

---

Sección: Artículos de investigación

Valoración de las fracciones de caseínas en leche de cabra Criolla y Saanen

Artículo de Dayenoff P, Pizarro J, Banus G, Andrade-Montemayor H

CIENCIA VETERINARIA, Vol. 23, N° 2, julio-diciembre de 2021, ISSN 1515-1883 (impreso) E-ISSN 1853-8495 (en línea), pp. 77-90

DOI: <http://dx.doi.org/10.19137/cienvet202123202>

# Valoración de las fracciones de caseínas en leche de cabra Criolla y Saanen

## *Casein fractions valuation in Criollo and Saanen goat milk*

## Avaliação das frações de Caseína em leite de Cabra Crioula e Saanen

Dayenoff P<sup>1,2</sup>, Pizarro J<sup>1</sup>, Banus G<sup>1</sup>, Andrade-Montemayor H<sup>3</sup>

1 Facultad de Ciencias Veterinarias y Ambientales. Universidad Juan Agustín Maza

2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Rama Caída. Mendoza.

3 Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro.

Correo electrónico: [patriciodayenoff@yahoo.com.ar](mailto:patriciodayenoff@yahoo.com.ar)

---

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue contrastar los porcentajes de las diferentes fracciones de caseína en leche de cabras Criollas y Saanen. Para ellos se evaluaron 6 cabras adultas de cada raza de una ganadería comercial, ubicada en la región semi-árida del centro oeste de Argentina. Las cabras se alimentaron en base a alfalfa y grano de maíz. Las muestras se colectaron por ordeño manual, tomando 100 cm<sup>3</sup> por animal a los 15, 30 y 45 días post-parto. Para determinación de los porcentajes de alfa-caseína, beta-caseína y kappa-caseína, se utilizó el método de electroforesis vertical en gel de UREA-PAGE y las bandas se leyeron aplicando el método de semi-cuantificación con software ImageJ. Los resultados expusieron que en ambas razas los valores de alfa-caseína fueron en aumento, mientras los de beta y kappa-caseína disminuyeron a lo largo del muestreo. Asimismo, se encontró que alfa-caseína fue más elevada en leche de cabra Saanen, mientras que los porcentajes de beta y kappa-caseína fueron más elevada en leche de cabra Criolla, encontrando diferencia estadística significativa para alfa y beta-caseína en los tres momentos evaluados y en el caso de kappa-caseína solo en el muestreo de los 45 días. Se concluyó que la



Esta obra se publica bajo licencia Creative Commons 4.0 Internacional. (Atribución-No Comercial-Compartir Igual) a menos que se indique lo contrario, <http://www.creativecommons.org.ar/licencias.html>

---

leche de cabra Criolla posee menor porcentaje de alfa-caseína que la leche de cabra Saanen, lo que la haría menos alergénica y posee un porcentaje más elevado de beta y kappa-caseína, situación que permitiría una coagulación rápida para la elaboración de quesos y una estabilidad y firmeza más elevada en los yogures.

**Palabras clave:** Cabras Criolla, Cabras Saanen, Alfa-caseína, Beta-caseína, Kappa-caseína.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to compare the values of the percentages of the different fractions in the milk casein of Criollo and Saanen goats. For this purpose, 6 adult goats of each breed from a commercial goat herd, located in the semi-arid region of central western Argentina, were evaluated. The goats were fed on alfalfa and corn grain, and service was performed by natural mating. Samples were collected by hand milking, taking 100 c.c./animal at 15, 30 and 45 days post-partum. To determine the percentage of alpha, beta and kappa casein, the UREA-PAGE vertical gel electrophoresis method was used and the bands were read applying the semi-quantification method with ImageJ software. The results found showed that in both breeds the values of alpha casein were increasing, while those of beta and kappa casein decreased throughout the sampling. Likewise, it was found that alpha casein was higher in Saanen goat milk, while the percentages of beta and kappa casein were higher in Criollo goat milk, finding a significant statistical difference for alpha and beta casein at the three times evaluated and in the case of kappa casein only in the 45-day sampling. It was concluded that Criollo goat milk has a lower percentage of alpha casein than Saanen goat milk, which would make it less allergenic and has a higher percentage of beta and kappa casein, a situation that would allow a quick coagulation for cheese production and a higher stability and firmness in yogurts.

**Key words:** Creole goats, Saanen goats, Alpha-casein, Beta-casein, Kappa-casein.

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi comparar os valores das porcentagens das diferentes frações da Caseína do leite de Cabras Crioulas e Saanen. Para isso, foram avaliadas 6 cabras adultas de cada raça

---

de uma pecuária comercial, localizada na região semi-árida do centro-oeste da Argentina. As cabras eram alimentadas à base de alfafa e grão de milho, o serviço era realizado por montaria natural. As amostras foram coletadas por ordenha manual, levando 100cc/animal aos 15, 30 e 45 dias pós-parto. Para determinação da porcentagem de Alfa, Beta e Kappa-caseína, foi utilizado o método de eletroforese vertical em gel UREA-PAGE e as bandas foram lidas aplicando-se o método de semiquantificação com o software ImageJ. Os resultados encontrados mostraram que em ambas raças os valores de Alfa-caseína foram aumentando, enquanto os de Beta e Kappa-caseína diminuíram ao longo da amostragem. Da mesma forma, verificou-se que a Alfa-caseína foi maior no leite de cabra Saanen, enquanto os percentuais de Beta e Kappa-caseína foram mais elevados no leite de cabra Crioula, encontrando diferença estatisticamente significativa para Alfa e Beta-caseína nos três momentos avaliados e no caso da Kappa-caseína apenas na amostra de 45 dias. Concluiu-se que o leite de cabra Crioula possui menor percentual de Alfa-caseína do que o leite de cabra Saanen, o que o tornaria menos alergênico e possui percentual mais elevado de Beta e Kappa-caseína, situação que permitiria uma coagulação rápida para a elaboração de queijos e uma maior estabilidade e firmeza nos iogurtes.

**Palavras-chave:** Cabras Crioulas, Cabras Saanen, Alfa-caseína, Beta-caseína, Kappa-caseína

**Fecha de recepción artículo original:** 09-07-2021

**Fecha de aceptación para su publicación:** 15-08-2021

---

## *Introducción*

La existencia caprina a nivel mundial presentó un incremento de su población en un 55% entre los años 1991 y 2011 presentando la especie un aumento en la producción de leche del 70% (Organización de la Naciones Unidas para el Alimento y la Alimentación, FAO 2013) <sup>(1)</sup> siendo uno de los factores determinantes de este crecimiento el aumento en el consumo humanos de leche fluida y sub productos percibidos como alimentos beneficiosos para la salud humana como alternativa láctea por tener una mejor digestibilidad <sup>(2)</sup> y ser menos alergénica que la leche de vaca como lo mencionaron Jenness (1980), Haelein (2004) y Park et al. (2007) <sup>(3,4,5)</sup>

---

Asimismo, Chacon-Villalobos (2005) <sup>(6)</sup> mencionó que la leche de cabra presenta no sólo diferencias en su composición proteica con otras especies, sino que varía en un amplio rango de posibilidades dependiendo de la genética de las razas, condiciones de la estación del año ciclos y momentos etapas de lactancia.

En relación a la constitución proteica de la leche de cabra, Park (2006) <sup>(7)</sup> encontró que el 80% de esa fracción química está compuesta por caseínas, comprendiendo los componentes alfa s1 caseína, alfa s2 caseína, beta caseína y kappa caseína, destacando que los niveles dependen de varios factores y subrayando el factor genético ya que se encuentran regulados por la estructura de seis genes, lo que muestra un alto polimorfismo para esas cuatro caseínas.

Esta situación la describen Clark y Sherbon (2000) <sup>(8)</sup> y Moatsu et al. (2004) <sup>(9)</sup> autores que encontraron diferencias sustanciales en el nivel de alfa s1 caseína en la leche de cabras Anglo Nubian, comparadas con cabras de razas de origen suizo como Toggenburg y Alpinas; destacando a la raza Anglo-Nubian como una raza con alto contenido de esa fracción caseínica. Por otra parte, Moiola et al. (1998) <sup>(10)</sup> mencionaron que amplias diferencias son posibles de encontrar dentro de una misma raza.

Considerando la contribución aproximada de cada alelo al contenido de caseína total de la leche, los clasificaron en tres grupos: a) alelos A, B, C, con contribución "Alta" de 3,6 g caseína/L; b) alelo E, con contribución "Media" de 1,6 g caseína/L y; c) alelos F, D, O con contribución "Baja" o "Nula" de 0,6 g caseína/L. <sup>(11)</sup>

A su vez, Grosclaude et al. (1994), Martin et al. (2002) Caroli et al. (2007) y Ceballos et al. (2009) <sup>(12,13,14,15)</sup> describieron que las variantes de la alfa s1 caseína están asociadas a cuatro expresiones cuantitativas clasificadas como alta, media, baja y nula, vinculadas directamente con el alelo que predomine genéticamente en cada raza caprina.

En cuanto al polimorfismo de algunas razas españolas, Jordana, et al. (1996) <sup>(16)</sup> demostraron que la distribución de los alelos en las razas caprinas ibéricas (Murciana-Granadina, Malagueña y Payoya) son bastante similares a las otras razas europeas, donde el alelo E es el predominante (rango entre 60 y 75%); por otro lado, las razas Canarias (insulares), y en particular el grupo étnico Canaria-Palmera, muestran un claro predominio de los alelos A y B.

Por otra parte, altos niveles de alfa s1 caseína estaría vinculada con altos niveles proteínas y grasa <sup>(17)</sup> y los bajos niveles de alfa s1 caseína con glóbulos grasos de pequeño tamaño que facilitan la digestibilidad de la leche de cabras. <sup>(18)</sup>

---

Asimismo, el polimorfismo descrito para la alfa s1 caseína fue expuesto por Moreno et al (2001) para beta caseína y kappa caseína en la leche de cabra, fracciones que tienen una importante relación con factores económicos en la leche y en relación a ello, Tomatake, et al (2006) <sup>(19)</sup> lo propusieron como herramienta a utilizar para la mejora genética en las cabras Saanen japonesa.

La variabilidad genética en los niveles de alfa-caseína sería el factor más importante en el resultado de distintos niveles de alergias que se encuentran con las diferentes leches de cabra por un efecto racial <sup>(20)</sup> y como lo describió Haenlein (1996) <sup>(21)</sup> esa variabilidad tiene gran importancia a nivel comercial debido a su efecto sobre el rendimiento quesero.

En cuanto a beta-caseína, Salem, et al (2009)<sup>(22)</sup> la describieron como la fracción más abundante dentro de las caseínas en la leche de cabra, llegando hasta el 70% del total de esa fracción química.

En relación a la kappa-caseína, Yahyaoui et al (2003)<sup>(23)</sup> mencionan que representa el 15% de las proteínas de la leche caprina y es codificada por un gen constituido por 5 exones y es funcionalmente importante para la estabilización de las micelas; además, determina el tamaño y la estabilidad del coágulo que es una característica importante en la producción de queso.

El objetivo del presente trabajo fue conocer el porcentaje de alfa-caseína, vinculada con alegrías lácteas en humanos y de beta y kappa-caseína, relacionadas con la coagulación de la leche y el rendimiento quesero en la leche de cabras Criolla y Saanen.

## ***Materiales y métodos***

El presente trabajo se desarrolló en una ganadería comercial dedicada a la producción de leche de cabra, ubicada en la provincia de San Juan, Argentina, cuyas coordenadas geográficas son latitud-sur 31.407713 longitud oeste 68.425603, dentro de la región árida subtropical del centro oeste de Argentina.

El establecimiento posee un rebaño comercial de cabras de razas Saanen y Criolla, las que son alimentadas en un sistema de pastoreo de alfalfa en la primavera y verano; Reciben una ración de heno de alfalfa en otoño e invierno y durante la lactancia se agrega a la ración grano de maíz partido como suplemento energético, disponiendo de agua para consumo de forma libre y permanente.

El servicio se realiza por monta natural en el mes de mayo con pariciones en octubre; las cabras se calostran por un período de tres a cinco días y luego comienza el ordeño a máquina matinal, sin presencia

---

de cabritos, resguardando la leche en tanques de refrigeración a 4°C hasta su procesamiento industrial.

Para la realización del trabajo se utilizaron doce (12) cabras adultas de 3 a 5 años de edad, seis (6) Saanen y seis Criollas del ható comercial, las que se muestrearon a los 15, 30 y 45 días posteriores al parto, recogiendo 100 ml de cada cabra en un recipiente estéril, por extracción manual al inicio del ordeño matinal.

Las muestras se identificaron en forma individual según cabra, raza y momento de lactancia, se refrigeraron a 4°C durante una hora y luego se congelaron a -4°C hasta ingreso a laboratorio para determinación de alfa, beta y kappa caseína.

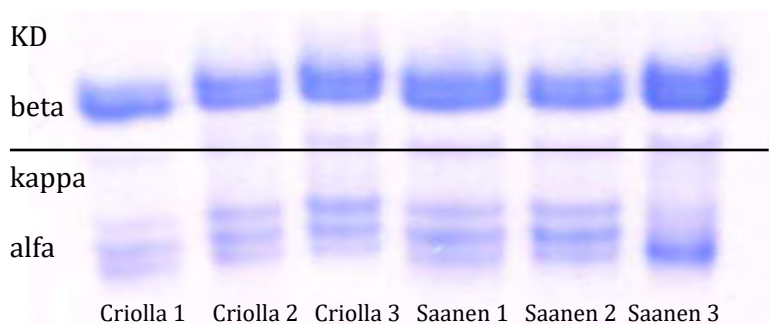
Las muestras se descongelaron a temperatura ambiente y para la cuantificación de los niveles de cada una de las fracciones descritas de caseína se utilizó el método de Electroforesis vertical en gel de UREA-PAGE, técnica que consta de tres pasos: 1) una separación electroforética de proteínas en gel, 2) transferencia de las mismas a una membrana adecuada y 3) detección de proteínas específicas en la membrana por inmuno-adsorción de anticuerpos específicos. Las bandas se leyeron aplicando el método de semi-cuantificación con software ImageJ. Ambos procesos se llevaron a cabo en el laboratorio de lechería de INTI-Lácteos, del Instituto Nacional de Tecnología Industrial en Buenos Aires.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado; Para el análisis de las medias y desvíos estándar de las muestras de lechen se utilizó análisis de varianza y test de Tukey para diferenciación de medias en ambas razas caprinas, aplicando el paquete estadístico InfoStat 2.0.

## ***Resultados***

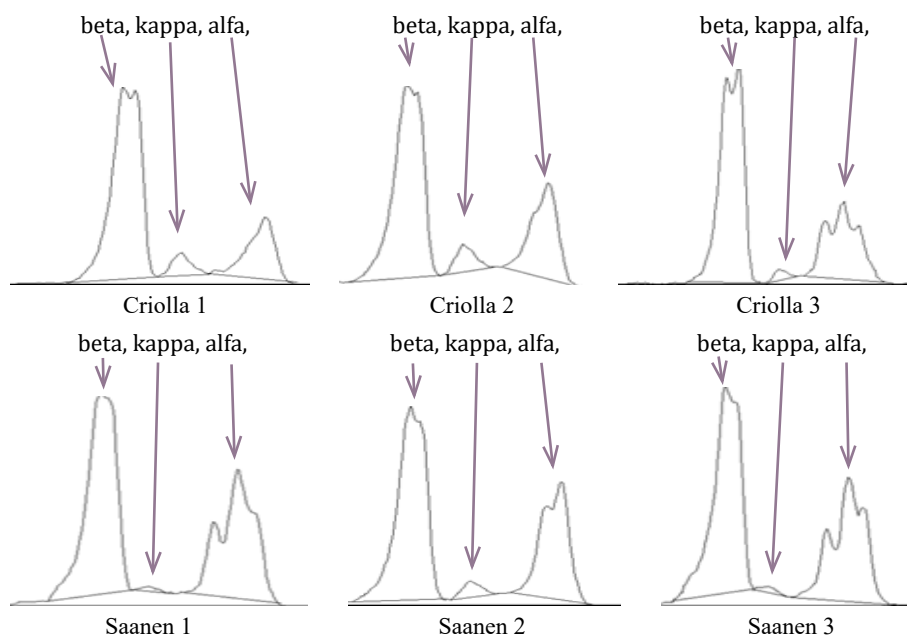
La Figura 1, a modo de ejemplo, muestra las bandas de la corrida electroforética en gel de UREA-PAGE de beta, kappa y alfa-caseína de leche de cabras Criolla y Saanen, para el muestreo de 30 días post parto, donde la tinción con azul de Coomassie destaca el KD (Peso molecular) de cada fracción.

**Figura 1:** Perfil electroforético en gel de UREA-PAGE de leche de cabras criolla y Saanen, 30 días post parto,



Asimismo, la Figura 2 refleja la representación de las áreas de beta, kappa y alfa-caseína de leche de cabras Criolla y Saanen, obtenido en la Figura 1, que representa el valor de la superficie de cada fracción y se observa que las áreas de alfa-caseína son mayores en la leche de cabras Saanen; siendo las áreas de kappa-caseína mayor en leche de cabra Criolla

**Figura 2:** Representación de las áreas de la corrida electroforética de alfa, beta y kappa-caseína de leche de cabra Criolla y Saanen, en el muestreo de los 30 días



La Tabla 1 detalla los valores, en porcentajes, de las fracciones de caseínas evaluadas en tres momentos diferentes de muestreo en la leche de cabra Criolla, donde se ve que alfa-caseína presenta un nivel más bajo y con diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ ) la leche evaluada de los 15 días post-parto con respecto a los otros dos momentos.

**Tabla 1:** Fracciones de caseínas en leche de cabra criolla en tres momentos de muestreo Medias y desvíos estándar

|                   | 15 días                 | 30 días                 | 45 días                 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| alfa-caseína (%)  | 22,08±4,24 <sup>a</sup> | 27,21±3,17 <sup>b</sup> | 30,01±1,98 <sup>b</sup> |
| beta-caseína (%)  | 72,93±4,61 <sup>a</sup> | 69,50±2,87 <sup>a</sup> | 67,82±2,19 <sup>a</sup> |
| kappa-caseína (%) | 4,74±0,52 <sup>a</sup>  | 3,29±0,46 <sup>b</sup>  | 2,18±0,32 <sup>b</sup>  |

Letras distintas en el mismo renglón diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ )

Asimismo, los valores de beta-caseína fueron similares en los tres momentos muestreados; mientras que la fracción kappa-caseína presentó un valor más elevado a los 15 días y con diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ ) con respecto a las muestras de leche de 30 y 45 días.

Seguidamente, en la Tabla 2 se observan los valores de las medias y desvíos estándar de los porcentajes de alfa, beta y kappa-caseína en leche de cabra Saanen, donde se muestra un aumento de los niveles de alfa-caseína con el avance de la lactancia, encontrando una diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre la muestra de los 15 y la de los 45 días.

**Tabla 2:** Medias y desvíos estándar de alfa, beta y kappa-caseína en leche de cabra Saanen, según momento de muestreo.

|                   | 15 días                 | 30 días                  | 45 días                 |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| alfa-caseína (%)  | 36,74±3,67 <sup>a</sup> | 37,37±3,90 <sup>ab</sup> | 40,36±2,01 <sup>b</sup> |
| beta-caseína (%)  | 59,34±2,83 <sup>a</sup> | 59,10±4,45 <sup>a</sup>  | 58,46±1,90 <sup>a</sup> |
| kappa-caseína (%) | 3,92±0,70 <sup>b</sup>  | 3,03±0,76 <sup>b</sup>   | 1,20±0,24 <sup>a</sup>  |

Letras distintas en el mismo renglón diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ )



A su vez, los valores de los porcentajes de beta-caseína mostraron valores semejantes, sin encontrar diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre los tres muestreos.

Por otra parte, los valores de los porcentajes de kappa-caseína fueron similares entre las muestras de los 15 y 30 días y ambas se expresaron con diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ ) con las muestras tomadas a los 45 días de lactancia.

La tabla 3 muestra los valores, en porcentaje, de los tres componentes de la caseína en leche de cabra Criolla y Saanen evaluados en este trabajo, en los tres momentos diferentes del muestreo.

En la misma se observa que los niveles de beta y kappa-caseína fueron más elevados en la leche de cabra Criolla en los tres momentos, mientras que el valor de la alfa-caseína fue siempre más elevado en la leche de cabra Saanen.

**Tabla 3:** Media y desvío estándar de los porcentajes de alfa, beta y kappa-caseína en leche de cabra Criolla y Saanen, según momento de muestreo

| Momento | Variable          | Criolla (n=6)           | Saanen (n=6)            |
|---------|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| 15 días | alfa-caseína (%)  | 22,09±4,24 <sup>a</sup> | 36,74±3,67 <sup>b</sup> |
|         | beta-caseína (%)  | 72,93±4,61 <sup>a</sup> | 59,34±2,83 <sup>b</sup> |
|         | kappa-caseína (%) | 4,74±0,52 <sup>a</sup>  | 3,92±0,70 <sup>a</sup>  |
| 30 días | alfa-caseína (%)  | 27,81±3,45 <sup>a</sup> | 37,37±3,9 <sup>b</sup>  |
|         | beta-caseína (%)  | 68,42±2,98 <sup>a</sup> | 59,10±4,45 <sup>b</sup> |
|         | kappa-caseína (%) | 3,35±0,97 <sup>a</sup>  | 2,77±0,76 <sup>a</sup>  |
| 45 días | alfa-caseína (%)  | 30,01±1,98 <sup>a</sup> | 40,36±2,01 <sup>b</sup> |
|         | beta-caseína (%)  | 67,81±2,2 <sup>a</sup>  | 58,46±1,9 <sup>b</sup>  |
|         | kappa-caseína (%) | 2,18±0,32 <sup>a</sup>  | 1,20±0,24 <sup>b</sup>  |

Letras distintas en el mismo renglón diferencia estadística significativa ( $p \leq 0,01$ )

## Discusión

Las diferencias en los porcentajes de las tres fracciones de caseína encontrados en leche de cabra Criolla y Saanen en este trabajo podrían atribuirse a la variación de predominancia de los alelos que influyen en los niveles de alfa, beta y kappa caseína por efecto racial como lo reportaron Martin, et al. (2002), Moatsou, et al. (2004); Caroli, et al.

---

(2007) y Ceballos, et al. (2009) <sup>(13,9,14,15)</sup>; por lo que se podría interpretar que en las cabras Criollas predominaron los alelos de menor nivel para la fracción de alfa-caseína y de mayor cantidad para la beta-caseína como los sugirieron Grosclaude, et al. (1994) <sup>(12)</sup> cuando encontraron diferencias entre las razas Anglo-Nubian y Saanen.

A su vez, teniendo en cuenta que la cabra Criolla deriva genéticamente de las razas peninsulares españolas, se podría justificar la premisa de predominancia de genes de bajo nivel de alfa-caseína apoyado en los resultados de Jordana, et al. (1996). <sup>(16)</sup>

En el caso de la alfa-caseína, tanto en la leche de cabra Criolla como en leche de cabras Saanen que participaron en este ensayo mostraron un aumento progresivo del porcentaje a medida que avanzó la lactancia, similar a lo mencionado por Quiles, et al. (1997)<sup>(24)</sup> y una disminución de la beta y kappa-caseína como lo descrito por Brown, et al. (1995)<sup>(25)</sup>, situación que se explicaría por una involución de la glándula mamaria durante el período de lactancia.

En cuanto al porcentaje de beta-caseína, solo en la muestra de leche de cabra Criolla a los 15 días mostró un porcentaje superior al 70% como lo reportaron Mora-Gutiérrez et al. (1995)<sup>(26)</sup> y Anema and Stanley (1998) <sup>(27)</sup>; siendo los valores de la leche de cabra Saanen, inferiores al porcentaje descrito por esos autores. Esta diferencia llevaría a que la leche de cabra Criolla un tiempo más corto para la coagulación y su transformación en queso, favoreciendo la industria quesera <sup>(5)</sup>.

Por otra parte, los valores de kappa-caseína hallados en este trabajo tanto en leche de cabra Criolla como leche de cabra Saanen fueron en todo momento inferior al reportado por Sanz Ceballos (2009) <sup>(28)</sup> y Fuquay, et al. (2011) <sup>(29)</sup>; condición que podría afectar la firmeza y viscosidad del yogurt de acuerdo a lo planteado por Yahyaoui et al. (2003) <sup>(23)</sup>, con impacto comercial en la industria quesera. <sup>(10)</sup>

Por otra parte, el menor porcentaje de alfa-caseína encontrado en la leche de cabra Criolla con relación a la leche de cabra Saanen significaría una menor cantidad de la fracción antigénica de alfa S1-caseína para el humano como lo reportaron Park y Haenlain (2006) <sup>(30)</sup>; lo que llevaría a pensar que la leche de cabra Criolla sería una leche más tolerante que la leche de cabra Saanen, para las personas con alérgicas a la leche de vaca de acuerdo a los resultados de Roncada, et al (2002) <sup>(31)</sup> y Ballabio, et al. (2011)<sup>(20)</sup>.

## **Conclusión**

La leche de cabra Criolla posee menor porcentaje de alfa-caseína que la leche de cabra Saanen, lo que la haría menos alérgica y posee

---

un porcentaje más elevado de beta y kappa-caseína, situación que permitiría una coagulación rápida para la elaboración de quesos y una estabilidad y firmeza más elevada en los yogures.

---

## Bibliografía

1. FAO. El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2013. Las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria. 2013. Roma FAO. 63 pp.
2. Jandal J. Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small. Rumin.*1996; 22:177-185
3. Jenness R. Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. *Journal of Dairy Science.*1980; 63:1605-1630.
4. Haelein W. Goat milk in human nutrition. *Small. Rumin. Res.* 2004; 51:155-163.
5. Park Y, Juárez M, Ramos M. and Haenlein G. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research.*2007; 68:88-113.
6. Chacon-Villalobos A. Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Caprahircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana.*2005; 16: 239-252.
7. Park Y. Goat milk – chemistry and nutrition. In: Park, Y. W. – Haenlein, G. F. W. (Ed.): *Handbook of milk of non - bovine mammals.*2006 Ames, Iowa, Oxford: Blackwell, pp. 11-135.
8. Clark S. and Sherbon J. Genetic variants of alphas1-CN in goat milk: breed distribution and associations with milk composition and coagulation properties. *Small Rum. Res.*2000; 38:135-143.
9. Moatsou G, Samolada M. and Panagiotou P. Casein fraction of bulk milks from different caprine breeds. *Food Chem.*; 87:75-81.
10. Moiola B, Pilla F and Tripaldi C. Detection of milk genetic polymorphisms in order to improve dairy traits in sheep and goats: A review. *Small Rumin. Res.* 1998; 27:185-195.
11. Park Y. Rheological characteristics of goat and sheep milk. *Small. Rumin. Res.* 2007; 68:73-87.
12. Grosclaude F, Ricordeau G, Martin P. Du gène au fromage: le polymorphisme de la caséine $\alpha$ 1 caprine, ses effets, son évolution. (From the gene to the cheese: goat  $\alpha$ 1-casein polymorphism, its effects, its evolution). *INRA Prod. Anim.*1994; 7:3-19.
13. Martin P, Szymanowska M, Zwierzchowski L. and Leroux C. The impact of genetic polymorphisms on the protein composition of ruminant milks. *Reproduction, Nutrition, Development.*2002; 42:433-459.
14. Caroli A, Chiatti F, Chessa S, Rignanese D, Ibeagha-Awemu E. and Erhardt G. Characterization of the casein gene complex in West African goats and description of a new alpha(s1)-casein polymorphism. *Journal of Dairy Science.* 2007; 90:2989-2996.
15. Ceballos L, Morales E, de la Torre Adarve G, Castro J, Martínez P and Sampelayo M. Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis.*2009; 22:322-329.
16. Jordana J, Amills M, Diaz E, Angulo C, Serradilla JM, Sanchez A. Gene frequencies of caprine alpha-s-1-casein polymorphism in Spanish goat breeds. *Small. Rumin. Res.* 1996; 20:215-221.

- 
17. Manfredi E, Piacère A and Poivey J. Genetics and breeding of dairy goats in France. Symposium INRA/COA on Scientific Cooperation in Agriculture.1999. Toulouse, France.
  18. Neveu C, Riaublanc A, Miranda G, Chich J and Martin P. Is the apocrine milk secretion process observed in the goat species rooted in the perturbation of the intracellular transport mechanism induced by defective alleles at the alpha(s1)-Cn locus? *Reproduction, Nutrition, Development*.2002; 42:163-172.
  19. Tomotake H, Okuyama R, Katagira M, Fuzita M, Yamato M and Ota F. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*2006; 70:2771-2774. <https://doi.org/10.1271/bbb.60267>.
  20. Ballabio C, Chessa S, Rignanese D, Gigliotti C, Pagnacco G, Terracciano L, et al. Goat milk allergenicity as a function of alphas-casein genetic polymorphism. *Journal of Dairy Science*. 2011; 94:998-1004.
  21. Haenlein G. Nutritional value of dairy products of ewes and goats milk. *Int. J. Anim. Sci*. 1996; 11:395-411.
  22. Salem S, El Agamy E, Salama F. and Abo Soliman M. *Trop. Subtrop. Agro-ecosystems*.2009; 11:29.
  23. Yahyaoui M, Angiolillo A, Pilla F, Sánchez A. and Folch, J. Characterization and genotyping of the caprine kappa-casein variants. *J. Dairy Sci*. 2003; 86:2715-2720.
  24. Quiles A, Hevia M y Ramírez A. Factores que afectan a la calidad y cantidad de leche. *Mundo Ganadero*.1997; 92, 50-54.
  25. Brown J, Law A. and Knight C. Changes in casein composition of goat's milk during the course of lactation: physiological inferences and technological implications. *J. Dairy Res*.1995; 62:431-439.
  26. Mora-Gutierrez A, Farrell H. and Kumosinski TF. Comparison of hydration behavior of bovine and caprine caseins as determined by oxygen-17 nuclear magnetic resonance: effects of salt. *J. Agricult. Food Chem*. 1995; 43:2574.
  27. Anema S. and Stanley D. Heat induced pH-dependent behaviour of protein in caprine milk. *Int. Dairy J*. 1998; 8:917-923.
  28. Sanz Ceballos L. Caracterización de la leche de cabra frente a la leche vaca. Estudio de su valor nutritivo e inmunológico. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España. 2009. 205 pp.
  29. Fuquay J, Fox F. and PAUL L. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2011. 2nd ed. Academic Press Inc Oxford, 2011. 417 p., ISBN 9780123744029.
  30. Park Y. and Haenlein G. Therapeutic and hypoallergenic values of goat milk and implication of food allergy. *Hand of milk non bovine mammals*. Park, y and Haenlei, G. ed. Blackwell Publishing Oxford.2006; 121-135.
  31. Roncada P, Gaviraghi A. and Liberatori S. Identification of caseins in goat milk. *Proteomics*.2002; 2:723-726

