parásitos gastrointestinales y aplicaciones de complejos de vitaminas por un periodo de tres meses.

Las crías fueron separadas de las cabras al séptimo día de nacidos, para el levante con sustituto de leche comercial. Las cabras fueron alimentadas con la misma dieta durante el periodo experimental de aproximadamente ocho meses, este período incluyó los meses desde enero hasta agosto de 2021. La dieta se basó en pasto de corte 70% Cuba 22 (*Cenchrus purpureus* cv. 22), picado y mezclado con 20% Botón de oro (*Tithonia diversifolia*) y 10% de Morera (*Morus alba*); siendo consumido 5,0 kg/cabra/día de la mezcla. Además, se suministró 1,5 kg/cabra/día de heno del pasto Swazi (*Digitaria swazilandensis*) y 1,3 kg/cabra/día de concentrado comercial (peletizado). Los animales tuvieron libre acceso a agua y sales minerales durante todo el periodo experimental.

## Desempeño productivo, rutina de ordeño y pesaje de leche (kg)

Para determinar las respuestas productivas, se registró la producción de leche (PL) en forma individual una vez a la semana en dos ordeños durante el día (mañana 7:00 a.m. y tarde 4:00 p.m. hora estándar del este). Los pesajes de leche se tomaron a partir del octavo día post parto, se empleó el tipo de ordeño manual y la producción de leche fue registrada con el uso de una balanza digital Etekcity (modelo EK6015) con capacidad de 5,0 kg.

Las variables productivas evaluadas fueron: producción de leche inicial (PLI) kg, producción de leche máxima (PLM) kg, tiempo a la máxima producción de leche (TMPL) días, producción de leche al cierre de la lactación (PCL) kg, producción de leche a 100 días (PL100D) kg, producción de leche a 240 días (PL240D) kg, y la producción promedio de leche diaria PLD (kg/cabra/día).

## Análisis químico de la leche

Para conocer la composición nutricional de la leche se utilizó un analizador automático modelo (MilkoScan™ FT2). Se realizaron tres muestreos durante el periodo de lactancia, inicio (enero), al cuarto mes (abril) y al final de la lactancia (agosto). Se recolectó aproximadamente 250 ml de leche en vaso de polipropileno para muestras 300 ml debidamente identificado individualmente con el número de cada animal. La temperatura de la leche se mantuvo hasta su procesamiento en el laboratorio. Las variables evaluadas (%) fueron: contenido de proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y la lactosa.

## Diseño estadístico

Se empleó el Diseño Factorial 2x3, incluyendo dos razas (Saanen y Parda Alpina) y tres lactancias (1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup>). Para este diseño se utilizó el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \tau_j + (\alpha\tau)_{ij} + e_{ijk}$$

Donde  $y_{ijk}$  son las variables dependientes (productivas y composición nutricional de leche),  $\mu$  es la media general,  $\alpha_i$  es el efecto de la  $i$ -ésima raza {1,2},  $\tau_j$  es el efecto del  $j$ -ésima lactancia {1, 2, 3},  $(\alpha\tau)_{ij}$  es el efecto de la interacción entre la  $i$ -ésima raza y el  $j$ -ésima lactancia y  $e_{ijk}$  es el error aleatorio de la  $k$ -ésima repetición de la  $i$ -ésima raza y la  $j$ -ésima lactancia.

Para la modelación de las curvas de lactancias, se ajustó los modelos de regresión no lineal basadas en la función gamma incompleta (Wood,1967), dado por  $y = \beta_0 t^{\beta_1} \exp(-\beta_2 t)$ . Para el cálculo de la persistencia se realizó mediante el método propuesto por Sölkner & Fuchs (1987), donde define la persistencia como: 100\*(Producción de leche acumulada en el periodo de 101 a 200 días / Producción de leche acumulada en el periodo de 0 a 100 días).

## Análisis estadístico

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (1965) para verificar la normalidad de los residuales, y una prueba de Levene (1960) para verificar el supuesto de homocedasticidad en los residuales para todas las variables en el estudio. Posteriormente, un análisis de varianza (ANOVA) para todas las variables productivas y de la composición nutricional de leche. Además, se realizó estadística descriptiva para conocer los valores de la media y desviación estándar para todas variables por raza y número de lactancia, utilizando el procedimiento PROC UNIVARIATE, y se aplicó la prueba Tukey-Kramer, para la comparación múltiple de las medias (Kramer, 1956), se consideró la significancia del 5 % ( $p < 0,05$ ) mediante el procedimiento PROC GLM del programa estadístico SAS (SAS Institute Inc, 2004). Las curvas de lactancias de las cabras fueron agrupadas según raza y número de lactancia, y se ajustaron utilizando el modelo no lineal de Wood (1967) mediante el método interactivo de Gauss-Newton. El  $R^2$  se tomó como referencia del ajuste del modelo en función de la cantidad de variación del muestreo realizado. El ajuste de los modelos de regresión no lineal y los gráficos de las curvas se realizaron de manera computacional en lenguaje R (R Core Team, 2018).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### La producción de leche inicial (PLI) kg

La PLI fue diferente entre las razas y el número de lactancia ( $P < 0,05$ ). Hubo interacción significativa ( $P < 0,05$ ) entre la raza y el número de lactancia, lo cual se puede observar que las cabras Saanen de primer, segundo y tercer parto fueron mayores en comparación a las cabras Parda Alpina (Tabla 1). Al comparar la PLI se observó que la tercera lactancia de la raza Saanen fueron 38,66 y 54,21% mayor que la segunda y primera lactancia respectivamente. En cuanto a la raza

Parda Alpina, la tercera lactancia fueron 28,23 y 70,70% mayor que la segunda y primera lactancia respectivamente (Tabla 1).

El desempeño productivo obtenido en ambas razas presenta valores superiores a los reportados por Frau *et al.*, (2010), quienes informaron producciones iniciales de 1,20 kg para la raza Saanen manejadas en sistema de producción extensivo; en tanto; Ribas & Gutiérrez, (2001) en cabras Alpinas bajo sistema de pastoreo presentaron promedios diarios de 1,05; 1,10 y 1,09 kg para la primera, segunda y tercera lactancia respectivamente. La explicación a esta diferencia se puede relacionar a la selección de los animales y al sistema de producción, ya que las cabras en este estudio fueron manejadas en sistema estabulado, donde los animales tienen un mejor manejo y control en la alimentación, por lo tanto, presentan mayor rendimiento productivo. Además, debe tenerse en cuenta que ambas cabras evaluadas en este estudio no alimentaron a las crías durante el periodo de lactancia, por consiguiente, los pesajes de leche incluyeron toda la producción de cada raza, y esta condición de manejo en la rutina de ordeño posiblemente influyó en lo observado en otros sistemas productivos de cabras lecheras.

### **Producción de leche máxima (PLM) kg y el tiempo máximo de producción (TMPL) días**

La PLM y el TMPL no fueron diferente ( $P>0,05$ ) entre las razas, sin embargo, ambas variables fueron diferente ( $P<0,05$ ) según el número de lactancia. No hubo interacciones significativas ( $P>0,05$ ) para ambas variables, este comportamiento mostró que las cabras Saanen y Parda Alpina de segunda y tercera lactancia presentaron mejor desempeño productivo. El número de lactancia influyó el TMPL en las cabras de segunda y tercera lactancia, las cuales presentaron mayor tiempo (días) para alcanzar el pico de producción. Las medias obtenidas para la PLM de la tercera lactancia en la raza Saanen fueron 26,52 y 26,07% mayor que la segunda y primera lactancia respectivamente, mientras que la PLM de la raza Parda Alpina fueron 23,47 y 36,80% mayor en comparación a la primera y segunda lactancia respectivamente. Es importante destacar que ambas razas de tercera de lactancia lograron picos de producciones más alta de  $3,53 \pm 0,27$  kg cabras Saanen y  $3,42 \pm 0,05$  kg cabras Parda Alpina. Esta producción fue alcanzada aproximadamente a los 30 días de producción en ambas razas (Tabla 1).

En cuanto a la PLM encontradas son inferiores a las producciones observadas por otros autores Macciotta *et al.*, (2003) reportaron producciones al pico para cabras Alpinas de 3,2 kg/día, y Gipson & Grossman (1990), informaron para las cabras Saanen producciones al pico de 4,4 kg/día. Las producciones inferiores observadas en este estudio están asociadas posiblemente al grado de la selección genética de las cabras, la alimentación y a las condiciones de altas temperaturas y humedad que presenta los climas tropicales húmedos.

Según Macciotta *et al.*, (2006) la producción máxima de leche y el tiempo a la producción máxima de leche en las curvas de las cabras lecheras es altamente variable y puede ocurrir entre la segunda y octava semana postparto. Ambas variables han sido relacionadas principalmente con la genética de los animales y el número de lactancia (Fernández *et al.*, 2002; Sánchez *et al.*, 2006). También puede ser influenciada por el manejo óptimo de la alimentación y la época de reproducción de los animales (Akpa *et al.*, 2001; Herrera *et al.*, 2009).

De acuerdo con Akpa *et al.*, (2001) otro criterio importante es la selección de los animales más productivos, ya que la producción de leche máxima entre los 15 a 30 días, ocurren de forma temprana en animales cruzados y poco seleccionados. No obstante, en razas especializadas como la Saanen y las Alpinas con buenos criterios de selección para los programas de reproducción pueden alcanzar la producción máxima entre 45 a 50 días, lo cual es fundamental porque está relacionado con un mejor desempeño productivo (Gipson & Grossman, 1990).

Martínez *et al.*, (2018) informaron PLM de 1,47; 1,71 y 2,06 kg con tiempo de 77, 60 y 55 días, en cabras lecheras de primera, segunda y tercera lactancia respectivamente, manejadas bajo sistema de pastoreo; lo cual indica que el número de parto puede influir sobre el rendimiento de los animales.

**Tabla 1.** Medias ajustadas  $\pm$  la desviación estándar para el desempeño productivo en cabras Saanen y Parda Alpinas según el número de lactancia en sistema estabulado bajo condiciones tropicales.

Lactancia	Raza Saanen						
	PLI (Kg)	PLM (kg)	TMPL (Días)	PLC (kg)	PL100D (kg)	PL240D (kg)	PLD (kg/día)
1 <sup>ra</sup>	2,14 $\pm$ 0,05 <sup>bc</sup>	2,80 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	18,66 $\pm$ 4,04 <sup>b</sup>	1,07 $\pm$ 0,48 <sup>a</sup>	165,00 $\pm$ 35,00 <sup>ab</sup>	348,02 $\pm$ 16,97 <sup>ed</sup>	1,45 $\pm$ 0,06 <sup>cd</sup>
2 <sup>da</sup>	2,38 $\pm$ 0,04 <sup>bc</sup>	2,79 $\pm$ 0,21 <sup>b</sup>	25,66 $\pm$ 5,02 <sup>ab</sup>	0,89 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	171,33 $\pm$ 16,03 <sup>ab</sup>	416,43 $\pm$ 10,90 <sup>bc</sup>	1,74 $\pm$ 0,05 <sup>cb</sup>
3 <sup>ra</sup>	3,30 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	3,53 $\pm$ 0,27 <sup>a</sup>	32,33 $\pm$ 9,01 <sup>a</sup>	1,09 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	197,45 $\pm$ 6,80 <sup>a</sup>	483,98 $\pm$ 8,90 <sup>a</sup>	2,02 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>
Media	2,60 $\pm$ 0,10	3,04 $\pm$ 0,63	25,55 $\pm$ 6,02	1,02 $\pm$ 0,22	177,93 $\pm$ 19,83	416,14 $\pm$ 12,26	1,74 $\pm$ 0,06
Lactancia	Raza Parda Alpina						
	PLI (Kg)	PLM (kg)	TMPL (Días)	PLC (kg)	PL100D (kg)	PL240D (kg)	PLD (kg/día)
1 <sup>ra</sup>	1,57 $\pm$ 0,27 <sup>d</sup>	2,50 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	17,03 $\pm$ 1,73 <sup>b</sup>	0,60 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	128,00 $\pm$ 24,04 <sup>b</sup>	309,31 $\pm$ 18,00 <sup>e</sup>	1,29 $\pm$ 0,08 <sup>e</sup>
2 <sup>da</sup>	2,09 $\pm$ 0,07 <sup>dc</sup>	2,77 $\pm$ 0,38 <sup>b</sup>	21,66 $\pm$ 2,08 <sup>ab</sup>	0,75 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	155,00 $\pm$ 12,34 <sup>ab</sup>	378,76 $\pm$ 12,02 <sup>cd</sup>	1,58 $\pm$ 0,05 <sup>cd</sup>
3 <sup>ra</sup>	2,68 $\pm$ 0,32 <sup>b</sup>	3,42 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	28,33 $\pm$ 1,52 <sup>ab</sup>	0,87 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	187,65 $\pm$ 18,23 <sup>a</sup>	455,97 $\pm$ 32,37 <sup>b</sup>	1,90 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>
Media	2,11 $\pm$ 0,22	2,90 $\pm$ 0,17	22,34 $\pm$ 1,78	0,74 $\pm$ 0,07	156,88 $\pm$ 18,20	381,35 $\pm$ 20,80	1,59 $\pm$ 0,09
CV	8,37	7,58	19,03	20,89	9,55	4,21	4,62
MEE	0,19	0,22	4,55	0,21	15,96	16,74	0,08
Efectos	P-valor						
Raza	0,0002	0,2157	0,1596	0,0166	0,0151	<0,0001	0,0020
Lactancia	<0,0001	<0,0001	0,0017	0,0379	0,0012	<0,0001	<0,0001
RXL	0,0365	0,0568	0,8784	0,0081	0,0351	0,0355	0,0472

PLI: Producción de leche inicial (kg), PLM: Producción de leche máxima (kg), TMPL: Tiempo a la máxima producción de leche (kg), PLC: Producción de leche al cierre de la lactancia (kg), PL100D: Producción de leche a 100 días (kg), PL240D: Producción de leche total a 240 días (kg), PLD: Producción de leche diaria (kg/día), CV: Coeficiente de variación, MEE: Media de error estándar, RXL: Interacción entre la raza y el número de lactancia. Medias en la misma columna con letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

## **La producción de leche al cierre de la lactancia (PCL) kg**

Se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) con respecto a la raza, el número de lactancia y la interacción entre ambos factores, lo cual indicó que esta producción fue afectada por la raza y el número de lactancia, por consiguiente, las cabras de 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia de la raza Saanen y las cabras de 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia fueron similares y a su vez, diferían de las cabras de la 1<sup>ra</sup> lactancia de la raza Parda Alpina. El promedio general obtenido para la raza Saanen fue  $1,02 \pm 0,22$  kg, mientras que la raza Parda Alpina presentó  $0,74 \pm 0,07$  kg (Tabla 1). Al analizar los resultados de PCL en ambas razas, se logró observar respuestas similares, a excepción de la primera lactancia en cabras Parda Alpina con producción de  $0,60 \pm 0,08$  kg; donde muestra un rendimiento inferior a los demás, lo cual se puede relacionar a cabras primerizas que producen menos leche, ya que aún no han desarrollado completamente la capacidad de la glándula mamaria y utilizan las reservas corporales para completar su desarrollo morfológico (Pesántez & Hernández, 2014).

Resultados similares fueron reportados por Martínez *et al.*, (2018), medias al cierre de la lactancia en cabras Saanen de 0,75; 0,84 y 1,10 kg para la primera, segunda y tercera lactancia, respectivamente. En cuanto a las cabras Alpinas, Ribas & Gutiérrez (2001) informaron promedios al cierre de la lactancia de 0,80; 0,90 y 1,07 kg para la primera, segunda y tercera lactancia, respectivamente. Este parámetro PLC es importante para finalizar la producción de la curva de lactancia, que sirve como referencia para evaluar el comportamiento del rendimiento productivo de las hembras.

## **Producción de leche a los 100 días (PL100D) y 240 días (PL240D) kg**

La PL100D fue diferente ( $P < 0,05$ ) entre la raza y el número de lactancia, destacando la producción de la tercera lactancia en ambas razas. Se encontró interacción significativa ( $P < 0,05$ ) entre ambos factores, lo cual indicó que las cabras de 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia de la raza Saanen y las cabras de 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia presentaron medias similares y a su vez diferían de las cabras de la 1<sup>ra</sup> lactancia de la raza Parda Alpina. La PL100D en cabras Saanen de tercera lactancia fueron 15,24 y 19,67% mayor en comparación a la segunda y primera lactancia respectivamente, mientras que la raza Parda Alpina de tercera lactancia presentó 21,06 y 46,60% mayor que las cabras de segunda y primera lactancia respectivamente (Tabla 1). Para esta variable, la raza Saanen presentó mayores rendimientos, los cuales fueron en aumento de acuerdo con el número de lactancia. En comparación con otros estudios con cabras Saanen en sistema de estabulación permanentes, las cabras de primer parto presentaron media de  $244,00 \pm 13,9$  kg, y las cabras de segundo o más parto presentaron  $272,20 \pm 13,3$  kg a los primeros 100 días de lactancias (Garcés *et al.*, 2004). La diferencia obtenida entre las cabras primerizas y multíparas con este estudio está fundamentada posiblemente por las condiciones ambientales, el clima con bajas temperatura permite que los animales tengan un mejor confort térmico y bienestar de las cabras, en comparación a las altas temperaturas y humedad relativas que presentan los trópicos húmedos, lo cual es conocido como una limitante para el desarrollo de los sistemas de producción animal.

La PLT240D mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre las razas y el número de lactancias evaluadas. Se encontró interacción significativa ( $P < 0,05$ ), lo cual indicó que la PLT240D de las cabras de 3<sup>ra</sup> lactancia de la raza Saanen presentó mayor desempeño productivo en comparación a al rendimiento de las cabras de 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia de las cabras Parda Alpina.



El mayor rendimiento en ambas razas fue expresado por las cabras multíparas en comparación a las cabras primerizas, lo cual coincide con lo reportado por otros estudios, donde encontraron que las cabras primerizas sólo alcanzan entre el 70,0 a 80,0% de la producción de leche de las cabras multíparas (Martínez *et al.*, 2018). Proporción similar a la encontrada en este estudio, las cabras Saanen de primera lactancia presentaron el 71,90% y las cabras Parda Alpina el 67,84% con respecto a las cabras de tercera lactancia. La explicación de la influencia de la lactancia o número de parto sobre el desempeño productivo está relacionada con la edad de los animales, el desarrollo y la capacidad de la glándula mamaria que presentan ambas razas en la tercera lactancia (Wahome *et al.*, 1994). Por otra parte, Finley *et al.*, (1984) señalaron que las cabras de primera lactancia aumentaron 20% en su segunda lactancia, sin embargo, para la tercera o más número de partos no se lograron aumentos diferenciados, lo cual coincide con los resultados de este estudio.

### **Producción promedio de leche diaria PLD (kg/cabra/día)**

La raza y el número de lactancia influyeron significativamente ( $P < 0,05$ ) sobre la producción de leche diaria. Se encontró interacción significativa ( $P < 0,05$ ) entre la raza y el número de lactancia, lo cual indicó que la PLD de las cabras de 3<sup>ra</sup> lactancia de la raza Saanen fue superior al promedio diario de las cabras de 1<sup>ra</sup>, 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> lactancia de las cabras Parda Alpina. La PLD en las cabras Saanen de tercera lactancia fueron 16,09 y 39,31% mayor que la segunda y primera lactancia respectivamente, mientras que las cabras Parda Alpina de tercera lactancia presentaron 20,25 y 47,29% mayor en comparación a la segunda y primera lactancia respectivamente. Se observó que la raza Saanen presentó mejor desempeño productivo (Tabla 1).

Esta tendencia está asociada a la fisiología y edad de los animales, ya que se espera que una cabra tenga mayor cantidad de partos a medida que aumente su edad; este comportamiento biológico explica el hecho que las cabras con más número de lactancia presentan mayor capacidad para producir leche debido al desarrollo óptimo de las glándulas mamarias, manejo adecuado de la nutrición y al buen estado de salud de los animales (Fernández *et al.*, 2002; Herrera *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2018).

Los valores obtenidos de PLD en este estudio son superiores a lo reportado por otros autores Frau *et al.*, (2010) informaron una producción promedio 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 intensivas presentaron producción diaria en rango de 1,13 a 1,43 kg/cabra/día (Ribas & Gutiérrez, 2001). Esta diferencia de producción probablemente se debe al mejoramiento genético, manejo y al sistema de producción utilizado para los animales, lo cual se considera importante para tomar decisiones en el manejo nutricional durante el periodo de lactancia y así seleccionar las cabras con mayor desempeño productivo que pueden ser incluidas posteriormente a los programas de mejoramiento genético de la empresa caprina, con la finalidad de seleccionar las hembras reproductoras para generar reemplazos o para vender las cabras a otros productores.

### **Curvas de lactancias**

En la Tabla 2, se presentan los coeficientes estimados  $\pm$  desviación estándar y los parámetros de ajuste del modelo de regresión no lineal utilizando la función gamma incompleta de Wood (1967).

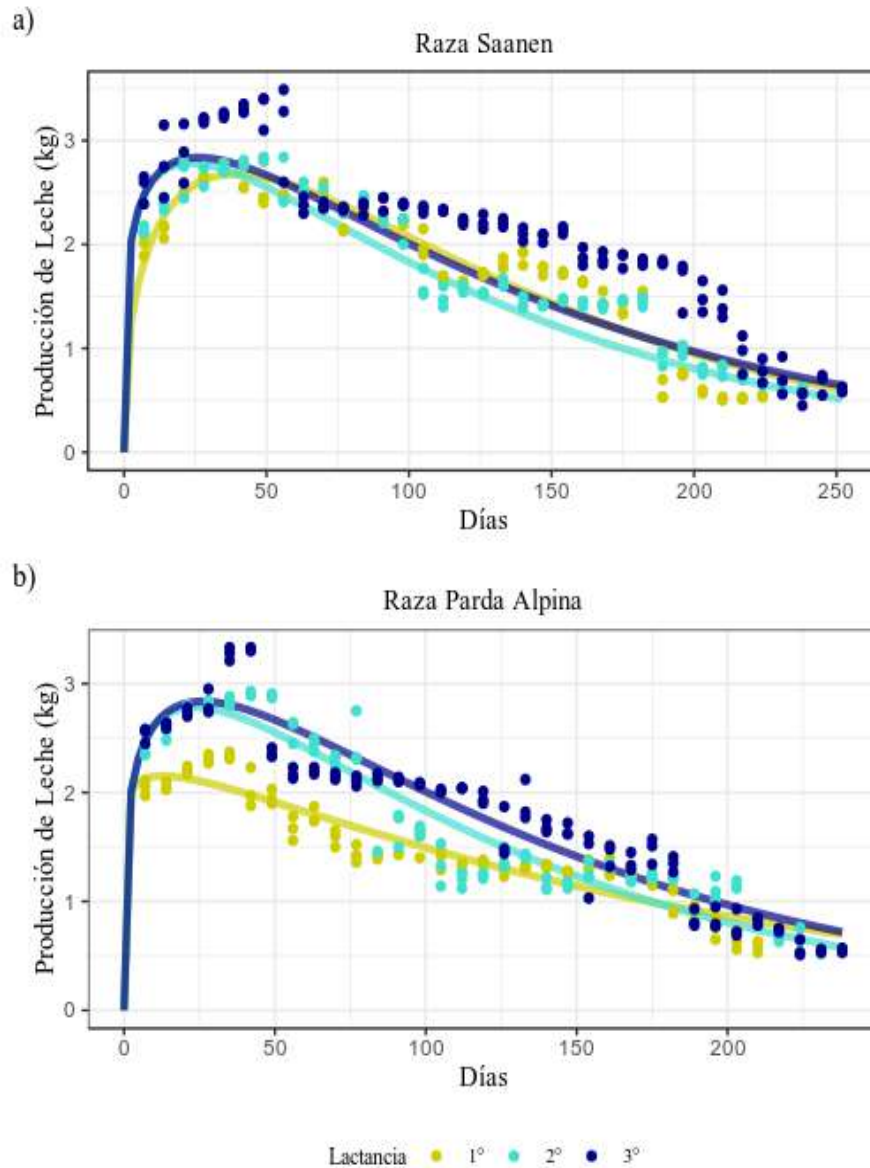
Los valores de persistencia indican que la lactancia mantiene entre el 50 y 60% de la producción de leche a los primeros 100 días. Es visible que la persistencia en ambas razas, los coeficientes obtenidos en la primera lactancia son mayores que en la segunda y tercera lactancia, tendencia descrita por Gipson & Grossman (1990), donde señala que la persistencia se reduce a medida que las cabras aumentan la cantidad de partos.

**Tabla 2.** Coeficientes estimados  $\pm$  desviación estándar y parámetros de ajuste de modelo de regresión no lineal, utilizando la función gamma incompleta (Wood,1967), de acuerdo con la raza y el número de lactancia en cabras Saanen y Parda Alpina.

Raza Saanen			
Indicadores	1 <sup>ra</sup> Lactancia	2 <sup>da</sup> Lactancia	3 <sup>ra</sup> Lactancia
$\beta_0$	0,8688 $\pm$ 0,1055***	1,6986 $\pm$ 0,1054***	1,6783 $\pm$ 0,1725***
$\beta_1$	0,4210 $\pm$ 0,0395***	0,2292 $\pm$ 0,0003***	0,2321 $\pm$ 0,0342***
$\beta_2$	0,0107 $\pm$ 0,0006***	0,0098 $\pm$ 0,0135***	0,0089 $\pm$ 0,0005***
<sup>1</sup> PC	61,06	51,77	56,68
R <sup>2</sup>	0,8894	0,9042	0,9010
$\sigma_e^2$	0,0544	0,0546	0,0587
Raza Parda Alpina			
$\beta_0$	1,9128 $\pm$ 0,1700***	1,6986 $\pm$ 0,1756***	1,6783 $\pm$ 0,1725***
$\beta_1$	0,0764 $\pm$ 0,0305***	0,2292 $\pm$ 0,0352***	0,2321 $\pm$ 0,0343***
$\beta_2$	0,0060 $\pm$ 0,0005***	0,0098 $\pm$ 0,0006***	0,0089 $\pm$ 0,0005***
<sup>1</sup> PC	60,59	51,77	56,68
R <sup>2</sup>	0,8739	0,9043	0,9010
$\sigma_e^2$	0,0276	0,0587	0,0587

<sup>1</sup>PC: Persistencia de la curva,  $\sigma_e^2$ : Varianza residual, Diferencias significativas: P<0,001 (\*\*\*).

En la Figura 1, se puede observar que el desempeño productivo de las cabras Saanen (a) y Parda Alpina (b) fueron aumentando desde la primera hasta la tercera lactancia.



**Figura 1.** Comportamiento de la producción de leche (kg) según el número de lactancia de las razas Saanen (a) y Parda Alpina (b), manejadas en sistema estabulado bajo condiciones tropicales.

### Contenidos de proteína y grasa (%)

El factor raza indicó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) sobre los valores de proteína y grasa, sin embargo, el número de lactancia no mostró diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) para los contenidos de proteína y grasa. Hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los efectos de interacción entre las razas y el número de lactancia para ambas variables.

Las cabras Saanen presentaron contenido de  $3,32 \pm 0,12\%$  proteína y  $3,48 \pm 0,35\%$  grasa; sin embargo, las cabras Parda Alpina presentaron media de  $3,56 \pm 0,24\%$  proteína y  $4,07 \pm 0,41\%$  grasa.

grasa, lo cual muestra una diferencia importante, que destaca la raza Parda Alpina con mayor aporte de nutriente en la composición láctea (Tabla 3).

La raza Parda Alpina independientemente del número de lactancia, presentó valores de proteína y grasa superiores a las cabras Saanen. La explicación de este comportamiento está relacionado a la propia genética que presentan las cabras Alpinas originarias de Europa, lo cual indica la estrecha relación entre un menor volumen de leche y mayor contenido de proteína y grasa (Bidot, 2017). El contenido de proteína y grasa obtenido en este estudio concuerda con los informados por Vega *et al.*, (2007) donde se observaron rangos de proteínas para cabras Alpinas entre 2,91 a 3,86% y Saanen entre 2,04 a 4,13%, y medias de grasa para Alpinas 3,96 y Saanen con promedio de 3,5%. De acuerdo con Salvador *et al.*, (2016) la calidad de la leche puede ser influenciada por factores genéticos, el desempeño productivo, el tiempo de la lactación, la época del año, la temperatura ambiental y la alimentación. La influencia genética de las cabras Parda Alpina indicó un aporte mayor en la composición de la leche, lo que favorece la producción cualitativa.

También Dagnachew *et al.*, (2013) señala que los contenidos nutricionales de la leche, como la proteína, grasa y lactosa pueden ser influenciada por la genética de los animales. Los resultados obtenidos en ambas razas caprinas corresponden a los descritos en la literatura, lo cual demuestra que las cabras con el mismo manejo de alimentación y condiciones ambientales pueden obtener diferencias en la composición de la leche, por un efecto racial.

Es importante señalar que otros estudios reportaron que los efectos de la dieta sobre la composición de la leche en cabras Alpinas son mínimos en comparación con la influencia sobre el rendimiento productivo (Haenlein, 2001; Min *et al.*, 2005). Sin embargo, Brown-Crowder *et al.*, (2001) indicaron que la producción de leche aumenta a medida que el nivel de grasa en la dieta aumento entre 3,0 a 4,5%, pero disminuyó cuando el nivel se incrementó a 6,0%, aunque la concentración de grasa en la leche aumentó, y el nivel de proteína se mantuvo sin cambios. En cuanto al contenido de grasa, las cabras aportan entre 3,0 a 6,0%, este indicador es considerado importante porque define la capacidad de leche para ser procesada y además presenta un papel fundamental en la calidad nutricional y sensorial de los productos elaborados a partir de la leche de cabras (Oliszewski *et al.*, 2002; Chacón, 2005).

**Tabla 3.** Medias ajustadas  $\pm$  la desviación estándar para la composición nutricional de la leche en cabras Saanen y Parda Alpinas según el número de lactancia en sistema estabulado bajo condiciones tropicales.

Lactancia	Raza Saanen				
	Proteína (%)	Grasa (%)	ST (%)	SNG (%)	Lactosa (%)
1 <sup>ra</sup>	3,27 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>	3,37 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>	10,57 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>	8,50 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	4,68 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>
2 <sup>da</sup>	3,38 $\pm$ 0,13 <sup>b</sup>	3,62 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	11,03 $\pm$ 0,48 <sup>b</sup>	8,52 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	3,85 $\pm$ 0,37 <sup>b</sup>
3 <sup>ra</sup>	3,31 $\pm$ 0,07 <sup>b</sup>	3,45 $\pm$ 0,10 <sup>b</sup>	10,69 $\pm$ 0,16 <sup>b</sup>	8,51 $\pm$ 0,11 <sup>b</sup>	3,87 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>
Media	3,32 $\pm$ 0,12	3,48 $\pm$ 0,35	10,76 $\pm$ 0,33	8,51 $\pm$ 0,11	4,13 $\pm$ 0,28
	Raza Parda Alpina				
1 <sup>ra</sup>	3,70 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	4,08 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	13,97 $\pm$ 2,87 <sup>a</sup>	8,98 $\pm$ 0,36 <sup>ab</sup>	4,72 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>
2 <sup>da</sup>	3,37 $\pm$ 0,05 <sup>ab</sup>	3,71 $\pm$ 0,51 <sup>a</sup>	13,64 $\pm$ 1,28 <sup>a</sup>	9,01 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	4,04 $\pm$ 0,42 <sup>ab</sup>
3 <sup>ra</sup>	3,60 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>	4,41 $\pm$ 0,66 <sup>a</sup>	12,30 $\pm$ 0,83 <sup>a</sup>	9,10 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	4,71 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>

Media	3,56 ± 0,24	4,07 ± 0,41	12,30 ± 1,66	9,03 ± 0,20	4,49 ± 0,23
CV	6,57	12,56	11,93	3,42	9,99
MEE	0,22	0,47	1,42	0,16	0,43
Efectos	P-valor				
Raza	0,0397	0,0199	0,0049	<0,0001	<0,0001
Lactancia	0,8115	0,4691	0,1407	0,8148	0,0289
RXL	0,0467	0,0382	0,0264	0,0298	0,0407

ST: Sólidos totales (%), SNG: Sólidos no grasos (%), CV: Coeficiente de variación, MEE: Media de error estándar, RXL: Interacción entre la raza y el número de lactancia. Medias en la misma columna con letras minúsculas iguales son equivalentes y letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05).

### Sólidos totales (ST) %, sólidos no grasos (SNG) % y lactosa (%)

Los contenidos de ST, SNG y lactosa en leche fueron diferentes (P<0,05) entre las razas. El número de lactancia no afectó (P>0,05) los contenidos de ST y SNG. Sin embargo, el número de lactancia afectó (P<0,05) el contenido de lactosa. Se encontró interacción entre las razas y el número de lactancia (P<0,05) sobre las variables ST, SNG y Lactosa.

Las cabras Saanen presentaron contenidos de 10,76 ± 0,33% ST; 8,51 ± 0,11% SNG y 4,13 ± 0,28% lactosa. Mientras que las cabras Parda Alpina obtuvieron valores de 12,30 ± 1,66% ST; 9,03 ± 0,20% SNG y 4,49 ± 0,23% lactosa (Tabla 3). Estas variables son de gran interés en la industria lechera, debido a que las altas concentraciones de estas en la leche brindan un mayor rendimiento en la fabricación de los subproductos, tales como el queso, yogurt, entre otros (Salvador *et al.*, 2016; Bidot, 2017). Por lo tanto, tomando en cuenta el contenido de ST, SNG y lactosa, las cabras Parda Alpina en este estudio presentaron mayor ventaja en comparación a la raza Saanen.

Las medias obtenidas en ambas razas coinciden con los reportes del INTA (2005), donde encontraron valores de SNG con rangos entre 8,30 a 9,98%. Las diferencias observadas en este estudio pueden estar relacionadas con genética de la raza Parda Alpina, similar a Herrera *et al.*, (2009) donde indicó que el factor del grupo racial influye esta variable, aparte del factor clima y la alimentación.

Los valores de la variable ST en cabras Parda Alpina fueron similares a los mostrados por Herrera *et al.* (2009), donde se encontraron medias de 12,35% para cabras lecheras. Estas diferencias observadas pueden ser atribuidas a variaciones climáticas, la alimentación y a la raza de los animales (Manterola & Azócar, 2007).

Los valores de lactosa encontrados en ambas razas son similares a los informados por Vega *et al.*, (2007), que reportó promedios de lactosa para las cabras Alpinas de 4,20 ± 0,26%, y para las cabras Saanen 4,45 ± 0,46%. En este estudio, se observó que el contenido de esta variable disminuyó en función del aumento de número de parto en las cabras Saanen, lo cual coincide con la literatura que los niveles de lactosa disminuyen a medida que avanza el tiempo y número de lactancia (Keskin *et al.*, 2004).

## CONCLUSIONES

La raza y el número de lactancia presentan influencia sobre el desempeño productivo de las cabras lecheras, sobresaliendo la producción de la tercera lactancia de las razas en estudio.

Los animales de este estudio independientemente del número de lactancia presentaron desempeños productivos aceptables y los contenidos de proteína, grasa, sólidos totales, sólidos no grasos y lactosa se mantuvieron dentro de los rangos establecidos para cada raza, lo cual puede denotar un adecuado manejo acorde al encaste racial de los animales en las condiciones de estudio.

## AGRADECIMIENTOS

A los Sres. Gabriel J. Remy R. y Norma E. Serrano M. propietarios de La Granja del Tío Remy por su valiosa colaboración y permitir el uso de las instalaciones y animales durante el periodo experimental (2021). A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá (FCA-UP) por el apoyo del traslado de las muestras al laboratorio, para los respectivos análisis químicos de la composición nutricional de la leche.

## REFERENCIAS

- Akpa, G.N., Asiribo, O., Oni, O.O., & Awa, J.P. (2001) The Influence of Non-Genetic Factors on the Shape of Lactation Curves in Red Sokoto Goats. *Journal Animal Science*, 72(2), 233-239. <https://doi.org/10.1017/S1357729800055727>
- Bidot, A. (2013). Producción de leche de cabra y duración de la lactancia de los genotipos Nubia, Saanen y Toggenburg en condiciones de pastoreo restringido y suplemento con concentrado. *Abanico Veterinario*, 3(1), 30-35.
- Bidot, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 29(2), 32-41.
- Brown-Crowder, I. E., Hart, S. P., Cameron, M., Sahl, T., & Goetsch, A. L. (2001). Effects of dietary tallow level on performance of Alpine does in early lactation. *Journal Small Ruminant Research*, 39(3), 233-241. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00197-8](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00197-8)
- Chacón, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra y su papel en la alimentación humana. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 16(2), 239-252.
- Dagnachew, B., Meuwissen., & Adnoy, T. (2013). Genetic components of milk Fourier-transform infrared spectra used to predict breeding values for milk composition and quality traits in dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 96(9), 5993-5942. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6068>.

- Ferede-Abebe, A., Bizzotto Molina, P., & Sean Woolfrey, S. (2022). AgrInvest-Food Systems Project – Increasing sustainable investment in the Ethiopian dairy value chain. Bottlenecks and investment opportunities in Central Oromia. Rome. FAO, 1-52. <https://doi.org/10.4060/cb9660en>.
- Fernández, C., Sánchez, A., & Garcés, C. (2002). Modeling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. *Journal Small Ruminant Research*, 46(1-2) 29-41. [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00179-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00179-7).
- Finley, C.M., Thompson, J.R., & Bradford, G.E. (1984). Age Parity-Season Adjustment Factors for Milk and Fat Yields of Dairy Goats. *Journal of Dairy Science*. 67(8). 1868-1872.
- Frau, S., Togo, J., Pece, M., Paz, R., & Font, G. (2010). Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 109(1) 9-15.
- Garcés, R., Boza, L., Acevedo, P., Brandl, E., Brukmaier, R., & López, L. (2004). Persistence index and description of first 100 days of the lactation curve of primiparous and multiparous Saanen goats maintained in confinement. *Agricultura Técnica*, 64(3), 319-326.
- Gipson, T.A., & Grossman, M. (1990). Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Ruminant Research*, 3, 383-396.
- Guimarães, V.P., Rodrigues, M.T., Sarmiento, J. L. R., & da Rocha, D. T. (2006). Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35(2), 535-543.
- Haenlein, G. F. W. (2001). Past Present, and Future Perspectives of Samall Ruminant Research. *Journal of Dairy Science*, 84(9), 2097-2125. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74655-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74655-3).
- Haenlein, G. F. W. (2004). Goat Milk in Human Nutrition. *Small Ruminant Research*, 51(2), 155-163. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2003.08.010>.
- Herrera, L. R., Vargas, C. F., Boschini, C., & Chacón, A. (2009). Variación Bromatológica de la leche de cabras LaMancha alimentadas con diferentes forrajes. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 20(2), 381-390.
- Hernández, R., & Ponce, P. (2008). Caracterización de la Curva de Lactancia y Componentes Lácteos del Genotipo Siboney de Cuba en una Granja Ganadera de la Provincia de La Habana. *Revista Científica*, 18(3), 291-295.
- INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2005). Análisis composicional de la leche cabra. Recuperado 20 de julio de 2-21. Recuperado [www.inta.gov.ar/lácteos/](http://www.inta.gov.ar/lácteos/)
- INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censo (2011). Estimación de la producción caprina en Panamá. Retrived march 27, 2022, Recuperado <https://www.inec.gob.pa/archivos/p4801Cuadro18.pdf>

- [Keskin, M., Avasar, Y., & Bur, O. \(2004\). A comparative study on the milk yield and milk composition of two different goat genotypes under the climate of the Eastern Mediterranean. \*Turkish Journal of Veterinary & Animal Science\*, 28\(3\), 531-536.](#)
- Kramer, C.Y. (1956). Extension of multiple range tests to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics*, 12, 307-310.
- León, J., Macciotta, N., Gama, L., Barba, L., & Delgado, J. (2012). Characterization of the lactation curve in Murciano-Granadina dairy goats. *Small Ruminant Research*, 107, 76-84. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.05.012>.
- Levene, H. "Robust Tests for Equality of Variances." Contributions to Probability and Statistics. (Edited by I. Olkin, et al.) Stanford: Stanford University Press, 1960. Chapter 25. pp. 278-292.
- Macciotta N. P., D'Angelo A., Cappio-Borlino, A., Gaviraghi, A., Gianoncelli, C., & Noè L (2003). The lactation curve of the Frontalasca breed goat. In: Atti 38 Simposio Internazionale di Zootecnia "Milk and Research", Lodi, Italy. MG Editori, Milan, Italy, p, 191-197.
- Macciotta N P, Dimauro C, Bacciu N, Fresi P., & Cappio-Borlino A. (2006). Use of partial least squares regression model to predict test day of milk, fat and protein yields in dairy goats. *Journal Animal Science*, 82, 463-468.
- Manterola, H., & Azócar, P. (2007). Uso de morera como suplemento a cabras em lactancia y cabritos lactantes. Congreso de especialistas em pequenos ruminantes y camélidos sudamericanos. Mendoza, Argentina, 1-24.
- Martínez, G.M., León-Jurado, J.M., Suarez, V. H., & Barba-Capote, C. (2018). Determinación de la curva de lactancia de cabras Saanen del noroeste argentino. *Revista Fave-Sección Ciencias Veterinarias*. 17, 6-11, <https://doi.org/10.14409/favecv.v17i1.7159>
- Marin, PAÁ. Agudelo, D. Restrepo, L. Cañas, J., & Cerón, M. (2009). Curvas de lactancia de cabras mestizas utilizando modelo matemático no lineales. *Revista Lasallista de Investigación*, 6, (1), 43-49.
- Min, B.R., Hart, S. P., Sahla, T., & Satter, D. L. (2005). The effect of diets on milk production and composition, and on lactation curves in pastured dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 88(7), 2604-2615.
- Noguera, R. R., Ortiz, D. R., & Marin, L. S. (2011). Comparación de modelos matemáticos para describir curvas de lactancia en cabras Sannen y Alpina. *Livestock Research for Rural Development*, 23 (9), 1-9. <http://www.lrrd.org/lrrd23/9/nogu23196.htm>
- Oliszewski, R., Rabasa, A. E., Fernández, J. L., Poli, M. A., & Nuñez de Kairúz, M. S. (2002). Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino. *Revista Zootecnia Tropical*, 20(2), 1-6.
- Pesántez, M. T., & Hernández, A. (2014) Producción lechera de cabras criollas y Aglo-Nubian en Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*, 48(2), 105-108.



- R Core Team. (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Recuperado en 22 de junio de 2022, URL <https://www.R-project.org/>.
- Ribas, M., & 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.
- Sánchez, I., Martínez, R. Torres, G., Becerril, C., Mastache, A., Suárez, J., & Rubio, M. (2006). Producción de leche y curvas de lactancia en tres razas de cabras en el trópico seco de México. *Revista Veterinario México*, 37(4), 493-502.
- Salvador, A, Martínez, G, Alvarado, C, Hahn, M, Pariacote, F, & Vazquez-Armijo, J. (2016). Características Físico Químicas y Composición de la Leche de Cabras Mestizas Canarias en Condiciones Tropicales. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 57(1), 53-60.
- SAS Institute Inc. (2004). SAS/ETS 9.1 User's Guide. Statistical Analysis System. SAS institute, Inc., Cary, North Carolina. USA, 38-2416.
- Shapiro, S. S. Wilk, M. B. (1965). "An analysis of variance test for normality (complete samples)". *Biometrika*. 52(3-4), 591-611.
- Sölkner, J., & Fuchs, W. (1987). A Comparison of Different Measures of Persistency with Special Respect to Variation of Test-Day Milk Yields. *Livestock Production Science*, 16, 305-319.
- Vega, S., Gutiérrez, R., Ramírez, A., González, M., Díaz-González, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B., Alberti, A. (2007). Características físicas y Químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista Salud Animal*, 29(3), 160-166.
- Wahome, R.G., A.B. Carles, & H.J. Schwartz. (1994). An analysis of the variation of the lactation curve of small East African goats. *Small Rumin. Res*, 15(1), 1-7.
- Wood, P. (1967). Algebraic Model of Lactation Curve in Cattle. *Nature*, 216, 164-165. <https://doi.org/10.1038/216164a0>