

PERFIL PROTEICO EN VACAS LACTANTES EN DIFERENTES FASES DE PRODUCCIÓN

PROTEIN PROFILE IN LACTATING COWS AT DIFFERENT PRODUCTION PHASES

Autores: ¹Damaris Alejandra Sánchez Herrera, ²Jean Pierre Delgado Miranda, ³José Rubén Párraga Zambrano y ⁴Tommy Francisco Cueva Navia.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-2543-1549>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-0547-8269>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5976-0168>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5995-1730>

¹E-mail de contacto: damaris.sanchez@espam.edu.ec

²E-mail de contacto: jean.delgado@espam.edu.ec

³E-mail de contacto: jrparraga@espam.edu.ec

⁴E-mail de contacto: tommy.cueva@espam.edu.ec

Afiliación: ^{1*2*3*4*}Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (Ecuador).

Artículo recibido: 24 de Septiembre del 2025

Artículo revisado: 25 de Septiembre del 2025

Artículo aprobado: 8 de Noviembre del 2025

¹Estudiante de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (Ecuador).

²Estudiante de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (Ecuador).

³Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (Ecuador).

⁴Docente de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, (Ecuador).

Resumen

El presente estudio evaluó el perfil proteico en vacas lactantes según el número de partos y las fases de producción. Se realizó un estudio experimental con 12 vacas, distribuidas en primíparas, secundíparas y múltiparas. Se aplicó un diseño factorial mixto con medidas repetidas, considerando la paridad como factor entre sujetos y los tiempos de muestreo (−30 días preparto, +30, +60 y +120 días postparto) como factor intra-sujeto. Los resultados mostraron que la paridad no tuvo efecto significativo sobre proteína total (7.15 ± 1.55 g/dL, $p = 0.60$), albúmina (3.21 ± 0.63 g/dL, $p = 0.58$) ni urea (26.51 ± 8.82 g/dL, $p = 0.90$). En cambio, las fases de lactancia provocaron variaciones relevantes: la albúmina disminuyó a los 30 días postparto ($2.52\text{--}2.66$ g/dL) con recuperación progresiva a los 60–120 días ($2.93\text{--}3.38$ g/dL); la proteína total bajó a los 30 días ($6.03\text{--}6.56$ g/dL) y aumentó a los 60 días ($7.51\text{--}8.43$ g/dL); la urea presentó incrementos a los 60 días ($33.06\text{--}38.10$ g/dL) y se estabilizó a los 120 días ($22.53\text{--}28.07$ g/dL). En conclusión, la fase fisiológica fue el principal factor que influyó en el perfil proteico, mientras que la paridad no mostró efecto significativo. Estos resultados resaltan la

importancia de ajustar el manejo nutricional y sanitario según la etapa de la lactancia para optimizar la salud y productividad del hato.

Palabras clave: Albúmina, Paridad, Proteína plasmática, Urea, Vacas.

Abstract

This study evaluated the protein profile in lactating cows according to parity and production stages. A total of 12 cows, classified as primiparous, secundiparous, and multiparous, were included in an experimental study. A mixed factorial design with repeated measures was applied, considering parity as the between-subject factor and sampling times (−30 days prepartum, +30, +60, and +120 days postpartum) as the within-subject factor. Parity did not have a significant effect on total protein (7.15 ± 1.55 g/dL, $p = 0.60$), albumin (3.21 ± 0.63 g/dL, $p = 0.58$), or urea (26.51 ± 8.82 g/dL, $p = 0.90$). In contrast, lactation stages induced relevant variations: albumin decreased at 30 days postpartum ($2.52\text{--}2.66$ g/dL) with a progressive recovery at 60–120 days ($2.93\text{--}3.38$ g/dL); total protein dropped at 30 days ($6.03\text{--}6.56$ g/dL) and increased at 60 days ($7.51\text{--}8.43$ g/dL); urea increased at 60 days ($33.06\text{--}38.10$ g/dL) and stabilized at 120 days ($22.53\text{--}28.07$ g/dL). In conclusion,

physiological stage was the main factor influencing the protein profile, while parity had no significant effect. These findings highlight the importance of adjusting nutritional and health management according to lactation stage to optimize herd health and productivity.

Keywords: Albumin, Parity, Plasma Protein, Urea, Cows.

Sumário

Este estudo avaliou o perfil proteico em vacas lactantes de acordo com a paridade e as fases de produção. Um estudo experimental foi conduzido com 12 vacas, divididas em grupos primíparas, secundaristas e múltiparas. Foi aplicado um delineamento fatorial misto com medidas repetidas, considerando a paridade como fator entre sujeitos e os tempos de amostragem (−30 dias pré-parto, +30, +60 e +120 dias pós-parto) como fator intra-sujeitos. Os resultados mostraram que a paridade não teve efeito significativo sobre a proteína total ($7,15 \pm 1,55$ g/dL, $p = 0,60$), albumina ($3,21 \pm 0,63$ g/dL, $p = 0,58$) ou ureia ($26,51 \pm 8,82$ g/dL, $p = 0,90$). Em contraste, as fases da lactação causaram variações significativas: a albumina diminuiu aos 30 dias pós-parto ($2,52$ – $2,66$ g/dL) com recuperação progressiva entre 60 e 120 dias ($2,93$ – $3,38$ g/dL); a proteína total diminuiu aos 30 dias ($6,03$ – $6,56$ g/dL) e aumentou aos 60 dias ($7,51$ – $8,43$ g/dL); a ureia apresentou aumento aos 60 dias ($33,06$ – $38,10$ g/dL) e estabilizou-se aos 120 dias ($22,53$ – $28,07$ g/dL). Em conclusão, a fase fisiológica foi o principal fator que influenciou o perfil proteico, enquanto a paridade não apresentou efeito significativo. Esses resultados destacam a importância do ajuste do manejo nutricional e sanitário de acordo com o estágio da lactação para otimizar a saúde e a produtividade do rebanho.

Palavras-chave: Albumina, Paridade, Proteína plasmática, Ureia, Vacas.

Introducción

En los sistemas de producción lechera intensiva, la selección genética orientada hacia altos niveles de producción ha incrementado la

incidencia de trastornos metabólicos en vacas lactantes, afectando su salud, eficiencia reproductiva y rentabilidad del hato. Ante este contexto, la monitorización del perfil metabólico y proteico en las distintas fases de producción se considera una herramienta clave para la prevención y el manejo de desequilibrios fisiológicos (Gómez et al., 2013). Muchos de estos trastornos derivan de un desbalance entre la ingesta de nutrientes, su biotransformación y los egresos metabólicos, los cuales se manifiestan inicialmente como alteraciones bioquímicas y posteriormente como reducciones productivas o predisposición a patologías (Moreyra, 2019). El perfil proteico comprende las concentraciones sanguíneas de proteínas totales, globulinas, albuminas, urea y enzimas hematológicas. Las proteínas totales, con valores de referencia entre 6.7 y 7.5 g/dL, son esenciales para mantener la presión osmótica y la función inmunológica (González y Silva, 2006; Kaneko et al., 2008). La albúmina, con rangos normales de 3.0 a 3.5 g/dL, desempeña un papel fundamental en el transporte de ácidos grasos, hormonas y vitaminas (Cozzi et al., 2011). La urea, por su parte, refleja el estado proteico-energético del animal; valores bajos indican dietas deficientes en proteína, mientras que niveles elevados pueden asociarse a un exceso de nitrógeno o dietas desbalanceadas (Herdt, 2000; Roseler et al., 1993; Contreras et al., 2012).

Durante el período de transición (−30 a +30 días alrededor del parto), las vacas experimentan adaptaciones metabólicas que priorizan la producción de leche. Si estos ajustes fisiológicos se alteran, pueden surgir trastornos como hipocalcemia, cetosis o metritis (Varas y Menge, 2017). En esta etapa, la evaluación de parámetros como albúmina, urea y proteínas totales se vuelve fundamental para prevenir desequilibrios metabólicos y mejorar la

eficiencia productiva (Chacha et al., 2022). Asimismo, Kerwin et al. (2022) destacan que el período de transición representa una fase crítica por el intenso estrés metabólico y fisiológico que enfrentan las vacas lecheras. De igual manera, Matthews et al. (2012) y Dancy et al. (2019) señalan que durante estas semanas se producen cambios hormonales, inmunológicos y nutricionales decisivos para la salud y la productividad. Además, una excreción excesiva de urea indica un uso ineficiente del nitrógeno, afectando la salud animal y generando impactos ambientales en el suelo, el agua y el aire (Froldi et al., 2022). En la región Costa del Ecuador, particularmente en el cantón Tosagua (Manabí), la producción lechera bajo sistemas de libre pastoreo se ve condicionada por la estacionalidad climática. Durante la época seca, la disponibilidad y calidad de los forrajes disminuye, afectando el balance proteico y reduciendo la producción de leche (Brandstetter et al., 2017; Herbut et al., 2019). Estas condiciones refuerzan la necesidad de estudiar el perfil proteico en vacas lactantes según la fase de producción y el número de partos, con el fin de identificar variaciones metabólicas y proponer estrategias nutricionales adecuadas a las condiciones tropicales. Analizar los indicadores de proteína total, albúmina y urea permite detectar alteraciones metabólicas y orientar decisiones de manejo que optimicen la salud, la productividad y la sostenibilidad de los sistemas lecheros de la región.

El objetivo del presente estudio, fue evaluar el perfil proteico en vacas lactantes según el número de partos y fases de producción, analizando el efecto de la paridad sobre las concentraciones de proteínas totales, albúmina y urea, y comparando las variaciones del perfil proteico en preparto y postparto (+30, +60 y +120 días).

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en la Hacienda Los Pozos, ubicada en el sitio Los Pozitos, parroquia Tosagua, cantón Tosagua, provincia de Manabí, Ecuador a una altitud aproximada de 18 metros sobre el nivel del mar. Su localización geográfica corresponde a una latitud de 0°41'52.0" sur y una longitud de 80°18'04.5" oeste (Google Maps, 2024). La ganadería está conformada por vacas mestizas Bos indicus (GYR, Girolando Girsey y Guzerat). El mestizaje de las vacas criollas se inició con toros puros de registros como Tabú, Delegado, Jaguar, y desde hace 4 años se continuo con programas de mejoramiento genético a través de la inseminación artificial. Con base en la disponibilidad de animales de la hacienda, se seleccionaron 12 vacas adultas requeridas para el estudio siguiendo criterios descritos por Benavides et al. (2018). En relación a la alimentación, se llevó un registro de los primeros 30 días antes del parto y posteriormente a los 30, 60 y 120 días postparto. Las vacas recorrieron entre 2 y 3 km diarios, dependiendo de la disponibilidad de forraje y las condiciones ambientales, el desplazamiento diario del ganado varía según el estado fisiológico y el sistema de manejo, con consumo de pastos nativos complementados con arbustivas como leucaena (*Leucaena leucocephala*), algarrobo (*Prosopis juliflora*) y samán (*Samanea saman*), además de leguminosas forrajeras como lentejilla (*Aeschynomene americana*) y maníillo (*Arachis pintoi*).

El ordeño se realizó una vez al día, mediante el método ternero en pie, a las 5:30 am. Según la recomendación del propietario, las muestras se tomaron inmediatamente después del ordeño, no se suplementó (alimento balanceado) durante el ordeño, se administraba (200gr por animal por día) de Foscasal leche, un

suplemento mineral. Además, se utilizaba Vigantol AD3E vía inyectable IM en dosis de 5 ml por animal cada tres meses, y Catosal un tónico metabólico que contiene butafosfán (100 mg/mL) y cianocobalamina (vitamina B12, 50 µg/mL), en dosis de 20 ml vía IM por tres días seguidos, cada tres meses, para contribuir con la salud metabólica del animal, el consumo de agua se cubrió mediante albarradas y bunques, como fuentes principales de abastecimiento hídrico (Quinteros et al., 2017).

Se trabajó con un total de 12 vacas de acuerdo a Benavides et al. (2018) en producción, distribuidas equitativamente según número de parto: cuatro vacas primíparas (primer parto), cuatro secundíparas (segundo parto) y cuatro múltiparas (tercer parto). Las primeras muestras se realizaron, 30 días antes de la fecha prevista de parto, las siguientes a los 30, 60 y 120 días postparto y después del ordeño. Se extrajeron aproximadamente 4 ml de sangre por cada vaca, mediante punción en la vena coccígea, realizándose el procedimiento durante 4 meses consecutivos en las 12 vacas del estudio, lo que representó un volumen total de 192 ml en 48 muestras, utilizando tubos anticoagulante (tapa lila BD Vacutainer® Aditivo K2 EDTA creada en EEUU), las muestras de sangre obtenidas fueron debidamente rotuladas y conservadas en una hielera a 5 a 7°C, y trasladadas al Laboratorio de Química de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, donde se realizó los procesos de centrifugación (Dynac® 297C USA) a 4000 rpm por 10 min, para la separación del suero (Madreseh y Dehghani, 2020). Se retiraron 25 µL de plasma sanguíneo, los cuales se colocaron en cubetas para espectrofotometría. Para cada ensayo, se mezclaron 1,75 ml del reactivo correspondiente del kit (Wiener Lab Proti 2 y Spinreact Urea líquida) con la muestra. Las mezclas para la determinación de albúmina

se dejaron reposar a temperatura de laboratorio (aproximadamente 17 a 22 °C) durante 15 min, mientras que las mezclas para la determinación de proteína total y urea se incubaron en baño maría a 37 °C durante 15 min. Posteriormente, todas las muestras se analizaron en un espectrofotómetro a 560 nm utilizando el analizador Genesis® 10 UV, y las concentraciones de las variables se calcularon mediante espectrofotometría UV-visible.

Se empleó un diseño factorial mixto (between por within; medidas repetidas). El factor entre-sujetos A (Paridad) tiene 3 niveles, con 4 vacas por nivel, para un total de $S = 12$ vacas; el factor intra-sujeto B (Tiempo) tiene 4 niveles (30 días preparto, 30 días post, 60 días post, 120 días post). La respuesta de la k -ésima vaca i en el tiempo j se modela como $Y_{kij} = \mu + \alpha_i + \tau_j + [(\alpha\tau)]_{ij} + s_{(k(i))} + \varepsilon_{kij}$, donde μ es la media global, α_i y τ_j son efectos fijos de Paridad y Tiempo, $[(\alpha\tau)]_{ij}$ es la interacción fija entre Paridad y Tiempo, $s_{(k(i))} \sim N(0, \sigma_s^2)$ es el efecto aleatorio entre vacas dentro de Paridad y ε_{kij} es el residuo con una estructura de covarianza adecuada para medidas repetidas (por ejemplo AR(1) o Compounding Symmetry). Se realizó estadística descriptiva (n , media, desviación estándar, mediana, mínimo y máximo) para cada nutriente (proteína, albúmina, urea) en función del número de partos. Posteriormente, se evaluó la existencia de diferencias entre grupos mediante ANOVA de un factor, verificando el supuesto de homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. En caso de incumplimiento de supuestos, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal–Wallis. Asimismo, se estimó el tamaño del efecto (η^2) para valorar la magnitud práctica de las diferencias encontradas. Las pruebas se realizaron considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$. Los análisis permiten

no solo detectar diferencias estadísticas entre partos, sino también estimar la relevancia biológica y productiva de los cambios en metabolitos proteicos.

Resultados y Discusión

Se evaluaron las concentraciones plasmáticas de proteína total, albúmina y urea en vacas de primíparas (un parto), secundíparas (dos partos) y múltiparas (tercer parto), muestreándose 30 días antes del parto y 30, 60, 120 días después del parto, con el fin de determinar el efecto de la paridad sobre el perfil proteico. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Concentraciones medias ($\pm$ EE) de proteína total, albúmina y urea plasmática según número de partos

Nutrien te	N_Tot al	Med ia	SD	Media na	Min	Max	F	ANOVA _p	Eta ²
Proteín a	48.00	7.15	1.5 5	7.15	3.2 6	11.8 2	0.5 1	0.60	0.0 2
Albúmi na	48.00	3.21	0.6 3	3.25	1.9 4	4.67	0.5 4	0.58	0.0 2
Urea	48.00	26.5 1	8.8 2	27.22	7.3 6	42.8 3	0.1 0	0.90	0.0 0

Fuente: elaboración propia

La Tabla 1 presenta los estadísticos descriptivos y los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para los tres metabolitos sanguíneos evaluados: proteína total, albúmina y urea, considerando un total de 48 observaciones para cada variable. En el caso de la proteína total, se obtuvo un valor medio de 7.15 g/dL, con una desviación estándar de 1.55, una mediana de 7.15 y un rango entre 3.26 y 11.82 g/dL, lo que refleja una distribución bastante homogénea entre las muestras analizadas. Para albúmina, la concentración promedio fue de 3.21 g/dL, con desviación estándar de 0.63, mediana de 3.25, y valores mínimos y máximos de 1.94 y 4.67 g/dL, respectivamente. La menor dispersión de esta variable indica una distribución estable en comparación con proteína y urea. Por su parte, la urea presentó un valor medio de 26.51 g/dL, con desviación estándar de 8.82, mediana de

27.22, y un rango comprendido entre 7.36 y 42.83 g/dL. Si bien evidencia una mayor variabilidad que las otras variables, los valores se mantienen dentro de un rango razonable, sin la presencia de valores atípicos extremos que puedan distorsionar el análisis. En relación con los resultados del ANOVA, ninguna de las variables mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos. Para proteína total se obtuvo $F = 0.51$, $p = 0.60$, $\eta^2 = 0.02$, lo que indica un tamaño de efecto pequeño. Para albúmina, $F = 0.54$, $p = 0.58$, $\eta^2 = 0.02$, también sin diferencias significativas. Finalmente, para urea, $F = 0.10$, $p = 0.90$, $\eta^2 = 0.00$, confirmando la ausencia total de efecto entre grupos. Estos resultados reflejan que, en conjunto, los niveles de los tres metabolitos se mantuvieron relativamente constantes entre los grupos evaluados, sin cambios estadísticamente relevantes.

Evolución según fases de lactancia

Las Tablas 2, 3 y 4 muestran la dinámica de proteína total, albúmina y urea en función de la fase de lactancia y el número de partos.

Tabla 2. Concentraciones proteicas según fases y número de partos (g/dL)

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
30 días pre	7.15 g/dL $\pm$ 0.62 g/dL (med = 7.21) [n=4]	6.88 g/dL $\pm$ 1.36 g/dL (med = 7.27) [n=4]	7.53 g/dL $\pm$ 1.27 g/dL (med = 7.38) [n=4]
30 días post	6.03 g/dL $\pm$ 1.09 g/dL (med = 5.72) [n=4]	6.04 g/dL $\pm$ 0.50 g/dL (med = 5.93) [n=4]	6.56 g/dL $\pm$ 1.32 g/dL (med = 6.38) [n=4]
60 días post	7.59 g/dL $\pm$ 0.74 g/dL (med = 7.57) [n=4]	7.51 g/dL $\pm$ 1.49 g/dL (med = 8.00) [n=4]	8.43 g/dL $\pm$ 0.43 g/dL (med = 8.50) [n=4]
120 días post	6.70 g/dL $\pm$ 0.52 g/dL (med = 6.73) [n=4]	9.28 g/dL $\pm$ 2.01 g/dL (med = 9.02) [n=4]	6.15 g/dL $\pm$ 2.98 g/dL (med = 5.53) [n=4]

Fuente: elaboración propia

La Tabla 2 muestra las concentraciones de proteína sérica según fases y número de partos (g/dL). En los primeros dos momentos de evaluación, los valores se mantienen relativamente estables entre los grupos, con medias cercanas a 7.15 g/dL en los 30 días preparto y entre 6.03 y 6.56 g/dL a los 30 días

postparto, lo que indica una estabilidad inicial en los niveles proteicos tras el parto. A los 60 días postparto, se observa un aumento en los niveles de proteína en los tres grupos, destacando el grupo 3, que alcanza un valor medio de 8.43 g/dL, superior al de los otros grupos. Este incremento podría reflejar la recuperación del balance proteico conforme avanza la lactancia. Finalmente, a los 120 días postparto, se evidencia una divergencia más marcada entre los grupos: el grupo 2 presenta la media más alta (9.28 g/dL), mientras que el grupo 3 muestra una disminución notable (6.15 g/dL). Estos resultados sugieren que existe una interacción entre el número de partos y el momento de la lactancia sobre el metabolismo proteico, afectando de manera diferente la evolución de los niveles de proteína sérica en cada grupo. Los datos reflejan que, aunque los niveles proteicos son relativamente estables en las fases iniciales, las diferencias observadas en las fases posteriores podrían estar asociadas con factores fisiológicos relacionados con el número de partos y la recuperación nutricional durante la lactancia.

Tabla 3. Concentraciones de albumina según fases y número de partos (g/dL)

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
30 días pre	3.81 g/dL $\pm$ 0.21 g/dL (med = 3.85) [n=4]	3.99 g/dL $\pm$ 0.71 g/dL (med = 4.23) [n=4]	4.12 g/dL $\pm$ 0.40 g/dL (med = 4.04) [n=4]
30 días post	2.62 g/dL $\pm$ 0.21 g/dL (med = 2.64) [n=4]	2.66 g/dL $\pm$ 0.40 g/dL (med = 2.70) [n=4]	2.52 g/dL $\pm$ 0.54 g/dL (med = 2.44) [n=4]
60 días post	3.13 g/dL $\pm$ 0.55 g/dL (med = 3.35) [n=4]	3.38 g/dL $\pm$ 0.22 g/dL (med = 3.31) [n=4]	2.93 g/dL $\pm$ 0.44 g/dL (med = 2.92) [n=4]
120 días post	3.10 g/dL $\pm$ 0.25 g/dL (med = 3.17) [n=4]	3.36 g/dL $\pm$ 0.04 g/dL (med = 3.36) [n=4]	2.95 g/dL $\pm$ 0.32 g/dL (med = 3.05) [n=4]

Fuente: elaboración propia

La Tabla 3 muestra las concentraciones de albúmina según fases y número de partos (g/dL). En los 30 días preparto, se observa cierta variabilidad entre los grupos: el grupo 3 presenta la media más alta (4.12 g/dL) y una dispersión mayor, mientras que los grupos 1 y 2

se mantienen más homogéneos, con valores cercanos a 3.81–3.99 g/dL. A los 30 días postparto, todos los grupos presentan una disminución de albúmina, con medias entre 2.52 y 2.66 g/dL, reflejando la caída fisiológica típica de este metabolito en el periodo inmediato después del parto. En las fases posteriores, 60 y 120 días postparto, los niveles de albúmina tienden a estabilizarse, con valores medios aproximados entre 2.93 y 3.38 g/dL, mostrando una recuperación progresiva hacia rangos cercanos a los observados antes del parto. Estos resultados sugieren que la albúmina sérica sufre una caída significativa en el periodo temprano postparto, seguida de una recuperación gradual, y que la variabilidad entre grupos es más evidente en los valores preparto y disminuye conforme avanza la lactancia.

Tabla 4. Concentraciones de urea según fases y número de partos (g/dL)

	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
30 días pre	15.37 g/dL $\pm$ 5.51 g/dL (med = 16.67) [n=4]	15.29 g/dL $\pm$ 6.43 g/dL (med = 15.54) [n=4]	24.92 g/dL $\pm$ 13.03 g/dL (med = 26.99) [n=4]
30 días post	27.32 g/dL $\pm$ 2.12 g/dL (med = 27.35) [n=4]	28.35 g/dL $\pm$ 1.11 g/dL (med = 28.16) [n=4]	27.60 g/dL $\pm$ 2.83 g/dL (med = 27.45) [n=4]
60 días post	33.73 g/dL $\pm$ 7.43 g/dL (med = 34.44) [n=4]	38.10 g/dL $\pm$ 4.47 g/dL (med = 38.33) [n=4]	33.06 g/dL $\pm$ 5.72 g/dL (med = 33.12) [n=4]
120 días post	28.07 g/dL $\pm$ 9.70 g/dL (med = 26.75) [n=4]	22.53 g/dL $\pm$ 7.02 g/dL (med = 20.27) [n=4]	23.82 g/dL $\pm$ 5.25 g/dL (med = 23.95) [n=4]

Fuente: elaboración propia

La Tabla 4 muestra las concentraciones de urea según fases y número de partos (g/dL). En los 30 días preparto, los valores se mantienen dentro de rangos moderados y fisiológicamente esperables, con medias de 15.29–24.92 g/dL y mayor dispersión en el grupo 3. A los 30 días postparto, se observa un incremento en todos los grupos, alcanzando valores medios de 27.32–28.35 g/dL, lo que refleja la respuesta fisiológica del metabolismo proteico y nitrogenado tras el parto. En la fase de 60 días postparto, los niveles de urea continúan elevándose, con medias entre 33.06 y 38.10

g/dL, siendo el grupo 2 el que presenta la mayor concentración, evidenciando una variabilidad moderada entre grupos en esta etapa. Finalmente, a los 120 días postparto, los valores tienden a estabilizarse, con medias de 22.53–28.07 g/dL, mostrando una ligera disminución respecto a los 60 días, pero aún por encima de los niveles iniciales. Estos resultados indican que los niveles de urea presentan oscilaciones asociadas a la fase postparto, reflejando la influencia del metabolismo nitrogenado y la recuperación fisiológica de los animales a lo largo del periodo de lactancia.

El análisis del perfil proteico en vacas lactantes permitió identificar que la paridad no tuvo un efecto significativo sobre las concentraciones plasmáticas de proteína total, albúmina y urea, lo que coincide con lo reportado por González et al. (2021), quienes indican que, bajo condiciones de manejo nutricional estable, el número de partos no genera diferencias marcadas en los parámetros bioquímicos, ya que las vacas mantienen mecanismos de compensación metabólica que permiten conservar su equilibrio fisiológico. Sin embargo, sí se observaron variaciones importantes asociadas con la fase de lactancia, lo que demuestra que el estado fisiológico de la vaca influye directamente en el metabolismo proteico. Durante el postparto temprano (30 días), las vacas presentaron una disminución en las concentraciones de albúmina y proteína total, coincidiendo con lo descrito por Cozzi et al. (2011) y Chacha et al. (2022), quienes mencionan que este descenso se relaciona con el balance energético negativo característico de esta etapa. En este periodo, los aminoácidos son dirigidos principalmente hacia la síntesis de leche, reduciendo la disponibilidad de proteínas plasmáticas (Kaneko et al., 2008). Además, el parto y el inicio de la lactancia generan una respuesta inflamatoria que también puede

disminuir la albúmina sérica, ya que esta proteína actúa como marcador negativo de fase aguda (Varas y Menge, 2017).

A medida que la lactancia avanza, especialmente hacia los 60 y 120 días postparto, se observa una recuperación progresiva de la albúmina y la proteína total, lo cual refleja una mejor adaptación metabólica y una mayor disponibilidad energética. Esto coincide con los hallazgos de Herrera et al. (2018) y Moreyra (2019), quienes sostienen que, una vez superada la fase de mayor exigencia metabólica, las vacas restablecen la capacidad hepática para la síntesis de proteínas y normalizan los indicadores bioquímicos. La estabilización de la proteína total en estos días también sugiere un equilibrio entre la síntesis y degradación proteica, favorecido por una mejor oferta nutricional y menor demanda de nutrientes para la producción láctea (Gómez et al., 2013). Respecto a la urea plasmática, los valores mostraron un incremento entre los 30 y 60 días postparto, seguido de una disminución hacia los 120 días. Este patrón refleja los ajustes metabólicos propios del uso del nitrógeno y coincide con los resultados obtenidos por Contreras et al. (2012) y Herdt (2000), quienes explican que concentraciones elevadas de urea pueden deberse a una ineficiente utilización del nitrógeno ruminal, cuando las dietas son ricas en proteína soluble, pero con déficit energético. Esta situación es común en sistemas de pastoreo tropical, como los presentes en la Costa ecuatoriana, donde la calidad del forraje varía según la época del año (Brandstetter et al., 2017; Uvidia et al., 2024). La disminución observada a los 120 días podría indicar una mejor sincronización entre la energía y el nitrógeno disponible en el rumen, permitiendo un metabolismo proteico más eficiente y una reducción del exceso de urea plasmática (Froldi et al., 2022).

En cuanto a la influencia de la paridad, aunque los resultados no mostraron diferencias estadísticas, se observaron ligeras variaciones en los metabolitos según el número de partos. Las vacas multíparas tendieron a presentar valores más altos y variables, lo cual puede atribuirse al desgaste fisiológico y a la mayor demanda energética acumulada de lactaciones previas (Matthews et al., 2012). Las primíparas, en cambio, mostraron perfiles más estables, posiblemente por su menor producción de leche y mejor respuesta adaptativa. Esto sugiere que, aunque el efecto de la paridad no fue significativo, puede influir de forma práctica en el rendimiento y en la eficiencia metabólica de las vacas. Los resultados del presente estudio refuerzan la importancia de monitorear el perfil proteico como herramienta de diagnóstico y prevención en los hatos lecheros. Tal como indican Gómez et al. (2013) y Kerwin et al. (2022), el seguimiento de estos indicadores permite detectar a tiempo desequilibrios nutricionales o metabólicos, y ajustar el manejo alimenticio según la fase productiva. En especial, el control de albúmina y urea resulta útil para evaluar el estado proteico y energético, ya que su alteración refleja deficiencias en la dieta o un metabolismo ruminal ineficiente (Herd, 2000; Contreras et al., 2012).

Asimismo, el estudio evidencia la necesidad de complementar el perfil proteico con otros marcadores metabólicos como los ácidos grasos no esterificados (NEFA), el β -hidroxibutirato (BHB), la glucosa, el calcio y enzimas hepáticas, que proporcionan una visión más completa del estado fisiológico de la vaca (Duque Quintero et al., 2011; Kerwin et al., 2022). Esta integración permitiría identificar con mayor precisión el balance energético, la función hepática y la eficiencia en el uso de nutrientes, aportando criterios sólidos para mejorar el manejo nutricional y sanitario de los

rebaños en condiciones tropicales. En conjunto, los resultados obtenidos indican que la fase de producción es el principal factor que modifica el perfil proteico en vacas lactantes, mientras que la paridad ejerce un efecto menor. Comprender estas variaciones fisiológicas permite ajustar los programas de alimentación y suplementación según el momento de la lactancia, contribuyendo a mejorar la salud, la productividad y la sostenibilidad de los sistemas lecheros de la región.

Conclusiones

Los resultados muestran que la paridad no influye significativamente en el perfil proteico de vacas lactantes, mientras que la fase de lactancia es el principal factor de variación, evidenciándose descensos de albúmina en el postparto temprano, aumento de proteína total hacia los 60 días y fluctuaciones de urea. Esto resalta la importancia de considerar la dinámica fisiológica en el manejo del hato. Se recomienda ampliar el tamaño muestral y reforzar el muestreo en el postparto para mejorar la detección de efectos modestos, además de incorporar variables de nutrición y salud. El uso de análisis multivariados que integren otros marcadores metabólicos como NEFA, BHB, glucosa, calcio y enzimas hepáticas permitiría identificar patrones metabólicos más completos y generar recomendaciones prácticas para optimizar el manejo y monitoreo productivo en la Costa del Ecuador.

Referencias Bibliográficas

- Benavides, Y., Tachad, E., Campillo, J., Pinto, C., y Martínez, N. (2018). Perfil proteico en vacas lactantes y novillas de vientre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 10(2), 179–183.
https://www.researchgate.net/publication/328044496_Perfil_proteico_en_vacas_lactantes_y_novillas_de_vientre

- Brandstetter, E., Costa, K., Silva, M., Araújo, F., Silva, V., Neves, R., Souza, W., y Oliveira, I. (2017). Production and quality of Jiggs bermudagrass forage on Holstein cow milk production and quality parameters under an intermittent grazing system. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(4), 720–732. <https://doi.org/10.1139/CJAS-2016-0136>
- Chacha, F., Gherissi, D., Lamraoui, R., Bouzebda, F., y Bouzebda, Z. (2022). Evaluation of body condition, daily milk production and biochemical parameters during the postpartum period according to calving season in Montbeliard dairy cows reared in the semi-arid region–Algeria. *Veterinarska Stanica*, 53(6), 639–650. <https://doi.org/10.46419/vs.53.6.5>
- Contreras, P., Wittwer, F., y Böhmwald, H. (2012). Metabolismo del nitrógeno en rumiantes y su aplicación clínica. *Revista de Medicina Veterinaria*, 27(1), 23–36. <https://www.redalyc.org/journal/339/33970833004/>
- Cozzi, G., Ravarotto, L., Gottardo, F., Stefani, A., Contiero, B., Moro, L., Brscic, M., y Dalvit, P. (2011). Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *Journal of Dairy Science*, 94(8), 3895–3901. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3687>
- Duque, M., Olivera, M., y Rosero, R. (2011). Metabolismo energético en vacas durante la lactancia temprana y el efecto de la suplementación con grasa protegida. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(1), 74–82. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902011000100010
- Froldi, F., Lamastra, L., Trevisan, M., Mambretti, D., y Moschini, M. (2022). Environmental impacts of cow's milk in Northern Italy: Effects of farming performance. *Journal of Cleaner Production*, 363, 132600. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132600>
- Gómez, J., Londoño, L., y Madrid, V. (2013). El perfil metabólico como herramienta de monitoreo de la salud, la producción y la fertilidad en el hato lechero del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. *Revista Lasallista de Investigación*, 10(1), 38–48. <http://www.scielo.org.co/pdf/rlsi/v10n1/v10n1a05>
- González, F., y Silva, S. (2006). *Introdução à bioquímica clínica veterinária* (2.^a ed.). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- González, M., Pérez, J., y Rodríguez, L. (2021). Efecto de la paridad sobre el perfil bioquímico en vacas lecheras bajo manejo nutricional adecuado. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 32(2), 123–132. <https://doi.org/10.1186/s12917-021-03019-0>
- Herdt, T. (2000). Variability characteristics and test selection in herd-level nutritional and metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 16(2), 423–440. [https://doi.org/10.1016/S0749-0720\(15\)30110-9](https://doi.org/10.1016/S0749-0720(15)30110-9)
- Herbut, P., Angrecka, S., Godyń, D., y Hoffmann, G. (2019). The physiological and productivity effects of heat stress in cattle – A review. *Annals of Animal Science*, 19(3), 579–593. <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0011>
- Herrera, Y., Brunal, E., Campillo, J., y Rugeles, C. (2018). Perfil proteico en vacas lactantes y novillas de vientre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal (RECIA)*, 10(2), 179–183. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n2.2018.624>
- Kaneko, J., Harvey, J., y Bruss, M. (2008). *Clinical biochemistry of domestic animals* (6th ed.). Academic Press.
- Kerwin, A., Burhans, W., Mann, S., Tetreault, M., Nydam, D., y Overton, T. (2022). Transition cow nutrition and management strategies of dairy herds in the northeastern United States: Part I—Herd description and performance characteristics. *Journal of Dairy Science*, 105(6), 5327–5348. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20862>

Matthews, L., Cameron, C., Sheahan, A., Kolver, E., y Roche, J. (2012). Associations among dairy cow body condition and welfare-associated behavioral traits. *Journal of Dairy Science*, 95(5), 2595–2601. <https://doi.org/10.3168/jds.2011-4889>

Moreyra, A. (2019). *Perfiles metabólicos en bovinos lecheros* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Cayetano Heredia]. Repositorio Institucional UPCH. <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/8432>

Quinteros, O., Vargas, J., Barbona, I., y Marini, P. (2017). Indicadores metabólicos sanguíneos de genotipos lecheros en pastoreo de la provincia de Napo-Ecuador. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 119–130. <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.10>

Uvidia, H., Arias, P., Reyes, F., y Herrera, R. (2024). Análisis de los bancos de proteínas en la alimentación de la ganadería lechera en el Ecuador. *Revista Gaea*, 5(1), 1–15. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/n1/395>

Varas, P., y Menge, F. (2017). *Período de transición: Importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras*. Consorcio Lechero. <https://consorciolechero.cl/wp-content/uploads/2021/10/2-periodo-de-transicion>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Damaris Alejandra Sánchez Herrera, Jean Pierre Delgado Miranda, José Rubén Párraga Zambrano y Tommy Francisco Cueva Navia.

