

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS**



**Citología vaginal en vacas posparto después de la aplicación de un  
inmunomodulador**

Por:

Juan Ramón González Álvarez

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón Coahuila, México  
Febrero 2025

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS**

Citología vaginal en vacas posparto después de la aplicación de un  
inmunomodulador

Por:

Juan Ramón González Álvarez

**TESIS**

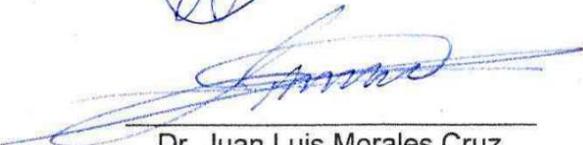
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

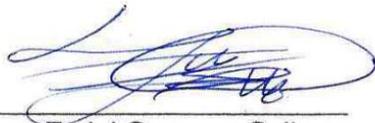
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz  
Presidente

  
Dra. Zurisaday Santos Jiménez  
Vocal externo

  
Dr. Juan Luis Morales Cruz  
Vocal

  
Dr. Hugo Zuriel Guerrero Gallegos  
Vocal suplente

  
MC. José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón Coahuila, México  
Febrero 2025

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS**

Citología vaginal en vacas posparto después de la aplicación de un  
inmunomodulador

Por:

Juan Ramón González Álvarez

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz  
Asesor Principal

  
Dra. Zuriaday Santos Jiménez  
Asesor Principal Externo

  
Dr. Juan Luis Morales Cruz  
Coasesor

  
MC José Luis Francisco Sandoval Elías  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón Coahuila, México  
Febrero 2025

## AGRADECIMIENTOS

**A DIOS**, por brindarme salud, sabiduría y ayudarme a sobreponerme de las dificultades que en el camino surgieron, por haberme permitido realizar y culminar esta etapa tan importante de mi vida.

**A mis Padres**, José Gonzalez Villalobos y Raquel Alvarez Valerio, los amo con el corazón, por inculcarme buenos valores que han forjado a la persona que actualmente soy, pero siempre me motivaron para realizar mis anhelos, han sido la guía para poder llegar a este punto de mi vida, no existe un solo día que no piense en ustedes, por eso y muchas cosas más, muchas gracias.

**A mi Esposa e Hija**, Saida Abigail Acosta Gómez, el apoyo incondicional que me has brindado ha sido sumamente importante en este caminar, estuviste a mi lado inclusive en momentos tormentosos y difíciles, siempre apoyándome para no rendirme, me has ayudado hasta donde te era posible, incluso más que eso. Alma Regina, me has cambiado la vida totalmente, has sido mi más grande inspiración para salir adelante y sobreponerme a las adversidades, eres la fuerza que necesito todos los días y la más hermosa responsabilidad que la vida me regalo.

**A mi Amigo**, MVZ Juan de Jesús Oliva Guerrero y a su equipo de trabajo Innovet Laguna por las enseñanzas, dedicación y apoyo que me han brindado para la realización de este trabajo de investigación, gracias por compartir sus conocimientos, y apoyo para realizar el trabajo en campo.

**A mi Asesor principal**, el Dr. Juan Manuel Guillen Muñoz, por las enseñanzas, dedicación y apoyo que me ha brindado para la realización de este trabajo de investigación, junto con mi compañero de trabajo en campo, Williams castro Cabrera, con los que compartí grandes experiencias de aprendizaje en el trabajo en campo.

A todos, Muchas gracias.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
I.- INTRODUCCIÓN .....	1
II.- HIPÓTESIS .....	2
III.- OBJETIVO GENERAL .....	2
Objetivos específicos .....	2
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
4.1. El periodo de transición de las vacas lecheras .....	3
4.2. Periodo periparto .....	4
4.3. Estrés y factores asociados al periparto .....	5
4.4. El cortisol.....	5
4.5. La función de los linfocitos y neutrófilos.....	5
4.6. Hormonas del sistema inmunológico .....	6
4.7. El impacto negativo del balance energético.....	6
4.8. Enfermedades del periparto y lactancia temprana .....	7
4.9. Inmunidad Innata e Inmunidad Adaptativa.....	8
4.10. Inmunidad Innata.....	9
4.11. Inmunidad adaptativa .....	10
V.- MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
VI.- RESULTADOS .....	13
VII.- DISCUSIÓN .....	16
VIII.- CONCLUSIÓN .....	18
IX. - LITERATURA CITADA.....	19

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Línea de tiempo comprendido en el periodo de transición (Tomado de <a href="https://www.infortambo.cl/es/contenidos/nutricion-de-precision-3">https://www.infortambo.cl/es/contenidos/nutricion-de-precision-3</a> ). .....	3
<b>Figura 2.</b> La inmunidad innata es la primera línea de defensa, la inmunidad adaptativa actúa como su respaldo (Tomado de Tizard, 2018). .....	8
<b>Figura 3.</b> El sistema inmunitario innato consta de una serie de subsistemas, mecanismos celulares y mecanismos humorales ( Tomado de Tizard, I. R. 2018). .....	9
<b>Figura 4.</b> Características esenciales de las repuestas inmunitarias adaptativas humoral y mediada por células (Tomado de Tizard, 2018). .....	10
<b>Figura 5.</b> Porcentaje de células inmunes durante la prueba de citología vaginas al día 40 posparto en vacas Holstein Friesian tratadas con un inmunomodulador. ....	13
<b>Figura 6.</b> Cantidad de calostro producido de vacas tratadas con un inmunomodulador durante el parto. ....	14
<b>Figura 7.</b> Calidad de calostro producido de vacas tratadas con un inmunomodulador durante el parto. ....	14

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Incidencia de enfermedades que se presentaron 30 días después del parto. .....	15
--	----

## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la administración de un modulador inmunológico específico, al momento del parto, para mejorar la respuesta inmune. Se seleccionaron 20 vacas Holstein Friesian, las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera; grupo Parto  $n=10$  (recibió una administración de 10 ml de un Inmunomodulador de Células T de uso Veterinario (TCM-VET®) al momento del parto. El grupo Control  $n=10$  que recibieron 10 ml de solución fisiológica al momento del parto. Las variables consideradas fueron la evaluación de las células polimorfonucleares, mediante la prueba de citología vaginal que fue obtenida mediante una muestra uterina colectada por vía vulvar (cytobrush) 40 días después del parto. Además, se realizó un análisis de la calidad y cantidad del calostro producido. Por último, mediante registros se evaluó la presentación de enfermedades. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron analizados mediante una prueba de T de student, mediante el programa estadístico RStudio. En los resultados obtenidos se pudo observar una tendencia en el aumento del porcentaje de las células inmunes (linfocitos y neutrófilos segmentados) presentes en las citologías vaginal de las vacas tratadas. En lo que respecta a la calidad del calostro, no se observaron variaciones significativas ( $p>0.05$ ). Mientras que la calidad tampoco se afectó por la aplicación del tratamiento ( $p>0.05$ ). Por otro lado, en la incidencia de enfermedades no existió diferencias, ya que el 60% de las vacas control vs 50% de las vacas del grupo parto presentaron alguna enfermedad. En conclusión, no se observó un efecto en el uso de un modulador del sistema inmune, posiblemente por la cantidad de animales utilizados en este experimento. Por ello sigue siendo necesario realizar

trabajos futuros para desarrollar estrategias que mejoren la función inmunitaria posparto.

**Palabras clave:** Inmunoestimulador, Vacas posparto, Células polimorfonucleares, Citología vaginal

## ABSTRACT

The objective of the present investigation was to evaluate the effect of the administration of a specific immune modulator, at calving, to improve the immune response. Twenty Holstein Friesian cows were selected and randomly divided into two groups. The groups were distributed as follows; Calving group n=10 (received an administration of 10 ml of a Veterinary T-Cell Immunomodulator (TCM-VET®) at calving. The Control group n=10 received 10 ml of physiological solution at the time of delivery. The variables considered were the evaluation of polymorphonuclear cells, by means of the vaginal cytology test, which was obtained by means of a uterine sample collected through the vulvar route (cytobrush) 40 days after delivery. In addition, an analysis of the quality and quantity of colostrum produced was performed. Finally, records were kept to evaluate the presence of diseases. The results obtained in this research were analyzed by means of a Student's t-test, using the RStudio statistical program. The results obtained showed a tendency in the increase of the percentage of immune cells (lymphocytes and segmented neutrophils) present in the vaginal cytology of the treated cows. Regarding colostrum quality, no significant variations were observed ( $p>0.05$ ). The quality was also not affected by the application of the treatment ( $p>0.05$ ). On the other hand, there were no differences in the incidence of diseases, since 60% of the control cows vs. 50% of the cows in the calving group presented some disease. In conclusion, no effect was observed in the use of an immune system modulator, possibly due to the number of animals used in this experiment. Therefore, future work is still needed to develop strategies to improve postpartum immune function.

**Keywords:** Immunostimulator, Postpartum cows, Polymorphonuclear cells,  
Vaginal cytology

## I.- INTRODUCCIÓN

La salud reproductiva en vacas posparto es fundamental para garantizar la productividad y sostenibilidad en sistemas de producción lechera. Durante este periodo, la recuperación adecuada del útero (involución uterina) y el reinicio de la actividad ovárica son esenciales para preparar a las vacas para futuras gestaciones. Sin embargo, diversos factores como infecciones uterinas, desequilibrios hormonales, y estrés metabólico pueden comprometer esta recuperación, reduciendo la fertilidad y aumentando los días abiertos en el rebaño (Arero, 2022).

Los procesos inflamatorios en el útero son comunes en el posparto inmediato y pueden extenderse si no se manejan adecuadamente. Infecciones como la metritis o la retención de membranas fetales retrasan la involución uterina, afectando la capacidad reproductiva. Además, el estrés metabólico derivado del balance energético negativo típico en esta etapa puede influir en la reanudación de la actividad cíclica ovárica y el éxito en la concepción subsecuente (Elmetwally et al., 2018).

Mejorar el manejo nutricional y sanitario, junto con estrategias para detectar y tratar problemas reproductivos tempranamente, es clave para optimizar el rendimiento reproductivo. Estas medidas no solo aumentan la eficiencia productiva, sino que también promueven el bienestar animal y reducen costos asociados a tratamientos y pérdidas reproductiva (Gautam et al., 2023).

## **II.- HIPÓTESIS**

La aplicación de un modulador inmunológico específico fortalecerá la respuesta del sistema inmune, reduciendo la incidencia de enfermedades en vacas durante el posparto.

## **III.- OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la administración de un modulador inmunológico específico, al momento del parto, para mejorar la respuesta inmune.

### **Objetivos específicos**

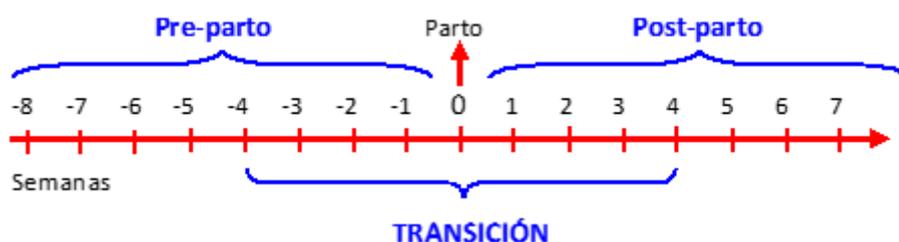
- Determinar la cantidad de células polimorfonucleares y bacteriología
- Registrar las enfermedades presentes durante el periodo experimental
- Evaluar la calidad y cantidad del calostro en las vacas tratadas al momento del parto.

## IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. El periodo de transición de las vacas lecheras

El período de transición en las vacas lecheras consiste en una compleja interacción de múltiples vías, que incluyen la adaptación metabólica y hormonal, la inflamación y la activación inmune. Estos cambios ocurren en un patrón de reacción en cadena, que comienza tres semanas antes del parto y continúa durante tres o cuatro semanas después del mismo (Pascottini, 2020).

Las vacas en esta etapa son propensas a sufrir disfunciones inmunológicas. Estas disfunciones consisten en dos fenómenos; primero, una capacidad reducida del sistema inmunológico, lo que resulta en un estado de hipo respuesta de las células polimorfonucleares (PMN) y linfocitos que comienza aproximadamente 2 a 3 semanas antes del parto y continúa durante el parto. La eficiencia mínima se alcanza entre dos semanas. después del parto. Unos días más tarde, la segunda es la aparición de una inflamación sistémica, que desencadena la reacción aguda posparto (Mezzett, et al, 2021)



**Figura 1.** Línea de tiempo comprendido en el periodo de transición (Tomado de <https://www.infortambo.cl/es/contenidos/nutricion-de-precision-3>).

## **4.2. Periodo periparto**

La respuesta inmune en vacas lecheras se basa en la interacción y balance de diferentes tipos celulares. Durante el periodo periparto, las vacas experimentan cambios hormonales y metabólicos que les permiten adaptarse a las mayores demandas asociadas con la producción de leche. Alrededor del momento del parto, se observa un aumento en el recuento total de glóbulos blancos, especialmente en el número de neutrófilos. En esta etapa, la funcionalidad de los neutrófilos alcanza niveles clave. Un aspecto fundamental para el control y resolución de infecciones es la rápida migración y el reclutamiento de células polimorfonucleares (PMN) hacia el sitio de la infección (De Luca, 2010).

Durante el periodo periparto, es común que se presenten alteraciones metabólicas, entre las cuales destaca el balance energético negativo (BEN). Este se define como el déficit energético que ocurre cuando la energía consumida por el animal es insuficiente para cubrir los requerimientos necesarios para el mantenimiento y la gestación en vacas preñadas, o para el mantenimiento y la producción de leche en vacas lactantes (Hernández, 2011).

Durante el periodo periparto, pueden surgir enfermedades relacionadas directamente con trastornos metabólicos, como hipocalcemia, hipomagnesemia y cetosis, o indirectamente con afecciones como retención de placenta, metritis, desplazamiento de abomaso, mastitis y laminitis. Entre los principales factores de riesgo, se observa que las vacas primíparas tienen una mayor incidencia de metritis en comparación con las múltiparas, mientras que estas últimas presentan una mayor frecuencia de hipocalcemia (Purtscher, 2019).

### **4.3. Estrés y factores asociados al parto**

El estrés se define como cualquier condición adversa o factor que interfiera con el funcionamiento normal del cuerpo y sus sistemas. Para nuestros propósitos, las principales causas de estrés primario pueden clasificarse en cinco categorías: ambiental, nutricional, fisiológico, físico y psicológico (Campos-Gaona y Jaramillo, 2008).

### **4.4. El cortisol**

El cortisol actúa como un potente inmunosupresor. Durante situaciones de estrés, esta hormona inhibe la proliferación y las funciones de los leucocitos, incluyendo una reducción en la fagocitosis de los neutrófilos y en la capacidad citotóxica de los linfocitos. Además, disminuye la actividad de las citocinas, lo que compromete el reconocimiento y rechazo inmunológico eficiente de las membranas fetales, llevando finalmente a su retención (Lorenzo, 2017).

El cortisol, producido por la corteza adrenal a partir del colesterol, desempeña un papel fundamental en la regulación de diversos aspectos del metabolismo. Actúa en conjunto con otras hormonas para activar procesos como la gluconeogénesis, la síntesis de proteínas y la lipólisis. Además, el cortisol está estrechamente relacionado con la respuesta al estrés, siendo el principal glucocorticoide secretado por el organismo en condiciones de estrés (Vélez y Uribe, 2010).

### **4.5. La función de los linfocitos y neutrófilos**

Muchos de los cambios hormonales y metabólicos que preparan la glándula mamaria para la lactancia tienen lugar durante las tres semanas anteriores al parto. La función de los linfocitos y neutrófilos podría verse afectada por aumentos preparto de estrógenos, prolactina, hormona de crecimiento y/o insulina (Meglia y Mata, 2001).

El metabolismo de la vaca lechera pasa por las demandas de la gestación a las de la lactancia, con mayores demandas de energía y proteínas. Los equilibrios negativos de energía y proteínas que existen durante la lactancia temprana pueden contribuir al deterioro de la función de los neutrófilos y, por lo tanto, explicar una parte de la inmunosupresión periparto (Meglia y Mata, 2001).

Los defectos en la función de los linfocitos también contribuyen a la mayor susceptibilidad de las vacas lecheras a la mastitis durante el periodo periparto. Además de la producción de anticuerpos, otras funciones de los linfocitos en la inmunidad de la glándula mamaria bovina incluyen la producción de varios mensajeros hormonales del sistema inmunológico llamados citocinas. Estas citosinas pueden activar los neutrófilos bovinos para que tengan mayor actividad contra los patógenos. Se ha informado la supresión de funciones críticas de los linfocitos después del parto (Martínez et al., 2006).

#### **4.6. Hormonas del sistema inmunológico**

Los desafíos de las enfermedades provocan respuestas de estrés potentes y bien definidas que involucran una variedad de hormonas del sistema inmunológico denominadas citocinas. De estas hormonas, las más estudiadas con respecto al estrés son las citoquinas proinflamatorias interleucina-1B (IL-1B), interleucina-6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral-a (TNF-a), que participan en la respuesta de fase aguda a factores estresantes inflamatorios. Otras citocinas proinflamatorias destacadas incluyen la IL-8 y el interferón- $\gamma$  (Sirera, R. et al 2006).

#### **4.7. El impacto negativo del balance energético**

Los desafíos a menudo tienen el mayor impacto en el desempeño reproductivo a través del impacto en el retorno a la ciclicidad, pero hay problemas adicionales

que afectan el rendimiento reproductivo y que pueden atribuirse o verse influenciados por problemas de equilibrio energético. Las vacas que desarrollan enfermedades uterinas (metritis, endometritis clínica y endometritis subclínica) a menudo experimentaron previamente un mayor grado de NEB durante el periodo preparto y posparto inmediato (Ninabanda, 2018).

La metritis puerperal aguda se asocia con días prolongados hasta el primer servicio. Una reducción en el riesgo de concepción en el primer servicio e intervalos prolongados entre el parto y la concepción. También existen impactos negativos directos de los mediadores inflamatorios y la infección intrauterina sobre la función ovárica y la supervivencia embrionaria (Montenegro, 2015).

#### **4.8. Enfermedades del periparto y lactancia temprana**

Las enfermedades asociadas al periodo de transición están relacionadas principalmente con diversos trastornos metabólicos (como cetosis, hígado graso y edema de ubre), problemas nutricionales (hipocalcemia), alteraciones alimenticias (acidosis ruminal, laminitis y desplazamiento de abomaso), condiciones sanitarias (mastitis, metritis y abscesos hepáticos) y dificultades productivas, como una disminución en la producción de leche (Mulligan y Doherty, 2008).

Todas estas enfermedades están interrelacionadas; por ejemplo, las vacas que se encuentran en malas condiciones corporales al momento del parto definitivamente desarrollarán cetosis y enfermedad del hígado graso, lo que altera el sistema inmunológico y las hace más susceptibles a la invasión microbiana. La invasión microbiana desencadena una respuesta inmunitaria, estimula la proliferación de células inmunitarias, provoca fiebre y desencadena

procesos de reparación de tejidos. Todas estas reacciones requieren requisitos de energía, lo que contribuye más a BEN (Ingvarsen et al., 2003).

#### 4.9. Inmunidad Innata e Inmunidad Adaptativa

Una respuesta inmune efectiva del huésped frente a organismos extraños depende de la acción coordinada entre el sistema inmune innato y el adaptativo. El sistema inmune innato actúa como la primera línea de defensa contra microorganismos invasores, proporcionando tanto un contexto biológico como las señales necesarias para que el sistema inmune adaptativo desarrolle su respuesta específica (Chabalgoity et al., 2006).

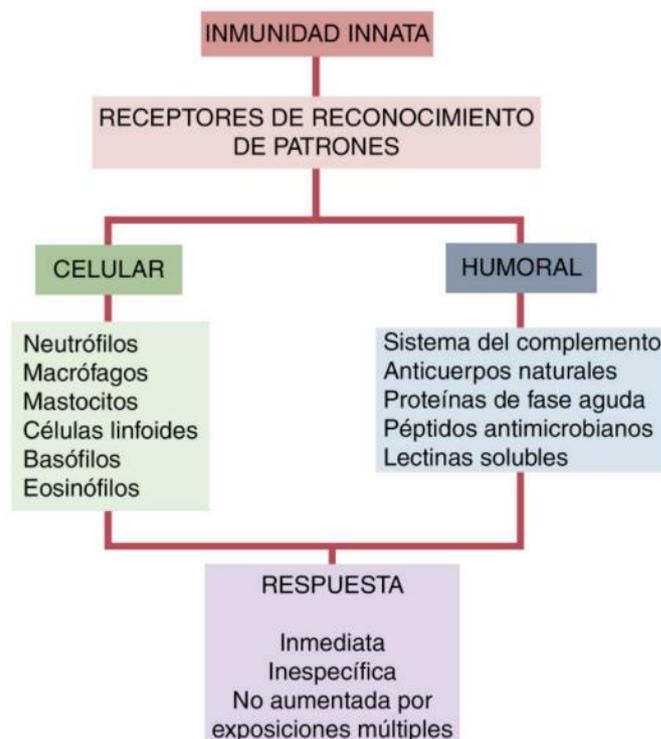
En el periodo posparto de las vacas lecheras, se han estudiado los mecanismos de detección de patógenos, la respuesta inmune y, en menor medida, la regulación en el útero. La inmunidad innata, proporcionada principalmente por las células polimorfonucleares (PMN), es el principal mecanismo de defensa inmune temprana tanto en la ubre como en el útero (LEBLANC, S. 2015).



**Figura 2.** La inmunidad innata es la primera línea de defensa, la inmunidad adaptativa actúa como su respaldo (Tomado de Tizard, 2018).

#### 4.10. Inmunidad Innata

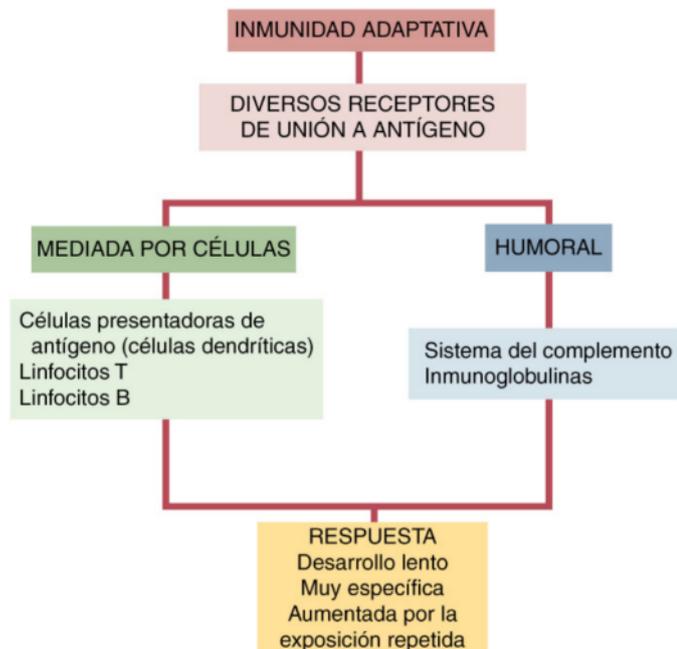
Los componentes humorales de la respuesta inmune innata incluyen el sistema del complemento, las proteínas de fase aguda, las citocinas y las quimiocinas. Por otro lado, los componentes celulares comprenden leucocitos polimorfonucleares (neutrófilos, eosinófilos y basófilos), monocitos/macrófagos, mastocitos, células dendríticas inmaduras, linfocitos B1, linfocitos T y células endoteliales. La comunicación entre las células inmunes e inflamatorias se lleva a cabo principalmente a través de proteínas conocidas como interleucinas. Entre las más relevantes en la respuesta inmune innata se encuentran IL-1, IL-6, diversas quimiocinas, IL-10, IL-12, IL-15, IL-18, TNF- $\alpha$  e IFN- $\alpha/\beta$  (Hernández-Urzúa y Alvarado-Navarro, 2001).



**Figura 3.** El sistema inmunitario innato consta de una serie de subsistemas, mecanismos celulares y mecanismos humorales ( Tomado de Tizard, I. R. 2018).

#### 4.11. Inmunidad adaptativa

Los componentes humorales de la respuesta inmune adaptativa incluyen los anticuerpos generados por los linfocitos B2. En cuanto a los componentes celulares de esta respuesta, se destacan los linfocitos T CD4+ (también llamados helper o colaboradores) y los linfocitos T CD8+ (citotóxicos). Por último, las células dendríticas, que desempeñan un papel clave como enlace entre la respuesta inmune innata y adaptativa, inician un proceso de maduración en los tejidos periféricos. Este proceso culmina cuando las células dendríticas llegan a los ganglios linfáticos, donde interactúan con los linfocitos T para activar la respuesta inmune adaptativa (Zerón, 2021).



**Figura 4.** Características esenciales de las repuestas inmunitarias adaptativas humoral y mediada por células (Tomado de Tizard, 2018).

## **V.- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **General**

Todos los animales estuvieron bajo vigilancia veterinaria de acuerdo con el programa sanitario implementado, en cumplimiento con las normativas vigentes del Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina (SAGARPA, 2010). El manejo y cuidado de los animales utilizados en este estudio se realizó conforme a los lineamientos internacionales para el uso ético, cuidado y bienestar de los animales en investigación (FASS, 2010).

### **Localización y condiciones climáticas de la región donde se desarrolló el estudio.**

El presente estudio se realizó en el norte de México, en la región de Gómez Palacio Durango, en un establo lechero comercial, situado en las coordenadas Entre los paralelos 25° 32' y 25° 54' de latitud norte; los meridianos 103° 19' y 103° 42' de longitud oeste; altitud entre 1 100 y 1 800 m Las condiciones climáticas en esta región Muy seco semicálido con lluvias en verano (100%), Rango de temperatura 18 – 22°C, Rango de precipitación 100 - 400 mm (INEGI 2016).

### **TCM- VET (inmunomodulador de células t)**

Un extracto leucocitario que contiene polipéptidos de 10,000 dáltones o menos, proveniente del bazo de tiburón, y su uso como adyuvante en preparaciones virales empleadas en vacunas, incluye también un método para la extracción y procesamiento de un extracto leucocitario dializable a partir de selacimorfos, con el fin de obtener un factor de transferencia potencializado.

### **Animales experimentales**

Se seleccionaron 20 vacas Holstein Friesian, las cuales fueron divididas en dos grupos de manera aleatoria. Los grupos se distribuyeron de la siguiente manera; grupo Parto  $n=10$  (recibió una administración de 10 ml de un Inmunomodulador de Células T de uso Veterinario (TCM-VET®) al momento del parto. El grupo Control  $n=10$  que recibieron 10 ml de solución fisiológica al momento del parto. Las variables consideradas fueron, la evaluación de las células polimorfonucleares utilizando la prueba de citología vaginal, que fue obtenida mediante una muestra uterina colectada por vía vulvar (cytobrush); 40 días después del parto. Además, se realizó un análisis de la calidad y cantidad del calostro producido. Por último, mediante registros se evaluó la presentación de enfermedades.

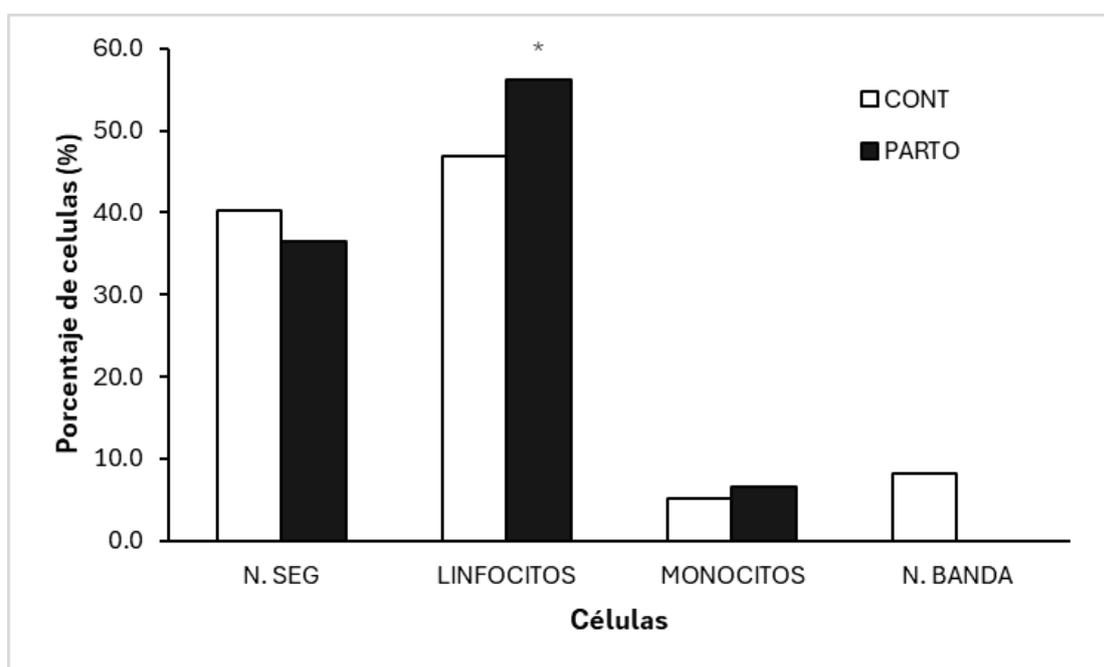
### **Análisis estadísticos**

Los resultados obtenidos en esta investigación fueron analizados mediante una prueba de T de student. Se utilizó el valor de  $P<0.05$  para considerar diferencia estadística. Esto mediante el programa estadístico RStudio.

## VI.- RESULTADOS

### *Citología vaginal*

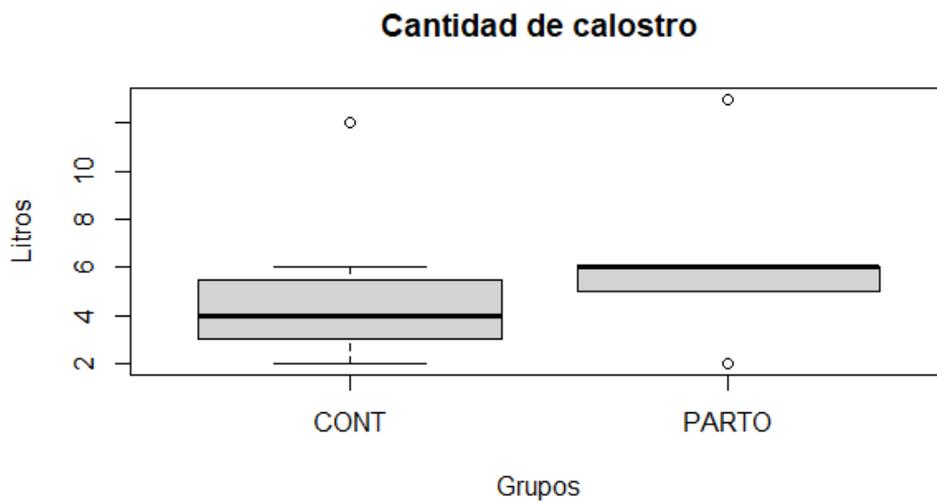
En la figura 5 se muestran los niveles células inmunes después del día 40 posparto, donde se puede observar una tendencia ( $p = 0.07$ ) en el porcentaje de linfocitos de las vacas tratadas al momento del parto.



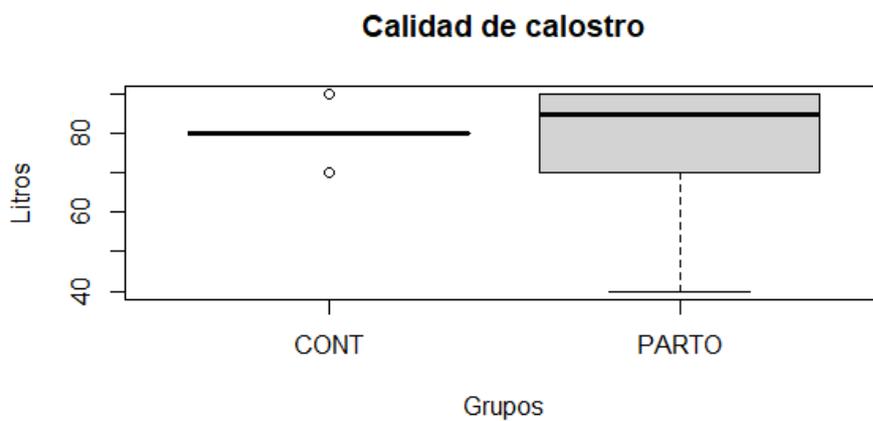
**Figura 5.** Porcentaje de células inmunes durante la prueba de citología vaginal al día 40 posparto en vacas Holstein Friesian tratadas con un inmunomodulador.

### *Cantidad y calidad del calostro*

No encontramos variaciones significativas en la cantidad de calostro ( $p > 0.05$ ). Esto podemos observarlo en la figura 6. Mientras que la calidad tampoco se afectó por la aplicación del tratamiento (Figura 7;  $p > 0.05$ ).



**Figura 6.** Cantidad de calostro producido de vacas tratadas con un inmunomodulador durante el parto.



**Figura 7.** Calidad de calostro producido de vacas tratadas con un inmunomodulador durante el parto.

En el cuadro 1, se puede observar la incidencia de enfermedades que se presentaron durante los primeros 40 días después del parto, en el cual no existió diferencias significativas.

**Cuadro 1.** Incidencia de enfermedades que se presentaron 40 días después del parto.

	<b>Animales enfermos (%)</b>	<b>Animales sanos (%)</b>	<b>Días promedio de las enfermedades</b>	<b>Muertas (%)</b>
<b>Control</b>	60 % (6/10)	40 % (4/10)	24±8 días	10% (1/10)
<b>Parto</b>	50% (5/10)	50% (5/10)	8±1 días	0 % (0/10)

## VII.- DISCUSIÓN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar si la administración de un modulador específico, puede mejorar la respuesta inmune en vacas posparto. El período posparto se define; como el período que transcurre desde el parto, hasta que los órganos genitales vuelven a su estado fisiológico e histológico normal, como en el estado normal no grávido. Considerando lo anterior, la muestra de citología vaginal fue tomada 40 días después del parto (proceso de involución uterina). En los resultados obtenidos, observamos que en las células inmunes presentes existió una tendencia ( $p=0.07$ ) en el porcentaje de linfocitos de las vacas tratadas. Es bien sabido que los trastornos uterinos y la mastitis se asocian a una disminución de la función neutrofilia y linfocitaria, que a su vez se asocian a una disminución de la ingesta de materia seca y a un mayor grado de balance energético negativo (Hammon et al., 2006). En este sentido deducimos que no se presentaron trastornos uterinos, ya que es bien sabido que una migración rápida de leucocitos polimorfonucleares hacia el lumen uterino, nos da una pauta para considerar que la hembra está cursando un proceso inflamatorio por infección causada por alguna enfermedad patológica (Dadarwal et al., 2017). En otras investigaciones en las cuales utilizaron otro tipo de inmunoestimulador (Pegbovigrastim), se observó un aumento del 95% de neutrófilos segmentados, lo que sugiere que el efecto del tratamiento fue liberar neutrófilos maduros (Van Schyndel et al., 2018). El aumento sostenido del recuento de neutrófilos circulantes en el momento del parto puede contribuir a mejorar la salud durante el período de transición periparto. En nuestra investigación no existió una diferencia en la producción de neutrófilos, cuando comparamos al grupo tratado vs grupo control ( $p>0.05$ ), e incluso solo se pudo observar el 35 a 40% de

neutrófilos segmentados al momento de la realización de la citología vaginal, tomando en cuenta que nuestra prueba se realizó 40 días después del parto.

La viabilidad y función de los leucocitos polimorfonucleares se miden tradicionalmente en sangre periférica mediante citometría de flujo (Kimura et al., 2014). Este enfoque analítico proporciona información valiosa sobre la función inmunitaria innata en las vacas lecheras en transición, pero su utilidad se limita al estudio de la viabilidad de los leucocitos polimorfonucleares y la capacidad funcional en la sangre. En este caso el dogma clásico asume que los leucocitos polimorfonucleares presentes en la luz uterina ya están activados (Dadarwal et al., 2017).

Por otro lado, en la calidad del calostro se puede observar que las vacas tratadas, se observó que el calostro se produjo en menor cantidad pero mejoro considerablemente la calidad . Esto puede estar relacionado con que el calostro de alta calidad contiene mayores concentraciones de inmunoglobulinas (IgG), proteínas bioactivas y nutrientes esenciales. Investigaciones muestran que calostros con IgG >50 mg/ml están asociados con menores tasas de morbilidad en becerros (Godden et al., 2019). Si la calidad compensa la cantidad, es posible que una dosis menor de calostro sea suficiente para conferir inmunidad pasiva efectiva al becerro. Sin embargo, algunos becerros necesitan un mayor volumen de calostro para absorber suficientes inmunoglobulinas debido a variaciones en la eficiencia de absorción intestinal. Por lo tanto, menos calostro de alta calidad podría no ser suficiente para satisfacer sus necesidades inmunológicas.

## **VIII.- CONCLUSIÓN**

De acuerdo con nuestros resultados, no se observó un efecto en el uso de un modulador del sistema inmune administrado del parto. Por ello sigue siendo necesario realizar trabajos futuros, para desarrollar estrategias que mejoren la función inmunitaria posparto.

### IX. - LITERATURA CITADA

- Arero, G. B. (2022). Major Reproductive health disorders in dairy cows. *Journal of Animal Biology and Veterinary Medicine*, 2, 1-11.
- Campos Gaona, R., & Jaramillo, L. F. (2008). Estrés y factores asociados al parto en bovinos. *Departamento de Ciencia Animal*.
- Chabalgoity, J., Pereira, M., & Rial, A. (2006). Inmunidad contra los agentes infecciosos. *Temas de Bacteriología y Virología Médica. 2a ed. Uruguay: FEFMUR*, 99-114.
- Dadarwal, D., Palmer, C., & Griebel, P. (2017). Mucosal immunity of the postpartum bovine genital tract. *Theriogenology*, 104, 62-71.
- De Luca, L. (2010). Vacas lecheras de alta producción: Relación entre nutrición, metabolismo e inmunidad en el período de transición. *MV Revista de Ciencias Veterinarias*, 26(3), 29-32.
- Elmetwally, M. A. (2018). Uterine involution and ovarian activity in postpartum Holstein dairy cows. A review. *Journal of Veterinary Healthcare*, 1(4), 29-40.
- FASS. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals. In *Agricultural Research and Teaching*, 3rd ed.; Federation Animal Science Society: Champaign, IL, USA, 2010; p. 177.
- Gautam, G. (2023, June). Postpartum anestrus in dairy cattle and its management. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2628, No. 1). AIP Publishing.
- Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019). Colostrum management for dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 35(3), 535-556.
- Hammon, D., Evjen, I. M., Dhiman, T. R., Goff, J. P., & Walters, J. L. (2006). Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Veterinary immunology and immunopathology*, 113(1-2), 21-29.
- Hernández, E. A., Campos Gaona, R., & Giraldo Patiño, L. (2011). Comportamiento metabólico en el parto de vacas Hartón del Valle, bajo condiciones de trópico bajo. *Acta Agronómica*, 60(1), 12-26.
- Hernández-Urzuá, M. A., & Alvarado-Navarro, A. (2001). Interleucinas e inmunidad innata. *Revista biomédica*, 12(4), 272-280.
- Ingvartsen, K. L., Dewhurst, R. J., & Friggens, N. C. (2003). On the relationship between lactational performance and health: is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock production science*, 83(2-3), 277-308.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2016. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. Clave geoestadística 05035.
- Kimura, K., Goff, J. P., Canning, P., Wang, C., & Roth, J. A. (2014). Effect of recombinant bovine granulocyte colony-stimulating factor covalently bound to polyethylene glycol injection on neutrophil number and function in periparturient dairy cows. *Journal of dairy science*, 97(8), 4842-4851.
- LEBLANC, S. (2015). El efecto de la salud durante el periodo de transición sobre el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. In *11 Simposio Internacional de Reproducción Animal* (p. 73)
- Lorenzo, A. G. (2017). Séptima Lección Jesús Culebras. Respuesta inflamatoria sistémica y disfunción/fracaso multiorgánico tras una agresión: implicaciones metabólicas. *Nutrición Hospitalaria*, 34(1), 244-250.
- Martínez, A. F., Prado, E. A. S., & López, O. F. (2006). Las infecciones uterinas en la hembra bovina-Uterine infections in bovine female. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(10), 1-38.
- Meglia, G., & Mata, H. (2001). Mecanismos específicos e inespecíficos de defensa, con referencia a la glándula mamaria de los bovinos productores de leche.
- Mezzetti, M., Cattaneo, L., Passamonti, M. M., Lopreiato, V., Minuti, A., & Trevisi, E. (2021). The transition period updated: A review of the new insights into the adaptation of dairy cows to the new lactation. *Dairy*, 2(4), 617-636.
- Montenegro, M. (2015). Enfermedades uterinas en vacas lecheras. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 1-9.
- Mulligan, F. J., & Doherty, M. L. (2008). Production diseases of the transition cow. *The Veterinary Journal*, 176(1), 3-9.
- Ninabanda, J. J. (2018). Impacto del balance energético negativo en vacas lecheras tratadas con somatotropina recombinante bovina. *Revista veterinaria*, 29(1), 68-72.
- Pascottini, O. B., Leroy, J. L., & Opsomer, G. (2020). Metabolic stress in the transition period of dairy cows: Focusing on the prepartum period. *Animals*, 10(8), 1419.
- Purtscher, Y. (2019). Caracterización del sistema inmune y metabólico en vacas primíparas y múltíparas durante el período de transición y su asociación con patologías del parto.
- SAGARPA (2010) Manual de Buenas Prácticas Pecuarias en Unidades de Producción de Leche Bovina. Ciudad de México: Gobierno de México. <https://bmeditores.mx/static/media/documentosdescargables/20180823103809-794799.pdf>.

- Sirera, R., Sánchez, P. T., & Camps, C. (2006). Inmunología, estrés, depresión y cáncer. *Psicooncología*, 3(1), 35.
- Tizard, I. R. (2018). *Inmunología veterinaria*. Elsevier Health Sciences.
- Van Schyndel, S. J., Carrier, J., Bogado Pascottini, O., & LeBlanc, S. J. (2018). The effect of pegbovigrastim on circulating neutrophil count in dairy cattle: A randomized controlled trial. *PloS one*, 13(6), e0198701.
- Vélez Marín, M., & Uribe Velásquez, L. F. (2010). ¿Cómo afecta el estrés calórico la reproducción? *Biosalud*, 9(2), 83-95.
- Zerón, A. (2021). Inmunización e inmunidad. Regreso a clases de inmunología. *Revista ADM Órgano Oficial de la Asociación Dental Mexicana*, 78(3), 124-127.