



Revista MINERVA






Plataforma digital de la revista: <https://minerva.sic.ues.edu.sv>

Artículo Científico | Scientific Article

Procedimientos de muestreo sobre el contenido de grasa de la leche de vacas Pantaneiras

Sampling procedures on the fat content of milk in Pantaneiras cows

Marcus Vinicius Moraes de Oliveira^{1,3}, Vitória Soares^{1,4}, Dirce Ferreira Luz^{2,5}

- 1 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul 
- 2 Universidad Federal de Mato Grosso do Sul 
- 3  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3388-6050>
- 4  ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4945-6052>
- 5  ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4958-3580>

RESUMEN

Este estudio buscó verificar la concentración de lípidos en la leche durante el ordeño y a lo largo de la lactación. Se utilizaron vacas Pantaneiras mantenidas en pastoreo. Se realizaron ordeños por la mañana y por la tarde, y se recogieron muestras a intervalos quincenales. Durante el ordeño se recogieron, por cuadruplicado, volúmenes iguales de leche de las tetas al principio y al final del ordeño, así como una muestra tomada una vez finalizado el ordeño, directamente en el cubo tras su completa homogeneización. La lactancia duró 180 días y se estratificó en principio, mitad y final. El contenido de grasa se midió siguiendo la metodología Gerber, y la información se recopiló y sometió a la prueba de identidad de modelo, que fue Linear Simple. La leche segregada al principio del ordeño mostró una gran variabilidad y menor concentración de grasa (1,7 %), obteniéndose el mayor contenido en las muestras recogidas al final del ordeño (4,5 %), siendo los valores medios los procedentes del ordeño completo (3,7 %). También se observó que la leche del ordeño vespertino contenía más grasa (4,0 %) que la del matutino (3,3 %). Con relación al período de lactación, se observó un aumento del contenido de grasa, obteniéndose los valores más elevados en el tercio final de la lactación, con medias de 3,0, 3,7 y 4,3



Este número es una colaboración junto a la RED IBEROAMERICANA "CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS"

<https://doi.org/10.5377/revminerva.v8i3.21929>

Enviado: 17 de abril de 2025

Aceptado: 4 de septiembre de 2025

Palabras clave: Lípidos, gerber, lactancia, lácteos.

Keywords: Lipids, gerber, lactation, dairy.



Este contenido está protegido bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

% para el inicio, mitad y final, respectivamente. Se concluye que la concentración de grasa en la leche varía con el tiempo de ordeño, la hora del día y la fase de lactación de los animales.

ABSTRACT

This study sought to verify the concentration of lipids in milk during milking and throughout lactation. Pantaneira cows kept on pasture were used. Milking was performed in the morning and afternoon and samples were collected at biweekly intervals. During milking, equal volumes of milk were collected in quadruplicate from the teats at the beginning and at the end of milking, as well as a sample taken at the end of milking, directly into the bucket after complete homogenization. Lactation lasted 180 days and was stratified into beginning, middle and end. Fat content was measured following the Gerber methodology, and the information was collected and subjected to the model identity test, which was Linear Simple. The milk segregated at the beginning of the milking showed a great variability and lower fat concentration (1.7 %), obtaining the highest content in the samples collected at the end of the milking (4.5 %), with the average values coming from the complete milking (3.7 %). It was also observed that the milk from the evening milking contained more fat (4.0 %) than that from the morning milking (3.3 %). In relation to the lactation period, an increase in fat content was observed, with the highest values being obtained in the final third of lactation, with averages of 3.0, 3.7 and 4.3 % for the beginning, middle and end, respectively. It is concluded that milk fat concentration varies with milking time, time of day and lactation stage of the animals.

INTRODUCCIÓN

La leche es reconocida en todo el mundo como una importante fuente de alimentos, especialmente para niños y ancianos, debido a su notable valor nutritivo y a la alta digestibilidad de sus componentes (Luz y Oliveira, 2022). Además de aminoácidos, lactosa y minerales, la leche es muy rica en grasas muy beneficiosas para la salud humana, como el ácido linolénico (C18:3) y el ácido linoleico (C18:2), conocidos como ácidos grasos omega 3 y 6, respectivamente (Zongo et al., 2021). El ácido linoleico conjugado (CLA), clasificado como isómero del ácido linoleico, también destaca por su importancia en la neutralización de los radicales libres (Eberle et al., 2023), en la mejora de la inmunidad y del estado metabólico corporal, además de tener propiedades anticancerígenas, antiaterogénicas y antidiabéticas (Hutchinson et al., 2020 y Siqueira et al., 2022).

La grasa de la leche se presenta en forma de pequeños glóbulos suspendidos en la fase acuosa,

cada uno rodeado por una capa de fosfolípidos. Esta membrana impide que los glóbulos se fusionen, manteniendo en suspensión los ácidos grasos de la leche. Constituida esencialmente por moléculas de triglicéridos, la grasa sirve de vehículo a las vitaminas liposolubles (A, D, E, K), al colesterol y a otras sustancias liposolubles como los carotenoides (provitamina A), que confieren a la leche su característico color amarillo cremoso (Bolívar, 2021).

La leche bovina contiene por término medio un 87 % de agua, un 5,0 % de lactosa, un 3,8 % de grasa, un 3,4 % de proteínas, un 0,7 % de minerales y un 0,1 % de vitaminas. Los sólidos totales no grasos, estimados como la suma de todos los componentes excluidos el agua y los lípidos, corresponden por término medio al 9,2 % del total de la leche (Kostovska et al., 2024). Estos valores pueden variar debido a factores genéticos y ambientales, como la raza (Oliveira, 2023), la edad de la vaca, el orden de lactación (Carvalho, 2023), los intervalos de ordeño (Connolly et al., 2023), el clima (Rashid et al., 2024), los factores nutricionales (Olika, 2021), la gestión de la alimentación (Oliveira, 2015) y la incidencia de enfermedades como la mastitis (Luz et al., 2020).

La etapa o fase de lactación también representa una importante fuente de variación de las características de composición de la leche (Perucci, 2024 y Moura Junior, 2024). Según (Carvalhaes, 2022), los niveles de grasa, proteína y lactosa son más bajos durante los tres primeros meses de lactación. En el tercio medio, se producen aumentos posteriores en los niveles de grasa y proteína, mientras que la lactosa sigue disminuyendo. Este patrón se mantiene hasta el final de la lactación si la vaca no está preñada. Si hay lactancia y gestación concomitantes, los niveles de lactosa aumentan en las últimas semanas de lactancia, y también se produce un aumento significativo de los niveles de grasa y proteína.

Las características fisicoquímicas de la leche también varían durante el proceso de ordeño, siendo el contenido de grasa inferior al principio y aumentando gradualmente a lo largo del tiempo de extracción. La última porción de leche ordeñada destaca por tener la mayor concentración de grasa (Chiodi et al., 2022). El contenido de grasa también varía en función de los intervalos entre ordeños, siendo la leche de la tarde más grasa que la de la mañana (Carvalhaes, 2022). Hay que tener en cuenta que estos aspectos son de gran relevancia científica a la hora de obtener muestras para los análisis de laboratorio, por lo que la leche del ordeño completo es la más adecuada para ser recogida, ya que tiene la mejor representación de los componentes lipídicos.

En cuanto a la raza Pantaneira, se infiere que pertenece a un grupo genético formado por el mestizaje de bovinos europeos (*Bos taurus taurus*) introducidos en el Pantanal durante la colonización de Sudamérica por españoles y portugueses. El Pantanal es un bioma de importancia ecológica global, ubicado geográficamente en el centro de América del Sur y políticamente compartido por Brasil, Bolivia y Paraguay, siendo la mayor parte de su extensión, alrededor del 70%, situada en el oeste de Brasil en los estados de Mato Grosso y Mato Grosso do Sul. Moldeados a las condiciones climáticas y nutricionales de la llanura aluvial por selección natural, los animales Pantaneiros se reprodujeron durante siglos sin interferencia humana directa (Franciscatti et al., 2021), resultando en un grupo genético robusto, prolífico y adaptado a situaciones de estrés hídrico y alimentario, con tasas de natalidad más altas y tasas de mortalidad más bajas en comparación con otras razas bovinas criadas en el Pantanal (Biazolli et al., 2020). Este mismo autor menciona, para vacas Pantaneiras primíparas, una producción media diaria de 7,7 kg de leche durante una lactancia de 150 días.

En este contexto, el objetivo de este estudio fue evaluar la concentración de grasa en la leche de vacas Pantaneira durante el ordeño y a lo largo de los días de lactación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el Centro de Conservación Canadera del Pantanal de Aquidauana/MS (NUBOPAN), perteneciente a la Universidad Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) / Unidad Universitaria de Aquidauana, en la región del Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, Brasil; en las coordenadas geográficas: Latitud 20°28' S; Longitud 55°48' O y Altitud 149 metros.

Todos los procedimientos experimentales fueron aprobados por el Comité de Ética para el Uso de Animales (CEUA) / UEMS, que certificó el ensayo bajo el protocolo n°036/2019.

En el estudio se utilizaron 12 vacas de la raza Pantaneira (*Bos taurus taurus*), entre el tercer y el décimo orden de lactación (Figura 1), y los animales se mantuvieron en régimen de pastoreo rotativo sobre pasto Mombasa (*Megathyrsus maximus*), en un área subdividida en 16 potreros de 0,5 hectáreas, con suministro de agua en bebederos y sal mineral ad libitum.

El equipo de recogida estaba formado por tres estudiantes de zootecnia y supervisado por un

Figura 1

Vaca de la raza Pantaneira



profesor de la facultad de zootecnia. Todos los estudiantes recibieron formación sobre cómo llevar a cabo la recogida durante el ordeño.

Las vacas se ordeñaban mecánicamente dos veces al día (Figura 2), a las 7 de la mañana y a las 4 de la tarde, y la leche se recogía en tambores individuales. Antes del ordeño, los pezones se higienizaron con una solución desinfectante a base de amoníaco cuaternario, seguida de un secado con toallas de papel. Posteriormente, se comprobó la incidencia de mastitis clínica y subclínica mediante el procedimiento de la copa de fondo negro y el CMT (California Mastitis Test), respectivamente.

La recogida de leche comenzó cada quince días después del parto y duró hasta el final natural de la lactogénesis, entre octubre y marzo, lo que corresponde a la estación de las lluvias en la región. De este modo, la lactación, que duró 180 días, se estratificó técnicamente en inicio, mitad y final.

Tanto en el ordeño de la mañana como en el de la tarde, la recogida de la leche se efectuó de la siguiente manera: 1) toma de muestras por cuadruplicado, con volúmenes iguales de leche de los pezones, al comienzo del ordeño; 2) toma de muestras por cuadruplicado, con volúmenes iguales

Figura 2

Vacas Pantaneiras en ordeño



de leche de los pezones, al final del ordeño; 3) toma de una muestra directamente del cubo que contenía toda la leche ordeñada, después de su completa homogeneización.

Las muestras se envasaron en frascos esterilizados y se enviaron refrigeradas al Laboratorio de Calidad de la Leche (LQL) y microbiología de la UFMS (Universidad Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana-MS) para la determinación inmediata del contenido de grasa. El método utilizado fue el de Gerber (Reis et al., 2007), que se basa en la separación y cuantificación de la grasa mediante el tratamiento de la muestra con ácido sulfúrico y alcohol isoamílico. Esta técnica consiste en la digestión de las proteínas unidas a la grasa por el ácido, lo que provoca una reducción de la viscosidad del medio, un aumento de la densidad de la fase acuosa y la fusión de la grasa debido a la liberación de calor de la reacción, que favorece la separación de la grasa por el extractor de alcohol isoamílico, modificando así la tensión superficial del medio. La lectura se realiza mediante el menisco en la escala del butirómetro después de la centrifugación y la inmersión en un baño de agua.

Tras tabular los datos, se comparó el porcentaje de grasa en los distintos métodos de recogida durante el ordeño (inicial, final y total) mediante la prueba de identidad de modelos (Harding, 1995). Los procedimientos incluyeron: (1) utilizar medidas de calidad de ajuste para determinar el modelo más adecuado para representar el porcentaje de grasa en la leche en los diferentes métodos de recogida a lo largo del periodo de lactación; (2) adaptar el modelo elegido a cada método de recogida de leche; y (3) aplicar la prueba de la razón de verosimilitud, con un nivel de significación del 5 %, entre cada modelo adaptado a los métodos de recogida de leche para verificar la identidad de los modelos y la existencia de diferencias entre los tipos de recogida. La prueba de la razón de verosimilitud también se utilizó para los momentos de ordeño de la mañana y de la tarde, con el fin de evaluar si existían diferencias en el porcentaje de grasa entre estos periodos.

Se evaluaron nueve modelos: Lineal Simple (LS); Lineal Cuadrático (LQ); Exponencial Modificado (EM); Michaelis-Menten (MM); Asintótico (ASS); Logístico 3 y 4, parámetros (L3p) (L4p); Exponencial 2 y 3, parámetros (Exp2) (Exp3), como se muestra en la Tabla 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra el contenido de grasa de la leche de las vacas Pantaneiras a lo largo de su lactación,

Tabla 1

Modelos evaluados

Acrónimos ¹	Modelos
1- LS	$y = \beta_1 * x + \beta_2 + e$
2- LQ	$y = \beta_1 * x^2 + \beta_2 * x + \beta_3 + e$
3- MS	$y = \beta_1 * \exp(\beta_2/x) + e$
4- MM	$y = \beta_1 * x/(\beta_2 + x) + e$
5- ASS	$y = \beta_1 + (\beta_2 - \beta_1) * \exp(-\exp(\beta_3) * x) + e$
6- L3p	$y = \beta_1/(1 + \exp((\beta_2 - x)/\beta_3)) + e$
7- L4p	$y = \beta_1 + (\beta_2 - \beta_1)/(1 + \exp((\beta_3 - x)/\beta_4)) + e$
8- Exp2	$y = \beta_1 * \exp(x * \beta_2) + e$
9- Exp3	$y = \beta_1 + \beta_2 * \exp(x/\beta_3) + e$

Nota: ¹LS- Lineal Simple; LQ- Lineal Cuadrática; EM- Exponencial Modificada; MM- Michaelis-Menten; ASS- Asintótica; L3p- Logística 3 parámetros; L4p- Logística 4 parámetros; Exp2- Exponencial 2 parámetros; Exp3- Exponencial 3 parámetros.entre 2000 – 2009; C: período comprendido entre 2010–2020. Letras diferentes representan diferencias significativas entre medias por grupo según prueba de Tukey.

según los respectivos métodos de muestreo durante el ordeño de la mañana y de la tarde.

Se puede deducir que todas las muestras, excluyendo el método de recogida inicial, alcanzaron predominantemente el contenido mínimo de grasa, estipulado en 3,0%, de acuerdo con la Instrucción Normativa n° 77 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento (MAPA, 2018).

Se observa que la leche segregada al inicio del ordeño presentó una gran variabilidad y una menor concentración de grasa, obteniéndose el mayor contenido en las muestras recogidas al final del ordeño, siendo los valores medios los procedentes del ordeño completo, con medias de 1,7, 4,5 y 3,7 por ciento, respectivamente. Este patrón de comportamiento también fue mencionado por Reis et al., (2007) y González y Campos, (2003) que observaron que la variación del contenido de grasa en la leche está asociada al tiempo de ordeño, aumentando gradualmente desde el inicio hasta el final de este.

Esta constatación está respaldada por Harding, (1995), quien cita la menor densidad de los ácidos grasos en relación con la proteína y la lactosa como causa principal de las variaciones de los porcentajes de grasa durante el ordeño. Así, la leche se extrae de la glándula mamaria y la grasa, al ser más ligera, queda rezagada, lo que culmina en un aumento de la grasa al final del proceso.

Cabe destacar también que el ordeño matutino resultó en leche con menor contenido de grasa en

Tabla 2

Contenido de grasa en la leche de las vacas Pantaneiras, en función del procedimiento de muestreo, del período y de la duración de la lactación, en días

Periodo (días)		Ordeño matinal			Ordeño vespertino			Ordeño medio diario		
		Inicio (%)	Final (%)	Total (%)	Inicio (%)	Final (%)	Total (%)	Inicio (%)	Final (%)	Total (%)
Tercio inicial	1-15	1,4	2,8	2,5	1,5	2,8	2,6	1,4	2,8	2,5
	16-30	1,5	3,5	2,5	1,6	4,1	2,9	1,6	3,8	2,7
	31-45	1,5	3,5	3,0	1,7	4,3	3,6	1,6	3,9	3,3
	46-60	1,0	3,7	3,1	1,9	4,7	3,6	1,5	4,2	3,3
	61-75	1,0	4,8	3,1	1,9	4,7	3,9	1,5	4,7	3,5
Tercio medio	76-90	0,9	3,6	3,3	2,2	5,0	4,1	1,5	4,3	3,7
	91-105	1,1	4,6	3,3	2,1	4,4	4,2	1,6	4,5	3,8
	106-120	1,2	5,4	3,5	2,3	4,6	4,3	1,8	5,0	3,9
	121-135	1,9	4,6	3,7	1,3	5,3	4,3	1,6	5,0	4,0
Tercio final	136-150	1,3	5,1	3,7	2,4	5,0	4,4	1,9	5,0	4,1
	151-165	1,6	4,7	3,8	2,8	6,1	5,1	2,2	5,4	4,4
	166-180	1,7	5,1	4,0	2,8	6,8	5,2	2,2	6,0	4,6
Media		1,3	4,3	3,3	2,0	4,8	4,0	1,7	4,5	3,7

comparación con el ordeño vespertino, con medias de 3,3 y 4,0 % respectivamente; este patrón también fue observado por Reis et al., (2007). Esto podría explicarse por el intervalo más largo entre el ordeño de la tarde y el de la mañana, con el consiguiente aumento de la leche almacenada en la ubre por la mañana, causando un efecto de dilución en el contenido de grasa.

En relación con el período de lactación, se observó un aumento creciente del contenido de grasa, obteniéndose los valores más elevados en el tercio final de la curva de lactación, con medias de 3,0 %, 3,7 y 4,3 % para el principio, la mitad y el final, respectivamente. Esta misma tendencia fue puesta de manifiesto en por Aganga et al., (2002).

Según Cabral et al., (2016) y Aguilar et al., (2024), este fenómeno puede entenderse por el efecto de dilución del agua, donde el aumento del volumen de leche, característico del tercio inicial de la lactación, resulta en una disminución de la concentración de sus componentes, especialmente de la grasa. Por otro lado, a medida que avanza la fase de lactación, disminuye la cantidad de leche, con el consiguiente aumento del contenido de grasa. En corroboración de lo anterior, Franciscatti et al., (2021), destacan que la variación del contenido de grasa de la leche también puede atribuirse a otros factores, como la raza, el orden de parto, el estado sanitario y la alimentación de los animales.

Cabe destacar que, entre los modelos evaluados en el test de identidad, se seleccionó el Lineal Simple (LS) por su mayor precisión en el ajuste de los datos y, por tanto, su mejor capacidad para representar el porcentaje de grasa en los diferentes métodos de recogida de leche (inicial, final y total) en función del tiempo de lactación.

Se puede deducir que las estimaciones de las variables estudiadas fueron todas significativas (Tabla 3), a excepción del parámetro β_1 , referido a la toma de muestras realizada al inicio del ordeño matinal, que no alcanzó significación estadística ($P < 0,05$).

En este contexto, el porcentaje de grasa en la leche difirió estadísticamente entre los métodos de muestreo inicial, final y total, cuando se analizaron según las horas de ordeño, mañana y tarde, y el período de lactación (Figura 3).

El Modelo Lineal Simple (Test de identidad) corrobora así una línea de tendencia con una estimación creciente del porcentaje de grasa en la leche en función de los días en lactación, con excepción del muestreo realizado al inicio del ordeño por la mañana. Cabe destacar que el mayor contenido de grasa se observó en el método de muestreo al final del ordeño, siguiendo la misma tendencia ascendente a medida que avanzaba la lactación. Así, la recogida de leche al principio del ordeño subestima el porcentaje de grasa, mientras que la recogida al final del ordeño

Tabla 3

Coeficientes de los modelos y significación de los coeficientes evaluada mediante la prueba T

Variable		Ordeño matinal					Ordeño vespertino				
		Coef.	Er. pd.	Valor T	p-valor		Coef.	Er. pd.	Valor T	p-valor	
Método de recogida de la leche	Início	β_0	1.20	0.10	11.85	$2 \cdot 10^{-16}$ ***	β_0	1.48	0.15	9.79	$2 \cdot 10^{-16}$ ***
		β_1	0.0017	0.001	1.62	0.106 ns	β_1	0.0067	0.002	4.33	$3 \cdot 10^{-5}$ ***
	Final	β_0	3.19	0.25	12.89	$2 \cdot 10^{-16}$ ***	β_0	3.47	0.25	13.97	$2 \cdot 10^{-16}$ ***
		β_1	0.0130	0.003	5.15	$8 \cdot 10^{-7}$ ***	β_1	0.0162	0.003	6.40	$2 \cdot 10^{-9}$ ***
	Total	β_0	2.58	0.20	12.97	$2 \cdot 10^{-16}$ ***	β_0	2.88	0.21	13.81	$2 \cdot 10^{-16}$ ***
		β_1	0.0085	0.002	4.20	$4 \cdot 10^{-5}$ ***	β_1	0.0136	0.002	6.41	$2 \cdot 10^{-9}$ ***

Nota: Coef. = Coeficientes de los modelos; Er. pd. = Error estándar de las estimaciones de los coeficientes. *** = Significativo al 0,001 de probabilidad; ns = No significativo al 0,05 de probabilidad.

lo sobreestima. En este sentido, la muestra tomada al final del ordeño, que representa la totalidad de la producción ordeñada, ofrece una estimación mediana del porcentaje de grasa de la leche, por lo que es el método preferido tanto para el ordeño de la mañana como para el de la tarde, ya que es el más fiable.

El intervalo de confianza también corrobora la diferencia entre el porcentaje de grasa en los distintos métodos de muestreo de la leche, donde los lugares en los que el intervalo de confianza se

solapa se consideran estadísticamente iguales. Esto es especialmente cierto para los primeros 30 días de lactación, cuando el contenido de grasa en los métodos de recogida final y total es estadísticamente el mismo tanto para el ordeño de la mañana como para el de la tarde.

Del mismo modo, se observaron diferencias estadísticas en el porcentaje de grasa de la leche entre el ordeño de la mañana y el de la tarde, cuando se analizaron según los métodos de muestreo y el período de lactación (Figura 4).

Figura 3

Porcentaje de grasa en la leche de vacas Pantaneiras para los métodos de muestreo (A- inicial, B- final y C- total), en función del ordeño matinal y vespertino y del tiempo de lactación, con las respectivas ecuaciones lineales ajustadas (\hat{y}) e intervalos de confianza (IC) al 95% de probabilidad

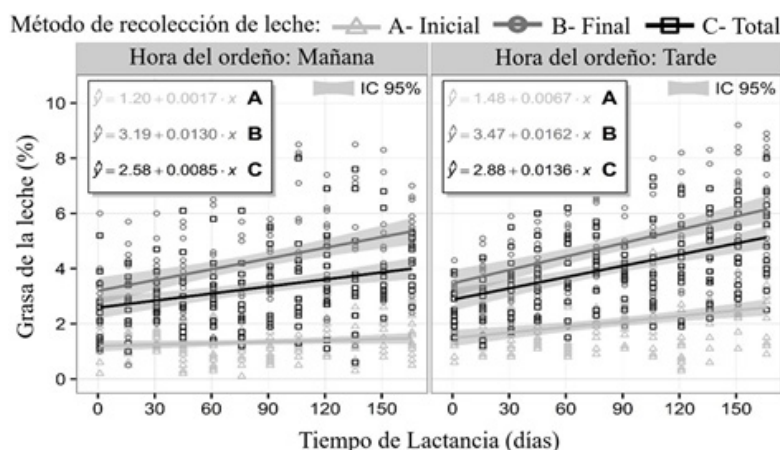
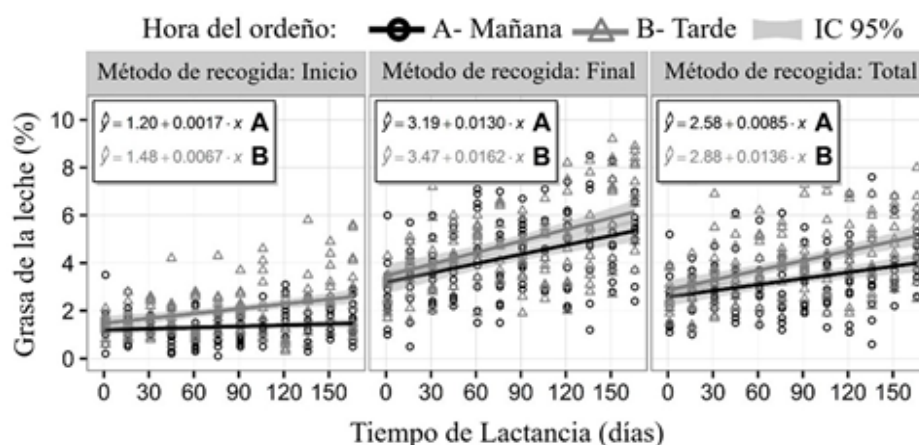


Figura 4

Porcentaje de grasa en la leche de vacas Pantaneiras durante el ordeño matinal (A) y vespertino (B), en función de los métodos de muestreo (inicial, final y total) y del tiempo de lactación, con las respectivas ecuaciones lineales (\hat{y}) ajustadas e intervalos de confianza (IC) al 95% de probabilidad



En este caso, el porcentaje de grasa en la leche difirió estadísticamente entre las dos horas de ordeño, mañana y tarde, para los métodos de recogida inicial y total. Sin embargo, como lo indica la Prueba de Identidad de Modelos, el porcentaje de grasa del método de recolección final no difirió entre los dos tiempos de ordeño. Por otro lado, el Intervalo de Confianza se superpone a los dos tiempos de ordeño para el método de recolección final, mostrando que son estadísticamente equivalentes.

De esta forma, se puede suponer que, aunque la fracción inicial de ordeño tiene un menor contenido en grasa dentro de la ración total, es esta fracción la que registra la mayor variación porcentual de grasa a lo largo del día, mostrando la mayor variación por la tarde.

Esto tiene un impacto directo en la concentración total de grasa, ya que la porción final tiende a no variar significativamente.

CONCLUSIONES

La leche de las vacas Pantaneira presentó variaciones significativas en el porcentaje de grasa, identificándose los niveles más bajos al inicio y los más altos al final del ordeño. Considerablemente, la muestra recogida de este rebaño después del ordeño completo mostró la mejor estimación de grasa, lo que sugiere su preferencia para los análisis de laboratorio.

Además, se observó que las muestras del periodo vespertino tenían un mayor contenido de grasa en comparación con las del periodo matutino. A medida

que avanzaba la fase de lactación, se producía un aumento continuo de la concentración de grasa, que alcanzaba su punto máximo al final de la lactogénesis.

REFERENCIAS

- Aganga, A.A., Amarteifio, J.O. & Nkile, N. (2024). Effect of stage of lactation on nutrient composition of Tswana sheep and goat's milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15(5), 533-543, 2002. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889157502910616?via%3Dihub>
- Aguilar, E.A.M., Jiménez, R.J., Sandoval, J.C.V., Cordon, L.F.C., Morales, J.F.C., López, M.W.O. & Chúa, A.C.M. (2024). Evaluación de la producción y calidad de la leche en vacas criollas barroso en Chiquimulilla, Santa Rosa, Guatemala. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(2), e68967. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n2-019>
- Biazolli, W., Oliveira, M.V.M., Luz, D.F., Seno, L.O., Wanderley, A.M., Lima, P.G.L., Fernandes, T. & Vargas Junior, F.M. (2020). Milk potential of Pantaneira cows, a local breed, at organic system. *Animals*, 10(6), 1079-1087. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32585807/>
- Bolivar, F. (2021). A vaca leiteira do século 21: lições de metabolismo e nutrição. *Faculdade de Veterinária Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil*, p.348. https://www.ufrgs.br/lacvet/site/wp-content/uploads/2021/10/vaca_leiteira_s.21.pdf
- Cabral, J.F., Silva, M.A.P., Carvalho, T.S., Brasi, R.B., Garcia J.C. & Nascimento, L.E.C. (2016). Relação

- da composição química do leite com o nível de produção, estágio de lactação e ordem de parição de vacas mestiças. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, 71(4), 244-255. <https://www.revistadoilct.com.br/rilct/article/view/536/420>
- Carvalhaes, P.M.P. (2022). Teor de gordura do leite de vacas leiteiras em diferentes sistemas de produção e métodos de análise. Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, GO, Brasil. Monografia, 15p. <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/3255>
- Carvalho, R.B. (2023). Aspectos nutricionais e bioquímicos que afetam a produção e composição química do leite de vaca. Universidade Federal do Norte do Tocantins, Campus Araguaína, TO, Brasil. Monografia, 45p. <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/6853>
- Chiodi, M.S., Luz, D.F. & Oliveira, M.V.M. (2022). Soja integral e desativada sobre consumo, digestibilidade e produção de leite em vacas Pantaneiras. *Revista RG News*, 8(1), 14-21. https://recursosgeneticos.org/Recursos/Arquivos/4._Soja_integral_desativada_sobre_consumo_digestibilidade_produ_o_leite.pdf
- Connolly, C., Yin, X. & Brennan, L. (2023). Impact of lactation stage on the metabolite composition of bovine milk. *Spectroscopy and Chromatography in Food and Environmental Analysis*, *Molecules*, MDPI, 28(18), 6608-6621. <https://www.mdpi.com/1420-3049/28/18/6608>
- Eberle, I.L., Freitas, F.M.N.O. & Figueiredo, R.S. (2023). Benefícios do leite de vaca em indivíduos saudáveis e suas possíveis reações alérgicas. *Revista Foco*, 16(12), 01-20. <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/3869>
- Franciscatti, P.M.L., Bonatti, F.K.Q., Oliveira, M.V.M., Luz, D.F. & Marcatti, G.E. (2021). Lactação de vacas da raça Pantaneira no Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, Brasil: Composição do leite, características da curva de lactação e ajuste de modelos. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 29(3-4), 129-138. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20210369425>
- González F.H.D. & Campos, R. (2003). Indicadores metabólico-nutricionais do leite. In: *Anais I Simpósio de Patologia Clínica e Veterinária da Região Sul do Brasil*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.31-47. <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13176/000386500.pdf>
- Harding, F. (1995). *Compositional quality: milk quality*. Glasgow: Blackie Academic Professional, London, England. p.166. https://openlibrary.org/works/OL19499557W/Milk_quality?edition=milkquality0000unse
- Hutchinson, A.N., Tingö, L. & Brummer, R.J. (2020). The potential effects of probiotics and Ω -3 fatty acids on chronic low-grade inflammation. *PubMed, Nutrients-MDPI* 12(8), 2402-2417. <https://www.mdpi.com/2072-6643/12/8/2402>
- Kostovska, R., Horan, B., Drouin, G., Tobin, J.T., O'Callaghan, T.F., Kelly, A.L. & Gómez-Mascaraque, L.G. (2024). Effects of multispecies pasture diet and cow breed on milk composition and quality in a seasonal spring-calving dairy production system. *Journal of Dairy Science*, 107(12), 10.256-10.267. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030224010014>
- Luz, D.F. & Oliveira, M.V.M. (2022). Avaliação físico-química do leite pasteurizado e cru refrigerado na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. *Revista Pantaneira*, 21, 1-11. <https://periodicos.ufms.br/index.php/revpan/article/view/17646/12192>
- Luz, D.F., Silva, T.F., Marciel, S.F. & Oliveira, M.V.M. (2020). Incidência de *Salmonella ssp* e *Staphylococcus aureus* no leite de vacas da raça Pantaneira. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 3(3), 973-982. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/12679>
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil (2018). Regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Instrução Normativa nº77. *Diário Oficial da União*, n.30. Edição 230, Seção 1, p.10. <https://wp.ufpel.edu.br/inspleite/files/2018/12/INSTRU%C3%87%C3%83O-NORMATIVA-N%C2%BA-77.2018.pdf>
- Moura Junior, R.C.O. (2024). Eficiência alimentar em vacas em lactação primíparas e múltiparas. Universidade Federal de Uberlândia, MG, Brasil. Monografia, p.35. <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/43951>
- Olika, C.D. (2021). Review on effect of nutrition on milk composition and yield of dairy cows. *European Journal of Science, Innovation*

- and Technology, 1(2), 16-23. https://www.researchgate.net/publication/352900671_Review_on_Effect_of_Nutrition_on_Milk_Composition_and_Yield_of_Dairy_Cows
- Oliveira, L. Fatores que afetam a qualidade do leite. (2023). Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, GO, Brasil. Monografia. https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3754/1/tcc_Leonardo%20Amorim%20de%20Oliveira.pdf
- Oliveira, N.C. (2015). Potencial leiteiro de vacas da raça Pantaneira mantidas em regime de pastoreio e suplementadas com farinha de bociúva (*Acrocomia aculeata*). Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, MS, Brasil. Dissertação, 63p. <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/767>
- Perucci, G.F. Longevidade de vacas leiteiras: análise bibliográfica. (2024). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Campus Jaboticabal, SP, Brasil. Monografia, p.46. <https://hdl.handle.net/11449/256041>
- Reis, C.L., Alves, A.A., Lana, A.M.Q., Coelho, S.G., Souza, M.R., Cerqueira, M.M.O.P., Penna, C.F.A.M. & Mendes, E.D.M. (2007) Procedimentos de coleta de leite cru individuais e sua relação com a composição físico-química e a contagem de células somáticas. *Ciência Rural*, 37(4), 1134-1138. <https://www.scielo.br/j/cr/a/BK8Y5jQYXRLJqtxqng/?format=pdf&lang=pt>
- Rashid, M., Aboshady, H.M. Agamy, R. & Archimede, H. (2024). Milk production and composition in warm-climate regions: a systematic review and meta-analysis. *Tropical Animal Health and Production*, 56, 382-403. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11250-024-04214-5>
- Siqueira, I.M.B.J., Godinho, A.P.K., Oliveira, E.C.V., Madruga, F.P., Taconeli, C.A. & Almeida, C.C.B. (2022). Consumption of food groups and associated factors among children aged 6 to 23 months. *Revista Paulista de Pediatria*, 40, 01-09. <https://www.scielo.br/j/rpp/a/7DKTFpggPdn5X7x9QCWbbMC/>
- Zongo, K., Krishnamoorthy, S., Moses, J.A., Yazici, F., Çon, A.H. & Anandharamakrishnan, C. (2021). Total conjugated linoleic acid content of ruminant milk: The world status insights. *Food Chemistry*, Elsevier, 334, 127.555. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620314175>