

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA**



**Caracterización ecográfica del anestro posparto e  
involución uterina, y su relación con el perfil lipídico en  
vacas holstein, Lambayeque-2024**

**TESIS**

para optar el título profesional de:

**MÉDICO (a) VETERINARIO (a)**

PRESENTADA POR:

**Bach. Alex Ronaldo Rojas Correa**

**Bach. Alejandra Suclupe Querebalu**

M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez

Asesor

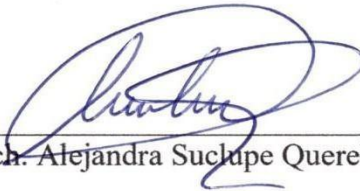
**LAMBAYEQUE – PERÚ**

22-12-2025

Caracterización ecográfica del anestro posparto e involución uterina, y su relación con el perfil lipídico en vacas Holstein, Lambayeque-2024



Bach. Alex Ronaldo Rojas Correa



Bach. Alejandra Suclupe Querebalu

Presentado a la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo para optar el Título Profesional de **Médico(a)Veterinario(a)**

APROBADO POR:



Dr. José Luis Vélchez Muñoz

**PRESIDENTE**



Dr. César Augusto Piscocoy Vargas

**SECRETARIO**



M.Sc. Víctor Raúl Ravillet Suárez

**VOCAL**



M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez

**ASESOR**



Libro de Acta de Sustentación de Tesis  
Folio: N° 00275

Siendo las 10.17 am horas del día 22 de DICIEMBRE del año dos mil veinticinco, se reunieron en el Auditorio de la Facultad de Medicina Veterinaria: "Luis Enrique Díaz Huamán", los miembros del jurado evaluador, designados mediante Resolución N°028-2024-D/FMV, de fecha 8 de marzo de 2024 conformado por:

Dr. José Luis Vilchez Muñoz	Presidente
Dr. César Augusto Piscocoya Vargas	Secretario
M.Sc. Víctor Raúl Ravillet Suárez	Vocal
M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez	Asesor


Con la finalidad de evaluar la tesis titulada: "CARACTERIZACIÓN ECOGRÁFICA DEL ANESTRO POSPARTO E INVOLUCIÓN UTERINA, Y SU RELACIÓN CON EL PERFIL LIPÍDICO EN VACAS HOLSTEIN, LAMBAYEQUE - 2024", presentado por los tesisistas ALEX RONALDO ROJAS CORREA y ALEJANDRA SUCLUPE QUEREBALU. Sustentación que es autorizada mediante Resolución N° 223-2025-D/FMV, de fecha 18 de diciembre del 2025.

El presidente de jurado autorizó el acto académico y después de la sustentación, los señores miembros del jurado formularon las observaciones y preguntas correspondientes, las mismas que fueron absueltas por los sustentantes, quienes obtuvieron 20 puntos que equivale al calificativo de EXCELENTE.

En consecuencia, los Bachilleres sustentantes quedan aptos para obtener el Título Profesional de Médico Veterinario, de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normativa vigente de la Facultad de Medicina Veterinaria y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 11.35 am horas del mismo día, se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta.

  
Dr. José Luis Vilchez Muñoz  
Presidente

  
Dr. César Augusto Piscocoya Vargas  
Secretario

  
M.Sc. Víctor Raúl Ravillet Suárez  
Vocal

  
M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez  
Asesor

## CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, Edgar Vásquez Sánchez, usuario revisor de Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  y/o Trabajo Académico  Titulado:

“CARACTERIZACIÓN ECOGRÁFICA DEL ANESTRO POSPARTO E INVOLUCIÓN UTERINA, Y SU RELACIÓN CON EL PERFIL LIPÍDICO EN VACAS HOLSTEIN, LAMBAYEQUE -2024”

Cuyo autor es: ALEX RONALDO ROJAS CORREA; con DNI N°75076801 y ALEJANDRA SUCLUPE QUEREBALU con DNI N° 74888156; declaramos que la evaluación realizada por el Programa Informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 9%, verificables en el Resumen del Reporte Automatizado de similitudes que se acompañan.

El suscrito(a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso

Lambayeque, 20 de enero del 2026

  
M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez  
Asesor

DNI: 16524837

# CARACTERIZACIÓN ECOGRÁFICA DEL ANESTRO POSPARTO E INVOLUCIÓN UTERINA, Y SU RELACIÓN CON EL PERFIL LIPÍDICO EN VACAS HOLSTEIN, LAMBAYEQUE-2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>9%</b>	<b>8%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>Submitted to Universidad Nacional de Cajamarca</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>axoncomunicacion.net</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>paperity.org</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.researchgate.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>sired.udenar.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

  
M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez  
Asesor

DNI: 16524837

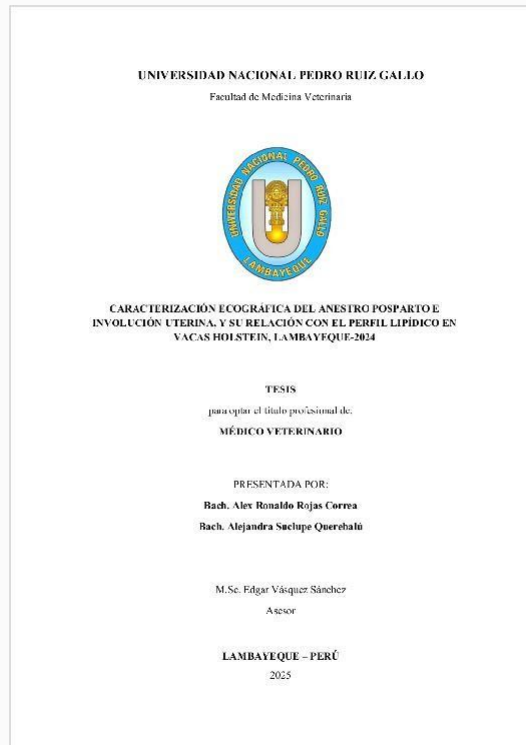


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Alex Ronaldo Rojas Correa  
Título del ejercicio: Quick Submit  
Título de la entrega: CARACTERIZACIÓN ECOGRÁFICA DEL ANESTRO POSPARTO E I...  
Nombre del archivo: N\_CON\_EL\_PERFIL\_LIP\_DICO\_EN\_VACAS\_HOLSTEIN,\_LAMBAYE...  
Tamaño del archivo: 6.22M  
Total páginas: 85  
Total de palabras: 19,692  
Total de caracteres: 106,951  
Fecha de entrega: 19-ene-2026 04:05p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega: 2859722687



  
**M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez**  
Asesor  
DNI: 16524837



---

**DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD**

Yo ALEX RONALDO ROJAS CORREA y ALEJANDRA SUCLUPE QUEREBALU investigador principal, y M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez Asesor del trabajo de investigación **“CARACTERIZACIÓN ECOGRÁFICA DEL ANESTRO POSPARTO E INVOLUCIÓN UTERINA, Y SU RELACIÓN CON EL PERFIL LIPÍDICO EN VACAS HOLSTEIN, LAMBAYEQUE - 2024”**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del Título o Grado emitido como consecuencia de este informe.

*Lambayeque, 19 de enero de 2026*

*Investigador: ALEX RONALDO ROJAS CORREA y ALEJANDRA SUCLUPE  
QUEREBALU  
Asesor: M.Sc. Edgar Vásquez Sánchez*

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo, con profunda gratitud, a nuestras familias, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en cada paso de este desafío académico, en especial a nuestros padres por haber sido nuestro apoyo a lo largo de toda la carrera universitaria y a lo largo de nuestra vida.

Y, sobre todo, a Dios, por darnos las fuerzas y las oportunidades necesarias para alcanzar este logro.

Con mucho cariño y admiración, Alex y Alejandra

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por permitirnos acabar con esta travesía que nos propusimos, por la salud que nos concede, y por guiarnos cada día en este camino.

A nuestro estimado asesor por su orientación y apoyo a lo largo de este trayecto.

A todas las personas que nos ayudaron y nos guiaron, aconsejándonos en esta travesía.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	VIII
AGRADECIMIENTO.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1. Antecedentes.....	4
1.2. Bases teóricas.....	7
1.2.1. FISIOLÓGÍA DEL ANESTRO POSPARTO.....	7
1.2.2. FISIOLÓGÍA DE LA INVOLUCIÓN UTERINA.....	8
1.2.3. METABOLISMO LIPÍDICO EN BOVINOS.....	10
1.2.3. ECOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO EN LA REPRODUCCIÓN BOVINA.....	15
CAPÍTULO II	
DISEÑO Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	18
2.1. Localización.....	18
2.2. Tamaño de muestra.....	18
2.3. Material y equipo experimental.....	19
2.2.1. Material biológico.....	19
2.2.2. Material de campo.....	19
2.2.3. Equipos.....	20
2.4. Metodología.....	20
2.4.1. Tipo de investigación.....	20
2.4.2. Técnica de recolección de datos.....	21
2.5. Análisis estadístico.....	23
CAPÍTULO III	
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	25
CONCLUSIONES.....	46
RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tamaño folicular evaluados ecográficamente del ovario derecho en vacas Holstein según el número de partos .....	25
<b>Tabla 2.</b> Tamaño folicular evaluados ecográficamente del ovario izquierdo en vacas Holstein según el número de partos .....	27
<b>Tabla 3.</b> Correlación del tamaño folicular del ovario derecho con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein.....	29
<b>Tabla 4.</b> Correlación del tamaño folicular del ovario izquierdo con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein .....	29
<b>Tabla 5.</b> Tamaño del cuerpo lúteo (mm) evaluados ecográficamente en vacas Holstein según el número de partos.....	31
<b>Tabla 6.</b> Correlación del tamaño del cuerpo lúteo con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein.....	33
<b>Tabla 7.</b> Características ecográficas de la Involución Uterina en vacas Holstein según el número de partos .....	34
<b>Tabla 8.</b> Perfil lipídico en vacas Holstein según el número de partos evaluadas en diferentes días.....	38
<b>Tabla 9.</b> Correlación del perfil lipídico con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein .....	41
<b>Tabla 10.</b> Correlación del tamaño folicular del ovario derecho con el perfil lipídico en vacas Holstein .....	43
<b>Tabla 11.</b> Correlación del tamaño folicular del ovario izquierdo con el perfil lipídico en vacas Holstein .....	44

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar las características ecográficas del anestro posparto y la involución uterina, así como su relación con el perfil lipídico en vacas Holstein en Lambayeque; se trabajó con 26 vacas, a las que se les realizó ecografía transrectal semanal para monitorear la dinámica ovárica y el proceso de involución uterina durante los primeros 90 días posparto; paralelamente, se tomaron muestras sanguíneas cada 15 días para analizar los niveles de triglicéridos, colesterol total, HDL, LDL y VLDL, con el fin de establecer su posible asociación con los cambios reproductivos. Los resultados mostraron que el tamaño de los folículos y del cuerpo lúteo aumentó significativamente a lo largo del tiempo posparto, observándose la reactivación ovárica a partir de los 49 días, y cuerpos lúteos funcionales desde el día 56, el tiempo posparto y el número de partos influyeron en esta dinámica, especialmente en el ovario derecho; la involución uterina se completó también alrededor del día 49, siendo más temprana y eficiente en las vacas primíparas y los indicadores ecográficos tales como la simetría, contenido y posición uterina mejoraron progresivamente, lo cual evidencia que la ecografía es una herramienta eficaz para evaluar objetivamente la recuperación uterina; en cuanto al perfil lipídico, se observó un incremento en todas las fracciones conforme avanzaron los días posparto, lo que indica una adaptación metabólica típica del periodo de lactancia temprana; aun cuando se identificaron correlaciones débiles a moderadas entre el perfil lipídico y el tamaño folicular, estas no fueron estadísticamente significativas, lo que sugiere que la influencia de los lípidos sobre la función ovárica podría estar modulada por otros factores, como el balance energético negativo; estos resultados destacan la utilidad de la ecografía en el monitoreo reproductivo posparto.

**Palabras clave:** Anestro posparto, Involución uterina, Perfil lipídico, Ecografía, Vacas Holstein.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the ultrasonographic characteristics of postpartum anestrus and uterine involution, as well as their relationship with the lipid profile in Holstein cows in Lambayeque. A total of 26 cows were monitored through weekly transrectal ultrasound to observe ovarian dynamics and the process of uterine involution during the first 90 days postpartum. In parallel, blood samples were taken every 15 days to analyze the levels of triglycerides, total cholesterol, HDL, LDL, and VLDL, in order to establish their possible association with reproductive changes. The results showed a significant increase in the size of follicles and corpus luteum over time postpartum, with ovarian reactivation observed from day 49, and functional corpora lutea present from day 56. Postpartum time and parity influenced this dynamic, especially in the right ovary. Uterine involution was also completed around day 49, occurring earlier and more efficiently in primiparous cows. Ultrasonographic indicators such as uterine symmetry, contents, and position progressively improved, demonstrating that ultrasound is an effective tool for objectively evaluating uterine recovery. Regarding the lipid profile, all fractions increased as the postpartum period progressed, indicating a metabolic adaptation typical of early lactation. Although weak to moderate correlations were found between lipid profile and follicular size, these were not statistically significant, suggesting that the influence of lipids on ovarian function may be modulated by other factors, such as negative energy balance. These results highlight the usefulness of ultrasound in postpartum reproductive monitoring.

**Keywords:** Postpartum anestrus, Uterine involution, Lipid profile, Ultrasound, Holstein cows.

## INTRODUCCIÓN

La leche es producida, en su mayoría, por pequeños productores ganaderos, generando un total de 757 504 millones de litros de leche de vaca a nivel mundial, lo cual representa una fuente de ingresos en efectivo y ganancias relativamente rápidas (1,2). Tanto a nivel mundial como nacional, la explotación lechera ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, siendo las vacas Holstein la principal raza utilizada en la región Lambayeque (3). A pesar de su elevado potencial productivo, las vacas Holstein enfrentan múltiples desafíos reproductivos durante el periodo posparto, entre los cuales destacan la prolongación del anestro y la involución uterina incompleta (4,5), estas condiciones representan etapas críticas que afectan seriamente la eficiencia reproductiva, al prolongar el intervalo entre partos y reducir la rentabilidad del sistema. En este sentido, el periodo posparto se considera una fase crucial tanto desde el punto de vista fisiológico como económico para los sistemas de producción lechera.

El anestro posparto fue reconocido por primera vez como un problema reproductivo en la década de 1920 (6). Se define como un estado de inactividad sexual, caracterizado por la ausencia de signos de estro, debido a factores como cambios estacionales, deficiencias nutricionales, estrés o envejecimiento (5,7); durante esta etapa, no ocurre la ovulación debido a una secreción insuficiente de hormona luteinizante (LH), lo que impide la culminación de la dinámica folicular; asimismo, es frecuente que la primera ovulación no se acompañe de signos externos de celo y que el cuerpo lúteo resultante tenga una vida media corta (8).

El período del anestro posparto depende de varias circunstancias en la que destaca el estatus nutricional de la vaca que es el responsable de la actividad reproductiva, dicho de otra manera, las funciones reproductivas, como la ciclicidad estral, será activada cuando la demanda de nutrientes haya sido superada con éxito; déficit de requerimientos como

consecuencia de un desorden metabólico que induce una etapa de homeorresis y adaptación de los procesos fisiológicos, contribuyen a una dinámica reproductiva deficiente; las vacas de producción alta no pueden sostener un balance energético positivo en la lactancia temprana, en consecuencia la movilización de las reservas es imprescindible en esta etapa, donde al menos el 80% de las vacas presenta un balance energético negativo y metabólicamente priorizan la función mamaria por encima de la función ovárica (9), por lo que las vacas suelen experimentar una movilización masiva de grasas corporales para compensar las demandas energéticas de la lactancia, lo que a su vez afecta el perfil lipídico y la función reproductiva (10).

Por otro lado, la Involución Uterina (IU) es el proceso fisiológico donde el útero recupera sus dimensiones normales para reanudar la actividad reproductiva; factores como la nutrición, la raza, las enfermedades metabólicas, el parto y el medio ambiente retrasan este proceso (11) de este modo prolongando así el anestro posparto. El uso de la ecografía, como método no invasivo, es útil para monitorear este proceso, permitiendo una evaluación detallada y precisa de los cambios estructurales del útero en el posparto, facilitando el estudio de la dinámica folicular y los cambios en el cuerpo lúteo en vacas después del parto (12).

En la región Lambayeque, los sistemas de producción lechera son una fuente económica importante para los ganaderos; sin embargo, el anestro posparto y la involución uterina pueden afectar la salud reproductiva teniendo un impacto económico significativo en los productores; a pesar de los avances en la genética, en la tecnología de diagnóstico, las relaciones entre el anestro posparto, la involución uterina y el perfil lipídico en vacas en esta región aún no están totalmente claras, limitando la capacidad de los productores para implementar estrategias efectivas de manejo reproductivo y nutricional.

En base a lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivos: medir el tamaño folicular y del cuerpo lúteo de los ovarios; analizar la involución uterina en vacas posparto a través de la ecografía; medir el perfil lipídico en vacas Holstein en periodo de lactación; y determinar la relación entre los valores de perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas Holstein con anestro posparto.

Este estudio no solo contribuirá al avance del conocimiento en el área de la reproducción bovina, sino que también proporcionará información valiosa para los ganaderos. La comprensión de estas interacciones permitirá a los productores y veterinarios implementar estrategias más efectivas para mejorar la salud reproductiva y el rendimiento productivo del hato, desarrollando estrategias nutricionales posparto que optimicen el perfil lipídico, favorezcan la recuperación uterina y la reanudación de la actividad ovárica. Además, este trabajo reafirma la importancia de la ecografía como herramienta diagnóstica en el ámbito reproductivo.

# CAPÍTULO I

## MARCO

### TEÓRICO

#### 1.1. Antecedentes

Galvis et al.(13), realizaron un estudio que involucró a 10 vacas Holstein, evaluadas en el día del parto y luego en los días 10, 20, 30, 40 y 50 posparto, evaluando entre otros parámetros al colesterol y la dinámica folicular; se observó que los niveles de colesterol, lipoproteínas de alta densidad (LDL) y lipoproteínas de baja densidad (HDL) aumentaron a medida que avanzaba el periodo de lactancia, donde el promedio de colesterol fue de  $166.02 \pm 49.05$  mg/dl, con un rango que variaba entre 80.33 y 279.66 mg/dl; en contraste, los valores para los triglicéridos y lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL) oscilaron entre 19.32-25.35 mg/dl y 3.86-5.07 mg/dl, respectivamente, alcanzaron su punto máximo a los 40 días de lactancia y luego disminuyeron; no se observaron diferencias significativas en las poblaciones de folículos en función del momento de la evaluación, sin embargo, solo seis vacas ovularon durante el período de estudio; estas mostraron una mayor condición corporal al momento del parto y un mayor valor de HDL plasmático.

Marín et al.(14) realizaron un estudio con 18 vacas Holstein de tres partos, en buen estado de salud y con un peso promedio de 597,3 kg y una condición corporal promedio de 3,5; las vacas se dividieron al azar en dos grupos: un grupo experimental que recibió una suplementación con 500 g de aceite vegetal, equivalente al 2,5% de la materia seca de la dieta, y un grupo control que no recibió suplementación; se evaluó la concentración de colesterol, HDL, LDL, triglicéridos y lípidos totales en sangre cada semana durante ocho semanas posteriores al parto; los resultados mostraron que la concentración promedio de colesterol fue  $109.3 \pm 9.9$  mg/dl, de HDL fue de  $120.9 \pm 27.7$

mg/dl, LDL  $134.3 \pm 12.8$  mg/dl, y de los triglicéridos de  $29.3 \pm 7.9$  mg/dl; el reinicio de la ciclicidad ovárica posparto se produjo en el día  $29,6 \pm 12,4$  del grupo control.

Burbano et al.(15) estudiaron un grupo de 10 vacas de 3 a 7 años, en su etapa preparto y posparto, a las 4 y 8 semanas respectivamente; de las cuales se recogieron muestras de sangre para medir valores metabólicos y minerales, y su correlación con la función reproductiva en vacas Holstein, donde encontró aumentado el perfil lipídico, destacando el colesterol, lo cual atribuyeron a una mayor movilización de los lípidos como respuesta al estado productivo y a una respuesta a la suplementación que recibieron las vacas, además evaluaron ecográficamente el tamaño folicular y del cuerpo lúteo en los días 10, 20, 30, 40 y 50 posparto, encontrando una disimilitud significativa ( $p < 0,05$ ) en el tamaño de los folículos entre los días 20, 40, 50 con los días 10 y 30; así mismo en los días 20 y 40 observaron disminuidos el diámetro folicular y cuerpo lúteo.

Arfuso et al.(10) en su estudio evaluaron los cambios dinámicos en los perfiles de lípidos y lipoproteínas séricas en vacas lecheras, realizaron un muestreo de sangre a los 60, 30 y 15 días antes del parto, en el día del parto y los días 15, 30 y 60 después del parto, encontrando que los lípidos y fosfolípidos totales están disminuidos en el momento del preparto hasta el parto, pero aumentaron a lo largo del posparto; los triglicéridos y VLDL decrecieron sus valores hasta los 15 y 30 días posparto, respectivamente, así como el colesterol total y LDL, que estuvieron disminuidos durante el posparto, HDL mostraron sus valores más bajos en los días 15 y 30 posparto. Estos cambios observados en los índices lipídicos podrían deberse al inicio del ordeño y al aumento del consumo de energía del organismo.

Balarezo et al.(16), llevaron a cabo un estudio para evaluar la involución uterina en 60 vacas de la raza Holstein; utilizaron técnicas como el examen obstétrico, ecografía

rectal y la evaluación clínica de la involución uterina mediante el score de Ruiz et al. (17), obteniendo como resultados que, sin considerar la puntuación clínica, la involución uterina se produjo en un promedio de  $29.86 \pm 7.71$  días, y considerando el score el proceso ocurrió a los  $42 \pm 0.39$  días; se observó que la involución uterina ocurrió significativamente antes ( $p < 0.05$ ) en las vacas con un Índice de Condición Corporal (CC) al parto  $\geq 3.5$  en comparación con aquellas con un  $CC < 3.5$ ; en el caso de las vacas en su segundo parto, la involución uterina ocurrió en promedio a los  $25.17 \pm 1.32$  días y se prolongó significativamente ( $p < 0.05$ ) en el tercer y cuarto parto; además, se encontró que el folículo dominante apareció a los  $16.63 \pm 3.83$  días, mientras que la ovulación se produjo en promedio a los  $27.76 \pm 7.71$  días.

En un estudio realizado por Núñez et al.(18), donde investigaron el impacto de los ácidos grasos esenciales extraídos en la involución uterina y la reactivación ovárica en vacas lecheras durante la lactancia temprana, se observó que, en el grupo control, varios parámetros relacionados con la salud uterina mostraron un estado normal hasta el día 52 posparto, esto incluía, entre varias características el grosor uterino, la simetría de los cuernos uterinos, la posición del cuerpo uterino; sin embargo, el grosor uterino y útero sin contenido se completó el día 57 posparto; en cuanto al crecimiento folicular en ambos ovarios, se observó que el pico más alto ocurrió en el día 52 posparto, en el ovario izquierdo el tamaño medio de los folículos fue de  $14.25 \pm 1.19$  mm de diámetro, mientras que en el ovario derecho fue de  $15.91 \pm 3.35$  mm de diámetro.

En investigaciones previas Flores et al.(19), evaluaron el efecto del estrés calórico en el metabolismo energético (colesterol y triglicéridos) y el reinicio de la actividad ovárica (tamaño folicular) en vacas lecheras posparto Holstein desde el parto hasta los 90 días posparto (dpp), encontrando un retraso en la actividad ovárica, alcanzando un tamaño de 7.9 mm en el 67 dpp y en el 90 dpp alcanzó 12.6 mm en el ovario derecho,

por el contrario en el izquierdo fue de 9.93 mm. Referente con el perfil lipídico, el colesterol y los triglicéridos estaban en ascenso, el colesterol al comienzo de la evaluación (7 dpp) tenía un promedio de 48.07 mg/dl, terminando con 233 mg/dl en el último día de toma (90 dpp); por otro lado los triglicéridos tenían un promedio de 17.87 y 41.53 mg/dl al inicio y al final de la evaluación respectivamente.

## **1.2. Bases teóricas**

### **1.2.1. FISIOLÓGÍA DEL ANESTRO POSPARTO**

Es un estado caracterizado por una inactividad sexual, sin manifestación de signos de celo, anovulación, niveles bajos de estrógeno y progesterona; se presentan ovarios estáticos y aunque hay desarrollo de folículos, estos no alcanzan una madurez para llegar a ovular, en hembras *Bos Taurus* e *Indicus* suele durar un poco más de los 90 días (20).

Las concentraciones de LH al final de la gestación son bajas, así como en el posparto, un aumento de estas concentraciones indica que el próximo estro está por comenzar; en el caso de la FHS, disminuye su concentración previa al parto, pero se vuelve a regular lo que indica que esta no es impedimento para que se reinicie la actividad ovárica (21). Durante el parto se presentan altas concentraciones de estrógenos y progesterona, sin embargo, con la salida del feto y la placenta, se da una caída de estas hormonas; la progesterona cae entre los 3 días antes del parto, los estrógenos se mantienen altos entre las 24-48 horas antes del parto, posteriormente disminuyen su concentración, pero con la detección del primer folículo dominante comienza a elevarse (20,22).

Durante el anestro posparto en vacas, ocurren cambios fisiológicos como la involución uterina para recuperar el tamaño normal del útero, niveles bajos de

hormonas reproductivas que suprimen la ovulación, priorización de la producción láctea que requiere alta energía, recuperación nutricional crucial para restaurar el estado corporal óptimo, y la supresión visible del ciclo estral; la duración de este período puede variar según factores genéticos, nutricionales y de manejo (23).

### **1.2.2. FISIOLÓGÍA DE LA INVOLUCIÓN UTERINA**

#### **Definición de la Involución Uterina**

Es el proceso fisiológico por el cual el útero regresa a su tamaño y estado normal después del parto con la expulsión de la placenta (17). Este comienza de manera natural y es impulsado principalmente por contracciones musculares del útero, así como por cambios hormonales (24). Puede durar varias semanas y está influenciado por factores como la nutrición, la salud general del animal y el manejo postparto adecuado (17,20).

#### **Cambios fisiológicos durante la involución uterina**

Durante la involución uterina en las vacas, se producen una serie de cambios fisiológicos importantes que permiten al útero recuperarse después del parto y volver a un estado adecuado para futuros ciclos reproductivos:

El cérvix experimenta modificaciones en su forma, tamaño y ubicación; entre los días 4 y 10 posparto, su posición es abdominal, su retracción resulta imposible, y se palpa como una estructura esponjosa; entre los días 15 y 20, el cérvix adopta una posición pélvica, haciéndose abarcable hacia el día 20; finalmente, entre los días 20 y 30, adquiere una posición pélvica con tamaño y consistencia similares a los pregestacionales (25).

Por otro lado, los cuernos uterinos disminuyen en volumen, consistencia, fluctuación y pierden las estrías longitudinales; entre los días 4 y 10 posparto, los cuernos son asimétricos, no alcanzables a la palpación, con una pared consistente, endometrio poco tonificado y sin fluctuación; durante los días 15 a 20, la asimetría se hace menos evidente, los cuernos son palpables, retraibles, y las paredes adquieren tono hacia el día 20; entre los días 20 y 30, los cuernos se vuelven simétricos, retraibles, palpables, con tono y contractilidad, preparándose para el próximo ciclo reproductivo (24,25).

Los ovarios también sufren cambios en su tamaño y en las estructuras cíclicas o no cíclicas que presentan; entre los días 4 y 10 posparto, pueden observarse folículos menores a 4 mm, y hacia el día 10 puede aparecer algún folículo de mayor tamaño; durante los días 15 a 20, se identifican folículos, cuerpo lúteo o incluso estructuras quísticas; hacia los días 20 a 30, son frecuentes el cuerpo lúteo y los folículos, pudiéndose observar alguna estructura quística no patológica (25).

Durante la involución uterina, hay cambios en los niveles hormonales que influyen este proceso; la disminución de los niveles de progesterona, por ejemplo, es crucial para la regresión del cuerpo lúteo, que a su vez contribuye a la contracción uterina y a la restauración del útero a su estado no gestacional (10).

Además de la contracción muscular, el útero también reabsorbe líquidos y tejidos adicionales que se acumularon durante la preñez y el parto; este proceso ayuda a reducir el volumen uterino y restaurar la estructura normal del órgano (2,10).

### **1.2.3. METABOLISMO LIPÍDICO EN BOVINOS**

#### **A. Perfil Lipídico en Vacas**

Los lípidos son componentes esenciales de la dieta bovina y juegan varios roles fundamentales en el metabolismo y la salud del animal (10). En general, los lípidos están compuestos principalmente por ácidos grasos, glicerol y otros compuestos lipídicos; en bovinos, los lípidos pueden variar en composición según la dieta y la genética del animal (26).

#### **Componentes del Perfil Lipídico**

El colesterol es un lípido del grupo de los esteroides que cumple funciones indispensables para la vida, desempeñando funciones estructurales y metabólicas vitales para la vaca, es precursor de otras biomoléculas fisiológicamente importantes tales como, las hormonas esteroideas, ácidos biliares y la vitamina D (27); en vacas posparto, su importancia radica en que refleja el estado metabólico del animal, ya que niveles bajos pueden asociarse a un balance energético negativo; asimismo, el colesterol es clave para la función ovárica y la producción de progesterona, influyendo directamente en la recuperación de la actividad reproductiva, la involución uterina y la fertilidad; por ello, su medición es útil como indicador del estado fisiológico y reproductivo en bovinos lecheros durante el periodo de transición (28,29).

Los triglicéridos son la forma principal en la que se almacenan los lípidos en las células adiposas y en el tejido graso de las vacas; los triglicéridos consisten en tres ácidos grasos unidos a una molécula de glicerol (14). Son transportados en la sangre principalmente a través de lipoproteínas como las VLDL (lipoproteínas de muy baja densidad), sintetizadas en el hígado; en vacas posparto, los triglicéridos

cumplen un papel crucial en el metabolismo energético, ya que durante el balance energético negativo se movilizan las reservas de grasas corporales, aumentando la concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) que el hígado convierte en triglicéridos; un exceso en su acumulación hepática puede derivar en lipidosis hepática, afectando la función hepática y la productividad, por tanto, los niveles de triglicéridos son un indicador importante del estado metabólico y del riesgo de enfermedades en el posparto, así como de la capacidad de adaptación del animal a las altas demandas energéticas de esta etapa (14,26).

Lipoproteínas: Están conformadas por una monocapa de fosfolípidos que les permite interactuar con el plasma sanguíneo; a lo largo de esta monocapa se encontrarán moléculas de colesterol libre (debido a la estructura del colesterol que es polar); también se encontrarán ciertas proteínas denominadas apoproteínas o apolipoproteínas, que pueden ser transmembrana: ApoB-100 y Apo-48 y periféricas: ApoE, ApoC y ApoA; estas apoproteínas cumplen 3 funciones principalmente: la función estructural (es la que le da identidad a la lipoproteína), función de ligando (es decir van a ser reconocidas por receptores que se encuentran en las células de ciertos tejidos) y función activadora o inhibidora de algunas enzimas que participan en el ensamble o metabolismo de las lipoproteínas; el centro de una lipoproteína es hidrofóbico, debido a que aquí se encuentran los lípidos que son transportados (10,30).

Tipos:

- Proteínas de muy baja densidad-VLDL: Se forman en el hígado y su función principal es transportar ésteres de colesterol del hígado hacia otros tejidos, sus apoproteínas son la ApoB-100, ApoE y ApoC, y están compuestas por proteínas en un 7-10% y lípidos en un 90-93%; estas proteínas a medida que van dejando su

contenido se van quedando sin cargamento, enriqueciéndose de colesterol, teniendo mucho más contenido de este en su interior, formándose lipoproteínas de densidad intermedia, las que contarán con 2 apoproteínas: ApoB-100 y ApoE (30).

- Proteínas de baja densidad-LDL: También se forman en el hígado y son responsables de transportar la mayor parte del colesterol a los tejidos; estas proteínas solo tienen 1 apoproteína: ApoB-100, están compuestas por proteínas en un 21% y lípidos en un 79%; cuando estas proteínas son más pequeñas y más densas, no van a ser reconocidas por el receptor de LDL, lo que hará que estén más tiempo circulando (29,30).

- Proteínas de alta densidad o HDL: Son proteínas que participan en el transporte inverso del colesterol es decir que sacan el colesterol de los tejidos y lo regresan al hígado para que aquí pueda ser procesado y puedan elaborarse otros componentes; estas proteínas tienen 3 apoproteínas: ApoA, ApoE y ApoC; están compuestas por proteínas en un 32-57% y lípidos en 43-68% (30).

## **B. Importancia del perfil lipídico en la salud metabólica y reproductiva**

### **a) Metabolismo de los lípidos en el organismo bovino:**

Tras la ingestión, los nutrientes son absorbidos principalmente en el intestino delgado; los lípidos dietarios, predominantemente triglicéridos y fosfolípidos, se hidrolizan en el lumen intestinal; los triglicéridos son descompuestos en ácidos grasos libres y monoglicéridos por la acción de enzimas lipolíticas; una vez absorbidos, los ácidos grasos y otros lípidos son reesterificados en el enterocito y ensamblados en quilomicrones, que ingresan al sistema linfático antes de llegar a la circulación sanguínea (30).

A través de la vena porta, el hígado recibe otros lípidos, como fosfolípidos y ácidos grasos de cadena corta, que provienen directamente de la digestión ruminal; los quilomicrones en la circulación entregan lípidos a los tejidos periféricos, donde son utilizados para la producción de energía, almacenamiento en forma de triglicéridos o conversión en otros compuestos esenciales (29,31).

El hígado es el principal centro de procesamiento de los lípidos en el organismo bovino; allí, los fosfolípidos pueden ser utilizados para la síntesis de proteínas plasmáticas que serán transportadas a los tejidos periféricos, o bien hidrolizados para generar ácidos grasos; estos ácidos grasos pueden ser oxidados en las mitocondrias para producir energía a través del ciclo de los ácidos tricarboxílicos (TCA) o transformados en acetil-CoA, que puede entrar en diferentes rutas metabólicas, como la producción de cuerpos cetónicos, síntesis de colesterol y ácidos biliares, y formación de VLDL (32).

El metabolismo lipídico en vacas lecheras varía significativamente a lo largo de la lactancia; durante las primeras semanas postparto, los niveles de colesterol y HDL son bajos debido a la alta movilización de reservas energéticas para la producción de leche; sin embargo, a medida que la producción de leche disminuye, los niveles de colesterol aumentan progresivamente (14,28).

La formación de lipoproteínas también se ajusta en función de las demandas energéticas del animal; en el inicio de la lactancia, las VLDL están más concentradas debido al transporte activo de lípidos desde el hígado hacia los tejidos; a medida que avanza la lactancia, las concentraciones de HDL aumentan, favoreciendo el reciclaje y transporte de colesterol hacia el hígado (30).

**b) Relación entre el perfil lipídico y la salud reproductiva en vacas lecheras.**

El período comprendido entre tres semanas antes del parto y tres o cuatro semanas después de la siguiente parición de una vaca se conoce como período de transición, durante el cual ocurren la mayoría de las enfermedades infecciosas o metabólicas, particularmente en el ganado (10); sin embargo, las vacas en lactancia temprana experimentan un proceso de movilización de grasas que es fisiológico, aunque pueden ser susceptibles a la esteatosis debido a niveles bajos de insulina, glucosa y lipoproteínas de densidad muy baja, lo que puede contribuir a problemas de infertilidad en las vacas lecheras; la capacidad de movilizar fracciones de lípidos del hígado es un factor importante para prevenir la infiltración de grasas en el hígado; varios estudios han demostrado un vínculo entre la movilización y oxidación excesiva de lípidos y la salud y fertilidad de las vacas lecheras; durante este período, el hígado experimenta un daño significativo a medida que los ácidos grasos se movilizan más rápidamente y consumen mayores cantidades de energía, lo que provoca depósito de lípidos e intoxicación por amoníaco (31).

La acumulación de grasa en el hígado conduce a una disfunción hepática, que implica la síntesis y biotransformación de metabolitos, así como la desintoxicación y eliminación de desechos tóxicos y xenobióticos, lo que produce efectos perjudiciales para la salud, el bienestar, la productividad y la reproducción; los seres humanos con colesterol elevado experimentan enfermedades cardiovasculares, en particular aterosclerosis, debido a la relación inversa entre los niveles de HDL y LDL; al contrario de esta condición, las modificaciones observadas en las vacas pueden resultar en problemas reproductivos como retención placentaria y otras anomalías como aborto o

mastitis posparto; por lo tanto, se debe introducir en el pienso la cantidad básica requerida para el animal evitando una posible sobre administración de concentrados, que pueden aumentar el nivel de lipoproteínas en el metabolismo y la actividad ruminal (29).

### **1.2.3. ECOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA DE DIAGNÓSTICO EN LA REPRODUCCIÓN BOVINA:**

#### **A. La ecografía y su aplicación en la evaluación reproductiva**

Recientemente, la ecografía en tiempo real ha ganado una inmensa popularidad como medio para estudiar la anatomía y las estructuras funcionales del sistema reproductivo bovino (33).

La ecografía no requiere de procedimientos invasivos ni dolorosos para la vaca; se realiza externamente sobre el área del vientre, lo que minimiza el estrés y el malestar del animal e internamente por el canal del recto para visualizar órganos reproductivos con mayor calidad, como el ovario y el útero (34), esto proporciona información precisa sobre el estado de los órganos y la presencia de folículos ováricos en desarrollo (35), identificando y midiendo los folículos ováricos en diferentes etapas de maduración (34).

Según Yáñez et al. (33) la ecografía permite evaluar el estado del útero, incluyendo la presencia de fluidos o signos de infecciones que podrían afectar la fertilidad de la vaca; es posible realizar ecografías de forma periódica para seguir la evolución de los folículos y la formación del cuerpo lúteo, esto facilita la identificación de patrones reproductivos normales o la detección temprana de problemas potenciales (34); al determinar con precisión el momento de la ovulación

y la actividad ovárica, la ecografía ayuda a programar la inseminación artificial o la monta natural en el momento óptimo, mejorando las tasas de concepción (33).

Al proporcionar información objetiva sobre el estado reproductivo de las vacas, la ecografía ayuda a los ganaderos a tomar decisiones informadas sobre el manejo reproductivo y la selección de animales para programas de cría (34).

## **B. Patrones ecográficos en bovinos**

Mediante ecografía, es posible identificar y medir los folículos en diferentes etapas de desarrollo; los folículos son estructuras ováricas que contienen el ovocito y son cruciales para la ovulación y la producción de hormonas sexuales (33,35), también se pueden detectar y medir los cuerpos lúteos, que son estructuras temporales formadas después de la ovulación; el cuerpo lúteo produce progesterona, esencial para el mantenimiento de la gestación en caso de fertilización (34).

### **Patrones Ecográficos en la Dinámica Folicular:**

**Fase Folicular:** Durante la fase folicular, los folículos crecen y maduran; en ecografía, los folículos pueden observarse como estructuras anecoicas (sin eco) de diferentes tamaños y formas, se identifican desde pequeños folículos primordiales hasta folículos preovulatorios más grandes (33).

**Selección Dominante:** Se observa un patrón dinámico donde varios folículos pueden competir por la dominancia; la ecografía permite evaluar la tasa de crecimiento de estos folículos y determinar cuál se convertirá en el folículo dominante que ovulará (34).

**Fase Lútea:** Después de la ovulación, el folículo se convierte en un cuerpo lúteo. En ecografía, el cuerpo lúteo se ve como una estructura hiperecoica (con eco) con un centro hiperecoico más oscuro y bordes bien definidos (35).

### **Patrones Ecográficos del útero en el ciclo estral:**

**Metaestro:** El miometrio las primeras 24-36 horas aparece contraído, por lo que se observará ecogénico y brillante, mientras que el endometrio se observará dilatado e hipoecogénico; es por ello que la luz uterina adoptará forma de una estrella y en ella reflejos especulares (aparecen como líneas hiperecogénicas paralelas entre sí); ya a las 96 horas de haberse producido la ovulación, el endometrio se observará también ecogénico (36,37).

**Diestro:** En esta etapa tanto el miometrio como el endometrio aparecerán hipoecogénicos, debido a que aumentan en grosor la túnica vascular y vasos endometriales; por lo tanto, aquella estrella observada en la anterior fase no se verá (no hay luz en el útero) (36,37).

**Proestro:** En un inicio el miometrio se contrae, por lo que se observa ecogénico; en el día 16 hasta el día 20 irá aumentando su hipoecogenicidad debido al grosor que va tomando, de la misma manera el lumen o luz uterina aparecerá anecogénica y similar al proceso del metaestro, es decir observada en forma de estrella (36,37).

**Estro:** El miometrio estará contraído y se observará ecogénico, la luz uterina en forma de estrella; al hacer cortes transversales y/o longitudinales se van a apreciar reflejos como de espejo (36,37).

## CAPÍTULO II

### DISEÑO Y CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 2.1. Localización

La presente investigación se realizó en las instalaciones del establo Ganado Estabulado y Sembríos Agrícolas S.A.C. más conocido como GESA, ubicado en el sector Santo Domingo, del distrito de Lambayeque, a la altura de la carretera Panamericana Norte km. 780 (Estación de Servicios San Roque).

#### 2.2. Tamaño de muestra

Para la obtención de la muestra se utilizó la siguiente fórmula (38):

$$n = \frac{z^2 * s^2}{e^2}$$

Donde:

- $n$  = tamaño de la muestra requerido
- $z$  = nivel de confiabilidad de 95% (valor estándar de 1,96)
- $s^2$  = varianza del tamaño folicular ( $s = 1.19$  mm de diámetro folicular) (18)
- $e$  = error permitido estadísticamente 0,46 mm

Reemplazando la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 * 1.19^2}{0.46^2}$$

$$n = 25.7$$

Se seleccionaron 26 vacas posparto al azar, las cuales fueron evaluadas clínicamente para descartar condiciones patológicas que impedirían la realización del estudio y alterarían así los resultados. El agrupamiento de las vacas fue de acuerdo al

número de partos (multíparas, primíparas) para mayor profundidad de los resultados.

Fueron seleccionados teniendo en cuenta criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- Vacas gestantes próximas a parir, a pocas semanas del parto
- De 1 a más partos
- Que aparentemente estén sanas

Criterios de exclusión:

- Vacas vacías
- Que estén clínicamente enfermas

Para ello se utilizó el diseño completamente al azar (39) teniendo en consideración los grupos mencionados (según el número de parto).

### **2.3. Material y equipo experimental**

#### 2.2.1. Material biológico

Se emplearon 26 vacas Holstein en etapa posparto del establo GESA, Lambayeque.

#### 2.2.2. Material de campo

- Gel ecógrafo
- Naricera
- Aguja N°18

- Gradilla
- Tubos sin anticoagulante tapa roja
- Termo transportador
- Fichas de registro
- Marcadores
- Naricera
- Soga
- Algodón
- Papel toalla
- Alcohol
- Guantes de palpación

#### 2.2.3. Equipos

- Ecógrafo
- Cámara fotográfica
- Laptop con Microsoft Office, software IBM SPSS y con acceso a internet

## **2.4. Metodología**

### 2.4.1. Tipo de investigación

El estudio es de tipo descriptivo dado que su objetivo principal es describir y caracterizar en profundidad procesos fisiológicos normales en bovinos, como lo son el anestro posparto, la involución uterina y el perfil lipídico. Según su propósito es aplicada ya que busca comprender y explicar principios científicos fundamentales relacionados con la fisiología reproductiva y el metabolismo de lípidos durante el

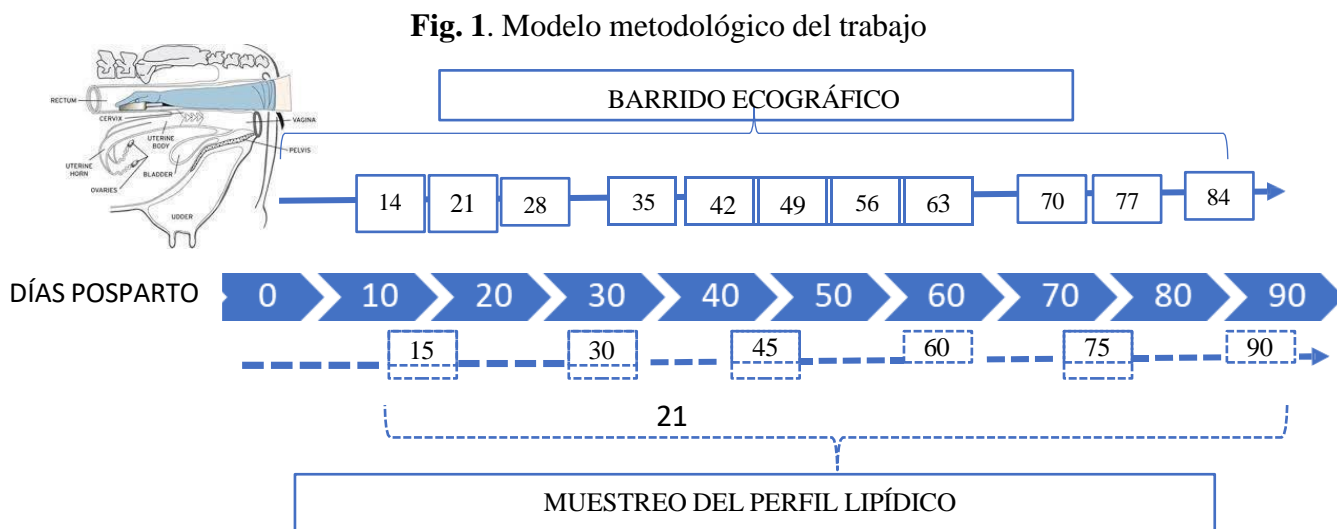
periodo posparto en vacas lecheras, con el fin de contribuir a la mejora de la eficiencia reproductiva.

Este estudio es de tipo correlacional entre variables; es de tipo longitudinal debido a que se observa a las vacas a lo largo del tiempo (cada 15 días para análisis de sangre y cada semana para ecografías) para recopilar datos sobre su salud y el desarrollo de la involución uterina y la funcionalidad de los ovarios; de tipo observacional porque no se manipula ninguna variable, solo se observaron las vacas en su entorno natural.

Es de enfoque cuantitativo porque se recopilan datos numéricos (niveles de lípidos, medidas ecográficas).

#### 2.4.2. Técnica de recolección de datos

Se empleó el método de fichas de registro en las vacas para recolectar la información requerida durante el estudio, con el propósito de establecer la duración y el final del período del anestro junto con la involución uterina. Luego de la selección de los animales se realizó el examen ginecológico del canal uterino y estructuras ováricas, teniendo en cuenta la técnica descrita por Jiménez (40) se procedió al barrido ecográfico de las estructuras para establecer el diagnóstico específico de la involución uterina y estructuras ováricas, que se realizó de acuerdo al esquema metodológico del trabajo en la figura 1.



Cada 7 días, a partir del día 14 hasta los 90 días después del parto, se realizó ultrasonografía de manera transrectal. Para el examen ecográfico de las estructuras uterinas y ováricas, se utilizó el ecógrafo HandScan modelo YSD3300-Vet utilizando una sonda rectal que operó a 5 MHz. Se tomó como guía de evaluación el Score planteado por Ruiz et al.(17), que va de una escala del 1 al 5, donde 1 representa una vaca con cuernos finos, con simetría y estructuras ováricas palpables; y 5 representa una vaca con los cuernos demasiados gruesos, asimétricos, ovarios pequeños y sin estructuras palpables, de las cuales se consideraron cuatro dimensiones ecográficas principales: contenido uterino: sin contenido (línea hipocogénica, estrecha o ausente, luz cerrada), regular (imagen anecoica e hipocogénica leve dentro del lumen) y abundante (con contenido uterino anecoico o mixto, gris claro o brillante, puede haber burbujas); pared uterina: normal (línea de grosor medio, homogénea, ecogenicidad intermedia) y engrosada (pared hiperecogénica, blanca, irregular, puede haber edema); posición uterina: pélvica (se observa cerca de la sonda rectal, compacto y firme), abdominal (mayor profundidad de barrido; cuerno uterinos grandes, con contenido o congestión) y mixto (superficial y profundo, asimetría en cuernos); simetría uterina: simétricos (pared homogénea y sin contenido, tamaño similar) y asimétricos (un cuerno es visiblemente más grande, puede contener líquido o tener una pared más gruesa), tomándose registros de estos datos en sus fechas evaluadas. Paralelamente y en los mismos días se midieron y registraron la presencia y diámetro de los folículos grandes y el cuerpo lúteo claramente visibles.

Con respecto al perfil lipídico se recolectaron las muestras los días 15, 30, 45, 60, 75 y 90 DPP, esquematizado en la figura 1 y en base a la metodología propuesta por Valdera (28), la que consiste en tomar muestras de sangre obtenidas mediante punción en la vena coccígea entre las 6:00 am y 8:00 am, en ayunas; antes de extraer se realizó

la antisepsia con alcohol 70°, para posteriormente ser recolectada la sangre en tubos sin anticoagulante, estas fueron acondicionadas en una gradilla dentro de un termo transportador para ser llevadas al laboratorio para sus análisis respectivos, dónde se centrifugaron a 3000 rpm por 15 minutos, luego se obtuvieron el suero, posando por 10 minutos a 37 °C con sus respectivos reactivos, para luego ser procesado en el espectrofotómetro obteniendo los resultados (13).

## 2.5. Análisis estadístico

La información obtenida en campo fue recopilada y organizada en Microsoft Excel para su posterior desglose y desarrollo en el software IBM SPSS Statistics® versión 22.0. Para los indicadores de la dinámica folicular, tanto del ovario izquierdo como el derecho, junto con el cuerpo lúteo y el perfil lipídico, los datos fueron evaluados a través del ANCOVA (41), siendo el modelo la siguiente, solo cambiando la variable respuesta (Y):

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(X_{ij} - \bar{X}) + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- **Y<sub>ij</sub>** = valor del tamaño folicular del ovario derecho/ tamaño folicular del ovario derecho/ tamaño del cuerpo lúteo (mm)/ metabolito lipídico de la vaca *j* con condición de parto *i* (primípara o multípara).
- **μ** = media general.
- **τ<sub>i</sub>** = efecto del número de partos (primíparas vs multíparas).
- **X<sub>ij</sub>** = días posparto en que se hizo la medición
- **β** = coeficiente de regresión de la covariable.
- **X̄** = media general de los días posparto.

- $\epsilon_{ij}$  = error aleatorio

La correlación se determinó mediante la correlación de Pearson (42), tanto del tamaño folicular del ovario derecho e izquierdo junto con del cuerpo lúteo y los metabolitos del perfil lipídico (CT, TG, HDL, LDL, VLDL), la fórmula fue la siguiente:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde:

- $r$  = coeficiente de correlación de Pearson
- $X_i$  = valores de los días posparto
- $Y_i$  = valores del tamaño folicular del ovario derecho/ovario izquierdo/cuerpo lúteo/metabolitos del perfil lipídico
- $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  = medias de cada variable

Con respecto a la correlación entre el perfil lipídico y el crecimiento folicular, la fórmula sería la misma, variando en los datos de  $X$  para metabolitos del perfil lipídico y en  $Y$  para los tamaños foliculares tanto del ovario derecho como izquierdo.

Para el cálculo del porcentaje de involución, cada característica fue registrada en fichas de campo para las 26 vacas evaluadas. Posteriormente, en cada fecha de evaluación, se calculó el porcentaje de involución dividiendo el número de animales que presentaban la condición fisiológica esperada (ejemplo: posición pélvica, simetría, sin contenido, pared normal) entre el total de vacas observadas, multiplicado por 100. Los resultados obtenidos fueron organizados en tablas de frecuencia y expresados como porcentajes acumulados de vacas que alcanzaron los criterios de involución completa en cada intervalo de tiempo posparto.

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS Y DISCUSIONES

**Tabla 1:** Tamaño folicular evaluados ecográficamente del ovario derecho en vacas Holstein según el número de partos.

Días Posparto	Número de Partos			
	Primíparas		Multíparas	
	$\bar{x}$	DS	$\bar{x}$	DS
14 dpp	6.15	±0.66	6.42	±0.93
21 dpp	6.91	±0.73	6.80	±0.92
28 dpp	6.61	±0.69	6.99	±0.97
35 dpp	6.91	±0.69	7.29	±0.97
42 dpp	7.31	±0.69	7.69	±0.97
49 dpp	9.81	±0.69	10.19	±0.97
56 dpp	7.31	±0.69	7.69	±0.97
63 dpp	6.31	±0.69	6.69	±0.97
70 dpp	4.81	±0.69	5.19	±0.97
77 dpp	12.69	±0.81	12.92	±0.95
84 dpp	10.16	±1.18	10.24	±1.71

Media ( $\bar{x}$ ), Desviación estándar (DS)

Nota: Los valores representan los tamaños (mm) de folículo del ovario derecho tras aplicar un análisis de covarianza (ANCOVA), donde la covariable es el tiempo (días posparto) y la variable independiente es el número de partos. Los valores de significancia del ANCOVA fueron: Número de partos ( $p=0.009$ ), Tiempo ( $p<0.01$ ).

En la Tabla 1 se presenta los datos sobre el tamaño folicular del ovario derecho (en milímetros) en vacas Holstein evaluadas ecográficamente durante el posparto (días posparto, dpp); las vacas se agruparon según el número de partos en primíparas (primer parto) y multíparas (varios partos). Teniendo en consideración a varios autores (6,43–45), los folículos ovulatorios son aquellos que alcanzan un diámetro superior a 10 mm, los que contienen mayores receptores para LH, por ende, con mayor probabilidad de ovular. Según Sharma et al. (46), el folículo ovulatorio apareció en promedio a los  $23.90 \pm 5.5$  días posparto en primíparas y a los  $31.80 \pm 3.83$  días en multíparas, en el presente estudio, el primer folículo ovulatorio en multíparas apareció hacia el día 49, mientras que en primíparas se detectó hacia el día 77.

Los resultados indican que las vacas multíparas presentan tamaños foliculares mayores en comparación con las primíparas, lo cual se evidencia en el análisis de ancova del tamaño folicular con el número de partos ( $p=0.009$ ), lo cual coincide con lo reportado por Sharma et al. (46), quienes observaron que el folículo ovulatorio fue significativamente menor ( $p<0.01$ ) en las primíparas; durante el posparto, el tamaño folicular promedio en multíparas fue de 6.42 mm a los 14 dpp, alcanzando un máximo de 12.92 mm a los 77 dpp, para luego disminuir ligeramente a partir de los 84 dpp. En primíparas, los folículos presentaron una dinámica similar, con un tamaño promedio inicial de 6.15 mm a los 14 dpp, un máximo de 12.69 mm a los 77 dpp y un posterior descenso, estos datos son similares a los reportados por Núñez et al. (18), quienes encontraron en vacas multíparas un tamaño folicular máximo de 15.96 mm a los 77 dpp, y un tamaño mínimo de 6.54 mm a los 17 dpp, lo que coincide parcialmente con los resultados del presente estudio; por otro lado, Flores et al. (19) observaron el máximo tamaño folicular a los 90 dpp, con 12.67 mm, una variación que podría estar asociada a factores como la alimentación, el manejo ambiental y diversos elementos que retrasan la reanudación folicular, como el estrés calórico; en general, las vacas multíparas tienden a desarrollar folículos de mayor tamaño que las primíparas, esto podría atribuirse a la experiencia previa del aparato reproductor, que facilita la maduración folicular y una respuesta hormonal más eficiente (47); por su parte, las vacas primíparas que están en crecimiento, enfrentan mayores desafíos metabólicos, lo que afecta la reactivación ovárica y el tamaño de los folículos observados (46,48).

La dinámica folicular muestra un aumento progresivo del tamaño folicular hasta el día 49, cuando se registra un folículo de 10 mm, seguido de un declive temporal y un incremento significativo a los 87 dpp (12 mm), lo cual es congruente con el análisis de Ancova ( $p<0.01$  para el tiempo posparto), este patrón está influenciado por las ondas foliculares descritas por Rajakoski y citadas por Gnemmi et al. (37), según esta teoría, las vacas lecheras presentan dos o más ondas foliculares en un ciclo estral, donde el folículo dominante de la primera onda sufre

regresión durante el diestro tardío, permitiendo el desarrollo de un nuevo folículo en la segunda onda. Durante los primeros días posparto (14 a 35 dpp), el tamaño folicular se mantiene relativamente estable en ambos grupos, con promedios de 6 a 7 mm, lo que refleja un inicio lento en la reactivación ovárica. Este proceso está condicionado por la involución uterina y la necesidad de restablecer el balance metabólico y hormonal (21,49). Báez et al. (21) destacan que la prioridad metabólica en este periodo se centra en el crecimiento y lactancia, relegando los procesos reproductivos hasta que se normalicen las funciones fisiológicas.

**Tabla 2:** Tamaño folicular evaluados ecográficamente del ovario izquierdo en vacas Holstein según el número de partos.

	Número de Partos			
	Primíparas		Multíparas	
	$\bar{x}$	DS	$\bar{x}$	DS
14 dpp	6.00	±0.68	6.04	±0.59
21 dpp	6.33	±0.93	6.60	±0.80
28 dpp	6.52	±0.71	6.71	±0.83
35 dpp	6.85	±0.64	7.02	±0.72
42 dpp	7.01	±0.62	7.05	±0.76
49 dpp	9.61	±0.69	9.61	±0.78
56 dpp	6.78	±0.60	6.85	±0.79
63 dpp	5.82	±0.56	6.02	±0.79
70 dpp	4.37	±0.75	4.35	±0.78
77 dpp	10.30	±0.78	10.25	±0.86
84 dpp	7.17	±0.53	7.02	±0.80

Media ( $\bar{x}$ ), Desviación estándar (DS)

Nota: Los valores representan los tamaños (mm) de folículo del ovario izquierdo tras aplicar un análisis de covarianza (ANCOVA), donde la covariable es el tiempo (días posparto) y la variable independiente es el número de partos. Los valores de significancia del ANCOVA fueron: Número de partos ( $p=0.42$ ), Tiempo ( $p<0.01$ ).

La Tabla 2 presenta los tamaños foliculares del ovario izquierdo en vacas Holstein a diferentes días posparto (dpp), agrupados en dos categorías: primíparas y multíparas; se observa un incremento generalizado en el tamaño folicular del ovario izquierdo con el tiempo, alcanzando un máximo a los 77 dpp y disminuyendo posteriormente a los 84 dpp; este patrón de desarrollo

parece reflejar el punto culminante del crecimiento folicular ante una fase de regresión, consistente con la dinámica descrita por Filipiak et al. (50), según estos autores, el crecimiento folicular durante el posparto está asociado con la reactivación de la función reproductiva y culmina en la ovulación, mientras que la disminución posterior del tamaño folicular representa la regresión del folículo dominante o la transición hacia una nueva onda de crecimiento folicular.

En cuanto a las diferencias entre primíparas y multíparas, estas resultaron ser mínimas, lo que coincide con los resultados estadísticos del análisis de covarianza (ANCOVA), donde el número de partos no se identificó como un factor significativo en el desarrollo folicular del ovario izquierdo, esto sugiere que la experiencia reproductiva previa (número de partos) no ejerce una influencia importante sobre el tamaño folicular en este ovario, lo que subraya la primacía del tiempo posparto como factor determinante en la dinámica folicular del ovario izquierdo.

Al comparar estos resultados con los del ovario derecho (Tabla 1), se destacan diferencias, aunque ambos ovarios exhiben un patrón de crecimiento folicular similar, los tamaños foliculares en el ovario izquierdo tienden a ser ligeramente menores; esta asimetría ovárica, observada en diversos estudios de fisiología reproductiva como Ginther et al. (45) y González et al. (51), podría atribuirse a un mayor dinamismo o dominancia funcional del ovario derecho en el desarrollo folicular y la ovulación.

La significancia del número de partos como factor influyente también muestra una disparidad entre ambos ovarios, mientras que en el ovario izquierdo (Tabla 2) el número de partos no fue significativo, en el ovario derecho (Tabla 1) sí lo fue, lo que podría tener implicaciones fisiológicas y prácticas; esta diferencia funcional sugiere que el ovario derecho podría responder de manera más marcada a la experiencia reproductiva previa, mientras que el izquierdo estaría más influido por el tiempo posparto; desde una perspectiva clínica y reproductiva, estas observaciones subrayan la importancia de monitorear ambos ovarios de forma independiente, ya

que las estrategias de manejo reproductivo podrían beneficiarse de considerar estas diferencias funcionales entre los ovarios.

**Tabla 3:** Correlación del tamaño folicular del ovario derecho con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein.

Variables		Días pos parto	Número de partos
Tamaño folicular (mm)– ovario derecho	$\rho$ de Pearson	0.457	0.062
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación moderada	Correlación nula
	Valor p	3,5985E-16	0.296

\*\*p<0.01, Altamente Significativo

$\rho$ = Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula (<0.10); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

**Tabla 4:** Correlación del tamaño folicular del ovario izquierdo con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein.

Variables		Días pos parto	Número de partos
Tamaño folicular (mm)– ovario izquierdo	$\rho$ de Pearson	0.193	0.020
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación débil	Correlación nula
	Valor p	0.001	0.731

\*\*p<0.01, Altamente Significativo

$\rho$ = Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula (<0.10); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

La Tabla 3 presenta los coeficientes de correlación de Pearson ( $\rho$ ) entre tres variables: tamaño folicular del ovario derecho, días posparto y número de partos en vacas Holstein. Los resultados revelan una correlación moderada y altamente significativa ( $p<0.01$ ) entre el tamaño folicular del ovario derecho y los días posparto; este hallazgo sugiere que, a medida que transcurre el tiempo posparto, el tamaño folicular del ovario derecho tiende a incrementarse; este patrón es consistente con las observaciones de las tablas previas que documentan el crecimiento folicular

posparto y coincide con Giraldo et al. (49) que destaca que la reanudación de la función ovárica está vinculada a la recuperación metabólica y la mejora del balance energético.

El aumento progresivo del tamaño folicular puede atribuirse a la disminución gradual del estrés metabólico y a una mayor disponibilidad de energía, lo que permite la recuperación del eje hipotalámico-hipofisario-gonadal, estimulando así el crecimiento folicular como lo sostiene Peter et al (44). Galvis et al. (13) señalan que, durante los primeros días posparto, la prioridad energética de las vacas está dirigida a la producción lechera, lo que puede limitar el desarrollo folicular; sin embargo, afirman que la lactancia no inhibe el desarrollo folicular, excepto en casos de marcado déficit nutricional (5); casi igual presente en el ovario izquierdo, observado en la Tabla 4, donde se observa una correlación débil y significativa ( $p < 0.01$ ) entre el tamaño folicular y los días posparto, lo que sugiere que a mayor número de días posparto, hay una tendencia real a que aumente el tamaño folicular, aunque el efecto sea leve.

En contraste, la correlación entre el tamaño folicular del ovario derecho y el número de partos es muy baja ( $\rho = 0.062$ ) y no estadísticamente significativa ( $p = 0.296$ ). De manera similar, en el ovario izquierdo se observó una correlación aún más baja y tampoco significativa ( $p = 0.731$ ); lo que refuerzan la idea de que el número de partos no parece ser un factor determinante en el desarrollo folicular en vacas posparto; sin embargo, este hallazgo contrasta con estudios que sugieren una posible influencia del número de partos en la eficiencia reproductiva de las vacas multíparas, estudios que argumentan que las vacas multíparas podrían tener una mayor adaptación al estrés metabólico y una capacidad reproductiva acumulada (52); no obstante, también se ha planteado que estas vacas pueden experimentar un desgaste metabólico que afecte su respuesta ovárica (6); por otro lado, las vacas primíparas podrían compensar su falta de experiencia reproductiva con un mejor estado corporal previo al parto (53), lo que les permitiría mantener un desarrollo folicular adecuado durante el posparto.

**Tabla 5:** Tamaño del cuerpo lúteo (mm) evaluados ecográficamente en vacas Holstein según el número de partos.

	Número de Partos			
	Primíparas		Multíparas	
	DS	$\bar{x}$	DS	$\bar{x}$
56 dpp	7.67	0.73	8.08	1.02
63 dpp	8.06	0.76	8.48	1.07
70 dpp	15.06	0.76	15.48	1.07
77 dpp	14.22	0.91	14.47	1.06
84 dpp	15.92	1.02	16.20	1.19

Media ( $\bar{x}$ ), Desviación estándar (DS)

Nota: Los valores representan los tamaños (mm) de cuerpo lúteo tras aplicar un análisis de covarianza (ANCOVA), donde la covariable es el tiempo (días posparto) y la variable independiente es el número de partos. Los valores de significancia del ANCOVA fueron: modelo corregido ( $p < 0.01$ ), Número de partos ( $p = 0.031$ ), Tiempo ( $p < 0.01$ ).

La Tabla 5 presenta los tamaños promedio (en milímetros) del cuerpo lúteo en vacas Holstein, clasificadas en primíparas y multíparas, evaluados ecográficamente a los 56, 63, 70, 77 y 84 días posparto (dpp). Se detectó la formación de cuerpos lúteos a partir del día 56, lo cual es congruente con lo reportado en las Tablas 1 y 2, donde a partir del día 49 se identificaron folículos ovulatorios ( $>10$  mm) (6,43–45) que posteriormente ovularon, dando lugar a la formación de un cuerpo lúteo a partir del folículo colapsado (37).

Los datos muestran que el tamaño del cuerpo lúteo experimenta una disminución transitoria a los 77 dpp en ambos grupos, seguida de un incremento notable a los 84 dpp; en este último punto, las vacas multíparas presentan un tamaño promedio de 16.20 mm, ligeramente superior al de las primíparas (15.92 mm). Estas fluctuaciones reflejan la dinámica ovárica posparto, donde las fases de regresión y regeneración del cuerpo lúteo están determinadas por los ciclos ováricos (37). El aumento en el tamaño del cuerpo lúteo a los 84 dpp sugiere una proximidad a la reanudación de un nuevo ciclo reproductivo, caracterizado por la presencia de un cuerpo lúteo funcional, plenamente desarrollado y preparado para soportar una potencial gestación; cabe destacar que, como se ha observado previamente, los cuerpos lúteos se forman predominantemente en los folículos dominantes del ovario derecho, que tiende a ser más activo

que su contralateral (51). Según Rodríguez et al. (54), este fenómeno puede explicarse por una mayor actividad ovulatoria del ovario derecho, lo que resulta en cuerpos lúteos de mayor tamaño.

El análisis de covarianza (ANCOVA) demuestra que tanto el tiempo posparto como el número de partos tienen un impacto significativo en el tamaño del cuerpo lúteo; el tiempo posparto muestra una asociación más fuerte ( $p < 0.01$ ), lo que subraya la influencia del progreso temporal en la recuperación y desarrollo funcional del cuerpo lúteo; este hallazgo es consistente con estudios previos como de Nowak et al. (43) y Kayacik et al. (55) que resaltan la relación entre el tiempo postparto y la recuperación del eje hipotalámico-hipofisario-ovárico en bovinos.

Por otro lado, aunque el número de partos también resulta significativo ( $p = 0.031$ ), su efecto es menor en comparación con el tiempo posparto. Las vacas primíparas, al encontrarse en etapa de crecimiento, enfrentan mayores demandas energéticas, lo que podría limitar inicialmente su capacidad para desarrollar cuerpos lúteos más grandes (46,48), sin embargo, hacia los 84 dpp, el tamaño del cuerpo lúteo en primíparas se equipara al de las multíparas, posiblemente debido a la recuperación del balance energético negativo, lo que permite una mejora en la regulación hormonal y, por ende, una mayor eficiencia en el desarrollo ovárico; por otro lado, las vacas multíparas, al tener mayor experiencia reproductiva, parecen desarrollar cuerpos lúteos más grandes de manera más eficiente, probablemente debido a una mejor adaptación metabólica y hormonal del sistema reproductivo, hallazgo que destaca la importancia de un manejo adecuado del balance energético y del estrés metabólico durante el posparto para optimizar la función reproductiva en vacas Holstein (55).

**Tabla 6:** Correlación del tamaño del cuerpo lúteo con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein.

Variables		Días pos parto	Número de partos
Cuerpo lúteo (mm)	$\rho$ de Pearson	0.176	0.207
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación débil	Correlación débil
	Valor p	0.05	0.123

\*\*p<0.01, Altamente Significativo

$\rho$ = Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula (<0.10); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

La Tabla 6 presenta los coeficientes de correlación de Pearson ( $\rho$ ) entre el tamaño del cuerpo lúteo y dos variables: días posparto y número de partos. En relación con los días posparto, se identificó una correlación débil resultando estadísticamente significativa ( $p=0.05$ ). Parece que el cuerpo lúteo crece con los días posparto. Este hallazgo coincide con lo reportado por diversos autores, quienes indican que la actividad ovárica se restablece progresivamente tras el parto, manifestándose en la aparición y crecimiento del cuerpo lúteo funcional conforme se restablece la ciclicidad estral (32,36,37).

Sin embargo, la relación con el número de partos fue débil y no significativa ( $r = 0.207$ ;  $p = 0.123$ ), lo que indica que la paridad no ejerció un efecto estadísticamente relevante sobre el tamaño luteal. Este resultado sugiere que tanto vacas primíparas como multíparas siguen un patrón similar de reactivación ovárica, siempre que las condiciones metabólicas y uterinas sean adecuadas, en concordancia con estudios previos que señalan que la principal variación posparto está más asociada al balance energético negativo que a la paridad, como Armenta et al. (56), que encontraron más vacas con cuerpo lúteo donde recibieron suplementos a diferencia de las que no recibieron en menos días posparto.

**Tabla 7:** Características ecográficas de la Involución Uterina en vacas Holstein según el número de partos

Involución Uterina	Números	Niveles	Tiempo pospa											
			14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	
Posición Uterina	Primíparas	Pélvico	0.0%	0.0%	0.0%	23.1%	76.9%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Mixta	0.0%	46.2%	76.9%	69.2%	23.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Abdominal	100.0%	53.8%	23.1%	7.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Multíparas	Pélvica	0.0%	0.0%	0.0%	15.4%	69.2%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Mixta	0.0%	23.1%	61.5%	53.8%	30.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Abdominal	100.0%	76.9%	38.5%	30.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Simetría Uterina	Primíparas	Simétricos	0.0%	0.0%	15.0%	46.0%	77.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Asimétricos	100.0%	100.0%	85.0%	54.0%	23.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Multíparas	Simétricos	0.0%	0.0%	8.0%	23.0%	62.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Asimétricos	100.0%	100.0%	92.0%	77.0%	38.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Contenido Uterino	Primíparas	Sin contenido	0.0%	0.0%	0.0%	61.5%	92.3%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Regular	7.7%	38.5%	61.5%	38.5%	7.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Abundante	92.3%	61.5%	38.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Multíparas	Sin contenido	0.0%	0.0%	0.0%	30.8%	53.8%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Regular	0.0%	15.4%	38.5%	69.2%	46.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
		Abundante	100.0%	84.6%	61.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pared Uterina	Primíparas	Normal	0.0%	7.7%	23.1%	38.5%	84.6%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Engrosada	100.0%	92.3%	76.9%	61.5%	15.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Multíparas	Normal	0.0%	0.0%	7.7%	23.1%	69.2%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		Engrosada	100.0%	100.0%	92.3%	76.9%	30.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

En la tabla 7 se presenta los resultados de la evaluación ecográfica de la involución uterina en vacas Holstein, clasificadas según el número de partos (primíparas y multíparas) y el tiempo posparto, desde el día 14 hasta el día 84. Las características evaluadas incluyen la posición del útero (pélvica, mixta, abdominal), la simetría uterina (asimétrica o simétrica), la cantidad de contenido uterino (sin contenido, regular, abundante) y el estado de la pared uterina (engrosada o normal) tomando como referencia a Ruiz et al. (17); los resultados se expresan con porcentajes de prevalencia en cada categoría para los distintos días posparto, permitiendo observar la transición de las características uterinas hacia un estado fisiológicamente normal con el progreso de la involución uterina.

En el presente estudio, la posición uterina según la localización de los cuernos uterinos en la cavidad pélvica o abdominal utilizado como marcador objetivo del grado de involución uterina (57) y teniendo en consideración a Pariani (58) que el útero migra de la región abdominal hacia la pélvica a medida que se reduce de tamaño tras el parto tuvo como resultado que a nivel de paridad las primíparas mostraron una posición mixta predominante al día 21 posparto (46.2 %), reflejando una posición pélvica más rápida, mientras que las multíparas presentaron una mayor proporción de posición abdominal (76.9 %), asociado a cuernos de mayor tamaño inicial que requieren un mayor lapso para migrar hacia la pelvis, estos hallazgos coinciden con Zhang et al. (59), quienes reportaron que las multíparas experimentan una involución uterina más lenta comparada con primíparas bajo condiciones nutricionales equivalentes, además que para Szelényi et al. (60) el tamaño uterino aumenta con la paridad ocupando mayor espacio, pero Lin et al. (11), por su parte encontró que las multíparas tienden a tener menos días para recuperar su posición normal; en nuestra cohorte, ambos grupos alcanzaron posición pélvica completa alrededor del día 49 posparto, similar a lo descrito por Scully et al. (61).

Tanto primíparas como multíparas alcanzaron una simetría completa de los cuernos uterinos cerca del día 42 posparto, completándose al día 49, lo cual coincide con rangos de 42–50 días reportados para involución normal en vacas sin complicaciones (61). La rapidez con la que se restaura la simetría puede reflejar la eficiencia de las contracciones uterinas, mediadas por oxitocina y prostaglandinas, que promueven la expulsión de fluidos y restos tisulares (62). Rutter (63) demostró que, independientemente de la paridad, la fase inicial de involución se caracteriza por una reducción rápida y asimétrica del cuerno grávido, seguida de un periodo de consolidación donde la simetría se restablece antes del final del primer mes posparto. Aunque Lin et al. (11) describieron una involución más acelerada en multíparas chinas, completada alrededor del día 30, estas diferencias pueden atribuirse a variaciones genéticas, manejo nutricional o técnica de evaluación.

En el presente estudio, la presencia de contenido uterino, definida como la retención de fluidos, restos placentarios o exudados inflamatorios en la luz de los cuernos uterinos tras el parto, se utilizó como indicador indirecto de involución retardada o procesos patológicos subyacentes (18). En las primíparas, la proporción de vacas sin contenido aumentó progresivamente desde un 61.5 % al día 35 posparto, hasta un 92.3 % al día 42 y un 100 % al día 49; los porcentajes de contenido “regular” descendieron simultáneamente, reflejando una evacuación eficaz de loquios y detritos uterinos; por otro lado las multíparas, si bien el 100 % alcanzó ausencia de contenido al día 49, un mayor número de vacas retuvo contenido “regular” en las semanas previas (69.2 % al día 35 y 46.2 % al día 42, respectivamente), coincidiendo con reportes que asignan a las multíparas un riesgo incrementado de retención de membranas fetales y metritis puerperal (64). Estos hallazgos concuerdan con estudios como Scully (61) y Rutter (63) que describen la resolución normal del contenido uterino dentro de las primeras 6–8 semanas posparto en vacas lecheras sanas, donde la combinación de contracciones miométriales y mecanismos inmunitarios locales promueve la limpieza uterina. La ligera demora observada en multíparas puede atribuirse

a un tamaño uterino inicial mayor y a diferencias en la contractilidad, así como a una respuesta inflamatoria más prolongada tras la retención de membranas (64).

Se observó que las vacas primíparas alcanzaron un estado fisiológico normal de la pared uterina (pared normal) más rápidamente que las multíparas, específicamente, el 84.6 % de las primíparas presentaron una pared uterina normal al día 42 posparto, completándose en su totalidad al día 49; en contraste, las multíparas mostraron un 69.2 % de normalización al día 42, alcanzando el 100 % al día 49. Estos hallazgos sugieren que las primíparas experimentan una involución uterina más rápida en términos de reducción del grosor de la pared uterina. La literatura presenta resultados variados respecto al impacto de la paridad en la involución uterina, Miettinen (65) no encontró diferencias significativas en la velocidad de involución uterina entre vacas primíparas y multíparas en Finlandia, aunque observó que el diámetro cervical permanecía mayor en las multíparas hasta ocho semanas posparto; por otro lado, un estudio en vacas Holstein chinas indicó que la involución del cuerno uterino grávido fue más lenta en primíparas que en multíparas, aunque las condiciones nutricionales eran similares (11).

Zain et al. (66) informaron que la involución uterina se vio afectada por la condición corporal, la paridad y la temporada de parto; en nuestro estudio, para ambos grupos el día completado fue el 49, variando en porcentajes días anteriores. La rápida involución uterina en el período posparto de las vacas lecheras es esencial para lograr la concepción temprana. Scully et al. (61), informaron que tardó unos 49 días en completar la involución uterina de las vacas primíparas Holstein-Friesianas, similar a lo encontrado en este estudio, entre primíparas y multíparas, y menos de los 56 días que encontró Nuñez et al. (18). Por otro lado, Lin et al. (11) mostraron que la involución uterina se completó entre 29 y 34 días después del parto, similar por Baéz et al. (21) y Cengic et al. (67).

**Tabla 8:** Perfil lipídico en vacas Holstein según el número de partos evaluadas en diferentes días

Perfil lipídico	Número de Partos		Días posparto (DPP)						P valor Numero Partos	P valor Días pos parto
			15 DPP	30 DPP	45 DPP	60 DPP	75 DPP	90 DPP		
Colesterol	Primíparas	x <sup>^</sup>	91.92	141.92	179.77	199.31	219.77	233.62	0.43	<0.01
		DS	5.28	5.28	4.34	8.56	5.00	12.61		
	Multíparas	x <sup>^</sup>	92.15	142.15	180.08	202.15	221.38	235.00		
		DS	5.18	5.18	4.46	4.37	5.87	13.93		
Triglicéridos	Primíparas	x <sup>^</sup>	22.00	23.92	26.29	28.92	30.38	38.77	0.71	<0.01
		DS	3.08	2.25	2.13	4.52	2.84	15.11		
	Multíparas	x <sup>^</sup>	21.62	24.54	26.31	25.85	29.92	40.62		
		DS	2.66	1.61	1.88	3.51	2.93	16.40		
HDL	Primíparas	x <sup>^</sup>	40.61	52.61	59.11	61.11	59.03	60.73	<0.01	<0.01
		DS	2.85	2.85	2.85	2.85	3.68	3.52		
	Multíparas	x <sup>^</sup>	42.39	54.39	60.89	62.89	61.12	62.66		
		DS	2.54	2.54	2.54	2.54	3.23	2.95		
LDL	Primíparas	x <sup>^</sup>	46.91	84.53	115.27	132.10	154.66	165.13	0.461	<0.01
		DS	4.67	4.83	4.13	7.47	6.19	10.93		
	Multíparas	x <sup>^</sup>	45.44	82.85	113.93	133.02	154.28	164.22		
		DS	4.27	4.54	4.37	6.94	6.28	12.48		
VLDL	Primíparas	x <sup>^</sup>	4.40	4.78	5.38	5.78	6.08	7.75	0.70	<0.01
		DS	0.62	0.45	0.43	0.90	0.57	3.02		
	Multíparas	x <sup>^</sup>	4.32	4.91	5.26	5.17	5.96	8.12		
		DS	0.53	0.33	0.38	0.70	0.62	3.28		

Media (x<sup>^</sup>), Desviación estándar (DS)

Los valores de significancia del ANCOVA fueron: p&gt;0.05 no significativo, p&lt;0.05 significativo y p&lt;0.01 altamente significativo

La tabla 8 presenta los valores del perfil lipídico (colesterol, triglicéridos, HDL, LDL y VLDL) de vacas Holstein, agrupados por número de partos (primíparas y multíparas) y evaluados en diferentes puntos temporales después del parto: 15, 30, 45, 60, 75 y 90 días posparto (DPP).

El colesterol, precursor de las hormonas esteroideas (49) importante para el desarrollo folicular y del cuerpo lúteo, aumentó progresivamente en ambos grupos conforme avanzaba los días posparto, misma tendencia en diversos estudios revisados (10,13,19,49,68–70), esto se podría atribuir al proceso lactogénico que enfrentan las vacas, que junto con el ordeño hay un rico metabolismo mamario conllevando al incremento de lípidos. En las primíparas, los valores comienzan en 91.92 mg/dL a los 15 días y aumentan hasta 233.62 mg/dL a los 90 días posparto, en tanto, en las multíparas, los niveles de colesterol aumentan desde 92.15 mg/dL hasta 235.00

mg/dL en el mismo periodo, estos valores están en el rango establecido por Cozzi et al.(71), que varía ampliamente y oscila entre 112 y 267 mg/dL; este aumento progresivo del Colesterol muestra una relación con un buen manejo del equilibrio energético, debido a que en el posparto el 90% de las vacas sufren de BEN (68), reduciendo su disponibilidad de glucosa y para compensar esto hay movilización de las reservas corporales (21). Aunque los valores son ligeramente más altos en las multíparas en varios puntos de tiempo, el análisis estadístico muestra que no hay una diferencia significativa en los niveles de colesterol entre primíparas y multíparas ( $p=0.43$ ). Sin embargo, los días posparto tienen un efecto significativo en los niveles de colesterol ( $p<0.01$ ), lo que indica que el tiempo transcurrido desde el parto tiene un impacto considerable en el metabolismo lipídico.

Los niveles de triglicéridos también aumentan con el tiempo posparto, aunque los incrementos no son tan pronunciados como en el colesterol. En primíparas, los triglicéridos aumentan de 22.0 mg/dL a 36.77 mg/dl, mientras que en multíparas el aumento es de 21.62 mg/dL a 40.61 mg/dL; aquí se observa una diferencia más marcada entre primíparas y multíparas, no obstante, el análisis de significancia muestra que el número de partos no tiene un impacto significativo en los niveles de triglicéridos ( $p=0.71$ ), en contraste, los días posparto sí tienen un efecto altamente significativo ( $p<0.01$ ). El aumento constante de triglicéridos en esta fase se basa en la movilización de reservas corporales para obtener energía destinada al metabolismo basal de la vaca (21), misma tendencia de aumento en otros estudios (13,49,72), ya que los triglicéridos se usan como fuente de energía para compensar el déficit energético típico del posparto en vacas de alta producción, teniendo en cuenta que al existir disfunción hepática no se podrá originar VLDL, y por tanto no se podrá transportar triglicéridos.

Los niveles de Lipoproteínas de Alta Densidad, HDL por sus siglas en inglés (High-Density Lipoprotein), también aumentan a medida que pasan los días posparto; en primíparas, los valores suben de 40.61 mg/dL a 60.73 mg/dL, mientras que en multíparas los niveles suben de 42.39

mg/dL a 62.66 mg/dL. Los valores de HDL son ligeramente más altos en las multíparas, reforzándose con la diferencia estadística significativa ( $p < 0.01$ ), lo que sugiere que el número de partos influye en los niveles de HDL; al igual que los días posparto también tienen un impacto significativo ( $p < 0.01$ ). El HDL tiene un papel en el transporte de colesterol hacia el hígado para su metabolismo, un proceso que puede variar entre vacas dependiendo de su número de partos. Los valores iban aumentando conforme los días posparto, misma tendencia encontrada por Galvis et al. (13), donde obtuvieron valores desde 31.29 a 63.80 en su periodo de muestreo (50 dpp), lo que establecía al hecho de que, durante la lactancia temprana, el acelerado metabolismo de VLDL origina la subsecuente cobertura de lípidos remanentes en la superficie capilar posteriormente formado HDL, aumentando estos valores. Los HDL son importante debido a que facilita el transporte de ácidos grasos esenciales y fosfolípidos hacia tejidos clave, como las glándulas mamarias, para la síntesis de leche (30), además de que los lípidos transportados por el HDL son necesarios para la síntesis de hormonas esteroideas (progesterona y estrógenos) en los ovarios, esto es particularmente importante para restablecer la ciclicidad ovárica en vacas posparto (73).

La lipoproteína LDL, Low Density Lipoprotein, también sigue un patrón de incremento conforme avanza el posparto; en las primíparas, los valores aumentan de 46.91 mg/dL a 165.14 mg/dL, mientras que en las multíparas los niveles pasan de 45.44 mg/dL a 164.22 mg/dL, sigue la misma tendencia de crecimiento por el estudio de Galvis et al. (13) y Arfuso et al. (10). Se plantea que este aumento es debido a que al final de la gestación los estrógenos promueven el aumento de los receptores de LDL, disminuyendo las concentraciones plasmáticas de estas, posteriormente al parto, el estradiol al disminuir aumenta paulatinamente el LDL (13,29). La función que ejerce el LDL es fundamental, en el posparto, al surgir el BEN, hay una movilización excesiva de grasa corporal al hígado, lo que hace las LDL es llevar colesterol del

hígado hacia los tejidos periféricos, incluidas glándulas mamarias, siendo importante para la síntesis de hormonas esteroides y otros procesos metabólicos (30).

Los niveles de VLDL, Very Low-Density Lipoprotein, también aumentan con el tiempo posparto. En las primíparas, los valores aumentan de 4.40 mg/dL a 7.75 mg/dL, mientras que en las multíparas los niveles suben de 4.32 mg/dL a 8.12 mg/dL. La función del VLDL en la movilización de ácidos grasos no parece variar significativamente entre vacas primíparas y multíparas ( $p=0.70$ ), lo que sugiere que el tiempo posparto influye más en su dinámica ( $p<0.01$ ). Este comportamiento se refleja en el trabajo de Galvis et al. (13), quienes mencionan que el VLDL es esencial para el transporte de triglicéridos desde el hígado a otros tejidos, un proceso que se intensifica a medida que la lactancia progresa (49).

**Tabla 9:** Correlación del perfil lipídico con los días pos parto y número de partos en vacas Holstein

Variables		Días pos parto	Número de partos
Colesterol	$\rho$ de Pearson	0.962	0.01
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación fuerte	Correlación nula
	Valor p	<0.01	0.90
Triglicéridos	$\rho$ de Pearson	0.65	0.02
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación fuerte	Correlación nula
	Valor p	<0.01	0.79
HDL	$\rho$ de Pearson	0.65	0.12
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación fuerte	Correlación débil
	Valor p	<0.01	0.14
LDL	$\rho$ de Pearson	0.97	0.10
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación fuerte	Correlación nula
	Valor p	<0.01	0.90
VLDL	$\rho$ de Pearson	0.62	0.02
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación fuerte	Correlación nula
	Valor p	<0.01	0.77

\*\* $p<0.01$ , Altamente Significativo

$\rho$ = Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula (<0.10); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

La tabla 9 muestra los coeficientes de correlación de Pearson ( $\rho$ ) entre el perfil lipídico y dos variables: los días posparto y el número de partos. Con respecto al colesterol la correlación fuerte entre los días posparto ( $\rho=0.962$ ,  $p<0.01$ ) podría estar relacionada con el aumento de la actividad metabólica y la recuperación del balance energético en vacas posparto. Según Galvis et al. (13), los niveles de colesterol tienden a aumentar conforme avanza el período posparto debido a una mayor síntesis hepática y a la movilización de reservas energéticas para la producción de leche. Sin embargo, la baja correlación con el número de partos ( $\rho=0.01$ ,  $p=0.90$ ) sugiere que este parámetro no varía significativamente según la paridad, lo cual coincide con estudios de Cozzi et al. (71) que mencionan que la variación del colesterol está más influenciada por el estado metabólico y la dieta que por la cantidad de partos.

Con respecto a los triglicéridos su correlación fuerte con los días posparto ( $\rho=0.65$ ,  $p<0.01$ ) indica que estos lípidos tienden a aumentar con el tiempo; esto puede deberse a la disminución de la lipólisis a medida que la vaca sale del balance energético negativo típico de las primeras semanas posparto, como describen Campos et al. (74); la baja correlación con el número de partos ( $\rho=0.02$ ,  $p=0.79$ ) refuerza la idea de que la respuesta de los triglicéridos no está influenciada en gran medida por la paridad, lo cual ha sido observado también por Coila et al. (75), la no diferencia estadística se debería a diversos factores, entre ellos la alimentación y el ambiente de crianza, además del manejo.

La Lipoproteína de alta densidad, HDL, presentó una correlación fuerte con los días posparto ( $\rho=0.65$ ,  $p<0.01$ ) indica una variación en los niveles de HDL a medida que transcurre el tiempo; estudios como el de Galvis et al. (13) han señalado que los niveles de HDL pueden elevarse en respuesta a la movilización de grasa corporal y a cambios en el metabolismo hepático durante el posparto; la débil correlación con el número de partos ( $\rho=0.12$ ,  $p=0.14$ ) puede deberse a que las

variaciones de HDL dependen más de factores individuales que de la experiencia reproductiva, como sugiere Cozzi et al. (71).

Con respecto a las LDL, se observa una alta correlación fuerte con los días posparto ( $\rho=0.97$ ,  $p<0.01$ ). Esto podría estar vinculado a la necesidad de transportar colesterol a los tejidos en recuperación, como el ovario, para la síntesis de hormonas esteroideas durante la reactivación de la actividad ovárica, tal como indican Galvis et al. (13) y Osorio et al. (29). Al igual que en el caso del colesterol total, la influencia del número de partos en los niveles de LDL parece ser mínima ( $\rho=0.02$ ,  $p=0.90$ ).

La correlación fuerte con los días posparto ( $\rho=0.62$ ,  $p<0.01$ ) y la nula correlación con el número de partos ( $\rho=0.02$ ,  $p=0.77$ ) sugiere que los niveles de VLDL se ajustan a las demandas energéticas y metabólicas posparto, como se ha discutido en Carvajal et al. (30), quien menciona que estas lipoproteínas son cruciales para el transporte de triglicéridos desde el hígado hacia los tejidos periféricos.

**Tabla 10:** Correlación del tamaño folicular del ovario derecho con el perfil lipídico en vacas Holstein.

Variables		COL	TG	HDL	LDL	VLDL
Tamaño folicular (mm)– ovario derecho	$\rho$ de Pearson	0.322	0.203	0.247	0.165	0.204
	Grado de $\rho$ de Pearson	Correlación moderada	Correlación débil	Correlación débil	Correlación débil	Correlación débil
	Valor p	0.109	0.321	0.223	0.421	0.319

\*\* $p<0.01$ , Altamente Significativo

$\rho$ = Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula ( $<0.10$ ); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

**Tabla 11:** Correlación del tamaño folicular del ovario izquierdo con el perfil lipídico en vacas Holstein.

Variables		COL	TG	HDL	LDL	VLDL
Tamaño folicular (mm)– ovario izquierdo	ρ de Pearson	0.113	0.122	0.244	-0.009	0.122
	Grado de ρ de Pearson	Correlación débil	Correlación débil	Correlación débil	Correlación nula	Correlación débil
	Valor p	0.583	0.552	0.229	0.967	0.552

\*\*p<0.01, Altamente Significativo

ρ= Coeficiente de Correlación de Pearson

Grados de correlación de Pearson = Correlación nula (<0.10); Correlación débil (0.10 a 0.30); Correlación moderada (0.30 a 0.50); Correlación fuerte (0.50 a 1.00)

Los resultados obtenidos en este estudio muestran correlaciones débiles-moderada entre el tamaño folicular del ovario derecho y las variables del perfil lipídico, con coeficientes de Pearson que oscilan entre 0.165 (LDL) y 0.322 (COL); aunque estas tendencias sugieren que niveles más altos de lípidos podrían estar asociados con un mayor desarrollo folicular, ninguna de estas relaciones es estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ); de manera similar, el tamaño folicular del ovario izquierdo también muestra correlaciones débiles con todas las variables, excepto LDL, que presenta una correlación nula ( $\rho = -0.009$ ). Al igual que en el ovario derecho, estas correlaciones no son significativas, lo que indica que, aunque el perfil lipídico podría influir en el desarrollo folicular, esta influencia no es suficiente para establecer una relación estadísticamente robusta en las condiciones estudiadas.

Estos hallazgos pueden interpretarse en el contexto de la fisiología posparto de las vacas Holstein, donde el balance energético negativo (BEN) desempeña un papel crucial. Durante este periodo, las vacas movilizan sus reservas corporales de grasa para cubrir las demandas energéticas de la producción láctea, lo que altera significativamente el metabolismo lipídico (10); el colesterol, por ejemplo, es precursor de hormonas como la progesterona y el estrógeno, que regulan el crecimiento y la ovulación de los folículos (28,29); sin embargo, en condiciones de BEN, la disponibilidad de colesterol podría ser limitada, afectando negativamente la función

ovárica (76). Por otro lado, la asimetría funcional entre los ovarios también podría explicar las diferencias observadas. En rumiantes, es común que un ovario, generalmente el derecho, tenga una mayor actividad folicular y ovulatoria en comparación con el izquierdo (51). Este fenómeno podría estar relacionado con diferencias en la vascularización y la exposición a factores metabólicos y hormonales, lo que podría influir en las correlaciones entre el tamaño folicular y los componentes del perfil lipídico (54).

Aunque las correlaciones observadas no fueron significativas, los resultados destacan la importancia del perfil lipídico en la regulación de la actividad ovárica. Estudios previos han reportado que las vacas con perfiles lipídicos alterados durante el posparto presentan mayores tasas de anestro y disfunción ovárica (14,18), lo que respalda la relevancia de monitorear estos parámetros en programas de manejo reproductivo.

## CONCLUSIONES

1. Se evidenció un aumento significativo ( $p < 0.01$ ) del tamaño folicular y del cuerpo lúteo durante el posparto y la reactivación ovárica inició desde los 49 días con folículos ovulatorios y cuerpos lúteos desde el día 56; el tiempo posparto y el número de partos influyeron en la dinámica ovárica, observándose una correlación positiva del tamaño folicular con los días posparto, especialmente en el ovario derecho, el número de partos tuvo efecto significativo ( $p = 0.009$ ) sobre el tamaño folicular en ese ovario y el cuerpo lúteo también creció con el tiempo ( $p < 0.01$ ), con una correlación significativa ( $p = 0.005$ ).

2. El análisis ecográfico permitió caracterizar la involución uterina en vacas Holstein según el tiempo posparto y número de partos, la involución se completó hacia el día 49 posparto en primíparas y multíparas, las primíparas mostraron una recuperación uterina más temprana y eficiente. Indicadores como posición, simetría, contenido uterino mejoraron con el tiempo, esto se atribuye a menor distensión previa y mejor tono miometrial; por otro lado, las multíparas presentaron más alteraciones transitorias en etapas tempranas, se asociaron a partos más exigentes y posibles retenciones placentarias; siendo la ecográfica una herramienta valiosa para monitorear objetivamente la recuperación uterina.

3. El perfil lipídico aumentó con los días posparto, tanto en primíparas como multíparas conforme avanzan los días posparto (15 a 90 DPP) en vacas Holstein, mostrándonos un patrón que refleja una recuperación metabólica posparto asociada a la movilización de reservas corporales; aunque el número de partos no influyó significativamente en la mayoría de los parámetros, sí se encontró un efecto significativo del tiempo posparto sobre todas las fracciones lipídicas ( $p < 0.01$ ), destacando que el

metabolismo lipídico se ajusta dinámicamente durante la lactancia temprana, lo cual es clave para sostener la producción de leche y facilitar la reactivación reproductiva.

4. La relación entre el perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas Holstein con anestro posparto, mostraron correlaciones débiles a moderadas entre los niveles de colesterol, triglicéridos, HDL, LDL y VLDL y el tamaño folicular, especialmente en el ovario derecho. Sin embargo, ninguna de estas correlaciones resultó estadísticamente significativa ( $p > 0.05$ ), lo que indica que, bajo las condiciones evaluadas, no se pudo establecer una relación robusta entre el perfil lipídico y el desarrollo folicular; resultados que sugieren que los lípidos desempeñan un papel esencial en la función ovárica como precursores hormonales y su influencia sobre el crecimiento folicular podría verse modulada por otros factores metabólicos, como el balance energético negativo posparto.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se sugiere profundizar en estudios longitudinales que integren variables metabólicas, endocrinas y reproductivas, como el perfil lipídico, niveles hormonales (estrógenos, progesterona, IGF-1) y la dinámica folicular completa, para comprender con mayor precisión los mecanismos que regulan la reactivación ovárica en vacas Holstein posparto, diferenciando el comportamiento entre primíparas y multíparas.
2. Implementar un protocolo rutinario de monitoreo ecográfico enfocado en evaluar la involución uterina y el reinicio de la actividad ovárica, especialmente en vacas multíparas. Esto permitirá detectar a tiempo posibles retrasos reproductivos y tomar decisiones de manejo nutricional y reproductivo más oportunas, mejorando la eficiencia reproductiva del hato.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Salas D. Proyectos Peruanos. 2023 [cited 2024 Aug 13]. Crianza de Vacas Lecheras . Available from: [https://proyectosperuanos.com/leche\\_de\\_vaca/](https://proyectosperuanos.com/leche_de_vaca/)
2. OCLA. Situación de la Lechería Mundial durante el año 2022 [Internet]. 2023 [cited 2024 Sep 12]. Available from: <https://ocla.org.ar/noticias/28687662-situacion-de-la-lecheria-mundial-durante-el-ano-2022>
3. INEI. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. Resultados Definitivos. IV Censo Nacional Agropecuario. 2012.
4. Matamoros R. Anestro posparto en bovino lechero. In: Fundamentos de Fisiología y Endocrinología Reproductiva en Animales Domésticos. 2017. p. 201–16.
5. Duarte J, Rocha S. Principales causas del anestro en vacas reproductoras, colonia Yolaina, Nueva Guinea, 2021 [Tesis de pregrado]. [Nueva Guinea]: Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense; 2021.
6. Ambrose D. Postpartum Anestrus and Its Management in Dairy Cattle. *Bovine Reproduction*. 2021;(34):408–30.
7. Robayo D. Caracterización ecográfica de las condiciones fisiopatológicas ováricas en vacas en período de lactancia temprana en el barrio San Juan del Cantón Píllaro [Tesis de pregrado]. [Cevallos]: Universidad Técnica de Ambato; 2022.
8. González J, García M, Gallegos J, Herrera C, Sosa G, Pérez P. Reproductive management strategies to reduce postpartum anestrus in dual-purpose cattle. *Agro Productividad*. 2021 Sep 20;
9. Severino V, Montiel F, Ahuja C, Gómez H, Chay J. Efecto del amamantamiento restringido y la complementación alimenticia sobre las ganancias de peso y anestro posparto en vacas cárnicas. *Revista de Ciencia Biológicas y de la Salud* [Internet]. 2020;22(1):109–16. Available from: <http://biotecnia.unison.mx>
10. Arfuso F, Fazio F, Levanti M, Rizzo M, Di Pietro S, Giudice E, et al. Lipid and lipoprotein profile changes in dairy cows in response to late pregnancy and the early postpartum period. *Arch Anim Breed*. 2016 Oct 31;59(4):429–34.
11. Lin Y, Yang H, Ahmad M, Yang Y, Yang W, Riaz H, et al. Postpartum Uterine Involution and Embryonic Development Pattern in Chinese Holstein Dairy Cows. *Front Vet Sci*. 2021 Jan 22;7(604729).
12. Bo G, Caccia M. Ultrasonografía reproductiva en el ganado bovino. *Taurus* [Internet]. 2000;2(5):23–39. Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
13. Galvis R, Agudelo D, Saffon A. Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Rev Col Cienc Pec*. 2007;20(1):16–29.

14. Marín A, Tinoco J, Herrera J, Sánchez L, Sánchez V, Solorio J, et al. Reinicio de la actividad ovárica y nivel de metabolitos de lípidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal durante el posparto temprano. *Interciencia*. 2007;32(3):180–4.
15. Burbano F, Lara A. Correlación de indicadores metabólicos minerales y químicos con el desempeño reproductivo en vacas Holstein mestizas en periparto en la Finca Chimangual del Municipio de Sapuyes, Nariño [Tesis de pregrado]. [Pasto]: Universidad de Nariño; 2012.
16. Balarezo L, García J, Hernández M, Vargas S. Uterine involution in Hosltein cows in the province of Carchi, Ecuador. *Rev MVZ Cordoba*. 2018 May 1;23(2):6649–59.
17. Ruiz L, Sandoval R. Involución uterina en el ganado bovino: un nuevo score para su evaluación y su relación con el número de partos y los días en lactación. *Spermova*. 2013;3(1):87–8.
18. Núñez V, Fernández F. Efecto de ácidos grasos esenciales extraídos de las semillas de zapallo (*Cucurbita maxima* var. Duchesne) y huayllabambana (*Plukenetia huayllabambana*) en la involución uterina y reactivación ovárica en vacas lecheras, Chiclayo 2019 [Tesis de pregrado]. [Lambayeque]: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2019.
19. Flores M, Ramírez L. Efecto del estrés calórico en el metabolismo energético y el reinicio de la actividad ovárica en vacas lecheras posparto, caserío Gallito - San José, 2022 [Tesis de pregrado]. [Lambayeque]: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2023.
20. Colazo M, Mapletoft R. Fisiología del Ciclo Estral Bovino. *Revista Ciencias Veterinarias* . 2014;16(2):31–46.
21. Báez G, Grajales H. Anestro posparto en ganado bovino en el trópico. *Rev MVZ Cordoba*. 2009;14(3):1867–75.
22. Balarezo L, García Díaz J, Hernández Barreto M, Vargas Hernández S. Involución uterina en vacas Holstein en la provincia El Carchi, Ecuador. *Rev MVZ Cordoba*. 2018 May 1;23(2):6649–59.
23. Berrio J. *Pilares del Anestro Postparto en Bovinos*. Tolima; 2018.
24. Morales J, Cavestany D. Anestro posparto en vacas lecheras: Tratamientos Hormonales. *Veterinaria (Montevideo)*. 2012;48(188):19–27.
25. Méndez L. *Fisiopatología del Puerperio de la Vaca*. Michocán; 2010.
26. Martínez A, Pérez M, Pérez L, Gómez G. Digestión de los lípidos en los rumiantes: una revisión . *Interciencia*. 2010 Apr;35(4):240–6.
27. Maldonado O, Ramírez I, García J, Ceballos G, Méndez E. Colesterol: Función biológica e implicaciones médicas. *Rev Mex Cienc Farm*. 2012;43(2):7–22.
28. Valdera C. Efecto de los niveles de colesterol sobre la producción en ganado bovino lechero criados extensivamente en el Centro Poblado el Progreso Distrito de Jayanca [Tesis de pregrado]. [Lambayeque]: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2018.

29. Osorio J, Castañeda J. Determinación de los niveles de colesterol LDL en ganado bovino comparando dos métodos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2018;29(1):126–31.
30. Carvajal C. Lipoproteínas: Metabolismo y Lipoproteínas Aterogénicas. *Medicina Legal de Costa Rica*. 2014;31(2).
31. Ninabanda J. Impacto del balance energético negativo en vacas lecheras tratadas con somatotropina recombinante bovina. *Revista Veterinaria*. 2018;29(1):68–72.
32. Aréchiga C, Cortés Z, Hernández P, Flores G, Rochín F, Ruiz E. Revisión: Función y regresión del cuerpo lúteo durante el ciclo estral de la vaca. *Abanico Veterinario*. 2019;9(1).
33. Yáñez U, Becerra J, Herradón P, Peña A, Quintela L. Ecografía doppler y su aplicación en reproducción bovina: revisión . *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*. 2022 Mar 1;118(1):82–100.
34. Corredor E, Páez E. Aplicaciones de la ultrasonografía en la reproducción bovina: revisión . *Ciencia y Agricultura*. 2012;9(2):29.
35. Barrón O, Avilés R, Fraga E, Bautista Y. Los procesos reproductivos en vacas y el uso de la ultrasonografía. *Abanico Veterinario*. 2023 Jan 1;13.
36. Gnemmi G. <https://www.youtube.com/watch?v=4VaACBceRJY>. 2020 [cited 2024 Oct 17]. Evaluación ecográfica del mapa folicular. G. Gnemmi. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=4VaACBceRJY>
37. Gnemmi G, Gnemmi B, Maraboli C, Saleri R, De RENSIS f. Interpretación ecográfica del mapa folicular. Cómo hacer más eficiente el diagnóstico y el uso de las hormonas. *Revista Taurus [Internet]*. 2022;(95):26–38. Available from: [www.revistataurus.com.ar](http://www.revistataurus.com.ar)
38. Aguilar S. Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigación de salud. *Salud en Tabasco*. 2005;11(1):333–8.
39. Vera Moreno FS, Ormaza Hugo RM, Coello Cabezas JR, Yanchapanta Bastidas VN, Gusqui Macas SE. Aplicación de un diseño experimental completamente al azar para determinar la variabilidad de tamaños en la síntesis de nanopartículas magnéticas de hierro. *Ciencia Digital*. 2018 Oct 24;2(4.1):125–38.
40. Jiménez M. Evaluación ecográfica del útero en vacas lecheras mestizas posparto con y sin ternero al pie en sistemas de ganadería extensivos de producción [Tesis de maestría]. [Latacunga]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2021.
41. Nolasco A. Análisis de datos continuos: Modelos de Análisis de la Varianza y de la Covarianza. 2020.
42. Hernández J, Espinosa F, Rodríguez J, Chacón J, Toloza C, Arenas M, et al. Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica [Internet]*. 2018;37(5):587–601. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?>

43. Nowak T, Jaskowski J, Olechnowicz J, Bukowska D. Effect of cows' body condition during periparturient period and early lactation on post parturient development of ovarian follicles and size of corpus luteum. *Medycyna Wet.* 2009;65(11):762–4.
44. Peter A, Vos P, Ambrose D. Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology.* 2009 Jun;71(9):1333–42.
45. Ginther O, Danguubiyam S. Role of intraovarian mechanisms and side of ovary on characteristics of follicle selection in *Bos taurus* heifers. *Theriogenology.* 2019 Sep 1;135:56–64.
46. Sharma A, Singh M, Sharma A, Kumar P. Effect of BCS and parity on uterine involution, ovarian rebound and various fertility parameters in postpartum dairy cows. *Indian Journal of Animal Sciences.* 2018 May 1;88(5):526–9.
47. Jara D, Raquel R, García J. Efecto del nivel de producción de leche, número y estación de parto sobre el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas Holstein. *Revista Científica.* 2004 Dec;14(6).
48. Dos Santos J, Facury E, Da Costa K, Naylor J. Effect of Parity, Body Condition Score at Calving, and Milk Yield on the Metabolic Profile of Gyr Cows in the Transition Period. *Animals.* 2023 Aug 1;13(15).
49. Giraldo L, Loaiza A, Botero S, Uribe L. Parámetros metabólicos séricos y condición corporal durante el pre y posparto en vacas Brahman. *Revista Científica.* 2009;19(4):350–5.
50. Filipiak Y, Viqueira M, Bielli A. Desarrollo y dinámica de los folículos ováricos desde la etapa fetal hasta la prepuberal en bovinos. *Veterinaria (Montevideo).* 2016;52(202):14–22.
51. González M, Pastrana N, Barón F, Vertel M. Frecuencia de presentación de gestación con relación al cuerno uterino en bovinos del trópico colombiano. *Rev Med Vet.* 2014;(28):13.
52. Gapel C, Althaus R. Función ovárica posparto en vacas lecheras primíparas y multíparas. *Redvet.* 2007;8(4).
53. Ortiz D, Camacho J, Echevarría L. Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. *Rev Inv Vet Perú.* 2009;20(2):196–202.
54. Rodrigues S, Barbosa Y, Lima R, Fernandes G, Nascimento J, Ferraz J, et al. Relationships between follicle and corpus luteum size and vascularization with ovulation, progesterone production, and pregnancy in Nellore beef cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 2023;52.
55. Kayacik V, Rifat M, Polat B, Özlüer A. Evaluation of the Corpus Luteum Size Throughout the Cycle by Ultrasonography and Progesterone Assay in Cows. *Turk J Vet Anim Sci.* 2005;29(6):1311–6.
56. Armenta Carmona J, Centurión Castro F, Magaña Monforte JG, Delgado León R, Segura Correa JC, Aguilar Pérez C. Actividad ovárica y comportamiento reproductivo posparto de vacas de doble propósito con y sin suplementación en el trópico subhúmedo de México. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Peru.* 2022;33(1):1–13.

57. Palacín RJ, García I. Cow and management factors and their association with estimates of uterine size and position at the time of insemination of dairy cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 2023 Sep;58:1338–41.
58. Pariani A. El examen clínico - reproductivo en hembras bovinas en la región semiárida central. 2016.
59. Zhang J, Deng L, Zhang H, Hua G, Han L, Zhu Y, et al. Effects of parity on uterine involution and resumption of ovarian activities in postpartum Chinese Holstein dairy cows. *J Dairy Sci*. 2010 May;93(5):1979–86.
60. Szelényi Z, Kovács L, Szenci O, Lopez Gatiús F. The Uterus as an Influencing Factor for Late Embryo/Early Fetal Loss—A Clinical Update. *Animals*. 2022 Aug 1;12(15).
61. Scully S, Maillo V, Duffy P, Kelly A, Crowe M, Rizos D, et al. The effect of lactation on post-partum uterine involution in holstein dairy cows. *Reproduction in Domestic Animals*. 2013 Dec;48(6):888–92.
62. Carbonari A, Burgio M, Frattina L, Ceci E, Sciannamblo M, Ricci P, et al. Oxytocin, prostaglandin F<sub>2</sub> $\alpha$ , and scopolamine for uterine involution of dairy cows. *Front Vet Sci*. 2024;11.
63. Rutter B. Puerperio bovino [Internet]. 2002. Available from: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
64. Carrera J, Marmolejo C, Escárcega A, Itzá M, Orozco E, Pérez E, et al. Factores de riesgo asociados con placenta retenida en ganado lechero en el norte de México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*. 2019;6(18):573–9.
65. Miettinen PVA. Uterine Involution in Finnish Dairy Cows. *Acta vet scand*. 1990;31:181–5.
66. Zain A, Nakao T, Raouf M, Moriyoshi M, Kawata K, Moritsu Y. Factors in the resumption of ovarian activity and uterine involution in postpartum dairy cows. *Anim Reprod Sci*. 1995;38:203–14.
67. Cengic B, Varatanovic N, Mutevelic T, Katica A, Mlaco N, Cutuk A. Normal and abnormal uterine involution in cows monitored by ultrasound. *Biotechnology in Animal Husbandry*. 2012;28(2):205–17.
68. Mestra L, Campos R, Herrera N, Fernández J, García K. Efecto de la suplementación energético-proteica sobre el desempeño productivo en vacas Romosinuano durante el pre y posparto. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 2021;32(6).
69. Albújar C. Perfil metabólico y riesgo de enfermedades de la producción en vacas lecheras en etapa de transición [Tesis de maestría]. [Cajamarca]: Universidad Nacional de Cajamarca; 2019.
70. Takahashi T, Mori A, Oda H, Murayama I, Kouno M, Sako T. Comparison of cholesterol levels among lipoprotein fractions separated by anion-exchange high-performance liquid chromatography in periparturient holstein–friesian dairy cows. *Journal of Veterinary Medical Science*. 2021;83(2):260–6.

71. Cozzi G, Ravarotto L, Gottardo F, Stefani A, Contiero B, Moro L, et al. Short communication: Reference values for blood parameters in Holstein dairy cows: Effects of parity, stage of lactation, and season of production. *J Dairy Sci.* 2011 Aug;94(8):3895–901.
72. Giraldo C, Ruíz Z, Olivera M. Efecto de la variación en el peso y la condición corporal, y la expresión de receptores de leptina y hormona luteinizante, sobre la anovulación posparto en vacas cebú (*Bos indicus*). *Rev Colomb Cienc Pecu.* 2008;21:228–38.
73. Salvador A, Hernandez R, Díaz T, Betancourt R. Respuesta productiva y reproductiva al uso de la grasa sobrepasante con altos niveles de ácidos grasos poliinsaturados en rumiantes [Internet]. 2011 May. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/273003408>
74. Campos R, Correa A, Zambrano G, Ospina A. Alteraciones bioquímicas y metabólicas en el periodo de transición en vacas lecheras. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental* [Internet]. 2018;9:165–79. Available from: <https://doi.org/10.22490/21456453.2123>
75. Coila P, Velarde F, Hañari R, Aliaga M, Ruelas D. Parámetros de los metabolitos sanguíneos de vacas Brown Swiss en producción de la Región Puno. Una evaluación según el número de partos. *J Selva Andina Anim Sci.* 2024;11:45–53.
76. Ortuño C, Narváez J, Loja J, Maldonado H, Enriquez M, Andrade O. Evaluación de la función ovárica y del perfil metabólico en vacas lecheras suplementadas con grasa sobrepasante en el periparto. *Livest Sci.* 2017 Mar;121(1):13–6.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ubicación del estable lechero GESA S.A.C.



Fuente: Google Maps

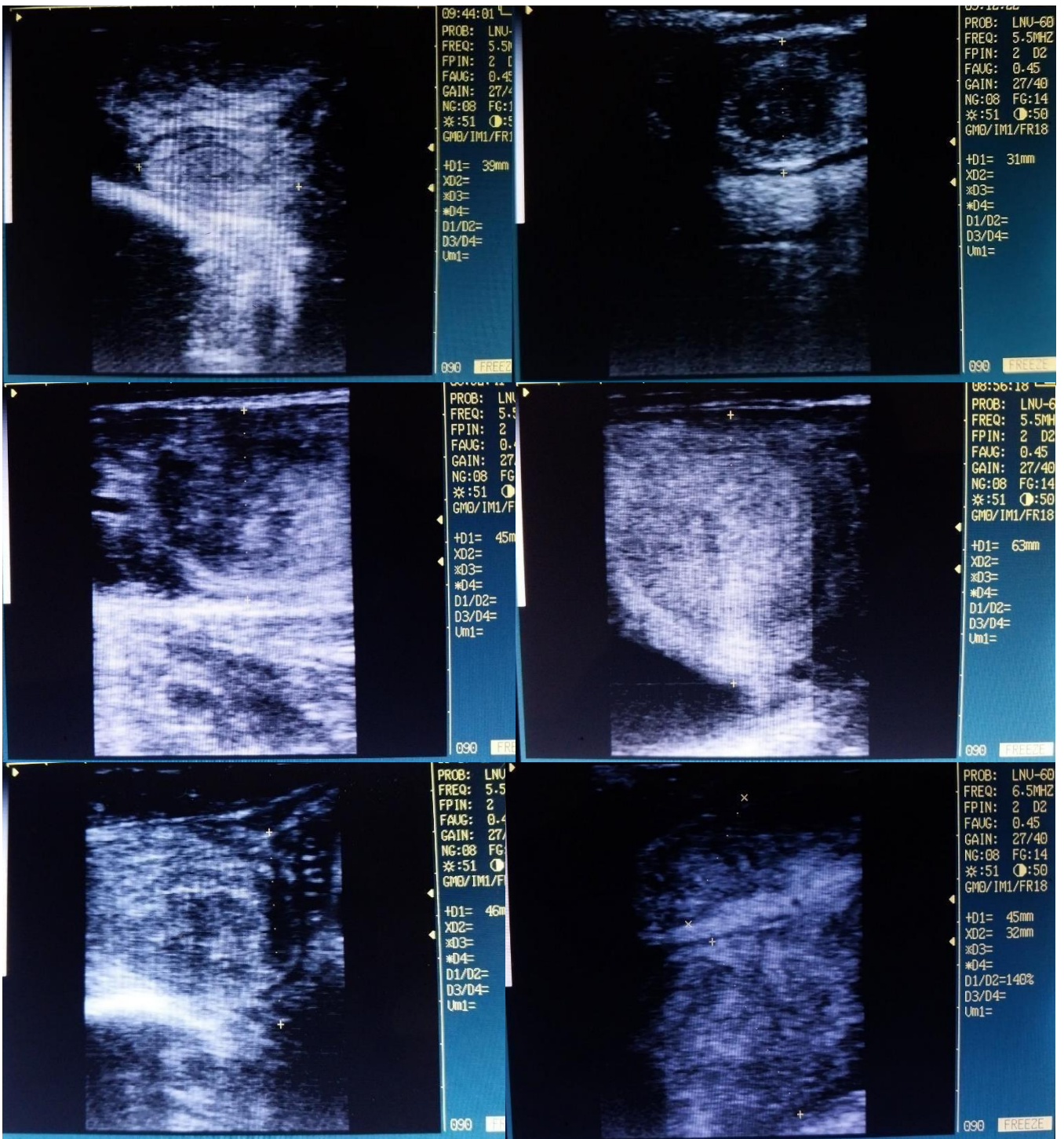
### Anexo 2. Fachada del estable GESA S.A.C.



### Anexo 3. Tomas de muestras y barrido ecográfico

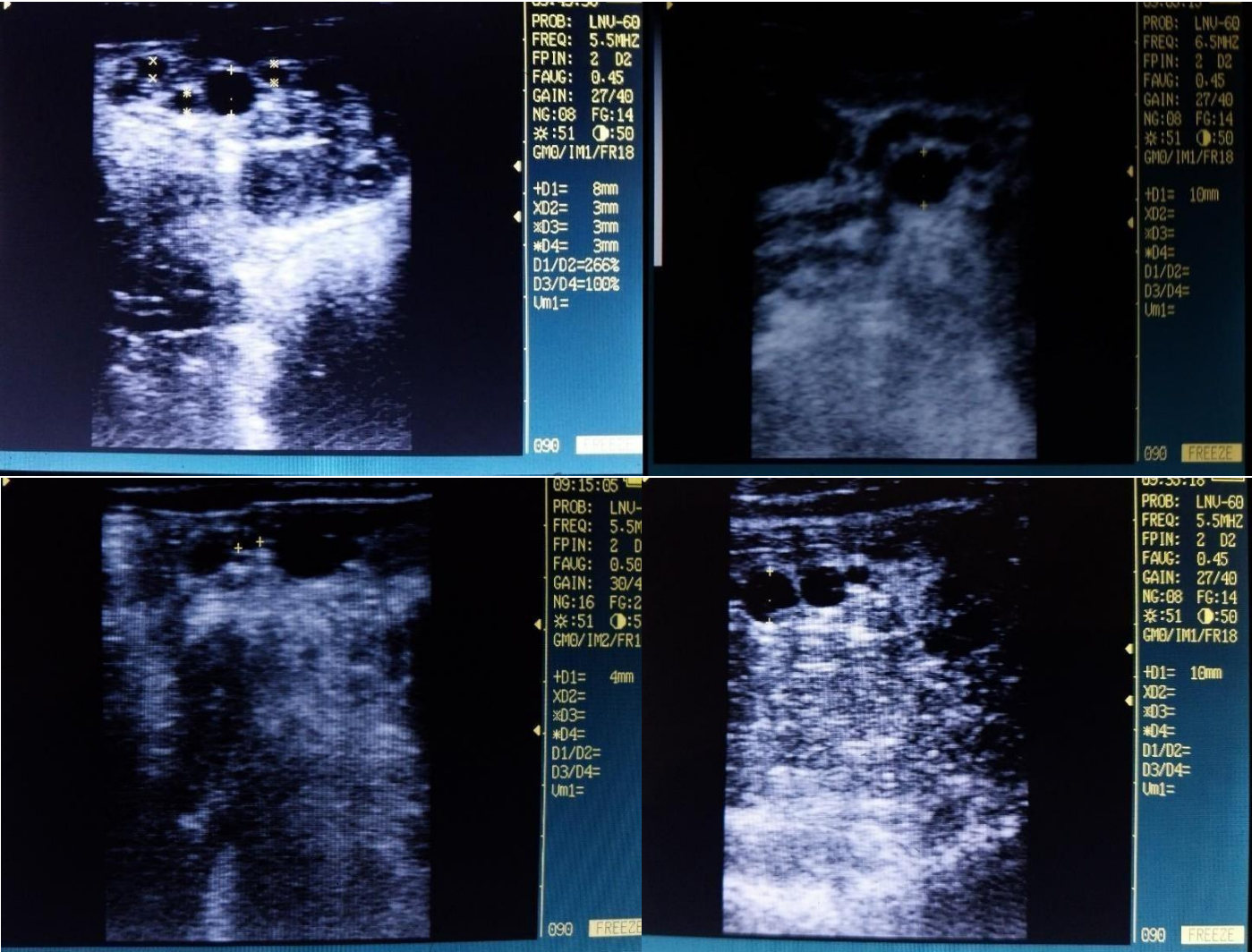


Anexo 4. Vistas ecográficas del útero en algunas vacas del establo GESA S.A.C.



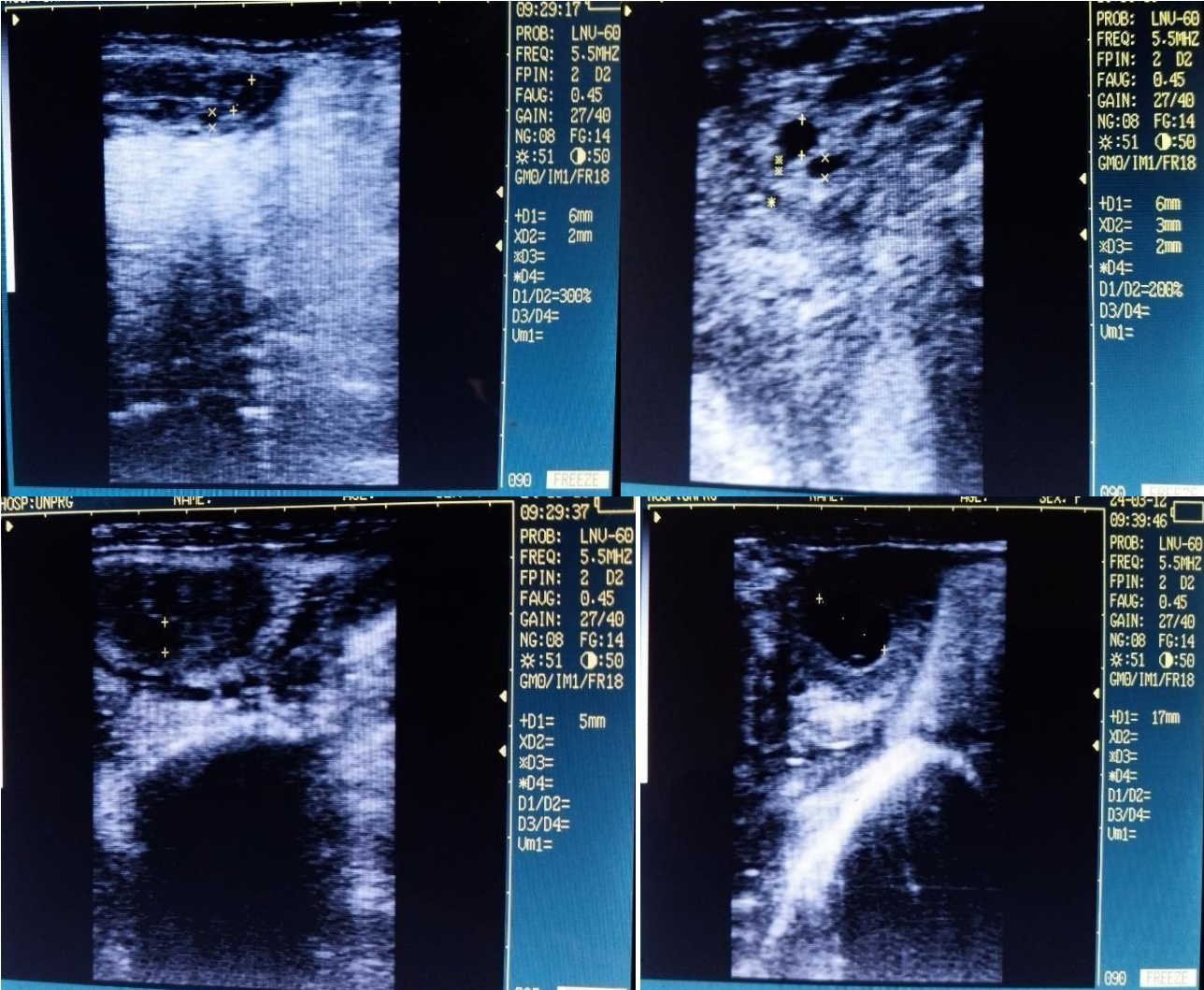
Anexo 5. Vistas ecográficas de la dinámica folicular en algunas vacas del establo GESA S.A.C.

Parte 1



Anexo 6. Vistas ecográficas de la dinámica folicular en algunas vacas del establo GESA S.A.C.

Parte 2



## Prueba de normalidad del Cuerpo Lúteo

A.- Interpretación de una prueba de normalidad:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Los datos no siguen una distribución normal.

La prueba de normalidad genera un p-valor que nos permite decidir si aceptamos o rechazamos la hipótesis nula.

B.- Interpretación del p-valor:

Si el p-valor  $> 0.05$ , No se rechaza la hipótesis nula.

Esto indica que no hay suficiente evidencia para decir que los datos no son normales. Por lo tanto, se puede asumir que los datos siguen una distribución normal y se emplea una estadística paramétrica.

Si el p-valor  $\leq 0.05$ , Se rechaza la hipótesis nula.

Esto significa que los datos no siguen una distribución normal y, por lo tanto, se podría necesitar utilizar pruebas no paramétricas o aplicar transformaciones a los datos.

**Tabla A1. Pruebas de normalidad (Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk) del tamaño del cuerpo lúteo en vacas Holstein según días posparto**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> (n>50)			Shapiro-Wilk (n<50)		
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Cuerpo Luteo_84dpp	.206	26	.006	.932	26	.088
Cuerpo Luteo_77dpp	.206	26	.006	.932	26	.088
Cuerpo Luteo_70dpp	.184	26	.024	.934	26	.098
Cuerpo Luteo_63dpp	.184	26	.024	.934	26	.098
Cuerpo Luteo_56dpp	.184	26	.024	.934	26	.098

a. Corrección de significación de Lilliefors

Interpretación: El valor de  $p > 0.05$ , por lo tanto, se acepta la  $H_0$ , es decir los datos siguen una distribución normal, por lo que se recomienda utilizar pruebas estadísticas paramétricas

**Tabla A2. Estadísticos descriptivos del tamaño del cuerpo lúteo en vacas Holstein primíparas y múltiparas según días posparto**

Numero_Partos		Cuerpo_Luteo_56 dpp	Cuerpo_Luteo_63 dpp	Cuerpo_Luteo_70 dpp	Cuerpo_Luteo_77 dpp	Cuerpo_Luteo_84 dpp
Primíparas	Media	7.67308	8.05673	15.05673	14.21538	15.92123
	N	13	13	13	13	13
	Desviación estándar	.728044	.764446	.764446	.912716	1.022242

Múltiparas	Media	8.07692	8.48077	15.48077	14.46523	16.20106
------------	-------	---------	---------	----------	----------	----------

**Tabla A3. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el tamaño del cuerpo lúteo en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	54,808 <sup>a</sup>	3	18,269	12,977	,000
Interceptación	1625,482	1	1625,482	1154,600	,000
Partos	6,782	1	6,782	4,817	,031
Tiempo	48,026	2	24,013	17,057	,000
Error	104,179	74	1,408		
Total	18467,000	78			
Total corregido	158,987	77			

a. R al cuadrado = ,345 (R al cuadrado ajustada = ,318)

**Tabla A4. Correlación de Pearson entre el tamaño del cuerpo lúteo, los días posparto y el número de partos en vacas Holstein**

		Cuerpo Lúteo	Partos	Tiempo
Cuerpo Lúteo	Correlación de Pearson	1	,207	,176
	Sig. (bilateral)		,050	,123
	N	78	78	78
Partos	Correlación de Pearson	,207	1	,000
	Sig. (bilateral)	,050		1,000
	N	78	78	78
Tiempo	Correlación de Pearson	,176	,000	1
	Sig. (bilateral)	,123	1,000	
	N	78	78	78

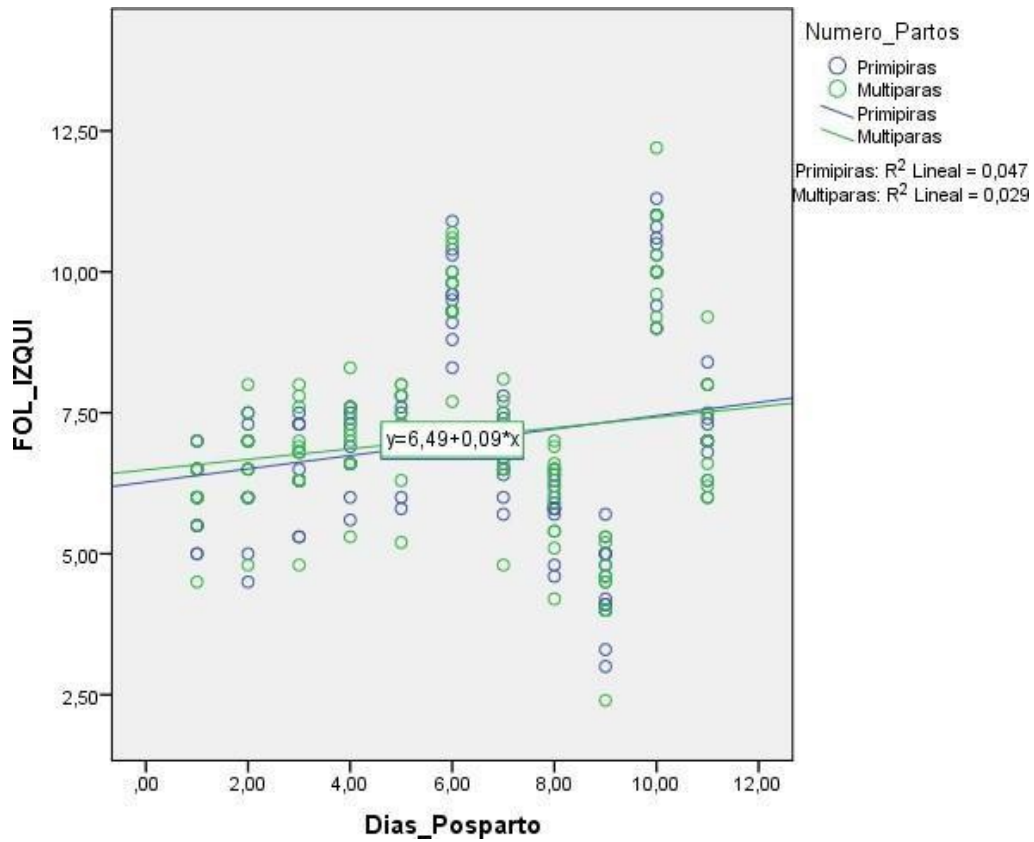
**Tabla A5. Pruebas de normalidad (Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk) del tamaño folicular del ovario derecho e izquierdo en vacas Holstein según días posparto**

Pruebas de normalidad							
	Dias_Pos parto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> (n>50)			Shapiro-Wilk (n<50)		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
FOL_DERECH	14 DPP	,179	26	,032	,949	26	,222
	21 DPP	,187	26	,020	,926	26	,061
	28 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	35 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	42 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	49 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	56 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	63 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	70 DPP	,184	26	,024	,934	26	,098
	77 DPP	,206	26	,006	,932	26	,088
	84 DPP	,126	26	,200*	,931	26	,081
FOL_IZQUI	14 DPP	,218	26	,003	,926	26	,062
	21 DPP	,179	26	,032	,935	26	,104
	28 DPP	,224	26	,002	,933	26	,089
	35 DPP	,193	26	,014	,930	26	,079
	42 DPP	,213	26	,004	,926	26	,064
	49 DPP	,182	26	,026	,947	26	,197
	56 DPP	,170	26	,051	,947	26	,198
	63 DPP	,164	26	,071	,944	26	,171
	70 DPP	,199	26	,010	,944	26	,170
	77 DPP	,135	26	,200*	,945	26	,177
	84 DPP	,203	26	,007	,927	26	,066

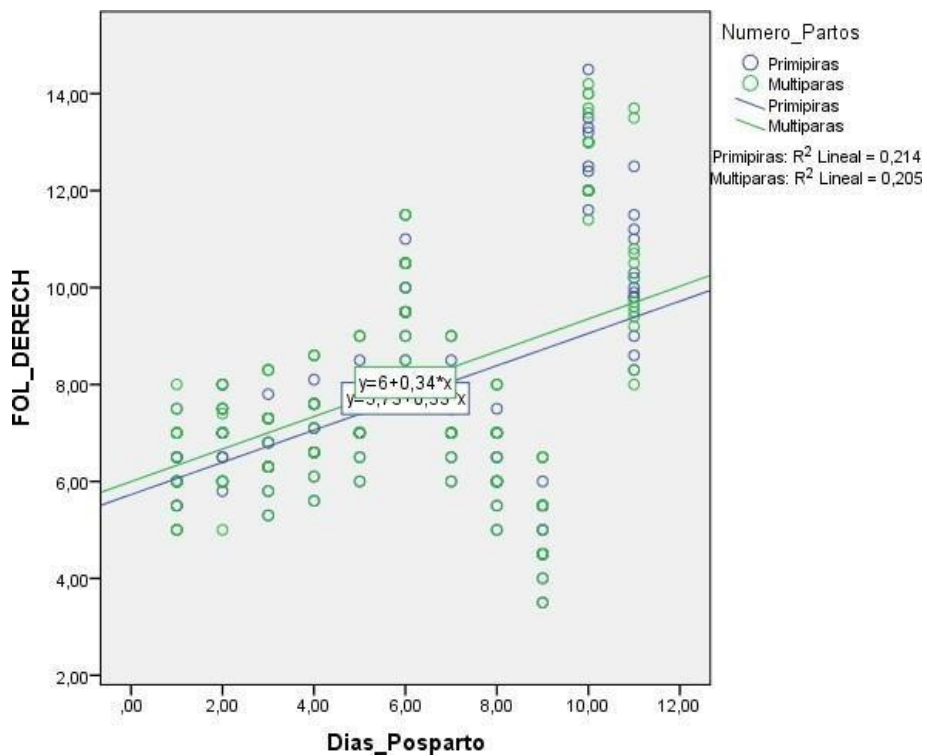
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Figura A1. Evaluación del supuesto de linealidad entre el tamaño folicular del ovario izquierdo y los días posparto en vacas Holstein**



**Figura A2. Evaluación del supuesto de linealidad entre el tamaño folicular del ovario derecho y los días posparto en vacas Holstein**



**Tabla A6. Estadísticos descriptivos del tamaño folicular del ovario derecho en vacas Holstein primíparas y múltiparas según días posparto**

Numero_Partos	Primiparas			Multiparas			Total		
	Media	N	Desviación estándar	Media	N	Desviación estándar	Media	N	Desviación estándar
Fol_DERECH_14DPP	6.1538	13	.65779	6.4231	13	.93198	6.2885	26	.80216
FOL_DERECH_21DPP	6.9077	13	.72625	6.8000	13	.91924	6.8538	26	.81350
FOLI_DER_28	6.6077	13	.69338	6.9923	13	.96907	6.8000	26	.84853
FOLI_DERCH_35DPP	6.9077	13	.69338	7.2923	13	.96907	7.1000	26	.84853
FOLIC_DERCH_42DPP	7.3077	13	.69338	7.6923	13	.96907	7.5000	26	.84853
FOLIC_DERECH_49DPP	9.8077	13	.69338	10.1923	13	.96907	10.0000	26	.84853
FOLIC_DERCH_56DPP	7.3077	13	.69338	7.6923	13	.96907	7.5000	26	.84853
FOLIC_DERECH_63DPP	6.3077	13	.69338	6.6923	13	.96907	6.5000	26	.84853
FOLIC_DERCH_70DPP	4.8077	13	.69338	5.1923	13	.96907	5.0000	26	.84853
FOLC_DERECH_77DPP	12.6923	13	.81492	12.9154	13	.94679	12.8038	26	.87292
FOL_DERECH_84DPP	10.1615	13	1.17866	10.2385	13	1.70809	10.2000	26	1.43833

**Tabla A7. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el tamaño folicular del ovario derecho en vacas Holstein**

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1306,803 <sup>a</sup>	21	62,229	74,081	,000
Interceptación	17704,196	1	17704,196	21076,278	,000
Dias_Posparto	1299,163	10	129,916	154,661	,000
Numero_Partos	5,878	1	5,878	6,997	,009
Dias_Posparto * Numero_Partos	1,762	10	,176	,210	,995
Error	221,762	264	,840		
Total	19232,760	286			
Total corregido	1528,564	285			

a. R al cuadrado = ,855 (R al cuadrado ajustada = ,843)

**Tabla A8. Estadísticos descriptivos del tamaño folicular del ovario izquierdo en vacas Holstein primíparas y múltiparas según días posparto**

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
					Límite inferior	Límite superior			
FOL_IZQ_14DPP	Primiparas	13	6,0000	,67700	,18777	5,5909	6,4091	5,00	7,00
	Múltiparas	13	6,0385	,59377	,16468	5,6796	6,3973	4,50	7,00
	Total	26	6,0192	,62419	,12241	5,7671	6,2713	4,50	7,00
FOL_IZQ_21DPP	Primiparas	13	6,3308	,92501	,25655	5,7718	6,8897	4,50	7,50
	Múltiparas	13	6,6000	,80416	,22303	6,1141	7,0859	4,80	8,00
	Total	26	6,4654	,86021	,16870	6,1179	6,8128	4,50	8,00
FOLI_IZQ_28DP	Primiparas	13	6,5231	,71199	,19747	6,0928	6,9533	5,30	7,50
	Múltiparas	13	6,7077	,83012	,23023	6,2061	7,2093	4,80	8,00
	Total	26	6,6154	,76351	,14974	6,3070	6,9238	4,80	8,00
FOLI_IZQ_35DP	Primiparas	13	6,8538	,63981	,17745	6,4672	7,2405	5,60	7,60
	Múltiparas	13	7,0231	,72475	,20101	6,5851	7,4610	5,30	8,30
	Total	26	6,9385	,67532	,13244	6,6657	7,2112	5,30	8,30
FOLI_IZQ_42DP	Primiparas	13	7,0077	,62110	,17226	6,6324	7,3830	5,80	7,80
	Múltiparas	13	7,0538	,76006	,21080	6,5945	7,5131	5,20	8,00
	Total	26	7,0308	,68045	,13345	6,7559	7,3056	5,20	8,00
FOLIC_IZQ_49D	Primiparas	13	9,6077	,69458	,19264	9,1880	10,0274	8,30	10,90
	Múltiparas	13	9,6077	,78577	,21793	9,1329	10,0825	7,70	10,70
	Total	26	9,6077	,72659	,14250	9,3142	9,9012	7,70	10,90
FOLIC_IZQ_56D	Primiparas	13	6,7769	,60021	,16647	6,4142	7,1396	5,70	7,80
	Múltiparas	13	6,8538	,79542	,22061	6,3732	7,3345	4,80	8,10
	Total	26	6,8154	,69149	,13561	6,5361	7,0947	4,80	8,10
FOLIC_IZQ_63D	Primiparas	13	5,8154	,55953	,15519	5,4773	6,1535	4,60	6,50
	Múltiparas	13	6,0154	,79880	,22155	5,5327	6,4981	4,20	7,00
	Total	26	5,9154	,68334	,13401	5,6394	6,1914	4,20	7,00
FOLC_IZ1_70DP	Primiparas	13	4,3692	,74541	,20674	3,9188	4,8197	3,00	5,70
	Múltiparas	13	4,3538	,77741	,21561	3,8841	4,8236	2,40	5,30
	Total	26	4,3615	,74623	,14635	4,0601	4,6629	2,40	5,70
FOL_IZQ_77DPP	Primiparas	13	10,300	,77567	,21513	9,8313	10,7687	9,00	11,30
	Múltiparas	13	10,253	,86083	,23875	9,7337	10,7740	9,00	12,20
	Total	26	10,276	,80315	,15751	9,9525	10,6013	9,00	12,20
FOL_IZQU_84DP	Primiparas	13	7,1692	,52976	,14693	6,8491	7,4894	6,30	8,40
	Múltiparas	13	7,0231	,98417	,27296	6,4283	7,6178	6,00	9,20
	Total	26	7,0962	,77794	,15257	6,7819	7,4104	6,00	9,20

**Tabla A9. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el tamaño folicular del ovario izquierdo en vacas Holstein**

Origen	Tipo I de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	706,424 <sup>a</sup>	21	33,639	60,645	2,9575E-88
Interceptación	14065,848	1	14065,848	25357,982	2,5574E-264
Dias_Posparto	705,069	10	70,507	127,110	7,7828E-95
Numero_Partos	,357	1	,357	,643	,423
Dias_Posparto * Numero_Partos	,998	10	,100	,180	,998
Error	146,438	264	,555		
Total	14918,710	286			
Total corregido	852,862	285			

a. R al cuadrado = ,828 (R al cuadrado ajustada = ,815)

**Tabla A10. Correlación de Pearson entre el tamaño del folicular del ovario derecho, los días posparto y el número de partos en vacas Holstein**

		Numero_Partos	Dias_Posparto	FOL_DERECH
Numero_Partos	Correlación de Pearson	1	,000	,062
	Sig. (bilateral)		1,000	,296
	N	286	286	286
Dias_Posparto	Correlación de Pearson	,000	1	,457**
	Sig. (bilateral)	1,000		,000
	N	286	286	286
FOL_DERECH	Correlación de Pearson	,062	,457**	1
	Sig. (bilateral)	,296	,000	
	N	286	286	286

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**Tabla A11. Correlación de Pearson entre el tamaño del folicular del ovario izquierdo, los días posparto y el número de partos en vacas Holstein**

		Numero_Partos	Dias_Posparto	FOL_IZQUI
Numero_Partos	Correlación de Pearson	1	,000	,020
	Sig. (bilateral)		1,000	,731
	N	286	286	286
Dias_Posparto	Correlación de Pearson	,000	1	,193**
	Sig. (bilateral)	1,000		,001
	N	286	286	286
FOL_IZQUI	Correlación de Pearson	,020	,193**	1
	Sig. (bilateral)	,731	,001	
	N	286	286	286

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

## Prueba de normalidad de los datos sobre el perfil lipídico

A.- Interpretación de una prueba de normalidad:

Hipótesis nula ( $H_0$ ): Los datos siguen una distribución normal.

Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): Los datos no siguen una distribución normal.

La prueba de normalidad genera un p-valor que nos permite decidir si aceptamos o rechazamos la hipótesis nula.

B.- Interpretación del p-valor:

Si el p-valor  $> 0.05$ , No se rechaza la hipótesis nula.

Esto indica que no hay suficiente evidencia para decir que los datos no son normales. Por lo tanto, se puede asumir que los datos siguen una distribución normal y se emplea una estadística paramétrica.

Si el p-valor  $\leq 0.05$ , Se rechaza la hipótesis nula.

Esto significa que los datos no siguen una distribución normal y, por lo tanto, se podría necesitar utilizar pruebas no paramétricas o aplicar transformaciones a los datos.

**Tabla A12. Pruebas de normalidad (Kolmogorov–Smirnov y Shapiro–Wilk) del perfil lipídico en vacas Holstein según días posparto**

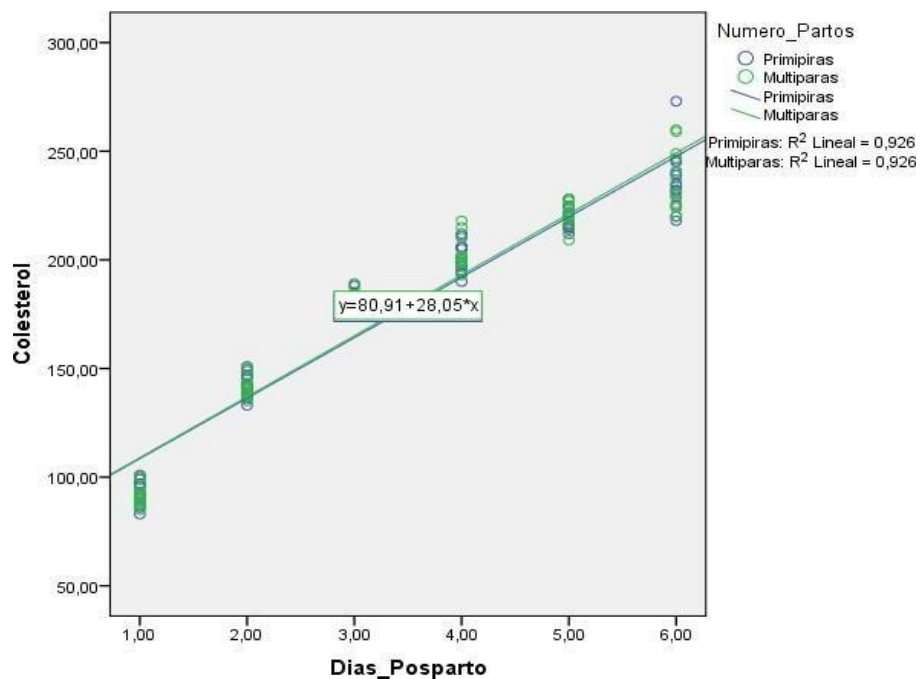
	Dias_Posparto	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Colesterol	15 DPP	,118	26	,200	,949	26	,223
	30 DPP	,118	26	,200	,949	26	,223
	45 DPP	,147	26	,156	,935	26	,103
	60 DPP	,130	26	,200	,971	26	,642
	75 DPP	,111	26	,200	,951	26	,243
	90 DPP	,123	26	,200	,933	26	,089
Triglicéridos	15 DPP	,127	26	,200	,960	26	,393
	30 DPP	,116	26	,200	,957	26	,342
	45 DPP	,129	26	,200	,960	26	,389
	60 DPP	,115	26	,200	,970	26	,619
	75 DPP	,132	26	,200	,969	26	,589
	90 DPP	,153	26	,119	,931	26	,083
HDL	15 DPP	,107	26	,200	,956	26	,315
	30 DPP	,107	26	,200	,956	26	,315
	45 DPP	,107	26	,200	,956	26	,315
	60 DPP	,107	26	,200	,956	26	,315
	75 DPP	,112	26	,200	,949	26	,217
	90 DPP	,100	26	,200	,962	26	,431

VLDL	15 DPP	,127	26	,200	,960	26	,393
	30 DPP	,116	26	,200	,957	26	,342
	45 DPP	,129	26	,200	,960	26	,389
	60 DPP	,115	26	,200	,970	26	,619
	75 DPP	,141	26	,199	,961	26	,417
	90 DPP	,152	26	,124	,926	26	,063
LDL	15 DPP	,133	26	,200	,957	26	,342
	30 DPP	,110	26	,200	,954	26	,284
	45 DPP	,123	26	,200	,956	26	,327
	60 DPP	,103	26	,200	,965	26	,490
	75 DPP	,147	26	,153	,965	26	,493
	90 DPP	,123	26	,200	,957	26	,338

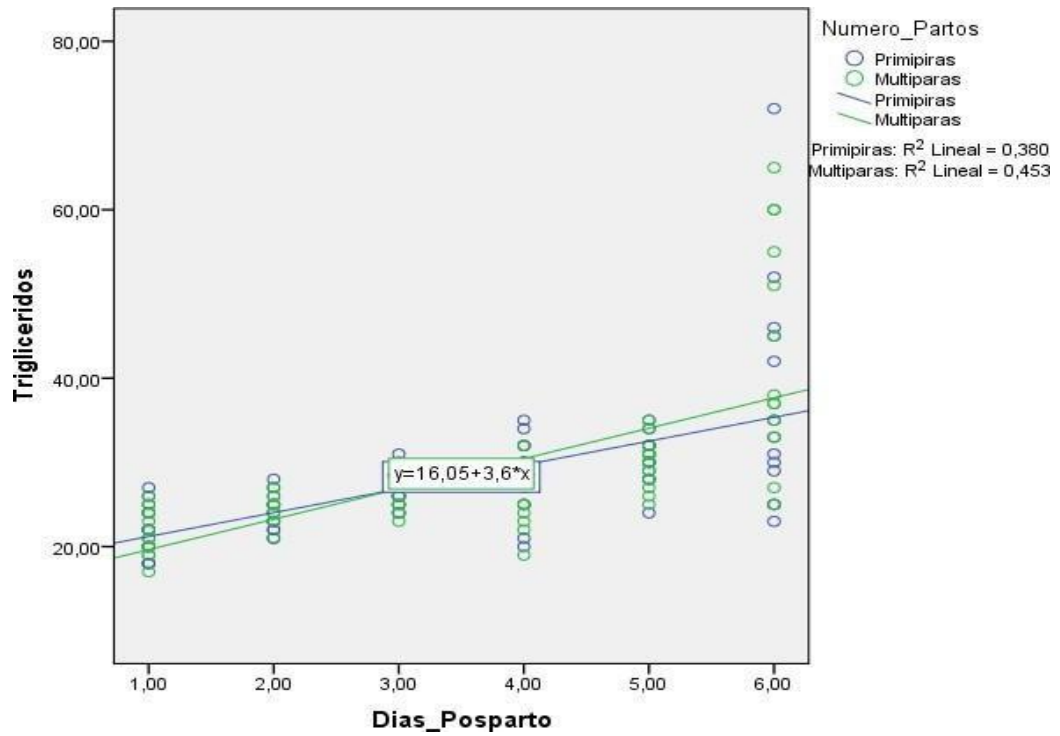
\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

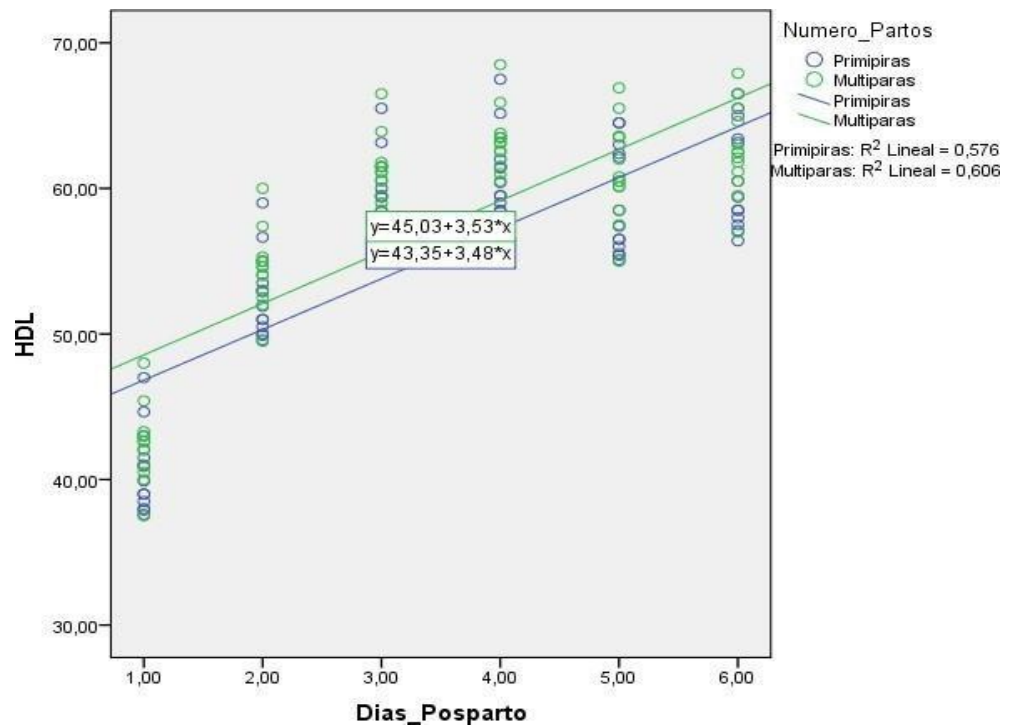
**Figura A3. Evaluación del supuesto de linealidad entre los días posparto y los niveles de colesterol en vacas Holstein primíparas y múltiparas**



**Figura A4. Evaluación del supuesto de linealidad entre los días posparto y los niveles de triglicéridos en vacas Holstein primíparas y múltiparas**



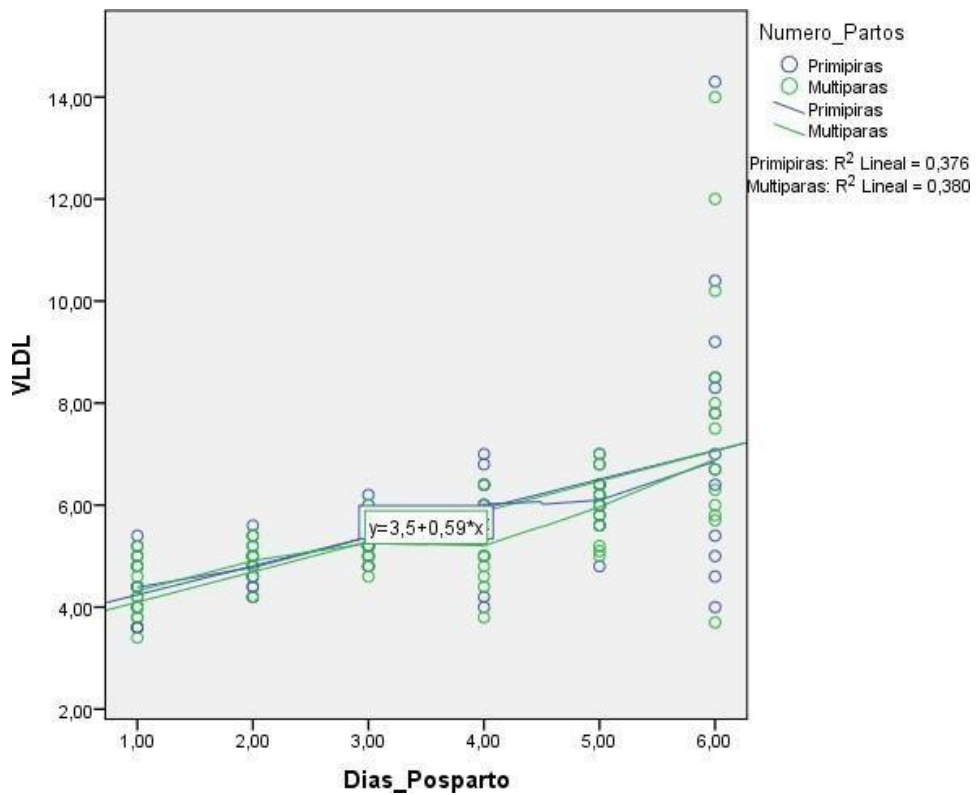
**Figura A5. Evaluación del supuesto de linealidad entre los días posparto y los niveles de HDL en vacas Holstein primíparas y múltiparas**



**Figura A6. Evaluación del supuesto de linealidad entre los días posparto y los niveles de LDL en vacas Holstein primíparas y múltiparas**



**Figura A7. Evaluación del supuesto de linealidad entre los días posparto y los niveles de VLDL en vacas Holstein primíparas y múltiparas**



**Tabla A13. Estadísticos descriptivos del perfil lipídico en vacas Holstein primíparas y múltiparas según días posparto**

Numero_Partos	Primiparas			Múltiparas			Total		
	Media	N	Desviación estándar	Media	N	Desviación estándar	Media	N	Desviación estándar
C15d	91.92	13	5.283	92.15	13	5.178	92.04	26	5.126
TG15d	22.0000	13	3.08221	21.6154	13	2.66266	21.8077	26	2.82870
HDL15d	40.6115	13	2.84679	42.3877	13	2.54235	41.4996	26	2.79513
VLDL15d	4.4000	13	.61644	4.3231	13	.53253	4.3615	26	.56574
LDL15d	46.9115	13	4.67574	45.4431	13	4.27224	46.1773	26	4.45148
C30d	141.9231	13	5.28302	142.1538	13	5.17761	142.0385	26	5.12625
TG30d	23.9231	13	2.25320	24.5385	13	1.61325	24.2308	26	1.94541
HDL30d	52.6115	13	2.84679	54.3877	13	2.54235	53.4996	26	2.79513
VLDL30d	4.7846	13	.45064	4.9077	13	.32265	4.8462	26	.38908
LDL30d	84.5269	13	4.83307	82.8585	13	4.54305	83.6927	26	4.67363
C45d	179.7692	13	4.34269	180.0769	13	4.46209	179.9231	26	4.31669
TG45d	26.9231	13	2.13937	26.3077	13	1.88788	26.6154	26	2.00154
HDL45d	59.1115	13	2.84679	60.8877	13	2.54235	59.9996	26	2.79513
VLDL45d	5.3846	13	.42787	5.2615	13	.37758	5.3231	26	.40031
LDL45d	115.2731	13	4.13907	113.9277	13	4.36962	114.6004	26	4.22597
C60d	199.3077	13	8.55750	202.1538	13	7.63595	200.7308	26	8.07741
TG60d	28.9231	13	4.51777	25.8462	13	3.50823	27.3846	26	4.26218
HDL60d	61.1115	13	2.84679	62.8877	13	2.54235	61.9996	26	2.79513
VLDL60d	5.7846	13	.90355	5.1692	13	.70165	5.4769	26	.85244
LDL60d	132.1038	13	7.47492	133.0200	13	6.94112	132.5619	26	7.08265
C75d	219.7692	13	5.00256	221.3846	13	5.86712	220.5769	26	5.40498
TG75d	30.3846	13	2.84425	29.9231	13	2.92864	30.1538	26	2.83820
HDL75d	59.0346	13	3.68213	61.1185	13	3.23347	60.0765	26	3.55745
VLDL75d	6.0769	13	.56885	5.9615	13	.61582	6.0192	26	.58379
LDL75d	154.6577	13	6.19630	154.2815	13	6.27976	154.4696	26	6.11514
C90d	233.6154	13	12.60647	235.0000	13	13.93437	234.3077	26	13.03770
TG90d	38.77	13	15.106	40.62	13	16.404	39.69	26	15.478
HDL90d	60.7269	13	3.5218	62.6569	13	2.94727	61.6919	26	3.3304
VLDL90d	7.754	13	3.0212	8.123	13	3.2808	7.938	26	3.957
LDL90d	165.135	13	10.931	164.22	13	12.47897	164.677	26	11.503

**Tabla A14. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el colesterol en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	374669,269 <sup>a</sup>	6	62444,878	1065,992	1,1434E-119
Interceptación	489582,369	1	489582,369	8357,626	8,992E-133
Numero_Partos	36,058	1	36,058	,616	,434
Dias_Posparto	374633,212	5	74926,642	1279,067	1,9999E-120
Error	8728,288	149	58,579		
Total	5359265,000	156			
Total corregido	383397,558	155			

a. R al cuadrado = ,977 (R al cuadrado ajustada = ,976)

**Tabla A15. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre los triglicéridos en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	5655,731 <sup>a</sup>	6	942,622	24,775	3,0233E-20
Interceptación	12152,126	1	12152,126	319,392	6,8931E-39
Numero_Partos	5,391	1	5,391	,142	,707
Dias_Posparto	5650,340	5	1130,068	29,701	7,5562E-21
Error	5669,109	149	38,048		
Total	137751,000	156			
Total corregido	11324,840	155			

a. R al cuadrado = ,499 (R al cuadrado ajustada = ,479)

**Tabla A16. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el HDL en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	8356,306 <sup>a</sup>	6	1392,718	167,212	1,4409E-63
Interceptación	44954,638	1	44954,638	5397,312	6,2303E-119
Numero_Partos	133,922	1	133,922	16,079	0,000096
Dias_Posparto	8222,385	5	1644,477	197,438	7,5237E-64
Error	1241,033	149	8,329		
Total	506903,795	156			
Total corregido	9597,339	155			

a. R al cuadrado = ,871 (R al cuadrado ajustada = ,865)

**Tabla A17. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el LDL en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	261185,492 <sup>a</sup>	6	43530,915	931,995	1,9771E-115
Interceptación	214440,402	1	214440,402	4591,159	7,5381E-114
Numero_Partos	25,556	1	25,556	,547	,461
Dias_Posparto	261159,937	5	52231,987	1118,285	3,4641E-116
Error	6959,379	149	46,707		
Total	2368362,131	156			
Total corregido	268144,871	155			

a. R al cuadrado = ,974 (R al cuadrado ajustada = ,973)

**Tabla A18. Pruebas de efectos inter-sujetos del número de partos y del tiempo posparto sobre el VLDL en vacas Holstein**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	174,767 <sup>a</sup>	6	29,128	18,862	2,907E-16
Interceptación	512,560	1	512,560	331,921	9,589E-40
Numero_Partos	,223	1	,223	,145	,704
Dias_Posparto	174,543	5	34,909	22,606	7,8392E-17
Error	230,090	149	1,544		
Total	5329,550	156			
Total corregido	404,856	155			

a. R al cuadrado = ,432 (R al cuadrado ajustada = ,409)

**Tabla A19. Correlación de Pearson entre el perfil lipídico, los días posparto y el número de partos en vacas Holstein**

		Numero_Partos	Dias_Posparto	Colesterol	Trigliceridos	HDL	VLDL	LDL
Numero_Partos	Correlación de Pearson	1	,000	,010	,022	,118	-,023	-,010
	Sig. (bilateral)		1,000	,904	,787	,142	,771	,904
	N	156	156	156	156	156	156	156
Dias_Posparto	Correlación de Pearson	,000	1	,962**	,645**	,763**	,615**	,968**
	Sig. (bilateral)	1,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	156	156	156	156	156	156	156
Colesterol	Correlación de Pearson	,010	,962**	1	,646**	,863**	,615**	,994**
	Sig. (bilateral)	,904	,000		,000	,000	,000	,000
	N	156	156	156	156	156	156	156
Trigliceridos	Correlación de Pearson	,022	,645**	,646**	1	,458**	,898**	,631**
	Sig. (bilateral)							

	Sig. (bilateral)	,787	,000	,000	,000	,000	,000
	N	150	150	150	150	150	150
HDL	Correlación de Pearson	,118	,763**	,863**	,458*	,437*	,817*
	Sig. (bilateral)	,142	,000	,000	,000	,000	,000
	N	150	150	150	150	150	150
VLDL	Correlación de Pearson	,023	,615**	,615**	,898**	,437*	,599*
	Sig. (bilateral)	,771	,000	,000	,000	,000	,000
	N	150	150	150	150	150	150
LDL	Correlación de Pearson	,010	,968**	,994**	,631**	,817*	,599*
	Sig. (bilateral)	,904	,000	,000	,000	,000	,000
	N	150	150	150	150	150	150

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

Correlación para evaluar la relación entre los valores de perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas con anestro posparto.

### Planteamos nuestras hipótesis

H<sub>0</sub>= Existe relación significativa entre los valores de perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas con anestro posparto.

H<sub>1</sub>= No Existe relación significativa entre los valores de perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas con anestro posparto.

### Nivel de Significación

El nivel de significación teórica es  $\alpha = 0.05$ , que corresponde a un nivel de Confiabilidad del 95%.

### Función de Prueba

Se realizó la prueba de la Correlación de Rho de Pearson, debido a que las variables presentan puntajes a escala ordinal.

### Regla de decisión

Rechazar H<sub>0</sub> cuando la significación observada “p” es menor que  $\alpha$ .

No rechazar H<sub>0</sub> cuando la significación observada “p” es mayor que  $\alpha$ .

La correlación presenta signo positivo, por lo cual la relación entre ambas variables es de tipo directa o positiva. Así mismo, el grado de relación es moderadamente aceptable.

## Conclusión

Como el valor de significación observada  $p \approx 0.000$  es menor que el valor de significación teórica  $\alpha = 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula. Y aceptamos la hipótesis alternativa, Ello significa que no existe relación significativa entre los valores de perfil lipídico y la dinámica folicular en vacas con anestro posparto.

**Tabla A20. Correlación de Pearson entre el tamaño del folicular del ovario derecho y el perfil lipídico en vacas Holstein**

		foliculo derecho	COL (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	TG (mg/dl)	VLDL (mg/dl)
Foliculo derecho	Correlación de Pearson	1	,322	,247	,165	,203	,204
	Sig. (bilateral)		,109	,223	,421	,321	,319
	N	26	26	26	26	26	26
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).							

**Tabla A21. Correlación de Pearson entre el tamaño del folicular del ovario izquierdo y el perfil lipídico en vacas Holstein**

		foliculo izquierdo	COL (mg/dl)	HDL (mg/dl)	LDL (mg/dl)	TG (mg/dl)	VLDL (mg/dl)
Foliculo izquierdo	Correlación de Pearson	1	,113	,244	-,009	,122	,122
	Sig. (bilateral)		,583	,229	,967	,552	,552
	N	26	26	26	26	26	26
**. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).							