

Calidad composicional de leche de vacas doble propósito en el municipio La Cañada de Urdaneta, estado Zulia

Compositional quality of milk from dual-purpose cows in the municipality of La Cañada de Urdaneta, Zulia state

Luis R. Bohórquez-Pirela

 <https://orcid.org/0009-0000-4468-5011> | Correo electrónico: luisbohorquez2109@gmail.com
Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería de Producción Animal, Maracaibo-Venezuela.

Pedro J. Urdaneta-Mill

 <https://orcid.org/0009-0002-3378-2515> | Correo electrónico: pedrourdaneta26@gmail.com
Universidad Rafael Urdaneta, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Ingeniería de Producción Animal, Maracaibo-Venezuela.

Laura Soto-Arrieta

 <https://orcid.org/0000-0002-4250-5088> | Correo electrónico: laurasotoarrieta@gmail.com
Universidad del Zulia, Facultad Experimental de Ciencias, Departamento de Química, Maracaibo, Venezuela.

Alexandra L. Vera-Bonilla

 <https://orcid.org/0000-0002-0879-2765> | Correo electrónico: avera@fa.luz.edu.ve
Universidad del Zulia, Facultad de Agronomía, Departamento de Química, Maracaibo, Venezuela.
Recibido: 09-01-2024 Admitido: 30-01-2024 Aceptado: 27-03-2024

Resumen

Con el objetivo de analizar la calidad composicional de la leche de vacas doble propósito en el municipio la Cañada de Urdaneta, se realizó una investigación de tipo descriptiva, analítica y comparativa. La población la constituyeron vacas seleccionadas en función del nivel de mestizaje del animal: Mosaico Perijanero x Criollo Limonero, Mosaico Perijanero x Gyr y Mosaico Perijanero. Se tomaron seis muestras de cada estrato para un total de dieciocho (18) muestras, sin repeticiones a lo largo del tiempo. El análisis de los resultados en laboratorio permitió concluir que la calidad sanitaria de leche de los diferentes mestizajes estuvo dentro de los rangos permitidos por la Norma COVENIN 903-22, los valores de calidad composicional se encontraron superiores a los valores mínimos establecidos por la misma norma. La mayor producción en kilogramos de leche la obtuvo el grupo Mosaico Perijanero, mientras que la menor reportada fue para animales mestizados con Criollo Limonero. Los animales Mosaico Perijanero x Criollo Limonero presentaron mayores proporciones de grasa, proteínas, sólidos totales, sólidos no grasos y cenizas en leche.

Palabras clave: Calidad composicional, mestizaje, producción de leche, doble propósito.

Abstract

In order to analyze the compositional quality of milk from dual-purpose cows in the municipality of Cañada de Urdaneta, a descriptive, analytical and comparative research was carried out. The population consisted of cows selected according to the level of interbreeding of the animal: Mosaico Perijanero x Criollo Limonero, Mosaico Perijanero x Gyr and Mosaico Perijanero. Six samples were taken from each stratum for a total of eighteen (18) samples, with no repetitions over time. The analysis of the results in the laboratory allowed us to conclude that the sanitary quality of the milk of the different crossbreeds was within the ranges allowed by the Covenin 903-22 Standard, the compositional quality values were found to be higher than the minimum values established by the same standard. The highest production in kg of milk was obtained by the Mosaico Perijanero group, while the lowest reported was for animals mixed with

Criollo Limonero. The Mosaico Perijanero x Criollo Limonero animals presented higher proportions of fat, proteins, total solids, non-fatty solids and ash in milk.

Keywords: *Compositional quality, crossbreeding, milk production, dual purpose.*

Introducción

Desde hace muchos años en la ganadería zuliana doble propósito se han generado mestizajes rotacionales y en algunos casos sin registros, entre razas criollas, europeas y cebuínas, buscando así adaptabilidad y rendimientos productivos lecheros deseables de las razas europeas, así como rendimientos cárnicos aceptables. Estos animales llamados Mosaico Perijanero son de gran importancia en la producción nacional y regional en materia de adaptabilidad y productividad, ellos proporcionan aproximadamente el 40% del rebaño bovino nacional y 70% de la producción nacional de leche. El sistema ganadero doble propósito genera uno de los mayores aportes de leche y carne en América tropical y en Venezuela, representando aproximadamente el 90% de la leche y el 50% de la carne [1].

Actualmente en la zona de la Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela, son muy utilizados cruces entre ejemplares Mosaico Perijanero con animales criollos, como el Criollo Limonero, o con animales de razas cebuínas de aptitud lechera, como la raza Gyr. Estos ofrecen una gran adaptabilidad, resistencia y precocidad en el trópico, así como un buen desempeño productivo lechero en sus hembras. Las razas empleadas en estos cruces juegan un papel importante en la calidad de la leche suministrada a las industrias lácteas, factor limitante en el control de rendimiento, esta se expresa como los kilogramos de queso obtenido con los kilogramos o litros de leche empleada. Entre los aspectos más importantes tenemos la composición de la leche, una leche alta en sólidos totales tendrá un mayor rendimiento [2].

Los productores bufalinos son favorecidos hasta con un 50% más sobre el precio por litro de leche de búfala por las plantas procesadoras de leche y queseros, con respecto al precio por litro de leche de los productores de ganado vacuno, esto debido a una mayor tasa de grasa y proteínas presentes en la leche de búfala, componentes indispensables en el rendimiento de productos lácteos [3].

Hoy día la mayoría de las unidades de producción de leche vacuna no toman en cuenta a la hora de realizar sus planes de cruzamientos, parámetros de composición y calidad de la leche, de las razas o líneas genéticas a usar, para poder llegar a obtener algún beneficio en materia de precios por litro de leche. De igual forma, las plantas procesadoras y queseros artesanales deben tomar en cuenta la calidad de la leche de sus distribuidores para obtener una mayor cantidad de kilogramos de productos lácteos por litro de leche comprada, buscando el máximo rendimiento posible para la elaboración de sus derivados lácteos.

La calidad composicional e inocuidad de la leche es de vital importancia para la industria láctea, considerando que el mercado es cada día más exigente y el consumidor final pide un producto de buena calidad nutricional e inocuo. Además, el rendimiento y la calidad de los productos resultantes de procesos industriales lácteos son mayores si la leche presenta mayor calidad composicional. Por esta razón, la realización de esta investigación se justifica por la importancia que tiene para los productores de las ganaderías doble propósito, quienes están en busca de estrategias para ofrecer a las plantas procesadoras de derivados lácteos un producto de calidad, para de esta manera obtener beneficios a la hora de comercializar su producto.

De igual forma, se busca concientizar a las empresas lácteas de incentivar al productor a ofrecer un producto que aumente los rendimientos dentro la empresa. A su vez es importante dentro del marco de la producción animal, cuidar todos los parámetros que permitan un desempeño óptimo de producción de los animales, en este caso, animales productores de leche y su producción láctea. Además, es importante porque ofrece a la población, derivados lácteos con un buen contenido de proteínas, grasas, minerales y lactosa, por su alto valor nutricional dentro de la dieta diaria de las personas.

A pesar de la gran importancia de los componentes en la calidad y valor de la leche, existe una escasa información sobre este aspecto en el genotipo animal de la zona (Mosaico Perijanero), así como los cruces

con razas cebuínas y criollas. Esta carencia de datos limita la capacidad de productores para evaluar y mejorar la eficiencia y calidad de la producción lechera. Por ello esta investigación tiene como propósito orientar al sector ganadero, en materia de datos y análisis comparativo sobre algunos parámetros de composición y calidad de la leche de las razas vacunas y líneas genéticas más usadas en la zona, como el Criollo Limonero y Gyr, para planes de cruzamientos con animales pertenecientes al genotipo animal Mosaico Perijanero de la zona de la Cañada de Urdaneta. A la luz de lo anterior, el objetivo general del estudio fue analizar la calidad composicional de la leche de vacas doble propósito en el municipio la Cañada de Urdaneta, estado Zulia, Venezuela. Para ello se planteó analizar la calidad composicional de la leche de vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero, así como evaluar la calidad composicional de la leche de vacas Mosaico Perijanero x Gyr, y comparar la calidad composicional de la leche entre los cruces a estudiar y el genotipo Mosaico Perijanero.

Metodología

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó una investigación de tipo descriptiva, analítica y comparativa, con diseño no experimental y de campo. Las vacas estuvieron sometidas a un pastoreo rotacional, en potreros con pasto alternado de Pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) y Pasto Guinea Massai (*Panicum maxicum cv. Massai*), con aproximadamente 16 horas al día de pastoreo, teniendo en los corrales de ordeño para el libre consumo, una suplementación a base de una mezcla de sales minerales con melaza, además, las fueron recogidas dos veces diarias para su ordeño. En cuanto al plan sanitario, todo el rebaño contó con vacunas para la rabia, aftosa, estomatitis, brucelosis, leptospirosis y se realizaron desparasitaciones de ecto y endoparásitos, estipuladas en los periodos establecidos por los órganos gubernamentales correspondientes y por el médico veterinario de la hacienda.

Se realizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio estratificado, el cual consistió en dividir la población en grupos en función de un carácter determinado [4, 5]. En este caso el carácter correspondió al nivel de mestizaje del animal: Mosaico Perijanero x Criollo Limonero, Mosaico Perijanero x Gyr y Mosaico Perijanero y después se muestreó cada grupo aleatoriamente. Se tomaron seis muestras de leche de cada estrato para un total de dieciocho (18) muestras en un solo momento, sin repeticiones a lo largo del tiempo, cada una de 200 mL de una población total de animales que cumplía con el periodo de lactancia establecido entre 3-6 meses: 15 vacas Mosaico Perijanero x Gyr, 17 vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero y 12 vacas Mosaico Perijanero.

Las muestras de leche fueron procesadas en el Laboratorio de Química de Alimentos de la Universidad del Zulia, donde se realizaron los análisis fisicoquímicos. Se determinó la acidez mediante la titulación de alícuotas del producto siguiendo el procedimiento descrito en la norma venezolana COVENIN 658-1997. Para la determinación de grasa, el protocolo empleado se basó en el método gravimétrico de Roesse Gottlieb, descrito en la norma venezolana COVENIN 931-1997 [6]. Por otro lado, el procedimiento utilizado para el cálculo de sólidos totales se basó en la medición de densidad de la leche a 20° C y el porcentaje de grasa de la muestra según la Norma Técnica del INEN [7]. El contenido de cenizas se determinó por el método descrito en la norma COVENIN 368-1997 [8], la determinación de proteínas se realizó por el método de Kjeldahl para leche y sus derivados de la Norma COVENIN 370:1997 [9], la lactosa se determinó según lo establecido en la norma COVENIN 1910-82 [10], el pH se determinó con un Microprocessor pH-metro modelo ION 700, según lo descrito en la norma COVENIN 1315-79 [11].

Para el análisis de la calidad composicional de la leche, se realizó una estadística descriptiva y los resultados se expresaron en valores promedios con sus respectivas desviaciones estándar. Para establecer diferencias entre la calidad composicional de la leche de los diferentes cruces, se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA), estableciendo subconjuntos homogéneos mediante la prueba de comparación de medias Tukey con un nivel de significancia del 95%. Todos los resultados fueron procesados mediante el software estadístico SPSS versión 23 para Windows.

Resultados

Calidad composicional de leche de vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a la calidad y composición de la leche de vacas pertenecientes al mestizaje 50% Mosaico Perijanero/50% Criollo Limonero (Tabla 1).

Tabla 1. Calidad sanitaria de leche de vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero

| No. Muestra | pH | COVENIN 903-22 pH | Acidez titulable (mL NaOH /100 mL-leche) | COVENIN 903-22 Acidez Titulable |
|---------------------|--------|-------------------|--|---------------------------------|
| 1 | 6,60 | | 18,20 | |
| 2 | 6,61 | | 15,80 | |
| 3 | 6,60 | | 18,80 | |
| 4 | 6,61 | | 17,60 | |
| 5 | 6,78 | | 15,20 | |
| 6 | 6,64 | | 16,20 | |
| Promedio | 6,64 | 6-50-6,70 | 16,96 | 15-19 |
| Desviación estándar | ± 0,07 | | ± 1,44 | |

En la Tabla 1, se observó los resultados de los análisis de calidad sanitaria de las muestras de leche pertenecientes a seis ejemplares del mestizaje anteriormente mencionado, en la cual se midieron los valores de pH y acidez titulable en cada una de las muestras. Al hablar de la calidad de la leche se debe hacer referencia al grado en que cumpla con los requisitos establecidos en las diferentes normas y reglamentos vigentes en Venezuela, específicamente, la Norma COVENIN 903-22 [12], para leche cruda y la resolución sobre leche y sus derivados (MSDS, 1959) [13]. Para ello, se consideraron tres aspectos bien definidos que fueron las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas, reseñadas en las mencionadas normativas.

Se obtuvo que el valor mínimo de pH registrado en las muestras de leche fue de 6,60, el máximo fue de 6,78 con un valor promedio de $6,64 \pm 0,07$, valor que se encontró en el rango normal establecido en la norma COVENIN 903-22 [12]. De igual forma el valor promedio de la acidez de las muestras seleccionadas se mantuvo en un promedio de $16,96 \pm 1,44$ mL NaOH 0,1 N/100 mL, considerado dentro de los parámetros establecidos por la norma COVENIN 903-22 [12], este valor de acidez permite inferir que las muestras de leche provenientes de las vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero se encuentran libres de bacterias dañinas para el producto.

Por otra parte, se puede confirmar que el tiempo de traslado desde el lugar de toma de muestra hasta el lugar de laboratorio, así como la refrigeración para las mismas, aseguró su correcta conservación, manteniéndose dentro de los rangos regulatorios. Por lo tanto, el análisis de acidez sirve por un lado como indicativo de la riqueza de la leche en proteínas y fosfatos, y por otro lado, para detectar posibles alteraciones. Dichos valores permiten mantener la inocuidad de la leche para luego ser utilizada en el procesamiento de productos derivados lácteos.

Tabla 2. Producción lechera en kilogramos (kg) de vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero

| No. Muestra | Producción (kg) |
|---------------------|-----------------|
| 1 | 3,10 |
| 2 | 3,00 |
| 3 | 2,80 |
| 4 | 2,50 |
| 5 | 4,00 |
| 6 | 3,00 |
| Promedio | 3,06 |
| Desviación estándar | ± 0,50 |

En cuanto a los kilogramos de producción de leche de estos animales en ordeño manual (Tabla 2), se obtuvo un rendimiento promedio de 3,06 Kg de leche con picos de 4 kg como valor máximo. Cabe destacar que esta producción perteneció al turno de ordeño de tarde, al ser un sistema de ordeño manual de dos turnos, se obtendría un rendimiento promedio aproximado de 6 Kg/animal/día. Estos valores de producción de leche están en el rango del promedio normal, tanto para vacas Mosaico Perijanero como para vacas Criollo Limonero.

Los resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Pirela *et al.*, [14], quienes obtuvieron una producción de leche de 6,02 kg/vaca/día, bajo una suplementación de alimento concentrado, pero en contraste con las hembras empleadas en la presente investigación, estas no recibieron suplementación y fueron mestizadas con el genotipo Mosaico Perijanero, el cual dentro de su composición genotípica contiene genes de animales *Bos taurus*, reconocidos por su alta producción de leche, pudiendo incidir en los kilogramos de leche obtenidos en las hembras.

Tabla 3. Composición de leche vacas Mosaico Perijanero x Criollo Limonero

| No. muestra | Grasa (%) | Proteína (%) | Lactosa (%) | Sólidos totales (%) | Sólidos no grasos (%) | Cenizas (%) |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 3,70 | 3,22 | 5,31 | 12,73 | 9,03 | 0,69 |
| 2 | 3,41 | 3,47 | 5,44 | 12,38 | 8,97 | 0,70 |
| 3 | 3,64 | 3,57 | 5,50 | 12,66 | 9,02 | 0,79 |
| 4 | 3,63 | 3,35 | 5,42 | 12,65 | 9,02 | 0,71 |
| 5 | 3,58 | 3,42 | 5,36 | 12,59 | 9,01 | 0,65 |
| 6 | 3,61 | 3,52 | 5,48 | 12,62 | 9,01 | 0,55 |
| Promedio | 3,60 | 3,43 | 5,41 | 12,61 | 9,01 | 0,68 |
| Desviación estándar | ± 0,10 | ± 0,13 | ±0,07 | ±0,12 | ±0,02 | ±0,08 |

Con base en los resultados presentados en la tabla anterior en lo que respecta al contenido de grasa, la normativa COVENIN 903-22 [12] dicta que la leche cruda debe contener como mínimo un 3,2% sin establecer valores máximos. En este sentido se observó que las muestras de leche de las vacas estudiadas presentaron un valor promedio $3,595 \pm 0,09\%$ de grasa, el cual estuvo dentro de los parámetros establecidos por la norma. Estos valores se asemejan con los obtenidos por Cervantes *et al.*, [15], quienes evidenciaron que los animales criollos cruzados con *Bos taurus*, arrojaron 3,53% de grasa en la leche. Por otro lado, los resultados difirieron de los

alcanzados por Pirela *et al.*, [14], quienes consiguieron valores del 4,85% de grasa en vacas criollas limoneras puras, bajo suplementación de alimento concentrado.

En cuanto al valor de proteínas de 3,43%, se evidenció que al igual que las grasas, se encontró dentro de los valores establecidos por la normativa COVENIN 903-22 [12], la cual señala que este valor debe ser mayor al 3%; coincidente con los resultados promedio obtenidos de esta investigación con el 3,425%± 0,126% de proteínas. Igualmente se corresponden con lo reportado por Cervantes *et al.*, [15], con porcentaje de 3,42% de proteínas en leche de hembras mestizas criollas con Pardo Suizo. Por lo cual, se puede inferir que dentro de la fracción genética de los animales muestreados del Mosaico Perijanero cruzado con criollo limonero, se encuentra una alta carga genética de *Bos taurus*. No obstante, estos resultados difieren de los valores encontrados por Briñez *et al.*, [16] los cuales fueron superiores al 3,66% de proteínas.

Para la lactosa se presentaron valores máximos de 5,50 % y mínimos de 5,31 %, con un promedio de 5,41%±0,07, los cuales difieren a lo establecido por Vargas [17] quien en su trabajo encontró que el valor promedio de la lactosa en leche se encontró entre 4,8% y 5,2%. Asimismo, difieren de los resultados mostrados por Cervantes *et al.*, [15], cuyos valores se presentaron dentro del rango establecido por la norma venezolana.

Los valores de sólidos totales y de sólidos no grasos, se encontraron dentro de los rangos establecidos en la norma COVENIN 903-22 [12], con valores de 12,61%±0,12 y de 9,01%±0,02 respectivamente. Estos resultados de sólidos totales fueron semejantes a los reportados por Cervantes [18] en su investigación con vacas mestizas de criollas con suizo, lo cual pudiera deberse a la incidencia del cebú y criollo dentro del Mosaico Perijanero, que pudo influir en el aumento de los niveles de sólidos en la leche.

Los autores Calderón *et al.*, [19] clasifican la leche de acuerdo con su composición en “excelente”, “buena”, “regular” y “mala”, y afirman que si los porcentajes de lactosa, proteína, grasa, sólidos totales y sólidos no grasos están por encima a 5,3%, 3,2%, 3,5%, 12,2% y 8,7% respectivamente; la leche se encuentra dentro de categoría “excelente”, por lo cual tomando como referencia estos indicadores se infiere que la leche de las vacas pertenecientes al cruce 50% Mosaico Perijanero y 50% Criollo Limonero, entran dentro de la mencionada categoría.

El parámetro mínimo establecido para el porcentaje de cenizas por la normativa venezolana de 0,7%, se mantiene ligeramente por encima de lo arrojado por las pruebas de laboratorio a las hembras muestreadas, las cuales obtuvieron como promedio 0,68%±0,08 de cenizas en leche. Los resultados encontrados son similares a los reportados por Vallejo *et al.*, [20], quienes obtuvieron valores de cenizas entre 0,68 y 0,69%.

A continuación, presentan los resultados obtenidos a partir del análisis en laboratorio de control de calidad de leche, pH y acidez titulable, así como el análisis físico-químico de la leche de vacas pertenecientes al mestizaje 50% Mosaico Perijanero/50% Gyr y las producciones en kilogramo de leche en el ordeño del turno de la tarde de cada una de las hembras muestreadas (Tablas 4 y 5).

Calidad composicional de la leche de vacas Mosaico Perijanero x Gyr

La Tabla 4 se exhibe los resultados de calidad sanitaria y producción de leche de vacas pertenecientes al cruce entre Mosaico Perijanero y la raza Gyr.

Tabla 4. Calidad sanitaria de leche de vacas Mosaico Perijanero x Gyr

| No. muestra | pH | COVENIN 903-22 pH | Acidez titulable (mL NaOH/100 mL-leche) | COVENIN 903-22 Acidez titulable |
|---------------------|-------|----------------------|---|------------------------------------|
| 1 | 6,55 | | 18,80 | |
| 2 | 6,58 | | 15,20 | |
| 3 | 6,63 | | 14,60 | |
| 4 | 6,78 | | 14,60 | |
| 5 | 6,75 | | 17,0 | |
| 6 | 6,62 | | 16,40 | |
| Promedio | 6,65 | 6,50-6,70 | 16,10 | 15-16 |
| Desviación estándar | ±0,09 | | ±1,64 | |

Se observó que el valor promedio de pH en la leche es de 6,65, el cual se ubicó dentro del rango establecido por la normativa venezolana para leche cruda (6,5-6,7). Estos resultados cumplen con lo descrito por Briñez *et al.*, [16], quienes establecen que la leche cruda tiene una reacción iónica cerca a la neutralidad, cuyo pH puede estar comprendido entre 6,5 y 6,7 para leches normales; y que este valor puede ser afectado por factores como el ambiente, la salud del animal, los días de lactancia y la alimentación.

De igual manera, el parámetro de acidez titulable se encontró dentro de los rangos establecidos por la norma venezolana [12], con un promedio de 16,10±1,64 mL NaOH/100 mL de leche para las muestras analizadas, aunque hacia el margen del mínimo establecido por la normativa.

La Tabla 5 muestra las diferentes producciones de leche en kilogramos, de las vacas muestreadas en el ordeño de forma manual pertenecientes al turno de la tarde.

Tabla 5. Producción lechera en kg de vacas Mosaico Perijanero x Gyr

| No. de muestra | Producción (kg) |
|---------------------|-----------------|
| 1 | 3,50 |
| | 3 |
| | 3,4 |
| | 3,6 |
| | 3,2 |
| 2 | 3,00 |
| | 3, |
| 3 | 3,40 |
| 4 | 3,60 |
| 5 | 3,20 |
| 6 | 4,50 |
| Promedio | 3,53 |
| Desviación estándar | ± 0,52 |

Con respecto a la producción de kilogramos de leche en el ordeño vespertino, en la tabla anterior se muestran resultados promedio de 3,53 kg de leche con picos de hasta 4,5 kg, con un promedio aproximado

de 7 kg/día/vaca de leche en dos ordeños; resultados superiores a los señalados por Briñez y Valbuena [21], en vacas doble propósito con mestizaje de 50% cebú -50% *Bos taurus*, con una producción en el ordeño vespertino de 3 kg de leche, esto probablemente debido a la cualidad del Gyr de ser una raza cebuina pero con aptitud lechera, lo que permite mantener la rusticidad pero a la vez una considerable producción de leche, lo cual es fundamental en sistemas doble propósito. A su vez, dicha producción entra en los rangos promedios establecidos por Enciso [22] entre 6 y 10 litros de leche por día, bajo condiciones de manejo y alimenticias similares en vacas Gyr puras.

En la Tabla 6 se evidencian los parámetros de composición de la leche de seis vacas pertenecientes al cruce de Mosaico Perijanero con la raza Gyr. En primer lugar, se observa un promedio de grasa de 3,40%±0,06 difiriendo de lo reportado por Silva *et al.*, [23], con resultados de 4,14% de grasa en vacas Gyr puras. Del mismo modo, el porcentaje de proteínas promedio se encontró en 3,21% para estas vacas doble propósito, semejantes a lo descrito por dicho autor en vacas Gyr. Ambos parámetros se encontraron dentro de lo estipulado por la regulación venezolana.

Con respecto al parámetro de la lactosa, se encontraron resultados promedio de 5,42%±0,11, superiores a lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) de 5% de lactosa, y de igual forma superior al valor máximo establecido por Vargas [17], de 5,2%.

En relación con los valores de sólidos totales, estos promediaron 12,37%±0,60 estando por debajo de lo establecido por VIATECA [24], donde los ejemplares Gyr puros tienen promedios de 12,8% de sólidos totales en leche, y por encima de lo planteado por Cervantes *et al.*, [15], en su investigación con vacas 50% cebú x 50% *Bos taurus* con resultados de 12,23% de sólidos totales.

Tabla 6. Composición fisicoquímica de leche de vacas Mosaico Perijanero x Gyr

| No. muestra | Grasa (%) | Proteína (%) | Lactosa (%) | Sólidos totales (%) | Sólidos no grasos (%) | Cenizas (%) |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 3,49 | 3,37 | 5,37 | 12,48 | 8,99 | 0,73 |
| 2 | 3,43 | 3,19 | 5,31 | 12,41 | 8,97 | 0,80 |
| 3 | 3,33 | 3,05 | 5,57 | 12,28 | 8,95 | 0,78 |
| 4 | 3,42 | 3,22 | 5,44 | 12,39 | 8,97 | 0,58 |
| 5 | 3,38 | 3,18 | 5,52 | 12,34 | 8,96 | 0,61 |
| 6 | 3,36 | 3,25 | 5,32 | 12,32 | 8,96 | 0,60 |
| Promedio | 3,40 | 3,21 | 5,42 | 12,37 | 8,97 | 0,67 |
| Desviación estándar | ± 0,06 | ±0,10 | ±0,11 | ±0,60 | ±0,01 | ±0,09 |

En cuanto a la proporción de sólidos no grasos presentes en la leche, se obtuvo un promedio de 8,97%±0,01, superiores a lo sustentado por Silvestre *et al.*, [25] con promedios de 8,52%±0,92 en animales Gyr en Brasil. Así mismo, los valores de sólidos totales como de sólidos no grasos permanecieron por encima del valor mínimo propuesto por la norma COVENIN 903-22 [12].

Los animales muestreados pertenecientes a este cruce mostraron resultados promedio en su contenido de cenizas de 0,67%±0,09, mostrando una diferencia menor de 0,03% a lo descrito por la norma venezolana para leche crudas, pero dentro de los rangos establecidos por la Universidad de Murcia (s.f.), indicando que el contenido de cenizas en la leche, expresado en porcentaje, debe ser mayor al 0,64%.

A continuación, se evidencian los resultados de los análisis de la composición y calidad sanitaria de la leche, así como la producción de leche en vacas Mosaico Perijanero (Tabla 7). De igual forma, se establecen comparativas estadísticas entre los cruces estudiados y el genotipo animal anteriormente mencionado.

Tabla 7. Calidad sanitaria de leche de vacas Mosaico Perijanero

| No. muestra | pH | COVENIN 903-22. pH | Acidez titulable. (mL NaOH/100 mL-leche.) | COVENIN 903-22. Acidez titulable |
|---------------------|-------|--------------------|---|----------------------------------|
| 1 | 6,61 | | 15,20 | |
| 2 | 6,64 | | 13,40 | |
| 3 | 6,68 | | 14,00 | |
| 4 | 6,6 | | 17,00 | |
| 5 | 6,64 | | 16,40 | |
| 6 | 6,61 | | 18,20 | |
| Promedio | 6,63 | 6,50-6,70 | 15,70 | 15-19 |
| Desviación estándar | ±0,03 | | ±1,84 | |

Se evidenció que el valor de pH de estas vacas doble propósito con genotipo indeterminado, fue de $6,63 \pm 0,03$, ubicado por encima del valor mínimo indicado por la norma venezolana para leche cruda de pH 6,5, pero por debajo de lo reportado por Briñez *et al.*, [16] para vacas mosaico con pH de 6,73 en su investigación. En cuanto a los valores de acidez titulable, estos se establecieron dentro de los límites permitidos por las regulaciones venezolanas, con ligera cercanía al mínimo establecido, con un promedio de $15,70 \pm 1,84$.

En la Tabla 8 se muestra la producción de leche de las vacas muestreadas pertenecientes al Mosaico Perijanero, bajo un ordeño manual en el turno de la tarde con el becerro atado a la pata de la hembra para promover el apoyo de la leche, dentro de un sistema de ordeño de dos turnos, vespertino y diurno.

Tabla 8. Producción de leche de vacas Mosaico Perijanero

| No. muestra | Producción (Kg) |
|---------------------|-----------------|
| 1 | 4,10 |
| 2 | 3,80 |
| 3 | 3,00 |
| 4 | 5,20 |
| 5 | 4,80 |
| 6 | 3,60 |
| Promedio | 4,08 |
| Desviación estándar | ± 0,81 |

Como producción láctea promedio de los animales muestreados se obtuvo $4,08 \text{ kg} \pm 0,81$ de leche, con valor máximo de 5,2 kg de leche dentro del grupo analizado. De esto se puede estimar una producción kg/vaca/día de 8 kg de leche en un sistema de ordeño de dos turnos, superando a lo obtenido por Briñez *et al.*, [16] de 2,626 kg de leche en el ordeño vespertino para vacas mosaico. De ello se infiere que dentro del árbol genealógico presente en el Mosaico Perijanero de las vacas estudiadas existe tendencia al *Bos taurus* por encima del *Bos indicus*, con razas Holstein y Pardo Suizo, lo que puede explicar el incremento en la producción de leche.

La Tabla 9 por su parte, presenta los resultados de los análisis fisicoquímicos practicados a la leche de estas vacas doble propósito, donde los valores promedio de grasa y proteínas fueron de $3,37\% \pm 0,16$ y $3,01\% \pm 0,05$ respectivamente, ambos al margen del mínimo establecido por la norma COVENIN 903-22 [12] de 3% de grasa y de 3,2% de proteínas. En cuanto al porcentaje de lactosa, se evidenció un valor promedio de

5,63%±0,044. De igual manera, se obtuvieron porcentajes de sólidos totales y de sólidos no grasos de 12,33%±0,20 y 8,96%±0,04 respectivamente, y un porcentaje de cenizas del 0,63%±0,05, destacando que este último se encontró fuera del rango permitido por la normativa venezolana; mientras que, los sólidos grasos y sólidos totales permanecieron dentro de lo regido por la normativa.

Tabla 9. Composición fisicoquímica de leche de vacas Mosaico Perijanero

| No. muestra | Grasa (%) | Proteína (%) | Lactosa (%) | Sólidos totales (%) | Sólidos no grasos (%) | Cenizas (%) |
|---------------------|-----------|--------------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| 1 | 3,21 | 3,03 | 5,58 | 12,13 | 8,92 | 0,61 |
| 2 | 3,65 | 2,93 | 5,7 | 12,67 | 9,02 | 0,59 |
| 3 | 3,45 | 3,08 | 5,59 | 12,42 | 8,97 | 0,63 |
| 4 | 3,24 | 3,05 | 5,62 | 12,17 | 8,93 | 0,61 |
| 5 | 3,3 | 3,02 | 5,64 | 12,24 | 8,94 | 0,66 |
| 6 | 3,38 | 2,99 | 5,66 | 12,34 | 8,96 | 0,73 |
| Promedio | 3,37 | 3,01 | 5,63 | 12,33 | 8,96 | 0,63 |
| Desviación estándar | 0,16 | 0,05 | 0,05 | 0,20 | 0,04 | 0,05 |

Estos resultados difieren de lo obtenido por Briñez y Valbuena [21] con valores superiores en cuanto a porcentaje de grasa, proteínas y sólidos totales, e inferiores en porcentaje de sólidos no grasos y lactosa de la leche. Es importante mencionar que factores como el manejo alimenticio y de estacionalidad en el periodo de lactancia de las vacas, son importantes en la variación en la composición de la leche, lo cual puede explicar el incremento de los valores de estos parámetros en comparación con los obtenidos por los mencionados autores.

Al igual que la composición de la leche de vacas mestizadas con Gyr, la leche de estas vacas en cuanto a los parámetros de proteína y grasa, entran dentro de la categoría “buena”; mientras que, los valores de sólidos totales, sólidos no grasos y de lactosa fueron categorizados como “excelente”, según lo indicado por Calderón [19].

En la Tabla 10 se observó los valores de pH y acidez titulable de los grupos muestreados.

Tabla 10. Comparativa estadística de la calidad sanitaria de la leche de vacas doble propósito

| Tratamiento | N | pH | Acidez titulable |
|--------------------|---|-------------------|--------------------|
| M.P x C. L | 6 | 6,64 _a | 16,96 _a |
| M.P x Gyr | 6 | 6,65 _a | 16,10 _a |
| Mosaico Perijanero | 6 | 6,63 _a | 15,70 _a |
| Sig. | | 0,803 | 0,400 |

M.P = Mosaico Perijanero. C.L = Criollo Limonero. Acidez titulable: expresado en mL de

NaOH N/100 mL Letras iguales = $p > 0,05$ Letras diferentes = $p < 0,05$.

Se evidencia que la leche de las vacas 50% Mosaico Perijanero-50% Criollo Limonero obtuvieron un pH superior, seguido de las vacas mestizadas con Gyr y por último las hembras Mosaico Perijanero, pero sin diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre los tres grupos analizados. La leche de vacas Mosaico Perijanero al tener un pH menor, son susceptibles a acidificaciones más rápidas que los otros dos grupos de mestizos, a su vez, al ser animales con mayor proporción de *Bos taurus* que los demás cruces, tienden a sufrir los efectos de la desadaptación al trópico causando que dichas hembras sean más susceptibles al estrés y a la penetración de microorganismos en la ubre debido a la mayor producción de leche. Al igual que el valor de pH, la acidez titulable se comportó manera similar entre los grupos de mestizajes, sin diferencias

estadísticas significativas ($p > 0,05$) entre ellos, siendo la menor acidez titulable de las hembras Mosaico Perijanero, esto producto de la influencia de las razas *Bos taurus* en su genotipo, caracterizada por una mayor cantidad de agua dentro de la composición de la leche.

La Tabla 11 muestra la comparación de la producción lechera de las vacas mestizas estudiadas.

Tabla 11. Comparativa estadística sobre la producción lechera de vacas doble propósito

| Tratamiento | N | Kg de leche |
|--------------------|---|--------------------|
| M.P x C. L | 6 | 3,06 _a |
| M.P x Gyr | 6 | 3,53 _{ab} |
| Mosaico Perijanero | 6 | 4,08 _b |
| Sig. A | | 0,421 |
| Sig. B | | 0,309 |

M.P = Mosaico Perijanero. C.L = Criollo Limonero.

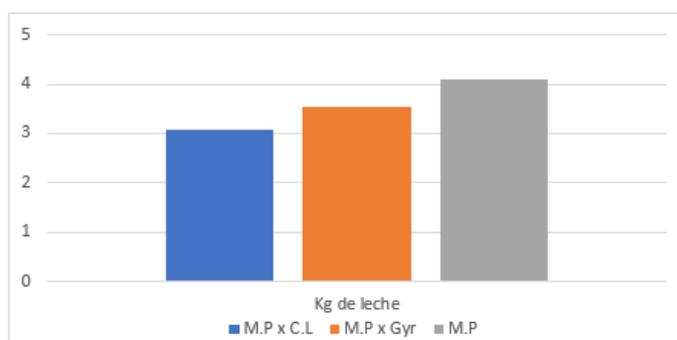


Figura 1. Diagrama de barras de la producción lechera de vacas doble propósito.

Los resultados anteriormente mostrados en la Tabla 11 y en la Figura 1, evidenciaron que el grupo Mosaico Perijanero presentó el mayor promedio de producción de kilogramos de leche con $4,08 \pm 0,81$ kg en el ordeño vespertino, seguido de las vacas mestizas de Gyr con $3,53 \pm 0,52$ kg y, por último, las mestizas de Criollo Limonero con $3,06 \pm 0,51$ Kg. Además, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos Mosaico x Criollo Limonero y Mosaico Perijanero en cuanto a la producción de kilogramos de leche, pero no hubo diferencias entre éstos con el grupo Mosaico x Gyr ($p > 0,05$). Se destaca el Mosaico Perijanero por su alta capacidad de producir leche debido a su composición racial, la cual puede tener media sangre o más de media sangre de *Bos taurus*, con predominancia de la raza Holstein, la cual es muy utilizada en cruces mosaicos en la zona de La Cañada de Urdaneta, estado Zulia. Se realza la aptitud lechera de la raza Gyr, que a pesar de ser una raza cebuina compite en la producción lechera con animales que poseen una alta proporción *Bos taurus*.

En la Tabla 12 y la Figura 2 se evidencia la composición fisicoquímica de la leche de vacas doble propósito.

Tabla 12. Comparativa estadística de la composición fisicoquímica de leche de vacas doble propósito

| Mestizaje | N | Grasa (%) | Proteína (%) | Lactosa (%) | Sólidos totales (%) | Sólidos no grasos (%) | Cenizas (%) |
|--------------------|---|-----------|--------------|-------------|---------------------|-----------------------|-------------|
| Mosaico Perijanero | 6 | 3,37 a | 3,02 a | 5,63 a | 12,33 a | 8,96 a | 0,64 a |
| M.P x Gyr | 6 | 3,40 a | 3,21 b | 5,42 b | 12,37 a | 8,97 a | 0,67 a |
| M.P x C.L | 6 | 3,60 b | 3,43 c | 5,42 b | 12,61 b | 9,01 b | 0,68 a |
| Sig. grupo a | | 0,894 | 1,000 | 1,000 | 0,894 | 0,892 | 0,580 |
| Sig. grupo b | | 1,000 | 1,000 | 0,997 | 1,000 | 1,000 | |
| Sig. grupo c | | | 1,000 | | | | |

M.P = Mosaico Perijanero. C.L = Criollo Limonero.

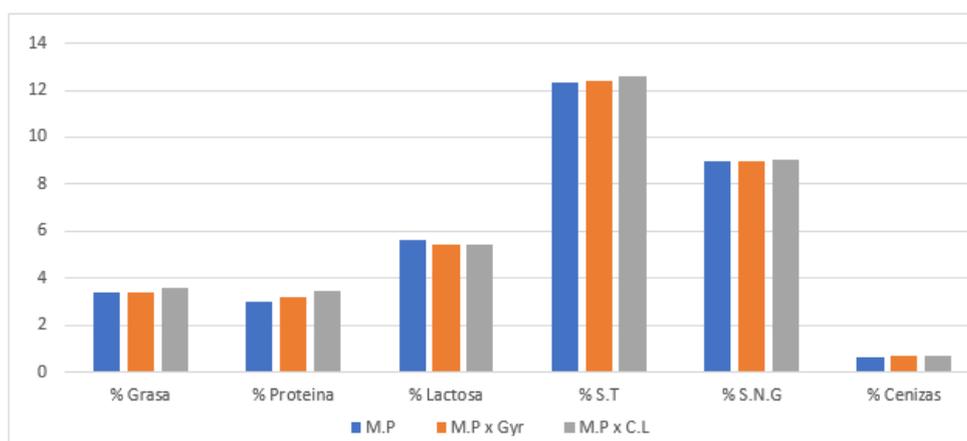


Figura 2. Diagrama de barras comparativos sobre la composición fisicoquímica de la leche de vacas doble propósito

Según lo descrito en la Tabla 12 sobre la composición fisicoquímica de la leche de vacas Mosaico Perijanero y sus cruces con Gyr y Criollo Limonero, la concentración de grasa, sólidos totales y sólidos no grasos presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la leche de hembras mestizadas con Criollo Limonero destacando sobre el grupo mestizado con Gyr y el grupo de hembras Mosaico Perijanero, estos dos últimos sin diferencias significativas ($p > 0,05$) entre ellos; teniendo la mayor concentración de estos parámetros el primer grupo mencionado. Similarmente, el porcentaje de proteínas exhibió diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tres grupos muestreados, teniendo la menor concentración de proteínas el Mosaico Perijanero con promedio de $3,01\% \pm 0,05$, seguido del grupo Mosaico x Gyr con $3,21\% \pm 0,10$ y con mayor concentración de proteínas en el mestizaje Mosaico x Criollo Limonero con $3,42\% \pm 0,13$.

Al mismo tiempo, los análisis fisicoquímicos de la leche de estas hembras arrojaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el grupo Mosaico Perijanero y los demás grupos en cuanto al porcentaje de lactosa, siendo superior con un promedio de $5,63\% \pm 0,04$, pero sin diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los demás grupos muestreados. Por último, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los grupos en la concentración de cenizas, aunque se encuentra levemente superior la concentración en animales mestizados con Criollo Limonero.

Estos resultados permiten afirmar que el factor genético es fundamental en la variación de la composición y producción de leche cruda de vacunos doble propósito, pero sin alteración significativa en los valores sanitarios de la misma. Por lo cual, a nivel industrial y artesanal se obtendrán mayores rendimientos y mayor calidad composicional en los productos derivados de la leche. Adicionalmente, se confirma lo expuesto por otros autores [15, 16], que indican que a mayor producción de kilogramos de leche, mayor es la dilución de los componentes en la misma, explicando la baja concentración de los componentes nutritivos en la leche de vacas Mosaico Perijanero.

Según los autores Ponce [26] y Briñez *et al.*, [16] la alimentación juega un papel fundamental en la variación de ciertos parámetros dentro de la composición y producción de leche, por lo cual debe recordarse que la recolección de datos estuvo enmarcada en la época seca en la zona de La Cañada de Urdaneta, y la alimentación de estos animales muestreados estuvo basada únicamente bajo un manejo rotacional de pastizales con suplementación de sales minerales; por lo cual, los resultados pudieran ser superiores en épocas de lluvia, donde se presenta una mayor oferta y calidad de los pastos en comparación de la época seca. Estos autores afirman que en la época seca los valores de proteína y sólidos no grasos tienden a aumentar; mientras que, los niveles de grasa se mantienen estables a lo largo del año.

Por otro lado, Flores Delgado *et al.*, [27] al analizar parámetros de calidad de la leche de cuatro municipios del Departamento de Putumayo en Colombia, encontraron cumplimiento de la Norma Técnica Colombiana 399 en cuanto a células somáticas, bacterias mesófilas, proteína, lactosa y sólidos totales, recomendando medidas para la mejora de la alimentación y nutrición de bovinos, que asociada a buenas prácticas de ordeño permitirán obtener concentraciones adecuadas de células somáticas y grasas ajustadas a la norma. En cuanto al aspecto genético de las razas, Cely Leal *et al.*, [28] identificaron frecuencias genéticas y alélicas de variantes A1 y A2 de la β -caseína en los bovinos de los mismos cuatro municipios del Departamento de Putumayo, con predominio de las frecuencias genéticas A2A2 y la alélica A2 en los grupos raciales Girolando, Brahman y Gyr; mientras que, para la raza BON predominan A1A2 y A2, siendo el genotipo A2A2 el de mayor producción lechera y contenido de proteína láctea. Por ello, en el presente trabajo de investigación se recomienda realizar estudios genéticos para valorar su implicancia en la producción lechera y la calidad nutricional en los mestizajes estudiados en el municipio La Cañada del estado Zulia.

Conclusiones

La calidad sanitaria de la leche obtenida de los diferentes mestizajes de vacas doble propósito estuvieron por encima de los valores mínimos permitidos por la Normativa COVENIN 903-22, siendo la mayor producción en kilogramos de leche cruda la obtenida por el grupo Mosaico Perijanero, debido al elevado índice en su genética de *Bos taurus*; mientras que, la menor producción reportada resultó para los animales mestizados con Criollo Limonero.

Por otro lado, los valores de grasa, proteína, sólidos totales y sólidos no grasos pertenecientes al grupo de vacas doble propósito se encontraron por encima de lo que establece la normativa venezolana. La calidad composicional de la leche de los mestizajes estudiados (Mosaico perijanero x Criollo Limonero y Mosaico Perijanero x Gyr) fue superior a la obtenida en el genotipo Mosaico Perijanero, destacándose entre los mestizajes al Criollo Limonero.

Se concluye que la genética animal influyó directamente en todos los componentes de la leche, a excepción del contenido de cenizas, el cual es un factor indispensable para la producción de leche.

Referencias

[1] M. Camargo, “Análisis sistémico de la ganadería doble propósito en los llanos Occidentales de Venezuela”, tesis de fin de grado, Univ. Nacional Experimental de los Llanos Occidentales Ezequiel Zamora, 2018.

[2] J. Almario, y J. Pérez, “Evaluación del rendimiento y de las características de calidad del queso mediante el empleo de cepas de cultivos mixtos lácticos”, tesis de fin de grado, Univ. de Sucre, 2009.

- [3] “Centro de cría Murrah”, Don Búfalo, 2023 [En Línea]. Disponible en: <https://web.donbufalo.com/>
- [4] J. Casal, y E. Mateu, “Tipos de muestreo”. *Rev. Epidem. Med. Prev*, vol. 1, no. 1, pp. 3-7. (2003). [En Línea]. Disponible en: <https://portalrecerca.uab.cat/en/publications/tipos-de-muestreo>
- [5] T. Otzen, y C. Manterola, “Técnicas de muestreo sobre una población a estudio”. *International Journal of Morphology*, vol. 35, no. 1, pp. 227-232. 2017. [En Línea]. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- [6] Leche y sus derivados. Determinación de grasa por el método de Roesse Gottlieb, COVENIN 931-1997, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 1997.
- [7] Leche cruda, requisitos. Primera edición. Instituto ecuatoriano de normalización, NTE INEN 9:2012, 2012.
- [8] Leche y sus derivados. Determinación de cenizas, COVENIN 368-1997, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 1997.
- [9] Leche y sus derivados. Determinación de proteínas, COVENIN 370-1997, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 1997.
- [10] Leche fluida. Determinación de caseína, COVENIN 1910-82, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 1982.
- [11] Alimentos. Determinación del pH (acidez iónica), COVENIN 1315-79, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 1979.
- [12] Leche cruda. Requisitos, COVENIN 903-22, Caracas, Venezuela: Fondonorma, 2022.
- [13] Reglamento general de alimentos. Gaceta Oficial Nro. 25.864. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, 1959.
- [14] M. Pirela, et. al, “Producción y calidad de la leche de vacas Criollo Limonero suplementadas con harina de frutos de samán (*Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth)”. *Rev. de la Facultad de Agronomía de la Univ. Del Zulia*, vol. 27, no. 4, pp. 607-625, 2010. [En Línea]. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/26852>
- [15] P. Cervantes, A. Hernández y B. Domínguez, “Características de la leche, variabilidad de los genotipos del trópico mexicano”. *Rev. Pecuario*, no. 03, pp. 2-21 ,2009. [En Línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/veracruz/cienciaanimal/files/2013/11/Caracterizacion-de-la-leche-variabilidad-genetica.pdf>
- [16] W. J. Briñez, E. Valbuena, G. Castro, A. Tovar, y J. Ruiz-Ramírez, “Algunos parámetros de composición y calidad en leche cruda de vacas doble propósito en el municipio Machiques de Perijá, estado Zulia, Venezuela”. *Rev. Científica*, vol. 18, no. 5, pp. 607-617, 2008. [En Línea]. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/view/15403?source=/index.php/cientifica/article/view/15403>
- [17] T. Vargas, “Calidad e inocuidad de la leche y productos lácteos”. Academia.edu, 2006. [En Línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/23454960/CALIDAD_E_INOCUIDAD_DE_LA_LECHE_Y_PRODUCTOS_LACTEOS
- [18] P. Cervantes, “Caracterización de la producción y composición láctea en vacas de diferentes genotipos en Veracruz, México”, tesis doctoral, Univ. Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez, La Habana-Cuba, 2005.
- [19] A. Calderón, F. García, y G. Martínez, “Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia”. *Rev. MVZ Córdoba*, vol. 11, No.1, pp. 725-737, 2006. [En Línea]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/693/69311106.pdf>

- [20] C. Vallejo et. al., “Calidad físico-química e higiénico sanitaria de la leche en sistemas de producción doble propósito, Manabí-Ecuador”. *Rev. de Investigación Talentos*, vol. 5, No. 1, pp. 35-44, 2018. [En Línea]. Disponible en: <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/28>
- [21] W.J. Briñez, y E. Valbuena, *Calidad y composición de la leche cruda en vacas doble propósito en Venezuela. Innovación en Tecnología en la Ganadería Doble Propósito*. Cap. XCII, 2012.
- [22] L. Encizo, “Raza de ganado Gyr características y cualidades”, Agro Blogger, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://blog.agrocampo.com.co/raza-de-ganado-gyr/>
- [23] R. M. Silva, et al. “Milk quality of Gir cows in Brazil”. *Acta Scientiae Veterinariae*. vol. 46, no. 1566, 2018.
- [24] VIATECA, “Venezolana de Inseminación Artificial y Trasplante de Embriones”, 2012 [En Línea]. Disponible en: <https://www.viateca.com/>
- [25] A.M. Silvestre, A.M. Martins, V.A. Santos, M.M. Ginja, y J.A. Colaço, “Lactation curves for milk, fat and protein in dairy cows A full approach”. *Livest Sci*. vol. 122, pp. 308-313, 2009. [En Línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141308003090>
- [26] P. Ponce, “Composição do leite: uma perspectiva desde o trópico”. En *Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropical*. Ed. 1. pp. 28-51, F. Díaz, A. Troller, V. Fischer, V. M. Balbinotti, C. Bondan, Passo Fundo-RS-Brasil, 2011.
- [27] D. F. Flórez Delgado, D. R. Cely Leal, S. D. González, L. J. Niño Vera, y Y. Robledo Palomino, “Análisis bacteriológico y composicional de la leche bovina de cuatro municipios del Departamento de Putumayo, Colombia”, *Spei Domus*, vol. 19, no. 2, pp. 1-9 2024. [En Línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2023.02.04>
- [28] D. Cely, D. Flórez, C. Duque, S. González y Y. Robledo, “Frecuencias genóticas y alélicas de la β -caseína en ganado bovino en el Departamento de Putumayo”. *Conocimiento Global*. vol. 9, no. 1, pp. 391-398, 2024. [En Línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.70165/cglobal.v9i1.376>