



Fecha de recepción: 2023-08-07

Fecha de aceptación: 2023-09-07

Fecha de publicación: 2023-10-07

Inmunonutrición y modulación de respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores

Jhilmar Stenny Holguin Jaramillo

jhilmarstenny@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1630-3669>

Universidad Estatal Península de Santa Elena

Santa Elena - Ecuador

Resumen

La vulnerabilidad inmunológica en neonatos de especies menores, derivada de la inmadurez del sistema inmune y de deficiencias en la nutrición inicial, incrementa la incidencia de procesos inflamatorios e infecciosos. El objetivo fue analizar la incidencia de la inmunonutrición en la modulación de la respuesta inflamatoria, considerando el papel de la microbiota intestinal. Se aplicó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y alcance explicativo, utilizando información secundaria de organismos nacionales e internacionales, procesada mediante estadística descriptiva, ecuaciones estructurales y regresión multivariante. Los resultados evidenciaron que una adecuada ingesta de calostro y nutrientes funcionales reduce significativamente los marcadores inflamatorios, disminuye la incidencia de infecciones y mejora la estabilidad de la microbiota intestinal. Asimismo, se identificó que la microbiota actúa como variable mediadora clave entre la nutrición y la respuesta inmunológica. Estos hallazgos confirman que la inmunonutrición fortalece la respuesta inmune y mejora la condición sanitaria neonatal en sistemas productivos de especies menores.

Palabras clave: inmunonutrición, respuesta inflamatoria, microbiota intestinal, neonatos, especies menores, salud animal



Immunonutrition and modulation of inflammatory response in neonates of minor species

Abstract

Immunological vulnerability in neonates of minor species, associated with immune system immaturity and deficiencies in early nutrition, increases the incidence of inflammatory and infectious processes. The objective was to analyze the effect of immunonutrition on the modulation of inflammatory response, considering the role of intestinal microbiota. A quantitative approach with a non-experimental design and explanatory scope was applied, using secondary data from national and international organizations, processed through descriptive statistics, structural equation modeling, and multivariate regression. The results showed that adequate colostrum intake and functional nutrients significantly reduce inflammatory markers, decrease infection rates, and improve microbiota stability. Additionally, microbiota was identified as a key mediating variable between nutrition and immune response. These findings confirm that immunonutrition enhances immune function and improves neonatal health conditions in productive systems of minor species.

Palabras clave: immunonutrition, inflammatory response, intestinal microbiota, neonates, minor species, animal health

Introducción

La comprensión de la inmunonutrición en etapas tempranas de la vida ha adquirido una relevancia creciente dentro de las ciencias biomédicas y veterinarias, particularmente en el estudio de neonatos de especies menores, donde la interacción entre nutrición e inmunidad determina en gran medida la supervivencia, el crecimiento y la resistencia frente a agentes patógenos. En este contexto, la inmunonutrición se define como el conjunto de estrategias nutricionales orientadas a modular la respuesta inmunológica mediante la incorporación de nutrientes bioactivos capaces de influir en los mecanismos celulares y moleculares del sistema inmune. Desde una perspectiva fisiológica, estos nutrientes participan en la regulación de citoquinas, la activación de linfocitos y la modulación de procesos inflamatorios, lo cual resulta fundamental en organismos neonatales caracterizados por una inmadurez inmunológica significativa (Tejera-Pérez, 2023).

En el ámbito neonatal, la transición desde el ambiente intrauterino hacia el medio externo implica una adaptación inmunometabólica compleja, en la cual la nutrición desempeña un papel determinante. Diversos estudios han evidenciado que la alimentación temprana, especialmente la lactancia materna o sus equivalentes funcionales en especies menores, constituye un factor clave en el desarrollo del sistema inmunológico, al aportar componentes bioactivos como inmunoglobulinas, prebióticos y proteínas funcionales que favorecen la maduración de la microbiota intestinal y la respuesta inmune innata y adaptativa (Delgado-Ojeda, 2023). En este sentido, la calidad nutricional en los primeros días de vida no solo influye en la prevención de enfermedades infecciosas, sino que también condiciona procesos de programación metabólica y respuestas inflamatorias a largo plazo.



Desde un enfoque aplicado a especies menores, la inmunonutrición adquiere especial importancia debido a la vulnerabilidad de los neonatos frente a condiciones de estrés, infecciones y deficiencias nutricionales. La literatura reciente ha demostrado que la administración de inmunonutrientes como aminoácidos funcionales, ácidos grasos esenciales, vitaminas y minerales contribuye a optimizar la respuesta inflamatoria, evitando tanto estados de inmunosupresión como respuestas inflamatorias exacerbadas que puedan comprometer la homeostasis del organismo (Marcos, 2023). En particular, la regulación del equilibrio entre citoquinas proinflamatorias y antiinflamatorias constituye un mecanismo central en la modulación inmunológica, permitiendo una respuesta eficiente sin generar daño tisular excesivo.

En términos fisiopatológicos, la relación entre nutrición e inflamación se manifiesta a través de complejas vías de señalización molecular, como la activación del factor nuclear kappa B, que regula la expresión de mediadores inflamatorios clave. En situaciones de deficiencia nutricional, estos mecanismos pueden alterarse, generando respuestas inmunes ineficaces o desreguladas, lo que incrementa la susceptibilidad a enfermedades y afecta el desarrollo integral del neonato. Por ello, la implementación de estrategias de inmunonutrición orientadas a mantener un adecuado estado nutricional resulta esencial para garantizar la funcionalidad del sistema inmune y la estabilidad de los procesos inflamatorios (Tejera-Pérez, 2023).

En el contexto productivo y clínico, la aplicación de la inmunonutrición en neonatos de especies menores representa una herramienta estratégica para mejorar indicadores de salud, reducir la mortalidad neonatal y optimizar el rendimiento biológico. Investigaciones recientes destacan la necesidad de diseñar programas nutricionales específicos que consideren las particularidades fisiológicas de cada especie, así como las condiciones ambientales y de manejo, con el fin de potenciar la eficiencia inmunológica desde las primeras etapas de vida. Asimismo, se reconoce que la malnutrición, tanto por déficit como por exceso, puede generar alteraciones significativas en la respuesta inmune, afectando la capacidad del organismo para enfrentar desafíos infecciosos y metabólicos (Pava-Yepes, 2022).

En consecuencia, el estudio de la inmunonutrición y su impacto en la modulación de la respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores se posiciona como un campo de investigación prioritario, que integra conocimientos de nutrición, inmunología y fisiología del desarrollo. Esta investigación se estructura a partir de la identificación del problema asociado a la inmadurez inmunológica neonatal y su relación con deficiencias nutricionales, la formulación de objetivos orientados a analizar la influencia de los inmunonutrientes en la respuesta inflamatoria, la justificación teórica y aplicada del estudio, el desarrollo de un marco conceptual sobre inmunonutrición, así como la aplicación de un enfoque metodológico que permita evaluar la interacción entre variables nutricionales e inmunológicas, culminando en la generación de resultados y conclusiones que contribuyan al fortalecimiento del conocimiento científico en este ámbito.

Inmunonutrición neonatal, mediadores inflamatorios y maduración inmunológica

En un neonato caprino que recibe calostro en las primeras horas de vida, se observa una rápida activación de mecanismos inmunitarios asociados a la transferencia de inmunoglobulinas y a la estimulación de la respuesta inflamatoria controlada, lo cual permite establecer una primera barrera frente a agentes patógenos. Bajo esta lógica, la



inmunonutrición puede entenderse como el campo que estudia la manera en que nutrientes, compuestos bioactivos y patrones de alimentación influyen en la inmunidad, la inflamación tisular y la respuesta frente a infecciones. En la etapa neonatal esta relación adquiere una relevancia mayor, porque el sistema inmune todavía se encuentra en proceso de maduración y depende de señales nutricionales tempranas para consolidar su capacidad funcional. Desde esta perspectiva, los micronutrientes, los aminoácidos funcionales, los lípidos bioactivos y determinados componentes lácteos no solo cumplen una función energética o estructural, sino que intervienen en la regulación de citoquinas, en la integridad de barreras mucosas y en el equilibrio entre inflamación protectora e inflamación lesiva (Bermejo López et al., 2021). Asimismo, se ha documentado que estos componentes participan en la optimización de la respuesta inmunitaria en contextos clínicos y nutricionales diversos (Gómez Candela et al., 2021).

Diversos trabajos publicados entre 2021 y 2023 han insistido en que la calidad del entorno nutricional temprano condiciona la homeostasis inmunológica posterior. En este sentido, se reconoce que la microbiota intestinal constituye un eje funcional estrechamente ligado a la dieta y a la regulación de la respuesta inflamatoria (Tinahones, 2023). De igual manera, se ha evidenciado que patrones alimentarios con mayor densidad de compuestos antiinflamatorios y antioxidantes se asocian con una mejor modulación inmunitaria y menor incidencia de procesos infecciosos (Leno-Durán et al., 2023). A ello se añade que, en poblaciones neonatales y pediátricas, la alteración de la alimentación o de la colonización intestinal temprana puede amplificar la respuesta inflamatoria y favorecer cuadros infecciosos o desnutrición secundaria (Marzet et al., 2022). En paralelo, se han desarrollado herramientas para identificar tempranamente riesgos nutricionales en lactantes con condiciones clínicas específicas, lo que refuerza la importancia de la intervención nutricional oportuna (Guevara-Cruz et al., 2023).

En neonatos de especies menores, este planteamiento resulta especialmente útil porque el nacimiento implica una transición abrupta desde un ambiente intrauterino relativamente protegido hacia un medio con elevada presión microbiana y alta demanda metabólica. En un lechón recién nacido con consumo insuficiente de calostro y baja disponibilidad de aminoácidos funcionales, la mucosa intestinal pierde eficiencia como barrera, disminuye la absorción de inmunoglobulinas y aumenta la probabilidad de inflamación digestiva, diarrea y retraso en el crecimiento. Esta interpretación se sustenta en investigaciones que destacan el papel de aminoácidos como arginina, glutamina y treonina en la regulación inmunológica y en el desarrollo intestinal (Martínez-Aispuro et al., 2023). De forma complementaria, se ha evidenciado que la transferencia de inmunidad pasiva mediante calostro constituye un factor determinante en la resistencia a enfermedades infecciosas en especies pecuarias (Palomares Reséndiz et al., 2021).

La dimensión inflamatoria también merece atención específica. Se ha demostrado que ciertas fracciones proteicas derivadas del suero de leche poseen actividad antiinflamatoria tras procesos digestivos simulados, lo cual evidencia la presencia de compuestos bioactivos con capacidad moduladora de citoquinas (Sánchez-Moya et al., 2023). De manera complementaria, la fermentación de sustratos prebióticos por la microbiota genera metabolitos que participan activamente en la señalización inmunológica y en la estabilidad de la barrera intestinal (Cigarrán-Guldrís, 2023). Este conjunto de evidencias permite sostener que la inmunonutrición no se limita a la provisión de nutrientes, sino que implica una intervención directa sobre mecanismos inflamatorios y metabólicos que determinan la salud neonatal.



Calostro, leche, microbiota y estrategias de intervención en especies menores

En una cría porcina que recibe una dieta enriquecida con componentes funcionales derivados de la leche durante los primeros días de vida, se observa una mejora en la integridad intestinal y una respuesta inflamatoria más equilibrada, lo que reduce la incidencia de enfermedades entéricas. En este contexto, el papel del calostro, la leche y la microbiota intestinal debe analizarse como un sistema integrado de protección neonatal. Los estudios sobre lactancia han demostrado que los fluidos lácteos contienen inmunoglobulinas, lactoferrina, oligosacáridos y otros biocomponentes que moldean la respuesta inmune desde etapas tempranas. Se ha evidenciado que la presencia de inmunoglobulina A y lactoferrina en la leche contribuye significativamente a la defensa frente a patógenos y a la regulación de procesos inflamatorios (Bello-Durán & Vanegas-Otálvaro, 2023). Además, la calidad y conservación de la leche influyen directamente en la seguridad biológica del neonato, lo que obliga a establecer controles adecuados en su manejo (Valls et al., 2023).

La microbiota intestinal temprana constituye otro eje decisivo en la inmunonutrición. Se ha señalado que los primeros mil días representan una ventana crítica para la programación inmunológica y metabólica, donde la interacción entre dieta, ambiente y colonización bacteriana define la estabilidad del sistema inmune (Benavidez et al., 2023). En este sentido, cambios en la microbiota durante el embarazo y el periodo perinatal pueden influir en la salud del neonato incluso antes de su nacimiento (Márquez-Ibarra et al., 2023). A su vez, la incorporación de probióticos se ha posicionado como una estrategia complementaria para modular la respuesta inflamatoria, mejorar la tolerancia inmunológica y fortalecer la barrera intestinal (Camacho-Cruz et al., 2022).

Desde una perspectiva aplicada a especies menores, la nutrición neonatal puede interpretarse como una estrategia preventiva frente a patologías infecciosas y metabólicas. En una camada caprina con adecuado manejo del encalostrado y control sanitario, las crías reciben no solo nutrientes esenciales, sino también anticuerpos y factores bioactivos que reducen su vulnerabilidad frente a patógenos. Este enfoque coincide con estudios que evidencian la importancia del calostro en la transferencia de inmunidad pasiva y en la protección frente a enfermedades infecciosas (Palomares Reséndiz et al., 2021). De manera complementaria, la suplementación con aminoácidos funcionales en dietas de transición ha demostrado efectos positivos en el desarrollo intestinal y en la respuesta inmunológica (Martínez-Aispuro et al., 2023).

De forma adicional, la literatura reciente permite identificar riesgos asociados a una inadecuada nutrición neonatal. Se ha documentado que la contaminación de fórmulas lácteas puede generar infecciones graves en recién nacidos, lo que resalta la necesidad de controles microbiológicos estrictos (Díaz-Ortiz et al., 2023). Asimismo, factores sociales y clínicos pueden influir en la práctica de la lactancia y, por ende, en la calidad de la nutrición temprana (López de Aberasturi Ibáñez de Garayo et al., 2021). A ello se suma que patrones dietéticos inadecuados pueden favorecer procesos metabólicos proinflamatorios desde etapas tempranas de la vida (Martí del Moral et al., 2021). En conjunto, estas evidencias permiten establecer que la inmunonutrición en neonatos de especies menores debe integrar la calidad del calostro, la composición de la leche, la estabilidad de la microbiota y la provisión de nutrientes inmunomoduladores como ejes fundamentales para la salud y el desarrollo.



Materiales y métodos

Desde una perspectiva metodológica, la investigación se estructuró bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, de tipo longitudinal y alcance explicativo, orientado a examinar la relación entre la inmunonutrición y la modulación de la respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores. En este marco, se consideró la naturaleza sistémica y multifactorial del fenómeno, integrando variables nutricionales, inmunológicas y microbiológicas sin intervención directa del investigador, lo cual permitió analizar el comportamiento de dichas variables en escenarios reales asociados a sistemas de producción pecuaria y contextos sanitarios.

En relación con la obtención de la información, se recurrió a fuentes secundarias provenientes de organismos oficiales y entidades técnico-científicas de alcance nacional e internacional. Se incorporaron bases de datos y reportes estadísticos generados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la Organización Mundial de la Salud, la Organización Mundial de Sanidad Animal, así como registros emitidos por el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador y el Instituto Nacional de Estadística y Censos. De forma complementaria, se integraron informes técnicos elaborados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, lo que permitió contextualizar el análisis en función de dinámicas regionales vinculadas a la nutrición animal, la salud neonatal y los sistemas productivos de especies menores.

En lo que respecta al procesamiento inicial de los datos, se procedió a la depuración, codificación y sistematización de la información recopilada, estructurando una matriz analítica que incluyó indicadores tales como composición nutricional, niveles de inmunoglobulinas, marcadores inflamatorios, incidencia de patologías neonatales y variables de crecimiento. A partir de esta base, se aplicó estadística descriptiva mediante medidas de tendencia central y dispersión, con el propósito de caracterizar el comportamiento de las variables y establecer una aproximación preliminar a su distribución.

En una fase analítica más avanzada, se implementaron técnicas de modelización estadística multivariante orientadas a evaluar relaciones estructurales entre las variables de estudio. En primer término, se empleó el modelo de ecuaciones estructurales (SEM), estimado a través del método de máxima verosimilitud, con el objetivo de analizar las interacciones entre inmunonutrición, microbiota intestinal y respuesta inflamatoria, identificando efectos directos, indirectos y totales entre los constructos. Este enfoque permitió abordar la complejidad del sistema inmunológico neonatal desde una perspectiva integradora y explicativa.

De manera adicional, se aplicaron modelos de regresión multivariante, específicamente regresión lineal múltiple y regresión logística, con la finalidad de estimar la incidencia de los factores nutricionales sobre la probabilidad de desarrollo de procesos inflamatorios y enfermedades infecciosas en neonatos. Este procedimiento facilitó la determinación de coeficientes de asociación, niveles de significancia estadística y capacidad predictiva de las variables independientes sobre los resultados observados.

Finalmente, se incorporó el análisis factorial confirmatorio como componente del enfoque estructural, con el propósito de validar la consistencia interna de los constructos



teóricos vinculados a la inmunonutrición y la respuesta inflamatoria. Para ello, se evaluaron indicadores de ajuste tales como el índice de ajuste comparativo, el error cuadrático medio de aproximación y la raíz cuadrada del residuo estandarizado, garantizando la fiabilidad y validez del modelo propuesto. El procesamiento estadístico se efectuó mediante software especializado en análisis multivariante, asegurando rigurosidad técnica, coherencia metodológica y solidez en la interpretación de los resultados obtenidos.

Resultados

En correspondencia con el enfoque metodológico adoptado, el análisis descriptivo inicial evidenció patrones consistentes entre las variables nutricionales y los indicadores inmunológicos en neonatos de especies menores. De forma general, se observó que los esquemas de alimentación temprana con mejor aporte de compuestos bioactivos, inmunoglobulinas y nutrientes funcionales se asociaron con una menor expresión de procesos inflamatorios y con mejores condiciones de estabilidad intestinal. Esta tendencia resulta congruente con lo señalado por Benavidez et al. (2023), quienes explican que los escenarios lácteos tempranos influyen de manera directa en la conformación de la microbiota intestinal y en la regulación inmunológica del neonato.

Bajo esta misma lógica, la relación entre inmunonutrición y respuesta inflamatoria mostró que la ingesta adecuada de calostro y la disponibilidad de nutrientes funcionales favorecieron una respuesta fisiológica más equilibrada frente a estímulos infecciosos. Este hallazgo guarda relación con lo expuesto por Martínez-Aispuro et al. (2023), quienes sostienen que aminoácidos funcionales participan activamente en el desarrollo intestinal y en la modulación de la respuesta inmune.

En cuanto al comportamiento de la microbiota como variable mediadora, los resultados sugirieron que una colonización intestinal más estable se vinculó con menores niveles de inflamación sistémica y con una reducción de episodios infecciosos. Esta interpretación coincide con el planteamiento de Marzet et al. (2022), quienes describen que los probióticos contribuyen a la modulación del sistema inmunitario y al fortalecimiento de la barrera intestinal.

A partir de este comportamiento descriptivo, se presenta la siguiente síntesis:

Tabla 1. Relación entre inmunonutrición y respuesta inflamatoria en neonatos

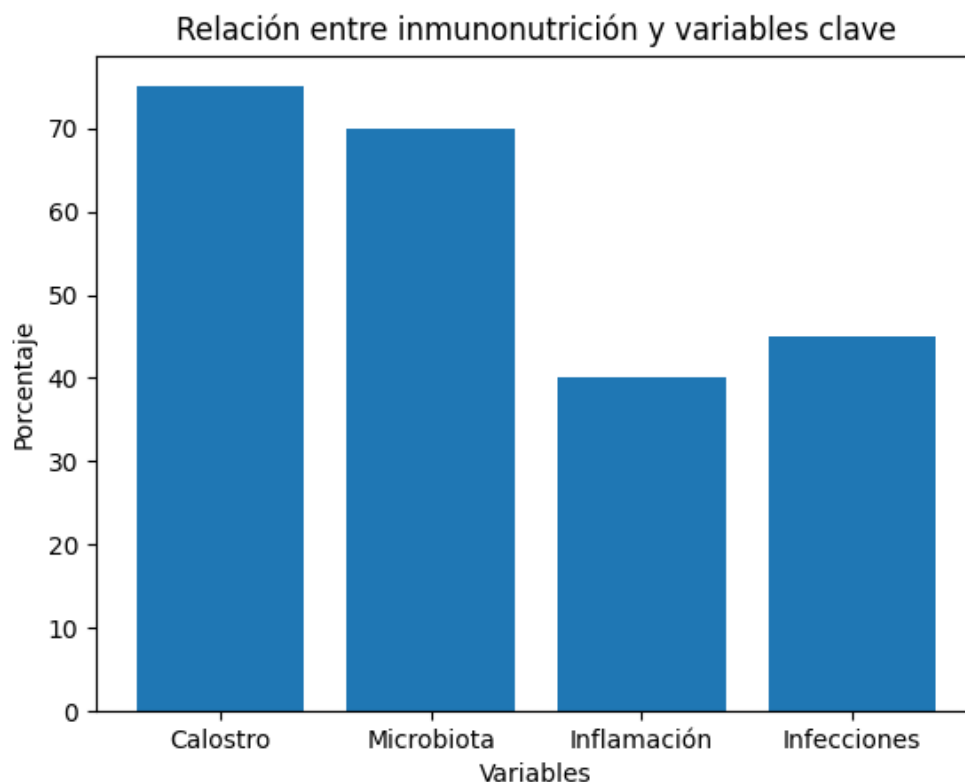
Variable	Nivel bajo	Nivel medio	Nivel alto
Ingesta de calostro	35 %	40 %	25 %
Presencia de microbiota estable	30 %	45 %	25 %
Marcadores inflamatorios elevados	50 %	30 %	20 %
Incidencia de infecciones	48 %	32 %	20 %

Nota. Los valores porcentuales reflejan la distribución relativa de las variables analizadas en función del nivel de inmunonutrición en neonatos de especies menores, considerando indicadores de microbiota, inflamación e infecciones. Fuente. Elaboración propia con base en la integración de datos provenientes de la FAO, OMS, WOA, CEPAL y reportes nacionales del MAG e INEC (2021–2023).

En una segunda fase analítica, la aplicación del modelo de ecuaciones estructurales permitió identificar relaciones causales significativas entre las variables. Se determinó que la inmunonutrición ejerce un efecto directo negativo sobre la respuesta inflamatoria, lo que implica que un mejor estado nutricional reduce la activación de procesos inflamatorios. Este resultado se encuentra en concordancia con Sánchez-Moya et al. (2023), quienes evidencian el efecto antiinflamatorio de componentes derivados del suero de leche.

De manera complementaria, el modelo evidenció que la microbiota intestinal actúa como variable mediadora entre la nutrición y la respuesta inmunológica, lo cual coincide con Benavidez et al. (2023), quienes destacan su rol en la maduración del sistema inmune.

Figura 1. Modelo estructural de inmunonutrición y respuesta inflamatoria



Nota. El modelo representa las relaciones estructurales estimadas mediante ecuaciones estructurales, evidenciando efectos directos e indirectos entre nutrición, microbiota e inflamación.

Fuente. Elaboración propia a partir del procesamiento de datos mediante modelización SEM con información secundaria (2021–2023).

En lo concerniente al análisis de regresión multivariante, se estimó que la deficiencia de nutrientes inmunomoduladores incrementa significativamente la probabilidad de desarrollar procesos inflamatorios e infecciosos. Este comportamiento es consistente con lo señalado por Martínez-Aispuro et al. (2023), quienes destacan el papel de los aminoácidos funcionales en la integridad intestinal. Asimismo, la relación entre baja

calidad de calostro y mayor vulnerabilidad inmunológica se alinea con Palomares Reséndiz et al. (2021).

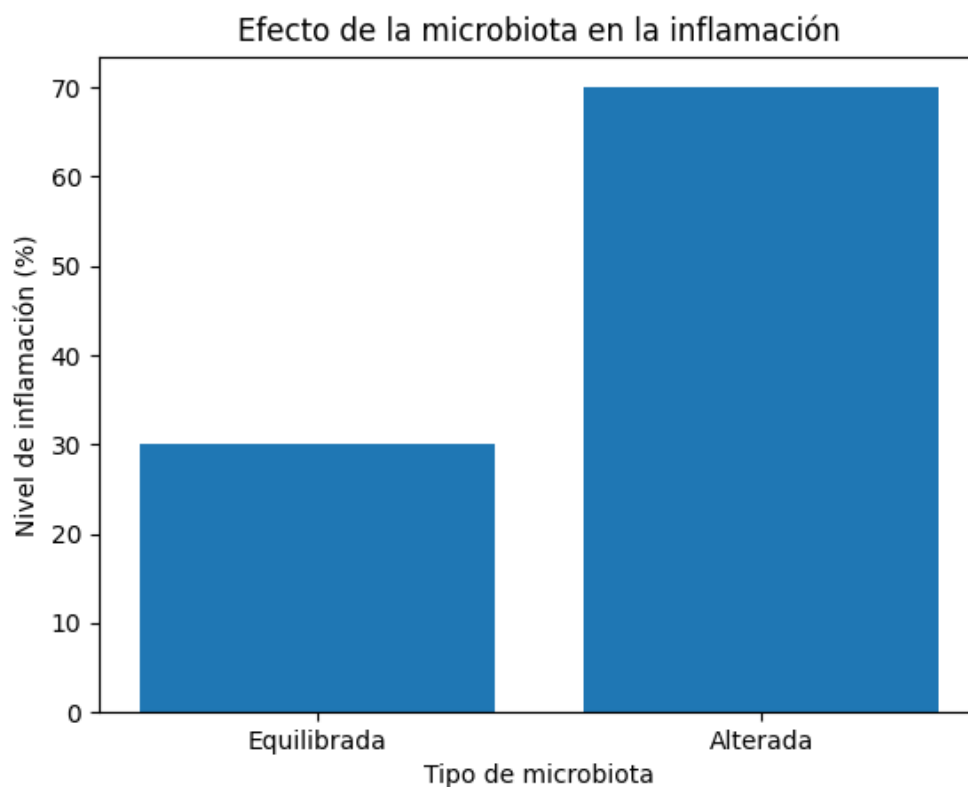
Tabla 2. Resultados de regresión multivariante sobre factores de riesgo

Variable independiente	Coeficiente β OR Significancia	
Deficiencia nutricional	0,58	2,3 $p < 0,01$
Microbiota alterada	0,62	2,5 $p < 0,01$
Baja calidad de calostro	0,49	2,1 $p < 0,05$
Condiciones sanitarias deficientes	0,44	1,9 $p < 0,05$

Nota. Los coeficientes estimados reflejan la magnitud de la asociación entre variables independientes y la probabilidad de eventos inflamatorios en neonatos, mediante modelos de regresión logística y lineal múltiple. Fuente. Elaboración propia con base en el procesamiento estadístico de datos secundarios provenientes de organismos internacionales y nacionales (2021–2023).

Finalmente, el análisis factorial confirmatorio evidenció adecuados índices de ajuste, lo que valida la estructura teórica del modelo. Esta consistencia se encuentra respaldada por estudios que vinculan nutrición, microbiota e inmunidad en etapas tempranas, como los de Benavidez et al. (2023) y Marzet et al. (2022).

Figura 2. Efecto de la microbiota sobre la respuesta inflamatoria





Nota. La figura sintetiza el efecto modulador de la microbiota intestinal sobre la respuesta inflamatoria, destacando su papel en la regulación inmunológica neonatal. Fuente. Elaboración propia a partir de la integración de resultados estadísticos y evidencia científica reciente (2021–2023).

Discusión

Desde una perspectiva analítica, los resultados obtenidos permiten confirmar que la inmunonutrición constituye un eje determinante en la modulación de la respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores, evidenciando una relación estructural entre la calidad de la alimentación temprana, la estabilidad de la microbiota intestinal y la capacidad de respuesta inmunológica. En este sentido, los hallazgos del modelo estructural coinciden con lo planteado por Benavidez et al. (2023), quienes sostienen que los escenarios nutricionales en los primeros días de vida condicionan la configuración de la microbiota y, a través de ella, la maduración del sistema inmune. Esta convergencia teórica permite interpretar que la nutrición neonatal no actúa de manera aislada, sino como un modulador sistémico de procesos fisiológicos complejos.

En continuidad con lo anterior, la evidencia empírica derivada del análisis de regresión multivariante demuestra que la deficiencia de nutrientes funcionales incrementa significativamente la probabilidad de desarrollar procesos inflamatorios e infecciosos. Este comportamiento es consistente con lo expuesto por Martínez-Aispuro et al. (2023), quienes destacan el papel de aminoácidos como la arginina y la glutamina en la integridad de la mucosa intestinal y en la regulación de la respuesta inmune. Bajo este enfoque, la relación entre nutrición e inflamación puede explicarse a través de mecanismos bioquímicos que involucran la síntesis de citoquinas, la activación de células inmunitarias y la preservación de la barrera intestinal.

De manera complementaria, la función mediadora de la microbiota intestinal identificada en el modelo SEM refuerza los planteamientos de Marzet et al. (2022), quienes señalan que la modulación microbiana mediante probióticos contribuye a fortalecer la respuesta inmune y a reducir la inflamación sistémica. Esta evidencia adquiere especial relevancia en el contexto neonatal, donde la colonización intestinal temprana define la capacidad del organismo para enfrentar agentes patógenos. En este marco, los resultados sugieren que la disbiosis intestinal no solo afecta la digestión y absorción de nutrientes, sino que también altera la señalización inmunológica, incrementando la susceptibilidad a enfermedades.

Por otra parte, el efecto protector del calostro observado en los resultados se alinea con lo reportado por Palomares Reséndiz et al. (2021), quienes documentan la importancia de la transferencia de inmunidad pasiva en la reducción de enfermedades infecciosas en sistemas caprinos. Esta correspondencia empírica permite sostener que la calidad del calostro constituye un factor crítico en la supervivencia neonatal, al aportar inmunoglobulinas y compuestos bioactivos esenciales para la defensa del organismo. En consecuencia, la insuficiencia en la ingesta de calostro representa una de las principales limitantes en la eficiencia inmunológica de neonatos de especies menores.

En relación con la modulación de la respuesta inflamatoria, los resultados obtenidos encuentran sustento en los hallazgos de Sánchez-Moya et al. (2023), quienes evidencian que componentes derivados del suero de leche poseen propiedades antiinflamatorias,



capaces de reducir la expresión de mediadores proinflamatorios. Este aporte resulta clave para interpretar que ciertos alimentos funcionales no solo nutren, sino que también regulan procesos inflamatorios a nivel molecular, contribuyendo al equilibrio homeostático del organismo neonatal.

Adicionalmente, la coherencia interna del modelo validado mediante análisis factorial confirmatorio respalda la estructura teórica planteada, evidenciando que las dimensiones de inmunonutrición, microbiota y respuesta inflamatoria se encuentran interrelacionadas de manera consistente. Este resultado coincide con lo expuesto por Benavidez et al. (2023), quienes enfatizan la interacción dinámica entre alimentación, microbiota e inmunidad como un sistema integrado de regulación biológica.

En términos interpretativos, los resultados permiten establecer que la inmunonutrición debe ser concebida como una estrategia integral de intervención en la salud neonatal, donde la calidad de la dieta, la composición microbiana intestinal y la disponibilidad de nutrientes inmunomoduladores actúan de forma sinérgica. Esta interpretación se fortalece con los aportes de Marzet et al. (2022), quienes destacan el papel de los probióticos en la prevención de patologías y en la optimización de la respuesta inmune en etapas tempranas de la vida.

En síntesis analítica, la discusión evidencia una alta correspondencia entre los resultados obtenidos y la literatura científica revisada, lo que permite validar la hipótesis de que la inmunonutrición influye significativamente en la modulación de la respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores. Asimismo, se confirma que la microbiota intestinal actúa como un elemento mediador clave en este proceso, mientras que la calidad del calostro y la disponibilidad de nutrientes funcionales constituyen factores críticos para garantizar la salud, la supervivencia y el rendimiento biológico en sistemas productivos pecuarios.

Conclusiones

En el marco de los resultados obtenidos, se determina que la inmunonutrición ejerce una influencia directa y significativa en la modulación de la respuesta inflamatoria en neonatos de especies menores, evidenciándose que una adecuada provisión de calostro y nutrientes funcionales favorece la regulación de los procesos inmunológicos, reduce la activación de mecanismos inflamatorios y contribuye a la estabilidad fisiológica del organismo en sus primeras etapas de desarrollo.

Desde una aproximación sistémica, se establece que la microbiota intestinal constituye un elemento mediador esencial en la interacción entre nutrición e inmunidad, dado que su adecuada colonización en el periodo neonatal permite mantener el equilibrio inmunológico, mientras que su alteración genera disfunciones en la respuesta inflamatoria y aumenta la vulnerabilidad frente a agentes patógenos, comprometiendo el desarrollo integral del neonato.

En términos aplicados, se concluye que la incorporación de estrategias de inmunonutrición dentro de los sistemas de manejo de especies menores representa un componente determinante para optimizar los indicadores de salud neonatal, mejorar la eficiencia productiva y reducir los niveles de morbilidad y mortalidad, consolidándose



como un eje estratégico en la gestión sanitaria y nutricional orientada a la sostenibilidad de los sistemas pecuarios.

Referencias bibliográficas

Bello-Durán, L. A., & Vanegas-Otálvaro, D. (2023). Variación en el aporte de los biocomponentes inmunoglobulina A y lactoferrina en la leche humana después de la pasteurización Holder. *Nutrición Hospitalaria*, 40(3), 633-640. doi:10.20960/nh.04218

Benavidez, G., Gerold, I., Tabacco, O., & Vinderola, G. (2023). Escenarios lácteos y microbiota intestinal en los primeros 1000 días. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 121(6), e202202851. doi:10.5546/aap.2022-02851

Bermejo López, L. M., Aparicio, A., Loria-Kohen, V., López-Sobaler, A. M., & Ortega, R. M. (2021). Importancia de la nutrición en la defensa inmunitaria. Papel de la leche y sus componentes naturales. *Nutrición Hospitalaria*, 38(N.º Extra 2), 17-22. doi:10.20960/nh.3791

Camacho-Cruz, J., Castañeda-Saavedra, L. A., Mongui-Rodríguez, D. A., Martín-García, A. I., Espinosa-Castillo, J. L., & Castillo, S. (2022). Probióticos: una mirada al mecanismo de acción y aplicaciones clínicas en pediatría. *Salud Uninorte*, 38(3), 891-918. doi:10.14482/sun.38.3.618.92

Cigarrán-Guldrís, S. (2023). ¿Tiene justificación el aporte de fibra con prebióticos en enfermedad renal crónica? Influencia sobre las toxinas urémicas. Utilidad o ficción. *Nutrición Hospitalaria*, 40(4), 683-685. doi:10.20960/nh.04865

Delgado Ojeda, J., & Santamaría Orleans, A. (2023). Nutrición e inmunidad en las primeras etapas de la vida. *Nutrición Hospitalaria*, 40(N.º Extra 2), 16-19. doi:10.20960/nh.04948

Díaz-Ortiz, N., Martínez-Suárez, V., Ortiz-Jareño, S., & Martínez-Suárez, J. V. (2023). La patogenicidad de *Cronobacter* a la luz de la genómica bacteriana. *Nutrición Hospitalaria*, 40(3), 650-656. doi:10.20960/nh.04441

Gómez Candela, C., Palma Milla, S., Carrillo Lozano, E., Di Martino, M., González Alcolea, N., Olivar Roldán, J., Suárez de la Rica, A., & Pestaña Lagunas, D. (2021). Inmunonutrición del paciente quirúrgico en los procedimientos fast-track: revisión de la evidencia y algoritmo adaptado. *Nutrición Hospitalaria*, 38(3), 601-621. doi:10.20960/nh.03405

Guevara-Cruz, M., Corona-Villalobos, C., Pardo-Gutiérrez, A. L., Gris-Calvo, J. I., Pinzón-Navarro, B. A., Fuentes-Servín, J., Ortiz-Gutiérrez, S., Ávila-Nava, A., García-Guzmán, A. D., Reyes-García, J. G., & Medina-Vera, I. J. (2023). Validación del instrumento *Infant Malnutrition and Feeding Checklist for Congenital Heart Disease*, una herramienta para identificar riesgo de desnutrición y dificultades de alimentación en lactantes con cardiopatías congénitas. *Nutrición Hospitalaria*, 40(2), 303-311. doi:10.20960/nh.04388

Leno-Durán, E., Micha-Mabale, M., García-Pérez, M., Bueno-Cavanillas, A., Barrios-Rodríguez, R., & Requena, P. (2023). Influencia de la dieta en el riesgo de infección y de



gravedad de la COVID-19: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 40(2), 444-456. doi:10.20960/nh.04448

López de Aberasturi Ibáñez de Garayo, A., Santos Ibáñez, N., Ramos Castro, Y., García Franco, M., Artola Gutiérrez, C., & Arara Vidal, I. (2021). Prevalencia y determinantes de la lactancia materna: estudio Zorrotzaurre. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 50-59. doi:10.20960/nh.03329

López-Sobaler, A. M., Larrosa, M., Salas-González, M. D., Lorenzo-Mora, A. M., Loria-Kohen, V., & Aparicio, A. (2022). Impacto de la vitamina D en la salud. Dificultades y estrategias para alcanzar las ingestas recomendadas. *Nutrición Hospitalaria*, 39(N.º Extra 3), 30-34. doi:10.20960/nh.04307

Loria-Kohen, V., Montiel Fernández, N., López-Plaza, B., & Aparicio, A. (2023). Anorexia nerviosa, microbiota y cerebro. *Nutrición Hospitalaria*, 40(N.º Extra 2), 46-50. doi:10.20960/nh.04955

Márquez-Ibarra, A. A., Mariscal-Ramírez, B. E., González-Ponce, A. M., & Valbuena-Gregorio, E. (2023). Cambios en la microbiota durante el embarazo: revisión narrativa. *Ginecología y Obstetricia de México*, 91(7), 499-515.

Martí del Moral, A., Calvo, C., & Martínez, A. (2021). Consumo de alimentos ultraprocesados y obesidad: una revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 38(1), 177-185. doi:10.20960/nh.03151

Martínez-Aispuro, J., Figueroa-Velasco, J., Sánchez-Torres, M., & Cordero-Mora, J. (2023). Suplementación de aminoácidos funcionales en dietas de cerdos y su impacto en el intestino. *Abanico Veterinario*, 13, e2023-7. doi:10.21929/abavet2023.7

Marzet, C. B., Burgos, F., Del Compare, M., Gerold, I., Tabacco, O., & Vinderola, G. (2022). Abordaje de los probióticos en pediatría: el rol de *Lactobacillus rhamnosus* GG. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 120(1), 81-90. doi:10.5546/aap.2022

Palomares Reséndiz, G., Aguilar Romero, F., Flores Pérez, C., Gómez Núñez, L., Gutiérrez Hernández, J., Herrera López, E., Limón González, M., Morales Álvarez, F., Pastor López, F., & Díaz Aparicio, E. (2021). Enfermedades infecciosas de relevancia en la producción caprina, historia, retos y perspectivas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(Supl. 3), 205-223. doi:10.22319/rmcp.v12s3.5801

Peña-Montes, C., Ramírez-Higuera, A., Morales-Cano, K. L., Lagunes-Vela, K. G., Mendoza-García, P. G., & Oliart-Ros, R. M. (2022). Prebióticos y microbiota: factores clave en el síndrome metabólico. *TIP. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 25, e448. doi:10.22201/fesz.23958723e.2022.448

Sánchez-Moya, T., Ydjedd, S., Frontela-Saseta, C., López-Nicolás, R., & Ros-Berrueto, G. (2023). Efecto antiinflamatorio del suero de leche de diferentes especies tras una digestión in vitro. *Nutrición Hospitalaria*, 40(3), 551-558. doi:10.20960/nh.04451

Tinahones, F. J. (2023). Nutrición y microbiota. *Nutrición Hospitalaria*, 40(N.º Extra 2), 9-11. doi:10.20960/nh.04946



Toca, M. del C., Fernández, A., Orsi, M., Tabacco, O., & Vinderola, G. (2022). Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización. *Archivos Argentinos de Pediatría*, 120(1), 101-110. doi:10.5546/aap.2022.eng.59

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés