


Estudio preliminar de la Influencia de raza, edad y dieta en la calidad nutricional de leche caprina

Preliminary Study on the Influence of Breed, Age, and Diet on the Nutritional Quality of Goat Milk

Cisne-Altamirano J. I.¹, Escoto López H. E.¹, Soto-Sarria M. E.¹.

 Cisne-Altamirano J. I.
jorge.cisne@ct.unanleon.edu.ni

 Escoto López H. E.
hescoto@ct.unanleon.edu.ni

 Soto-Sarria M. E.
maría.soto@ct.unanleon.edu.ni

*Autor de correspondencia: jorge.cisne@ct.unanleon.edu.ni

¹Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua – León, Departamento de Química, Área de Conocimiento de Ciencias y Tecnología

Universitas (León)

Universitas (León) Revista científica de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

ISSN-e: 2311-6072

Periodicidad: Semestral

vol.17, núm.2, 2025

luis.blanco@cm.unanleon.edu.ni

Recepción: 30 de Septiembre 2025

Aprobación: 20 de Marzo 2026

URL: <https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/revistauniversita/article/view/1230>

DOI: <https://doi.org/10.5377/ul.v17i2.22398>

Copyright © 2025 Revista Universitas (León): Revista Científica de la UNAN León. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León. (UNAN-León). Dirección Académica. Departamento de Investigación. Unidad de Publicaciones y Eventos Científicos.



Esta obra está bajo una licencia internacional
Creative Commons Atribución No Comercial Compartir Igual 4.0

Resumen:

El incipiente mercado nicaragüense de productos caprinos, especialmente leche, ha ganado relevancia, pero la calidad nutricional presenta áreas de optimización vinculadas a la estandarización de los sistemas de manejo. Pero su calidad se ve limitada por prácticas de manejo deficientes. Evaluar parámetros nutricionales y su relación con factores como raza, edad y alimentación es clave para mejorar la calidad. Se analizaron muestras de leche de cabras Anglo-Nubian (22 meses) y Toggenburg (18 meses), alimentadas con dietas distintas. Los resultados mostraron: pH de 6.4 y 6.6 (Anglo-Nubian) versus 7.2 y 7.0 (Toggenburg); acidez láctica de 16.9 y 16.3 °D frente a 15.3 y 15.4 °D; densidad de 0.9989 g/mL y 1.009 g/mL; extracto seco de 10.1% en ambas; proteínas de 3.3% y 4.3%; y grasa de 4.6% y 2.3%, respectivamente. La raza Toggenburg presentó mejores resultados en proteína y acidez, indicadores de calidad. La edad no influyó significativamente en pH, acidez ni proteína, pero sí afectó el contenido graso. La alimentación y la raza sí generaron variaciones relevantes en varios parámetros, destacando su importancia en la calidad de la leche. En contraste, densidad y extracto seco fueron muy similares entre razas y edades, sugiriendo menor sensibilidad a estos factores. Estos hallazgos subrayan que, para optimizar la calidad de la leche caprina en Nicaragua, se deben priorizar estrategias de alimentación adecuadas y selección de razas, más que la edad del animal. La interacción raza-alimento también resultó determinante, especialmente en el contenido graso. Mejorar estas variables permitiría ofrecer productos más competitivos y atractivos para el mercado local, impulsando el desarrollo del sector caprino nacional.

Abstract:

The emerging Nicaraguan market for goat products, particularly milk, has gained relevance in recent years, yet its quality remains limited by inadequate management practices. Assessing nutritional parameters and their relationship with factors such as breed, age, and diet is crucial to improving quality. Milk samples were analyzed from Anglo-Nubian goats (22 months old) and Toggenburg goats (18 months old), fed different diets. Results showed: pH of 6.4 and 6.6 (Anglo-Nubian) versus 7.2 and 7.0 (Toggenburg); lactic acidity of 16.9 and 16.3 °D compared to 15.3 and 15.4 °D; density of 0.9989 g/mL and 1.009 g/mL; total solids of 10.1% in both breeds; protein content of 3.3% and 4.3%; and fat content of 4.6% and 2.3%, respectively. The Toggenburg breed demonstrated superior results in protein and acidity key quality indicators. Age did not significantly affect pH, acidity, or protein levels, but it did influence fat content. Both diet and breed caused significant variations in several parameters, highlighting their importance in milk quality. In contrast, density and total solids were very similar across breeds and ages, suggesting lower sensitivity to these factors. These findings emphasize that optimizing goat milk quality in Nicaragua requires prioritizing appropriate feeding strategies and breed selection over the animal's age. The breed-diet interaction also proved decisive, particularly regarding fat content. Enhancing these variables would enable the production of more competitive and marketable products, thereby promoting the development of Nicaragua's goat dairy sector.

Keywords: Goat milk, nutritional quality, Toggenburg, Anglo-Nubian, UV-VIS spectrophotometry.

Introducción

La crianza de cabras en Nicaragua se ha venido transformando en parte importante de la economía y la cultura del país. La cría de cabras es una actividad común en muchas zonas rurales del Pacífico, centro y norte de Nicaragua, debido a que son animales resistentes y capaces de sobrevivir en condiciones climáticas adversas, desde climas secos y áridos como el corredor seco del Pacífico o climas templados y húmedos como el norte y centro de Nicaragua (Gutiérrez, 2019).

Las cabras son utilizadas principalmente para producir leche, sin embargo, también hay quienes las utilizan para comercializar su carne, y su piel que es un producto valioso en el mercado local e internacional. Además, las cabras son una importante fuente de ingresos para muchos pequeños y medianos agricultores y ganaderos de hatos menores en Nicaragua.

La leche de cabra es muy nutritiva y se utiliza para hacer queso, yogurt, leche condensada y otros productos derivados de la misma. El incipiente mercado de la leche de cabra y sus subproductos aparentan ser muy rentable para los productores nicaragüenses, por lo que existe un potencial de fortalecimiento en la divulgación de las propiedades nutricionales de la leche caprina para incentivar su consumo.

Existen varios estudios a nivel nacional en los que se ha evaluado las características nutricionales de la leche, eficiencia tecnológica, las razas, y los alimentos (Reyes Gutiérrez, 2018) pero, no se ha realizado estudios del comportamiento de estos u otros factores de manera simultánea en las condiciones nutricionales de la leche de cabra. De igual manera existen otros estudios sobre las cualidades, beneficios y potencialidades de la leche de cabra, revisiones bibliográficas al respecto de varias partes de Latinoamérica y Europa (Bidot-Fernandez, 2017), en las que se establece el gran valor nutricional de ésta y sus grandes beneficios. De acuerdo a una presentación dictada en el año 2021 por el ingeniero Jorge Luis Sobalbarro Mena en un congreso organizado por el INTA (Instituto nacional de tecnología Agropecuaria), "en Nicaragua no existe un adecuado manejo del hato menor (cabras), donde no hay separación por razas, edad, categorías; todo el aprovechamiento se maneja de manera extensiva" (Sobalbarro Mena, 2021). Por lo que el conocer si determinadas razas en función de la edad y el tipo de alimentación pueden mejorar las cualidades de la leche producida, sería muy beneficioso para los productores, y proporcionaría una alternativa al manejo adecuado del hato caprino.

Para tal fin se realizó una serie de análisis de parámetros de calidad, los cuales se estudiaron en función de las variables: edad, raza y tipo de alimentación. Se compararon a través de un análisis factorial, el cual es una técnica estadística multivariante que se utiliza para identificar patrones y relaciones entre variables en una muestra de datos. Es especialmente útil para reducir la complejidad de un conjunto de datos al identificar las variables más importantes y agruparlas en factores comunes.

Diseño metodológico, materiales y métodos Universo

El estudio tuvo lugar en el aprisco de la finca Rancho La Balsa ubicada en la comarca Las Palmas, municipio de Villanueva, departamento de Chinandega, en las coordenadas 12°48'46.5"N 86°45'18.2"O, a 128 msnm, zona caracterizada por tener un clima tropical seco.



Figura 1. Imagen Satelital del sitio de estudio. Adaptado de Google Earth Pro (2024).

En esta zona las temperaturas tienden a ser cálidas durante todo el año, con una estación seca que se extiende de noviembre a abril, y una estación lluviosa que abarca los meses de mayo a octubre. Esta finca se encuentra ubicada en el corredor seco del Pacífico de Nicaragua en una zona semiárida con temperaturas promedio anuales entre 27 y 27.5 °C y precipitaciones que van desde los 1300 a 1500 mm al año (Gutiérrez, 2019). Ver (Figura 2).

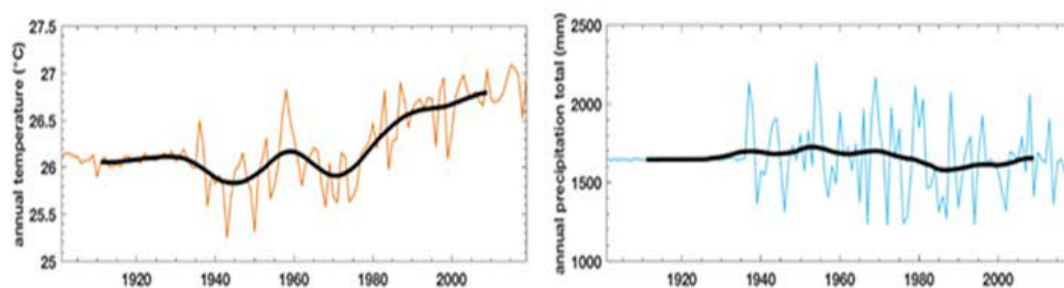


Figura 2. Promedios anuales de temperatura y precipitaciones, comarca Las Palmas, Rancho La Balsa Nota. Adaptado de NASA POWER (s.f.).

Criterios de selección

El aprisco de la finca Rancho La Balsa está conformada por aproximadamente 170 animales de las razas Anglo-Nubian, Toggenburg, y Saanen; de los cuales el 67% de los animales son adultos de más de dos años de edad, con más de 2 partos. La raza más abundante del rebaño es Anglo-Nubian con 70%, le sigue la Toggenburg con 19%, y Saanen representan el 11% del total. Por lo que se decidió estudiar las dos razas predominantes en la finca.

Entre las razas existe un nivel de cruzamiento muy elevado, así que la cantidad de cabras en ordeño al momento de realizar el estudio y comenzar con el manejo de los factores de influencia fue de 47 animales, lo que representa el 67% del redil.

Limitar el estudio a dos razas permite aislar mejor los efectos de los factores edad y alimentación, reduciendo el "ruido" experimental.

Así mismo trabajar con las razas más abundantes facilita la selección de animales con características homogéneas dentro de cada grupo racial.

Muestra

La población de estudio fueron cabras (*Capra aegagrus hircus*), de las razas Toggenburg (originarias de la región de Toggenburg en Suiza) y Anglo-Nubian (que tienen su origen en Inglaterra). Se tomaron dos cabras de cada raza de diferentes edades y fueron alimentadas de manera particular durante el tiempo que se hizo el estudio con el objetivo de evaluar el efecto de estos factores (Frau et al., 2010).

En total fueron cuatro cabras, dos de ellas de dieciocho meses, y las otras dos de veintidós meses. Se empleó dos formas de alimentarlas: 1) hojas de *Pithecellobium dulce* (Michigüiste), 2) mezcla de maíz amarillo y sorgo en proporción 50:50; el maíz y el sorgo son cereales ampliamente utilizados en nutrición animal. El árbol de *Pithecellobium dulce* (Michigüiste) es nativo de México, América Central y del Sur. En Nicaragua, se utiliza como forraje para ganado mayor y menor por su riqueza en proteínas y minerales, su alta resistencia a la sequía, y su fácil acceso. (Laguna Gamez, 2018).

La selección y recolección de las muestras de leche se realizó con una frecuencia de dos veces por mes durante cinco meses. Se obtuvieron muestras de volumen de 1000 mL por cada raza de cabra objeto de estudio, en promedio cada cabra proporciona entre 1000 y 1500 mL por ordeño, las muestras fueron tomadas directamente del ordeño siguiendo los procedimientos de Buenas Prácticas de Ordeño (BPO) de acuerdo al manual de procesamiento lácteo (INPYME) (García & Bucardo, s.f.), siendo trasladadas posteriormente en frascos de polietileno a temperatura entre 3 y 5 °C, para sus posteriores análisis en el Laboratorio de Análisis Instrumental del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la UNAN -León.

Materiales y métodos

En el estudio se tomó en cuenta los factores edad, raza y alimentación para con las cualidades nutricionales de la leche de cabra. Se realizó una serie de determinaciones de parámetros de calidad como pH, acidez láctica, densidad, extracto seco, hierro, fósforo, calcio, magnesio y zinc; al igual que algunos parámetros bromatológicos como grasa y proteína en leche fresca de cabra (Gutiérrez, 2019; Villalobos, 2013). Se empleó diferentes métodos y técnicas analíticas como potenciometría, volumetría, gravimetría y espectrofotometría. Se evaluó los efectos y las interacciones entre los factores sometidos a estudio, a través de un diseño experimental 2³ y se analizó los resultados utilizando el software de análisis estadístico MiniTab 18®.

La medición del pH se realizó en muestras de 50 mL de leche, con un pHmetro marca Orion Star A111 y Método AOAC (Association of Analytical Communities) 981.12. La determinación de la acidez láctica en la leche se determinó por el método de la AOAC 947.05-1947. La determinación de la densidad de la leche se hizo mediante un picnómetro. El extracto seco se cuantificó de acuerdo a la norma FIL-21:1962 en la leche (ESL). El hierro fue determinado por el método ortofenotrolina utilizando un espectrofotómetro Genesys 10S UV-Vis (Ultravioleta visible) posterior a la mineralización de la leche (Pyenson & Tracy, s.f.). La grasa fue determinada mediante el método AOAC 2003.06. Y las proteínas fueron analizadas por el método de Kjeldahl, mediante el método estándar AOAC 2001.11.

Resultados y discusión

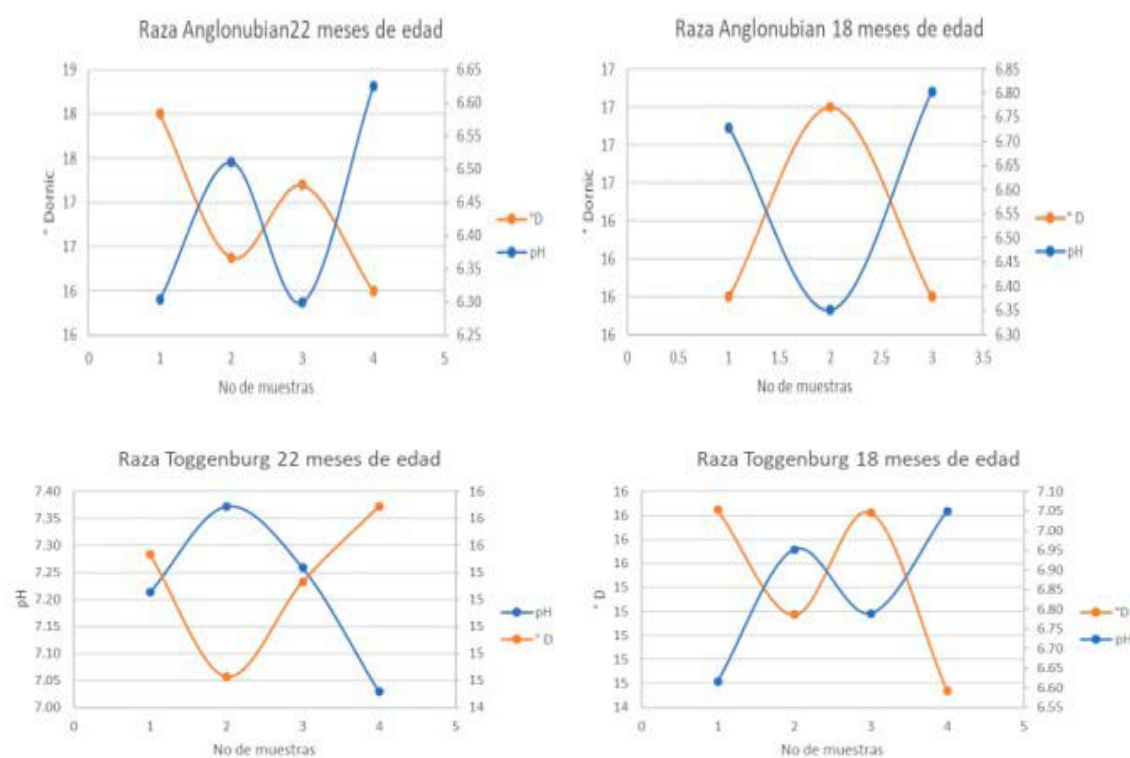
Existen estudios sobre la calidad nutricional de la leche en los cuales se abordan diferentes tópicos que podrían afectar las cualidades nutricionales de ésta (Bidot-Fernandez, 2017); en los que señala algunos factores que influyen la calidad de la leche. En este sentido se realiza un análisis factorial completo de tres factores a dos niveles (2³), para el caso de pH, acidez láctica (°D), grasa, proteína, densidad como respuesta a las interacciones de los factores edad, raza y alimentación. Factores extrínsecos e intrínsecos pueden tener como resultado una alteración en la composición de la leche de cabra. Para los parámetros de acidez láctica y pH se analizaron quince muestras en total como se muestra a continuación:

Tabla 1. Cantidad de muestras de leche analizadas según raza y edad.

Edad en meses	Anglo-Nubian	Toggenburg
18	4	4
22	3	4

Nota: Elaboración propia

El comportamiento de ambos parámetros se muestra en la (Figura 3).



(Figura 3). Acidez Láctica y pH de muestras de leche de cabras Anglo-Nubian y Toggenburg de 22 y 18 meses de edad. Nota: Elaboración propia.

Se observa que, en ambas razas, la edad es un factor que no interfiere en estos parámetros, ya que tanto para las cabras menores como para las mayores la acidez láctica es inversamente proporcional al pH, lo cual es un comportamiento normal, es decir, acorde a lo estándar, ya que al aumentar la concentración de ácido láctico en la leche en consecuencia disminuye el pH. Esto ocurre porque toda la acidez titulable es fuente de concentración de iones hidrógenos que pueden pasar a la solución de la leche lo cual aportaría más cantidad de iones libres presentes en la misma y, por tanto, provocaría una disminución del pH. Como corolario, a medida que hay mayor cantidad de acidez láctica habrá una mayor cantidad de iones de hidrógeno libres. Los valores habituales de acidez láctica se encuentran entre 14 y 19 °Dornic. Valores superiores a estos indican un crecimiento bacteriano anormal en la leche.

Las interacciones fueron analizadas empleando un gráfico de superficie de respuesta (RSM, Response Surface Methodology), en el que puede visualizarse tridimensionalmente los cambios en las variables independientes que afectan la variable de respuesta.

Existen tres tipos de notaciones utilizadas para la ejecución de diseños experimentales del tipo 2^k . La notación llamada geométrica en la que se le asignan signos "+ y -", el uso de letras minúsculas para identificar las interacciones y dígitos -1, +1 para denotar los niveles alto y bajo del factor en cuestión como lo señala Gutiérrez y Salazar (2008). Para este estudio se utilizó la notación numérica +1 y -1 para denotar los niveles alto y bajo de los factores respectivos. Ver tabla 2.

Tabla 2. Notación utilizada para el análisis de superficie de respuestas y las interacciones de los factores estudiados. Nota: Elaboración propia.

Factor	Notación
Raza	
Toggenburg	+1
Anglo-Nubian	-1
Edad	
22 meses	+1
18 meses	-1
Alimentos	
Michiguiste 85% otro 15%	+1
Concentrado (Maíz trigo 50-50) 85% otro 15%	-1

El contenido de grasa es uno de los componentes más sensibles a los cambios nutricionales (Bedoya et al., s.f.), por lo que es uno de los factores seleccionados. Se realizó una regresión factorial para el contenido de grasa en función de los factores estudiados y sus interacciones, en la (Tabla 3) se muestra el análisis de varianza donde se aprecia que para el caso del factor edad y la interacción raza-alimento se obtiene un valor $p < 0.05$, utilizando el programa Minitab® 18, indicando que ambos factores son significativos y tienen relevancia en la cantidad de grasa presente en la leche.

Tabla 3. Análisis de Varianza de los factores raza, edad, alimento vs grasa. Nota: Elaboración propia.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	22.8844	3.2692	4.36	0.007
Lineal	3	8.4954	2.8318	3.77	0.032
Raza	1	0.4565	0.4565	0.61	0.447
Edad	1	6.8373	6.8373	9.11	0.008
Alimento	1	1.2015	1.2015	1.60	0.224
Interacciones de 2 términos	3	13.5490	4.5163	6.02	0.006
Raza*Edad	1	0.0117	0.0117	0.02	0.902
Raza*Alimento	1	12.8334	12.8334	17.11	0.001
Edad*Alimento	1	0.7038	0.7038	0.94	0.347
Interacciones de 3 términos	1	0.8400	0.8400	1.12	0.306
Raza*Edad*		0.8400	0.8400	1.12	0.306
Alimento	1				
Error	16	12.0041	0.7503		
Total	23	34.8885			

La (Figura 4) muestra los efectos de los factores estudiados sobre el contenido de grasa observándose que el factor edad y la interacción raza-alimento, son los únicos que sobrepasan la línea de referencia del diagrama de Pareto con valor de 2.120, indicando que influyen de manera sustantiva en el contenido de grasa. Así mismo lo muestra la (Tabla 2) donde el valor del estadístico p en el análisis de varianza tanto para el factor edad y la interacción raza-alimento son 50 y 6.25 veces inferior al valor de referencia de dicho estadístico (0.05), el cual establece que valores menores a él son significativos.

Por otro lado, Bidot-Fernandez (2017) y Bhosale et al. (2009), señalan que otros factores a tener en cuenta son el estado de lactación, manejo, clima y características individuales que influyen en el contenido de grasa en la leche de cabra.

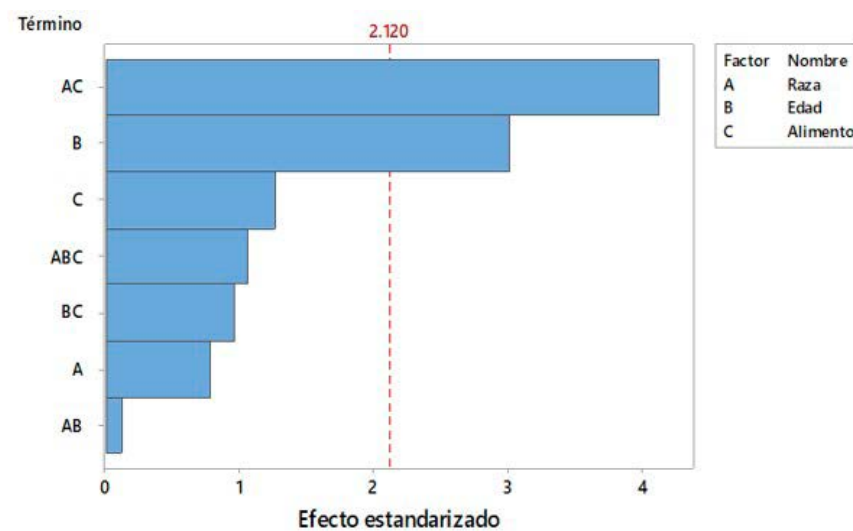


Figura 4. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la respuesta grasa para un $\alpha=0.05$. Nota: Elaboración propia con Minitab 18.

En la Figura 5 (a) se puede apreciar que la cabra de raza Toggenburg alimentada con hojas de Pithecellobium dulce (Michiguiste) poseen un mayor contenido de grasa que la cabra Anglo-Nubian alimentada con concentrado (mezcla maíz-trigo en proporción 50-50); de igual manera en la Figura 5(b) se observa el mismo comportamiento, adicionalmente en este grafico se observa que las cabras de mayor edad producen un mayor contenido de grasa en la leche. El suministro de altos niveles de forraje a los rumiantes estimula la producción de ácido acético lo que produce un aumento del contenido de grasa en la leche (Bidot-Fernandez, 2017; Closa, s.f.).

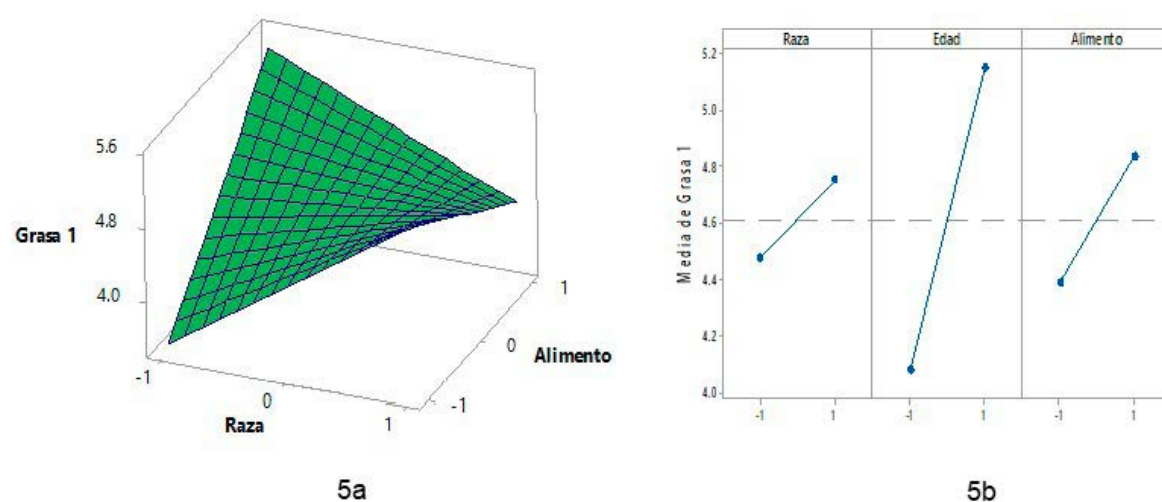


Figura 5. Superficie de respuesta de la interacción raza-alimento vs. grasa (a) y gráfico de efectos principales (b) Nota: Elaboración propia con Minitab 18.

En la (Tabla 4) se puede ver que el promedio del contenido de proteína presente en la leche es 4.22%, lo cual indica un muy buen resultado si lo comparamos con el estudio de Frau et al. (2012), en el que establece que el contenido de proteína en la leche varía de 2.39% a 4.50% con un promedio de 3.39%. Con los resultados obtenidos se analizó el diseño experimental para conocer los posibles efectos de los factores objeto de estudio en el contenido de proteína en la leche.

(Tabla 4). Diseño factorial 2^3 para los parámetros raza, edad y alimentos para el caso de proteína en leche de cabra. Nota: Elaboración Propia.

Raza	Edad	Alimentos	Proteína %
-1	-1	-1	3.34
1	-1	-1	4.89
-1	1	-1	3.28
1	1	-1	4.76
-1	-1	1	5.02
1	-1	1	3.78
-1	1	1	4.89
1	1	1	3.78
Promedio de % Proteína			4.22

En la (Figura 6) diagrama de Pareto de efectos estandarizados, se aprecia que la interacción entre los efectos raza-alimento son significativos para la concentración de proteína en la leche de cabra, la cual sobrepasa la línea de referencia con valor de 0.367 a un nivel de significancia p menor a <0.05 .

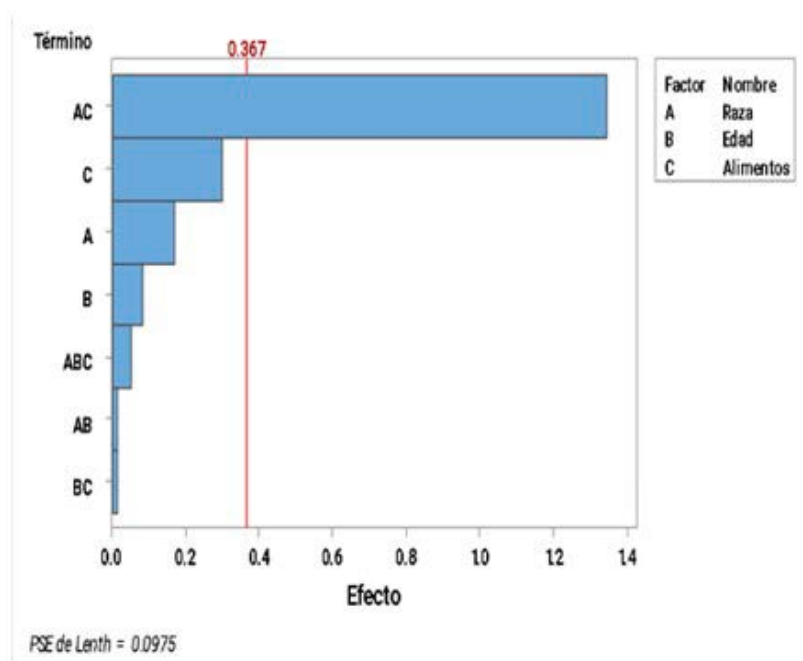
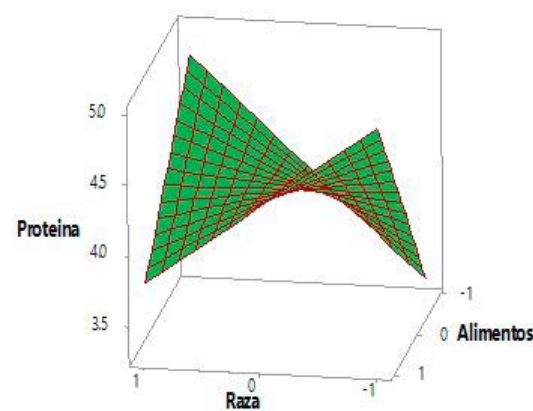
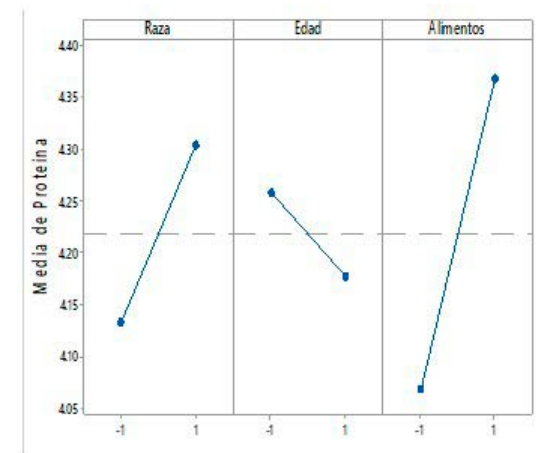


Figura 6. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados para la respuesta proteína a un $\alpha=0.05$ Nota: Elaboración propia con Minitab 18.

El mismo comportamiento se da en la Figura 7(a) y 7(b), donde claramente se observa el efecto de la interacción raza-alimento en el nivel de proteína presente en la leche. La cabra de raza Toggenburg alimentada con forraje (hojas de Michiguiste) en un 85% de su alimentación durante el estudio, es la que presenta mayor concentración de proteína en la leche.



7(a)



7(b)

Figura 7. Superficie de respuesta de la interacción raza-alimento vs. proteína (a) y gráfico de factores vs. proteína (b) Nota: Elaboración propia con Minitab 18.

Los gráficos de interacciones en la (Figura 8), consideran que entre la raza y la edad las líneas de los resultados son paralelas lo cual indica que no existen interacciones entre estos dos factores; de igual manera, proceden las interacciones edad-alimento, las líneas también son paralelas lo que revela que no existe interacción entre estos parámetros. En cambio, la gráfica de raza-alimento señala que las líneas de los efectos se interceptan entre sí, dando como resultado una interacción de tipo sinérgica entre estos factores de estudio, y es la que presenta un mayor porcentaje de proteínas en la leche.

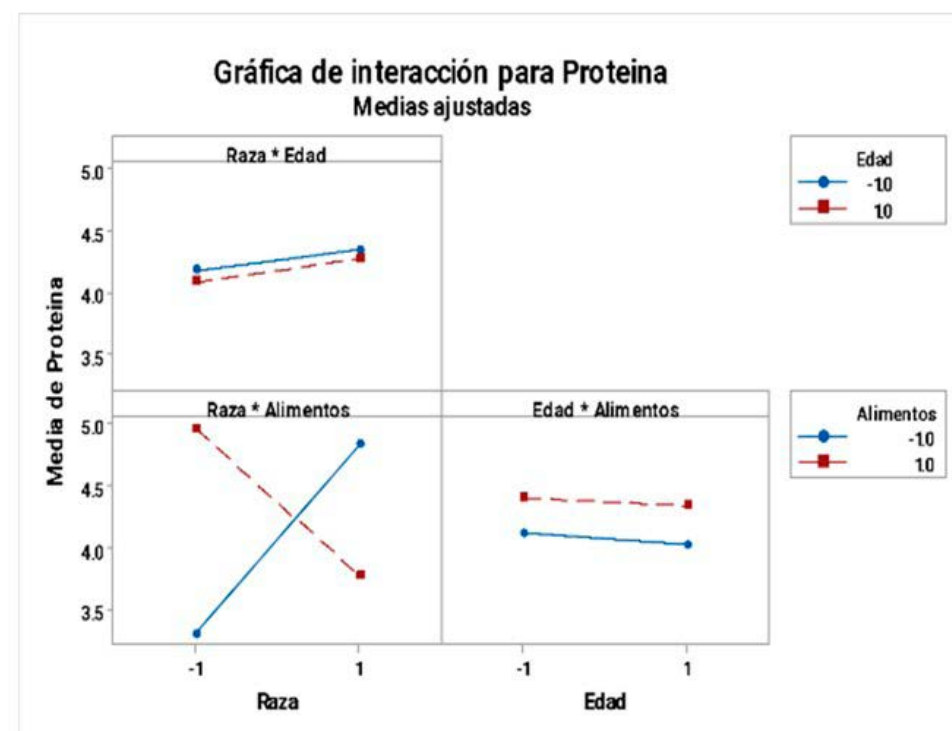


Figura 8. Gráficos de Interacciones para la respuesta proteínas con medias ajustadas. Nota: Elaboración propia con Minitab 18.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo indican que tanto la raza como la alimentación influyen de manera significativa sobre varios parámetros nutricionales de la leche de cabra, y más significativamente en el contenido de grasa y proteína. De manera particular se logró ver que la raza Toggenburg, cuando se alimenta con forraje de *Pithecellobium dulce* presenta mejores valores de calidad nutricional, especialmente en cuanto al contenido proteico así lo muestra el análisis factorial 2^3 , se observó que el contenido de grasa presentó un resultado estadísticamente significativo ($p < 0.05$) ante la interacción entre raza y alimento, siendo más alto en cabras Toggenburg alimentadas con forraje de *Pithecellobium dulce*.

Por otro lado, la edad de las cabras no parece ser una condición relevante en casi todos los parámetros evaluados, con excepción de la grasa donde sí presentó una variación estadísticamente significativa en la interacción con la raza y el tipo de alimento. Asimismo, la puesta en práctica de técnicas estadísticas como el diseño factorial (2^n) y el análisis de varianza (ANOVA), facilitó la identificación de las interacciones entre los factores, demostrando la utilidad de integrar varios factores en el estudio de la calidad de la leche caprina.

Así mismo, el análisis de proteínas indicó que la interacción raza-alimento fue la variable clave, confirmando que las razas Toggenburg con dieta basada en forraje obtuvieron los niveles más altos de proteína hasta 5.02%. En contraste, los parámetros de pH y acidez láctica no mostraron una influencia significativa por parte de la edad, lo que sugiere que estos parámetros se mantienen relativamente estables en las condiciones estudiadas.

Los resultados obtenidos en este trabajo podrían ayudar al manejo nutricional en la producción de la leche de cabra en Nicaragua, recomendar la utilización de pastos locales con alto valor nutricional como estrategias alimenticias que pueden coadyuvar a la competitividad y el aprovechamiento de este recurso en el mercado nacional, recomendamos profundizar en futuras investigaciones con un mayor número de animales, otras razas y condiciones agroecológicas diferentes con el fin de validar estos resultados a mayor escala.

Declaraciones

Fondos: Este estudio no fue financiado.

Conflicto de intereses: Los autores no tienen intereses financieros o no financieros relevantes que revelar. No revelaron conflictos de intereses.

Cumplimiento de estándares éticos: No se realizó ningún experimento con animales mayores o personas.

Contribuciones de autores: : JICA, HEEL y MESS, Redacción, JICA análisis de datos, Borrador Original, Redacción, JICA, HEEL Revisión y Edición. JICA, HEEL y MESS: Metodología, toma de datos y JICA Redacción de Borrador Original.

Disponibilidad de datos: No se presenta ningún conflicto de interés ni problema ético relacionado con el acceso, uso o generación de datos, los conjuntos de datos están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud.

Referencias Bibliográficas

Bedoya, O., Rosero, R., & Posada, S. (s.f.). Composición de la leche de cabra y factores nutricionales que afectan el contenido de sus componentes. Universidad de Antioquia.

Bidot-Fernandez, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: Revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 32-41.

Bhosale, S., & et al. (2009). Effect of lactation on physico-chemical properties of local goat milk. *Veterinary World*, 2(1), 17-19.

Closa, S. J. (s.f.). Contenido de nutrientes minerales en leches de vaca y derivados de Argentina. Universidad Nacional de Luján.

Frau, S., Togo, J., Pece, N., 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*, 109(1), 9-15.

Frau, S. F., Font de Valdez, G., Paz, R., & Pece, N. (2012). Composición fisicoquímica y calidad microbiológica de leche de cabra producida en la provincia de Santiago del Estero (Argentina). *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 20(1), 1-13.

García, M., & Bucardo, I. (s.f.). Manual de procesamiento lácteo. INPYME.

Google Earth. (2024). Imagen satelital del sitio de estudio [Imagen de satélite]. <https://www.google.com/earth/>

Gutiérrez, B. I. (2019). Caracterización de la calidad nutricional, sanitaria y eficiencia tecnológica de la leche fresca [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria].

Gutiérrez, H., & Salazar, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos. McGraw-Hill Interamericana.

Laguna Gamez, J. C. (2018). Árboles forrajeros, alternativas proteicas para mejorar la producción y calidad de la leche en bovinos doble propósito, Departamento de Matagalpa, Nicaragua, 2009-2011. *Revista Científica Tecnológica*, 29-36.

NASA POWER. (s.f.). Promedios anuales de temperatura y precipitaciones, comarca Las Palmas, Rancho La Balsa [Conjunto de datos]. <https://power.larc.nasa.gov/>

Pyenson, H., & Tracy, P. (s.f.). A 1,10-phenanthroline method for the determination. University of Illinois.

Reyes Gutierrez, I. B. (2018). Caracterización de la calidad nutricional, sanitaria y eficiencia tecnológica de la leche fresca de tres grupos raciales caprinos (Saanen, Toggenburg y Nubia) Managua-Finca Santa Rosa 2018 [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria].

Sobalbarro Mena, J. L. (2021). Manejo del hato menor en Nicaragua [Presentación de congreso]. INTA.

Villalobos, C. (2013). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. *Agronomía Mesoamericana*, 24(2), 239-252.

Minitab. (2018). Minitab Statistical Software (Version 18) [Software]. <https://www.minitab.com>