



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ZOOTECNIA**

**Eficiencia reproductiva aplicando aceite de zapallo (*Cucurbita maxima*) y aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis*) en vacas Holstein en lactación temprana en el establo GESA- Lambayeque**

**TESIS**

Para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista

**AUTORA**

**Bach. Farroñay Negrete, María Melanie**

**ASESORA**

**Ing. Colter Apaza, Beatriz del Pilar, M. Sc.**  
(ORCID id: 0000-0001-8388-0098)

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**17/ 06/2023**

**Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (*Cucúrbita máxima*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en vacas Holstein en lactación temprana en el establo GESA- Lambayeque**

**TESIS**

Para optar el título profesional de

**INGENIERA ZOOTECNISTA**

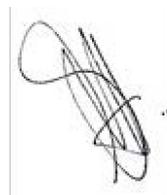
Autora

**Bach. María Melanie Farroñay Negrete**

Sustentada y Aprobada ante el siguiente jurado



**Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.**  
Presidente



**Ing. Sergio R. B. Del Carpio Hernández, M. Sc.**  
Secretario



**Ing. Allan Joel Arriola Vega, M. Sc.**  
Vocal



**Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.**  
Asesora



00-104

Acta de Sustentación de Tesis de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Sds. María Melina Farinay Negrete para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista.

En la ciudad de Lambayeque, a las 10:00 am del día 11 de junio de 2024, en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Zootecnia, de la Universidad Nacional Pedro Ruy Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros del jurado de tesis mediante Resolución N° 090-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 05 de junio de 2023. Ing. Pedro Antonio Del Campo Romero, Dr. (Presidente), Ing. Sergio Rafael Rosendo Del Campo Hernández, M.Sc. (Secretario), Ing. Allan Joel Arevalo Vega, M.Sc. (Vocal), Ing. Beatriz del Pilar Gallo Rojas, M.Sc. (Asesor), prescrito por la tesorera María Melina Farinay Negrete, subvindicado el expediente proyecto mediante Resolución N° 121-2023-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 17 de julio de 2023, dicho jurado se encargó de evaluar dicho trabajo bajo el Trabajo de Tesis "Título" "Eficiencia Reproductiva aplicando aceite de zapallo "Cuambula maxima" y aceite de Soya. Inchi "Phakentia stabilis" en vacas Holstein en betación temprana en el valle GERU-LAMBAYEQUE".

Presentado y expuesto el Trabajo de Tesis, cuya sustentación fue autorizada en Resolución N° 084-2024-VIRTUAL-FIZ/D de fecha 11 de junio de 2024, formulados los preguntas por los miembros del jurado, dados los resultados por la sustentante y las aclaraciones de la misma, se acordó el siguiente acuerdo: **APROBAR EL TRABAJO DE TESIS** con el calificativo de **EXCELENTE** obteniendo como nota en el informe final las sugerencias dadas por el jurado durante la sustentación.

Por lo tanto, la senista bachiller María Melina Farinay Negrete se encuentra apta para recibir el título profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la normatividad vigente.

Ing. Pedro Antonio Del Campo Romero, Dr.  
Presidente

Ing. Sergio R. D. Del Campo Hernández, M.Sc.  
Secretario

Ing. Allan Joel Arevalo Vega, M.Sc.  
Vocal

Ing. Beatriz del Pilar Gallo  
Asesor.

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc., asesora de tesis de la bachiller **María Melanie Farroñay Negrete**.

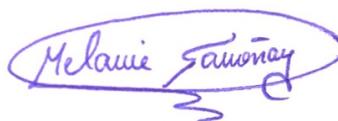
Titulada “**Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (*Cucúrbita máxima*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en vacas Holstein en lactación temprana en el establo GESA- Lambayeque**”, luego de la revisión exhaustiva del documento he constatado que tiene un índice de similitud de 14%, verificable en el reporte de similitud del programa Turnitin.

La suscrita ha analizado dicho reporte y ha concluido que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. Por lo que, a mi leal saber y entender, la tesis cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

**Lambayeque, mayo de 2024.**



**M. Sc. Beatriz del Pilar Colter Apaza**  
DNI 16768861  
Asesora



**Bach. María Melanie Farroñay Negrete**  
DNI 72327686  
Autora

# Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (Cucúrbita máxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) en vacas Holstein en lactación temprana en el establo GESA-Lambayeque

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>14%</b>	<b>13%</b>	<b>2%</b>	<b>%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>4%</b>
<b>3</b>	<b>dspace.ucuenca.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unprg.edu.pe:8080</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>worldwidescience.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Fuentes Álvarez, M<sup>a</sup> del Carmen.</b> <b>"Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras : el papel del rumen /",</b> <b>Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona,, 2009</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.  
Asesora



## 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: **Melanie Farroñay Negrete**  
Título del ejercicio: **Quick Submit**  
Título de la entrega: **Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (Cucúrbit...**  
Nombre del archivo: **Tesis\_Melanie\_Farron\_ay.pdf**  
Tamaño del archivo: **987.94K**  
Total páginas: **55**  
Total de palabras: **14,063**  
Total de caracteres: **72,019**  
Fecha de entrega: **25-may.-2024 11:06a. m. (UTC-0500)**  
Identificador de la entre... **2387916364**



Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Ing. Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc.  
Asesora

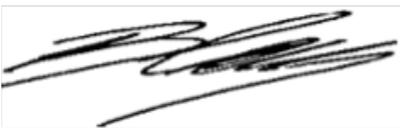
## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Bach. María Melanie Farroñay Negrete, investigadora principal, y Beatriz Colter Apaza, Mg. Sc., asesora, del trabajo de investigación: “Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (*Cucurbita maxima*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en vacas Holstein en lactación temprana en el estable GESA- Lambayeque”, para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista, declaramos bajo juramento que este trabajo, no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se demostrara lo contrario, asumo responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar. Que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

**Lambayeque, mayo de 2024.**



**María Melanie Farroñay Negrete**



**Beatriz del Pilar Colter Apaza**

## ***DEDICATORIA***

A mi madre, **Jackeline Negrete**, te la dedico a ti en primer lugar y sin pensar, porque gracias a ti he podido crecer, formarme, por tu amor, por tu cariño, tu apoyo, tu amistad, por todo lo que en tu vida me has brindado y me sigues brindando, y por todo lo que tú significas para mí, este logro es para ti mi amor.

A mi bebita, mi **Lara**, el pequeño amor de mi vida, mi motivo de ser mejor, ¡*este logro es tuyo mi vida!*

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por mi vida, por los acontecimientos que me han hecho quien soy,  
por permitirme este momento tan gratificante.

A mi asesora la Ing Beatriz del Pilar Colter Apaza, M. Sc., por su apoyo  
para poder alcanzar este logro.

A los médicos veterinarios Edgar Sánchez y Gean Chiroque, por su apoyo  
en campo, parte fundamental para este trabajo.

## **Eficiencia reproductiva aplicando aceite de Zapallo (*Cucurbita maxima*) y aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en vacas Holstein en lactación temprana en el establo GESA- Lambayeque**

### **Resumen**

La producción lechera exitosa es aquella que logra máxima eficiencia en diferentes aspectos de los procesos productivos; uno de estos es la reproducción, de suma importancia para garantizar el reemplazo, además del logro de una campaña productiva. El logro de la eficiencia en el proceso reproductivo se ve obstaculizado por una serie de factores externos, de las propia vaca y de interacción entre ambos. La vaca se ve expuesta a un gran estrés por la fase final de la gestación, el parto y la lactación temprana; lo que se puede reflejar en un estado de poca eficiencia reproductiva. Se ensayó la aplicación parenteral de una combinación (50:50), en peso, de aceites de zapallo y sachá inchi, a razón de 1 y 2 ml por cada 100 kilos de peso corporal en vacas Holstein de primer y posteriores partos, se emplearon doce animales, homogéneos en peso y CCC, y se distribuyeron equitativamente en tres grupos (dos de aceite y uno de control). Los resultados indicaron efectos significativos en variables reproductivas (menor duración del período de involución uterina, menor duración del período de días vacíos, menor cantidad de servicios para lograr una preñez y mayor proporción de gestaciones logradas, mayor crecimiento máximo del folículo ovárico), indicando la efectividad de los principios activos contenidos en ambos tipos de aceite, lo que hace recomendable su empleo en vacas lecheras de lactación temprana.

**Palabras clave:** Aceite de zapallo; Aceite de sachá inchi; Vacas lecheras; Lactación temprana; Indicadores reproductivos.

## **Reproductive efficiency by applying pumpkin (*Cucurbita maxima*) oil and Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) oil in Holstein cows in early lactation in the GESA barn -Lambayeque**

### **Abstract**

Successful dairy production is one that achieves maximum efficiency in different aspects of the production processes; one of these is reproduction, which is extremely important to guarantee replacement, in addition to achieving a productive campaign. Achieving efficiency in the reproductive process is hindered by a series of external factors, from the cow itself and the interaction between the two. The cow is exposed to great stress during the final phase of pregnancy, parturition and early lactation; which can be reflected in a state of low reproductive efficiency. The parenteral application of a combination (50:50), by weight, of pumpkin and Sacha Inchi oils was tested, at a rate of 1 and 2 ml per 100 kilos of body weight in Holstein cows of first and subsequent calving. twelve animals, homogeneous in weight and BCS, and were equally distributed in three groups (two oil and one control). The results indicated significant effects on reproductive variables (shorter duration of the period of uterine involution, shorter duration of the period of open days, lower number of services to achieve a pregnancy and greater proportion of pregnancies achieved, greater maximum growth of the ovarian follicle), indicating the effectiveness of the active ingredients contained in both types of oil, which makes its use in early lactation dairy cows advisable.

**Keywords:** Pumpkin oil; Sacha Inchi oil; Milky cows; Early lactation; Reproductive indicators.

## ÍNDICE

<b>N° Cap.</b>	<b>Título del Capítulo</b>	<b>N° Pág.</b>
	<b>Resumen/ Abstract</b>	<b>x</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>01</b>
<b>I</b>	<b>ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO</b>	
	<b>1.1. Tipo y Diseño de Estudio</b>	<b>04</b>
	<b>1.2. Lugar y Duración</b>	<b>04</b>
	<b>1.3. Tratamientos Evaluados</b>	<b>04</b>
	<b>1.4. Animales Experimentales</b>	<b>05</b>
	<b>1.5. Alimento Experimental</b>	<b>05</b>
	<b>1.6. Instalaciones y Equipo</b>	<b>05</b>
	<b>1.7. Técnicas Experimentales</b>	<b>05</b>
	<b>1.8. Variables Evaluadas</b>	<b>06</b>
	<b>1.9. Evaluación de la Información</b>	<b>07</b>
<b>II</b>	<b>MARCO TEÓRICO</b>	
	<b>2.1. Antecedentes Bibliográficos</b>	<b>09</b>
	<b>2.2. Bases Teóricas</b>	
	<b>2.2.1. Sobre aspectos del comportamiento reproductivo</b>	<b>15</b>
	<b>2.2.2. Técnicas para evaluar el aparato reproductor</b>	<b>18</b>
	<b>2.2.3. Sobre el Zapallo (género <i>Cucurbita</i>)</b>	<b>19</b>
	<b>2.2.4. Sobre el Sacha Inchi (<i>Plukenetia volubilis</i>)</b>	<b>21</b>
<b>III</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	
	<b>3.1. Peso y Condición Corporal</b>	<b>23</b>
	<b>3.2. Involución Uterina</b>	<b>24</b>
	<b>3.3. Días Vacíos (abiertos)</b>	<b>25</b>
	<b>3.4. Número de Servicio y Tasa de Concepción</b>	<b>28</b>
	<b>3.5. Crecimiento Máximo del Folículo</b>	<b>30</b>
<b>IV</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>34</b>
<b>V</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>35</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>36</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
01	<i>Peso corporal y CCC de vacas Holstein utilizadas en la investigación</i>	23
02	<i>Tiempo de involución uterina (días) en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita máxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA-Lambayeque</i>	24
03	<i>Días abiertos en vacas Holstein en lactación temprana aplicando diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita máxima) y aceite de Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA- Lambayeque</i>	26
04	<i>Numero de Servicios y Tasa de Concepcion en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita maxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA- Lambayeque</i>	28
05	<i>Crecimiento máximo del folículo en los ovarios derecho e izquierdo en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita maxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) al momento de inseminar en el establo GESA- Lambayeque</i>	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. N°</b>
01	<i>Tendencia del cambio porcentual en involución uterina en vacas que recibieron una mezcla de aceite de zapallo y de sachá inchi</i>	25
02	<i>Tendencia observada (____) y proyectada (.....), en forma porcentual, del comportamiento de la duración de DV</i>	26
03	<i>Tendencia observada (____) y proyectada (.....), en forma porcentual, del comportamiento de la cantidad de servicios por preñez</i>	29
04	<i>Tendencia porcentual del cambio de tamaño del folículo de ambos ovarios</i>	31

## ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Título</b>	<b>Pág. N°</b>
01	<i>Análisis de la varianza con la CCC de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	40
02	<i>Análisis de la varianza con el peso corporal de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	40
03	<i>Análisis de la varianza con el tiempo de involución uterina de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	40
04	<i>Análisis de la varianza con el período de Días Abiertos de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	41
05	<i>Análisis de la varianza con el número de servicios por preñez de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	41
06	<i>Análisis de la varianza con el máximo crecimiento folicular del ovario derecho de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	42
07	<i>Análisis de la varianza con el máximo crecimiento folicular del ovario izquierdo de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi</i>	42

## INTRODUCCIÓN

La leche es uno de los principales alimentos, tanto para animales como para las personas; aunque en la actualidad se puede obtener leche de vacas que no han parido, por regla general es necesaria una eficiente actividad reproductiva para que se genere una campaña productiva, además de obtener una cría que, si es hembra, puede ser el reemplazo de la madre.

Por otro lado, el reinicio de la actividad folicular como la involución uterina después del parto, es el cuello de botella que repercute en un largo periodo de días vacíos (tiempo en el que no hay gestación) en las vacas lecheras, este reinicio folicular demora en presentarse por muchas razones, las que pueden ser de orden fisiológico de la vaca, sanitarios o de manejo; perjudicando la economía del establo, ya que mantener una vaca vacía cuesta mucho, y lo que quiere el ganadero es preñarlas lo más rápido posible.

Así también, el reinicio de la actividad ovárica durante el posparto temprano requiere de la presencia de factores metabólicos y endocrinos asociados al balance energético. Las vacas suplementadas con grasa incrementan la concentración de metabolitos como el colesterol total y lipoproteínas de alta densidad, tanto en plasma sanguíneo como en el líquido folicular, favoreciendo la capacidad esteroideogénica de la células de la teca interna y de la granulosa, incrementando la síntesis de P4, hormona intermedia en la producción de  $17\beta$ -estradiol en los folículos primarios que se desarrollan durante el periodo posparto, luego de la estimulación provocada por la FSH y LH (Funston, 2004; Williams y Amstelden, 2010). Resaltándose la importancia de la calificación de la condición corporal (CCC) en la vacas, sobre todo en el primer tercio de la lactación.

Se da entonces una situación contradictoria muy marcada entre que la vaca presente celo rápidamente para poder inseminarla y su balance energético, si este es

negativo la vaca no ovulará o no presentará celo; y el balance energético negativo se puede dar fácilmente debido a las altas producciones de leche y la baja capacidad de consumo de alimento después del parto, a lo que se aúna el estrés del parto y el cambio de alimento por entrar a una fase productiva diferente. Todo esto se refleja en la CCC, la que se debe mantener dentro de rangos estrechos y adecuados de acuerdo al momento productivo de la vaca.

Así mismo, los ácidos grasos poliinsaturados con factores omega 3 y 6, contenidos en diferentes especies vegetales han mostrado efecto sobre características vinculadas al comportamiento reproductivo de las hembras lecheras y podrían modificar una mayor cantidad de ácidos grasos no saturados en la leche. Una de las fuentes de origen vegetal rica en omega 6 ( $\omega$ -6), es el zapallo (*Cucurbita maxima*), cuyos residuos (pepas) son desechadas sin darle importancia; no obstante, estos residuos se están investigando en la alimentación animal (Martínez et al., 2007). Así mismo, otra especie importante en su contenido de ácidos grasos no saturados es el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) de la que el Perú es un importante productor (Arfini y Antonioli, 2013).

Considerando lo mencionado, se creyó pertinente considerar el siguiente problema de investigación: ¿podrá la aplicación intramuscular de aceite de zapallo (*Cucurbita maxima*) y de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) afectar positivamente el comportamiento reproductivo de vacas lecheras en lactación temprana en el establo lechero GESA, Lambayeque?

Se propuso como hipótesis la siguiente: La aplicación intramuscular de la combinación 50:50 de aceite de zapallo (*Cucurbita maxima*) y de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) no ejerce efecto sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras en lactación temprana en el establo lechero GESA, Lambayeque.

Se consideraron los siguientes objetivos:

## **Objetivo General**

Evaluar el comportamiento reproductivo en vacas Holstein en lactación temprana, aplicando intrmuscular aceite de zapallo (*Cucurbita máxima*) y del aceite de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) en el establo lechero GESA– Lambayeque.

## **Objetivos Específicos**

1. Determinar y evaluar el peso corporal y la calificación de la condición corporal.
2. Determinar y evaluar el tiempo de la involución uterina.
3. Determinar y evaluar la cantidad de días vacíos.
4. Determinar y evaluar el número de servicios y la tasa de concepción.
5. Determinar y evaluar el crecimiento máximo del folículo.

La presente investigación se justificó por la necesidad de los productores lecheros de lograr optimizar la reproducción de las vacas con la finalidad de poder disponer de reemplazos de mejor calidad y asegurar la producción de leche, que es un alimento prioritario para las personas.

## **I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO**

### **1.1. Tipo y Diseño de Estudio**

La investigación se ajustó al tipo experimental, en consecuencia cuantitativa y propositiva.

Fue un experimento ya que se mantuvo constante el efecto de otras variables (variables intervinientes) y se consideró el efecto de una (aceite de zapallo y sachá inchi), la variable independiente, sobre el comportamiento reproductivo, variable dependiente.

Fue cuantitativa por cuanto se generó información en forma de datos (cantidades) que permitieron medir el efecto de la variable independiente sobre la dependiente.

En tanto que fue propositiva por proponer una solución a un problema importante en las vacas lecheras.

Para mayores detalles sobre el tipo y diseño de estudio puede consultarse a Hernández et al. (2010), Muñoz (2011), Maletta (2015).

### **1.2. Lugar y Duración**

La etapa de estudio en el campo, se realizó en el establo lechero GESA, ubicado en el distrito, provincia y región Lambayeque.

La fase de laboratorio se realizó en el Laboratorio de Nutrición de la Facultad de Ingeniería Zootecnia de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”.

La fase de campo tuvo una duración de seis meses, entre septiembre de 2022 y febrero de 2023.

### **1.3. Tratamientos Evaluados**

**T<sub>1</sub>**: control vacas, primerizas y multíparas, sin aceite de zapallo y sachá Inchi.

**T<sub>2</sub>**: vacas, primerizas y multíparas, con 1 ml de combinación 50:50 de ambos aceites/ 100 kg P.C.

**T<sub>3</sub>:** vacas, primerizas y multíparas, con 2 ml de combinación 50:50 de ambos aceites/ 100 kg P.C.

#### **1.4. Animales Experimentales**

Se emplearon 12 vacas de razas Holstein, en lactación inicial; cuatro por tratamiento, de las que dos fueron de primerizas y dos multíparas. Se consideró el muestreo no probabilístico (por conveniencia), habiéndose considerado conveniente el empleo de cuatro vacas por tratamiento (dos primerizas y dos multíparas), en total doce vacas, todas estuvieron en el primer tercio de la lactación.

#### **1.5. Alimento Experimental**

Todas las vacas recibieron la misma alimentación, la que estuvo constituida por 35 kilos de chala verde chocleada y 4 kilos de un suplemento energético – proteico.

La ración se fraccionó en dos partes, las que se suministraron por la mañana y en horas de la tarde.

#### **1.6. Instalaciones y Equipo**

Se empleó lo siguiente:

- Corrales de descanso de las vacas;
- Ecógrafo portátil de uso veterinario, modelo HandScan YSD3300-Vet con un transductor rectal lineal de 5 a 7.5 MHz;
- Cinta bovinométrica;
- Jeringas de plástico (20 cc) con agujas, para aplicación intramuscular, descartables.
- Brete de manejo.

#### **1.7. Técnicas Experimentales**

Ambos aceites fueron obtenidos de un procesador comercial, lo que aseguró su inocuidad; se indicó que se prepara mediante trituración por prensado extrayéndose el aceite de las pepas de zapallo y del fruto de sacha Inchi; ambos aceites fueron combinados en

proporción 50: 50, por volumen, y se aplicó a las vacas de los tratamientos 2 y 3 por vía intramuscular profunda. La aplicación se hizo por 60 días con un intervalo de 15 días.

El peso corporal se estimó mediante la aplicación de la cinta bovinométrica calibrada para razas de gran tamaño y la calificación de la condición corporal (CCC) se hizo aplicando la metodología reportada Wildman et al. (1982) y Herd y Sprott (1985), implicó la determinación de la condición física de las vacas considerando los depósitos de grasa subcutánea en diferentes partes del cuerpo (cruz, dorso, lomo, anca, parte posterior de los muslos, y costillar); se utilizó una escala de 1 a 5, en la que 1 representa a una vaca muy delgada y 5 a una muy gorda. Una CCC óptima para vacas en el primer tercio de la lactación se encuentra entre 2.8 y 3.5.

El tiempo de involución uterina se determinó a través del ecógrafo, cuando los cuernos alcanzaron simetría (una diferencia de no más de un centímetro en la amplitud en la imagen ecográfica). Las mediciones comenzaron a partir del día 7 postparto hasta el día 60, con una frecuencia de 1 vez por semana, considerando la metodología descrita por Lin et al. (2021); a partir del día 15 se comenzó con el monitoreo de la dinámica folicular.

Los días abiertos (período de días vacíos) se reconoce como la cantidad de días que transcurrieron desde el parto hasta que se realizó el servicio de preñez. También reconocido como intervalo parto – concepción, como fue indicado por Temesgen et al. (2022).

Se determinó la cantidad de servicios que se realizaron por vaca, hasta que ya no repitió el celo; en función de la cantidad de vacas que ya no repitieron relacionada con la cantidad total de vacas por tratamiento se determinó la tasa de concepción (% de preñez).

El crecimiento máximo de folículo se determinó por ecografía, tomándose la medida del máximo diámetro por folículo en la imagen congelada captada por el ecógrafo.

## 1.8. Variables Evaluadas

- Peso corporal (Kg).
- Calificación de la condición corporal (CCC) (puntaje de 1 a 5).
- Tiempo de involución uterina (días).
- Días abiertos, Fecha de servicio de preñez - fecha de parto (días).
- Número de servicios por concepción (cantidad).
- Tasa de concepción (%).
- Crecimiento máximo del folículo en ambos ovarios (mm)

## 1.9. Evaluación de la Información

Como en todo experimento, en el que la media de cada tratamiento representa la totalidad de ese tratamiento, las hipótesis estadísticas se plantearon como:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

**H<sub>1</sub>: AL MENOS UNA MEDIA DIFIERE DEL RESTO ( $\mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3$ ;  $\mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3$ ;  $\mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3$ )**

Para tomar la decisión de rechazar una de las dos hipótesis, estas se contrastaron estadísticamente a través de un diseño completamente al azar (DCA), el que se describe a través del modelo aditivo lineal siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

En el que:  $Y_{ij}$ , es cualquiera de las variables evaluadas;  $\mu$ , es el efecto medio verdadero;  $\tau_i$ , es el efecto verdadero del i-ésimo tratamiento;  $\varepsilon_{ij}$ , es el error experimental (Ostle, 1979).

Se estuvo con disposición a aceptar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Scheffler, 1981).

Obtenida la información de cada variable se procedió a aplicar el análisis de la varianza y sólo cuando el valor de F alcanzó significación estadística se procedió a utilizar la prueba de Tukey para comparar los tratamientos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes Bibliográficos

Son múltiples las variables que miden el comportamiento reproductivo y todas se vinculan con el logro de una cría y la consecuente producción láctea que debe alimentar a esa cría.

Sharma et al. (2018) investigaron el efecto de la condición corporal y la paridad (número de parto) sobre el comportamiento de la involución uterina, la reanudación de la ciclicidad ovárica y los parámetros de fertilidad postparto en vacas cruzadas Jersey; se examinaron vacas primerizas (10) y de varios partos (13) que tuvieron un parto normal. Se registró la CCC al momento del parto y observaron diferencias significativas entre las primerizas y las multíparas. Respectivamente para primerizas y multiiparas obtuvieron 23.4 y 31.8 días para involución uterina; 11.27 y 10.19 mm en el tamaño del folículo ovulatorio; 31.8 y 23.9 días al primer folículo ovulatorio; 38.8 y 30.9 días al primer cuerpo lúteo postparto; 2.58 y 2.75 en CCC; 145.6 y 122.2 días a la primera inseminación postparto; 2.10 y 1.20 servicios por concepción; 162.6 y 138.6 días en el intervalo parto – concepción. Los resultados les indicaron a los investigadores que a medida que aumentó el número de partos los parámetros de fertilidad postparto mejoran, a pesar de la rápida involución uterina de las vacas primerizas.

Paiano et al. (2019) investigaron los efectos de las enfermedades metabólicas sobre la involución uterina y el desempeño reproductivo postparto. Las vacas se agruparon en las siguientes categorías: Sanas (n=14), con lipomovilización (n=14), con hipocalcemia (n=11) y con hipercetonemia (n=11); aplicaron la palpación transrectal y la ecografía transrectal de modo B a los 7, 14, 21, 30, 45 y 60 días postparto. Los resultados para las categorías en el orden mencionado fueron de 2.14, 3.18, 2.63 y 2.71 servicios por preñez ( $P<0.05$ ); 27.57, 35.18, 45.45 y 42 días a la primera ovulación ( $P<0.05$ ) y 124.14,

164.73, 164.82 y 160.50 días vacíos. Los bajos resultados reproductivos fueron explicitados como una consecuencia de la disminución de la contractibilidad del útero en el puerperio temprano en las vacas que padecieron las enfermedades metabólicas. También, se indicó que la hipocalcemia puede ocasionar una reducción en la motilidad de diferentes órganos (por ejemplo, útero). Se mencionó que las alteraciones en los metabolitos sanguíneos pueden afectar la composición del líquido folicular, alterando negativamente la esteroidogénesis folicular y el desarrollo de ovocitos, comprometiendo la reanudación cíclica y la fertilidad.

Asker et al. (2021) evaluaron 21 vacas Holstein en Irán, con edades entre 6 y 8 años y de 3 a 6 partos, divididas en grupos de acuerdo a la producción de leche en la estación. Respectivamente para producción de leche de 200 – 300 Kg y de 300 – 400 Kg se obtuvo 262 y 313 días vacíos (DV); para las vacas de 3 – 4 y de 5 – 6 partos se obtuvo 123 y 139 DV; cuando las vacas parieron machos y hembras se obtuvo 120 y 144 DV ( $P=0.0290$ ). Los investigadores concluyeron que ni el nivel de producción ni el número de parto tuvieron efecto sobre la cantidad de DV; sin embargo, cuando se parió hembras la cantidad de DV fue significativamente mayor.

En la vinculación de las variables reproductivas con aspectos económicos, Abdel Hamed y Kamel (2021) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la duración del período seco (DPS), los días vacíos (DV) y los días en leche (DEL) sobre la productividad y rentabilidad de las explotaciones de vacas lecheras. Encontraron que el beneficio neto promedio (BNP) fue significativamente diferente ( $P<0.05$ ) entre las diferentes categorías de DPS, DV y DEL en ambos sectores de producción, donde se evaluaron estimaciones altas de BNP para DPS, y que el más bajo fue para  $DPS_1$  (19690.6 libras egipcias – EGP). El período de  $DV_2$  tuvo el BNP más alto (30754.1 EGP), mientras que  $DV_3$  tuvo el BNP más bajo (24875.5 EGP).  $DEL_3$  tuvo el

BNP más alto (29569.3 EGP), en tanto que DEL<sub>8</sub> tuvo el BNP más bajo (19528.4 EGP). Los investigadores concluyeron que la DPS de 61 – 75 días, DV de 91 – 110 días y DEL de 241 – 271 tuvieron el nivel más alto de rendimiento de leche total, retorno total y BNP; las granjas privadas alcanzan un nivel mayor de BNP que las públicas bajo las condiciones subtropicales de Egipto.

Estudiando el proceso de involución uterina después del parto y los patrones de desarrollo embrionario fetal en vacas lecheras Holstein empleando ultra sonografía modo B, Lin et al (2021) determinaron disminución significativa en el período de involución con el aumento del número de partos y la edad. Los investigadores indicaron que el proceso involutivo fue más rápido en las vacas multíparas en comparación con las de menos partos y que las vacas de 4 años se recuperaron más rápido que las de 2 o 3 años. Pudieron determinar que la velocidad de recuperación del tracto reproductivo fue maor durante los 16 días postparto para todos los números de parto estudiados.

Abdula y Bilal (2022) condujeron un estudio, aplicando un cuestionario, para determinar los factores (raza, edad, paridad, condición corporal y momento del servicio) que afectan la tasa de concepción de vacas lecheras en el distrito de Tullo, Haraghe occidental, Etiopía. De 114 vacas/ novillas servidas, 59 quedaron preñadas, generando una tasa general de concepción en el primer servicio de 51.8%. Aunque la raza, la edad, el número de partos y la condición corporal no afectaron significativamente la tasa de concepción, se pudo determinar que la tasa de preñez fue mejor en las vacas cruzadas (62.5%), en las de 5 a 7 años de edad (54.6%), en las que cambian de segundo a tercer parto (59.2%) y en la de buena condición corporal (57.7%). La tasa de concepcion en vacas servidas entre 12 y 18 horas después de iniciado el celo fue significativamente mayor (62.3%) que en las servidas después de 18 horas (31.2%) y antes de las 12 horas (52.4%). Los investigadores consideraron que las vacas con buena CCC y el servicio entre

las 12 y 18 horas después de iniciado el estro son la mejor opción a considerar para obtener mejor resultado en la tasa de concepción al primer servicio.

Temesgen et al. (2022) evaluaron los factores que afectan al intervalo parto – concepción (días vacíos u open days) en vacas lecheras ubicadas en los pueblos de Dessie y Kombolcha, Etiopía. Para esta variable determinaron que la mediana general fue de 154 días, cifra superior a la reportadas para países como Costa Rica, Tailandia, Vietnam, China y Myanmar; en tanto que fue comparable con la reportada para países como Bangladesh, Pakistán, Sri Lanka e Indonesia. Los investigadores indicaron que la variación en DV estuvo determinada, principalmente, por factores que actúan a nivel del individuo (vaca) y de la lactancia. Mencionaron la importancia de la no detección del celo en el momento oportuno después del parto, lo que alarga al período de DV. Determinaron efecto significativo ( $P < 0.05$ ) de las estaciones del año, en otoño se registró el menor período de DV y el mayor correspondió al verano; asumieron que la elevada temperatura ambiental es un determinante importante en el comportamiento reproductivo ya que influye negativamente en los DV.

Henao-Gonzalez et al. (2023) evaluaron la involución uterina, la actividad ovárica y la incidencia de la enfermedad uterina postparto (EUP) en cuarenticocho vacas lecheras desde el parto hasta la décima semana post-parto. Entre sus resultados encontraron que el diámetro del cuerno uterino evaluado mediante ultrasonido en modo B osciló entre 22.9 y 19.4 mm desde la cuarta a la séptima semana postparto en los cuernos uterinos izquierdo y derecho, respectivamente ( $P > 0.05$ ); 15 y 7 vacas tuvieron cuerpo lúteo (CL) en los ovarios izquierdo y derecho, respectivamente. El tiempo medio para el primer CL postparto fue de 30.1 días en lactación. Los investigadores mencionan que sus resultados sugieren que las vacas que reciben dietas de transición y exhiben partos normales experimentan una rápida involución uterina macroscópica y una reanudación de la

dinámica folicular ovárica y que la evaluación ecográfica completa proporciona datos valiosos para evaluar la involución uterina en vacas lechera postparto.

Praxitelous et al. (2023) desarrollaron un estudio comparativo de involución uterina y reactivación de la ciclicidad ovárica entre vacas Holstein con cojera y sanas, también consideraron el estado energético. Las vacas cojas, en comparación con las sanas, tuvieron mayores concentraciones de ácidos grasos no esterificados (AGNE) el días 14 postparto (0.54 vs. 0.37, respectivamente,  $P < 0.005$ ), retraso en la involución del cuello uterino y del cuerno grávido inmediatamente antes ( $P = 0.0003$  y  $P = 0.02$ , respectivamente), tasas de ovulación más bajas dentro del período experimental (63.6 vs. 88%, respectivamente,  $P = 0.05$ ) y tasas más altas de atresia o formación de quistes en el días 50 postparto (36.4 vs. 12%, respectivamente,  $P = 0.05$ ). Observaron una interacción entre la cojera y el aumento de las concentraciones de AGNE con respecto a la tasa de ovulación dentro del período experimental y el porcentaje de atresia o formación de quistes en el día 50 postparto. Los investigadores concluyeron indicando que la cojera durante el puerperio afectó negativamente la función ovárica y la involución uterina.

Se evalúan una serie de alterativas para que no se pierda la tasa de preñez o recuperarla a valores esperados; se ensayan la utilización de insumos proveedores de factores vinculados directamente con la reproducción, como el caso de ácidos grasos esenciales, polifenoles, etc.

Akomolafe et al. (2021) han indicado que existe evidencia de diferentes acciones benéficas de los extractos de hojas, semillas y pulpa de calabaza para tratar problemas digestivos (constipación y diarrea) y para mejorar la libido, aumentando el rendimiento sexual, y la fertilidad en seres humanos. Los resultados de la investigación de estos autores, realizados con ratas (modelo animal), a las que se les suministró dietas con 5 y 10% de semillas de calabaza, crudas y tostadas; habiéndose mostrado acción sobre los

enzimas responsables de la disfunción reproductiva. Los investigadores asumieron que la acción de las semillas tostadas se puede deber al procesamiento térmico que activaría a los principios bioactivos, incluyendo ácidos fenólicos y flavonoides. En consecuencia, puede esperarse efectos positivos sobre el comportamiento reproductivo en vacas lecheras.

Manal Ramadan Bakeer et al. (2021) estudiaron el efecto de la suplementación de aceite de semillas de calabaza (*Cucurbita moschata*) en la dieta sobre el comportamiento reproductivo y capacidad antioxidante sérica en conejos machos y hembras multíparas de la línea V. Sustentándose en su revisión bibliográfica, indicaron que cuando se mejora el estado antioxidativo del animal se mejora el rendimiento reproductivo; que el aceite de semillas de calabaza, de gran actividad antioxidante, ha permitido mejorar el nivel de testosterona y la calidad del semen en un modelo rata, lo que también se observó en conejos Nueva Zelanda. Así mismo, consignan información que indica que el extracto etanólico de semillas de calabaza aumentó la producción de estradiol (principal forma de estrógeno; que regula la actividad reproductiva de los conejos). En su ensayo encontraron que la suplementación dietética del aceite de calabaza mejoró la calidad del semen de los conejos al disminuir el porcentaje de espermatozoides anormales ( $P=0.04$ ); no obstante, ni los niveles séricos de estradiol ni los de testosterona se vieron afectados ( $P>0.10$ ) en los machos. Se apreció un marcado efecto general sobre los metabolitos antioxidantes del suero (independientemente del sexo) donde la capacidad antioxidante total aumentó ( $P=0.05$ ) en los que recibieron el aceite, asociándose con una disminución ( $P=0.04$ ) en malonilaldehído en los mismos grupos. No hubo efectos negativos ( $P>0.05$ ) del aceite sobre el nivel sérico de estradiol y progesterona en ninguna etapa de la gestación. La información complementaria indicó que no hubo efectos nocivos de la suplementación sobre el desempeño reproductivo de las conejas, incluyendo la receptividad sexual, la

fertilidad y la tasa de nacimiento ( $P>0.05$ ). Además, ninguno de los tamaños de camada (totales o nacidos vivos) se vio afectado por el tratamiento ( $P>0.05$ ), el peso de la camada fue similar en todos los grupos ( $P>0.05$ ).

Rojanaverawong et al. (2023) evaluaron el rol del aceite de Sacha Inchi (ASI) sobre el alivio de la resistencia a la insulina hepática y la mejora del metabolismo de la glucosa mediante la inhibición del estrés oxidativo y la inflamación en un modelo de diabetes tipo 2 en ratas. El tratamiento con ASI atenuó los índices de hiperglucemia y resistencia a la insulina y mejoró las alteraciones histopatológicas hepáticas en las ratas diabéticas de manera dosis dependiente, lo que se correlacionó con la disminución de los niveles séricos de las enzimas hepáticas, alanina transaminasa y aspartato transaminasa. Además, el ASI disminuyó significativamente el estado oxidativo hepático de las ratas diabéticas al inhibir el malonilaldehído y mejorar las actividades antioxidantes de superóxido dismutasa, catalasa y glutatión peroxidasa. Así mismo, disminuyeron significativamente los niveles de citoquinas proinflamatorias, incluido el factor de necrosis tumoral- $\alpha$  y la interleucina-6 en el hígado de las ratas diabéticas. Adicionalmente, el tratamiento con ASI mejoró la sensibilidad de la insulina hepática de las ratas diabéticas. Esta información es importante porque el ASI podría influir sobre procesos oxidativos en las vacas y mejorar el comportamiento reproductivo, ya que los radicales libres lo afectan negativamente en gran medida.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Sobre aspectos del comportamiento reproductivo**

En su trabajo de revisión (*Recent possibilities for the diagnosis of early pregnancy and embryonic mortality in dairy cows*), Szenci (2021) indicó que el grado de pérdida de preñez (PP) en las vacas lecheras se puede estimar a partir de la diferencia entre la tasa de fertilización (TF) y la tasa de partos subsecuentes (PS). El investigador indicó que,

generalmente, se acepta que en ganado lechero sano la TF está entre 85 y 90% o, más recientemente, alrededor de 80%. Así mismo, menciona que la PS ha disminuido desde el 66%, en 1951, a aproximadamente 50% en 1975; e indica que ha disminuido a, aproximadamente, el 33.1% en España, 33.4% en Israel, 37% en Canadá, 45% en Japón, y del 40 al 44% en EE. UU.; en tanto que no se han registrado cambios en novillas (>60%). Por lo tanto, consideran que, entre el 41 y el 57% de las preñeces se pueden perder durante la gestación; la mayoría de las pérdidas pueden ocurrir antes del reconocimiento materno de la gestación (mortalidad embrionaria temprana - METe), antes del día 16, cuando la vida del cuerpo lúteo no continúa y las vacas vuelven a entrar en celo. Después del reconocimiento materno del embarazo, la vida del cuerpo lúteo se extenderá y la mortalidad embrionaria (5 – 10% adicional) que se produce entre los días 16 y 42 después del servicio se denomina mortalidad embrionaria tardía (METa); en tanto, que si ocurre entre los días 42 – 90 post servicio se denomina muerte fetal temprana (MFT). La mortalidad fetal tardía, entre el día 90 y el final de la gestación, es rara. Así mismo, consignan información que la PP después del primer mes de gestación puede oscilar entre el 3.2 y 42.7%.

Terminada la gestación y producido el parto, la vaca debe volver a quedar preñada para poder obtener una parto, una cría y una campaña por año, si se demora para concebir entonces se alarga el período de días vacíos y ya no se puede lograr el objetivo indicado. Después del parto el aparato reproductor queda completamente alterado y tiene que recuperarse, a esta recuperación se le denomina “involución uterina” y ocurren una serie de procesos anatómicos y fisiológicos, hasta que ambos cuernos tengan casi el mismo tamaño y consistencia. La involución implica que se den tres procesos: “la contracción uterina, la pérdida de tejido y la recuperación de tejido” (Elmetwally, 2018; Lin et al., 2021).

Precisamente, en la revisión (*Uterine involution and ovarian activity in postpartum Holstein dairy cows: A review*), Elmetwally (op. cit.) cita literalmente lo siguiente:

Se descubrió que el diámetro del cuerno previamente grávido se redujo a la mitad a los 5 días postparto, y su longitud se redujo a la mitad a los 15 días post parto. Se observa que la involución uterina comienza rápidamente y luego los cambios posteriores son más lentos. La reducción de la tasa de involución entre los cuatro y nueve días postparto, con un período de cambios acelerados del día diez al catorce, y una disminución gradual a partir de entonces. [...] la involución completa del útero en vacas lecheras [toma] entre los cuarenta y cincuenta días postparto.

La información citada por este autor consigna que “los úteros postparto se contraían a la mitad de la longitud que tuvieron en la gestación a los 15 días y el peso del útero disminuyó desde los 9 kg al parto a 1 kg a los 30 días postparto”.

Existe una relación marcada entre los procesos de recuperación del aparato reproductor y la disponibilidad de energía para el organismo de la vaca, esta disponibilidad se refleja en la condición corporal; es decir, si la vaca tiene pobre condición corporal se encontrará en balance energético negativo (BEN). Sharma et al. (2018) indicaron que en el momento del parto la CCC es importante para determinar la duración del anestro. Es decir, con una adecuada condición corporal habrá energía para la reactivación ovárica (celo y ovulación), si esto no ocurre (con BEN) simplemente el período de días vacíos se alargará y no permitirá el logro del objetivo productivo (Toledo-Alvarado et al., 2021; Henao-González et al., 2023; Praxitelous et al., 2023). Las vacas de varios partos reactivan la función ovárica más rápidamente que las primerizas; sin embargo, las primerizas tienen un período de anestro más corto que las multíparas (Sharma et al., 2018). En vacas en BEN es mayor la probabilidad de presentación de enfermedades metabólicas y mayor prevalencia de trastornos puerperales los que causan efectos negativos en el desempeño reproductivo de las vacas lecheras (Braga et al., 2019).

En consecuencia, una involución rápida y exitosa es un requisito para lograr eficiencia reproductiva (Praxitelous et al., 2023).

Además, se ha informado que el proceso de involución uterina se acompaña de degradación de colágeno tisular y produce glicina e hidroxiprolina libres en la sangre. Es decir, la involución uterina no solo implica la degradación de colágeno, sino que también implica la reparación y regeneración del endometrio; los IGF (factores de crecimiento similares a la insulina) estimulan la proliferación de células endometriales postparto a través de la vía PI3K/AKT/mTOR que, a su vez, promueve la reparación y regeneración del endometrio. Así mismo, se determinó que los niveles bajos de IGF-1 retrasaban la involución. Además, el estradiol también modula indirectamente la proliferación de células endometriales mediante la regulación positiva del IGF-1 en el tejido uterino (Dai et al., 2023).

### **2.2.2. Técnicas para evaluar el aparato reproductor**

Debido a la importancia del éxito reproductivo para el negocio lechero se aplican en la actualidad una serie de tecnología para mejorar el manejo reproductivo de las vacas lecheras; se indica que el ultrasonido y la ecografía son herramientas útiles que permite el diagnóstico temprano de la preñez y el estudio del desarrollo embrionario, además de las características del tracto reproductivo, permitiendo la obtención de más información que la palpación rectal (Lin et al., 2021).

En múltiples especies, la ecografía ha demostrado ser la herramienta más práctica y precisa para controlar la involución uterina. El escáner de ultrasonido modo B se utiliza ampliamente para el diagnóstico de preñez en animales y para evaluar la involución uterina en vacas de postparto (Dai et al., 2023). Definitivamente, quedaron en el pasado las evaluaciones del tracto reproductivo que se hacían a través de la palpación rectal e implica un cambio en beneficio de la eficiencia evaluativa.

### 2.2.3. Sobre el zapallo (género *Cucurbita*)

En la historia detallada de la especie, reportada por Adsul y Madkaikar (2021), se indica que

“...La producción de semillas para la extracción de aceite se hizo popular durante los siglos XVIII y XIX [...] A finales del siglo XIX se utilizaba agua caliente para remojar las semillas [...] antes de pelarlas y prensarlas, mientras que, en la zona noreste de Estiria, y en algunas zonas cercanas, las semillas se machacaban con su cubierta. La primera aparición de semillas con una cáscara fina se evidenció entre 1870 y 1880. Una variedad de calabaza desnuda o sin cáscara, adecuada para la producción de aceite, se cultivó localmente en Estiria desde 1915 y durante la década de 1880 fueron evidentes mutaciones naturales fortuitas que produjeron semillas sin cáscara, pero la documentación científica de dio alrededor de 1925. Estas mutaciones no afectaron la calidad del aceite en las semillas ni el crecimiento en la forma de enredadera. En la década de 1930 se iniciaron actividades sistemáticas de mejoramiento y estudios genéticos basados en material vegetal local. Después de esto, las calabazas se cultivan extensivamente para producir aceite de semillas en Europa.”

Por lo indicado por Adsul y Madkaikar, resulta evidente la importancia de la calabaza como productora de aceite, debido a sus características se le considera como nutracéutico (Vinayashree y Vasu, 2021; Li et al., 2021) y es de amplia aceptación en todo el mundo en sus diferentes especies domésticas; la familia incluye 12 especies del género *Cucurbita*, de las que cuatro especies domésticas y económicamente importantes son: *Cucurbita moschata*, *C. máxima*, *C. pepo* y *C. mixta*.

Diferentes investigadores, en todo el mundo, han estudiado el aceite de semillas de calabaza e indican que posee una composición comparativamente modesta de ácidos grasos, pero en ellos predominan los ácidos grasos esenciales linoleico, esteárico, oleico y palmítico, los que representan casi el 98% de su contenido total de ácidos grasos. Además, contiene fitoestrógenos y fitosteroles ( $\beta$ -sitosterol, secoisol, ariciresinol, genisteína y diadzeína); también incluye cantidades elevadas de numerosos componentes no triacilglicerol, como los tocoferoles, que desempeñan un papel vital en la supresión

de la formación de radicales libres. Además, contiene cantidades específicas de polifenoles ( $\approx 25 - 51$  mg/ kg), como equivalentes de ácido gálico, habiéndose identificado: ácido vainílico, tirosol, ácido o-cumárico, ácido cafeico y ácido transcinámico (Dowidar et al., 2020; Hussain et al., 2022).

En 12 diferentes cultivares de semillas de calabaza se reportó variación de 22 a 50% en el contenido de aceite, dependiendo de la variedad y especie. Los análisis (cromatografía de gases – CG y CG/ espectrofotometría de masa – EM) de seis variedades de *Cucurbita pepo* L., procedentes de Serbia y extraído utilizando el método de presión en frío, indicaron una mayor cantidad de ácidos grasos monoinsaturados (37.1 a 43.6 g/ 100 g) en el aceite. Una variedad de *Cucurbita pepo*, que no desarrolla completamente las cubiertas de la semillas, que se encuentra en la región sureste de Austria, conocida como Calabaza de Estiria, tiene aproximadamente 26.6 y 52.2% de ácido oleico y ácido linoleico, respectivamente. Así mismo, se informó que la concentración de componentes de triacilglicerol, a saber, dioleopalmitina, dipalmitolinoleína, trioleína, palmitoleolinoleína, dioleolinoleína, dilinoleopalmitina y dilinoleoleína, oscilaba entre 5.8 y 18.8, 8.1 – 8.8, 6.3 – 20.5, 15.0 – 15.1, 16.7 – 23.0, y 6.7 – 19.4% (Adsul y Madkaikar, 2021).

Se evaluaron cinco cultivares de calabaza para determinación de compuestos fitoquímicos (tocoferoles, fitoesteroles, escualeno y  $\beta$ -caroteno) y determinaron que el cultivar KH presentó un contenido superior en términos de grasa, proteína, minerales, antioxidante y compuestos bioactivos, por lo que se aplicó el análisis LC-ESI-MS para la identificación de compuestos fenólicos en el extracto de semilla del cultivar. El cromatograma mostró los picos de kaempferol, ácido p-cumárico, ácido ferúlico, ácido protocatecnico, tirosol, ácido sinapínico, ácido siríngico, apigenina y ácido clorogénico en modo positivo con un tiempo de elución de 1.52, 9.40, 11.60, 14.24, 15.53, 15.82,

19.29, 20.07 y 25.87 minutos, respectivamente. De manera similar, en el modo negativo, se observaron picos de vainillina, luteolina, ácido p-hidroxibenzoico, quercetina, miricetina y ácido vanílico con tiempos de elución de 1.60, 16.32, 21.04, 25.27, 25.93, 29.23 minutos, respectivamente. La miricetina, la quercetina, y el kaempferol se clasifican como flavanoles, y la apigenina, la luteolina y la rutina se detectan como flavonas (Singh y Kumar, 2022).

#### **2.2.4. Sobre el Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)**

Es una planta originaria del Amazonas peruano y pertenece a la familia *Euphorbiaceae*; se cultiva principalmente en América Latina, Perú es el mayor productor, produciendo un estimado de 1200 TM al año. Las semillas de esta planta poseen un alto contenido de aceite (48 – 50%) y proteína (27 – 28%); el aceite presenta, notablemente, alto contenido de ácidos grasos esenciales, incluyendo ácido  $\alpha$ -linolénico (ALA, w-3, 46.8 – 50.8%), ácido linoleico (w-6, 33.4 – 36.2%), ácido oleico (w-9, 8.7 – 9.6%), junto con tocoferol y compuestos fenólicos (Ávila-Sosa et al., 2019; Kong et al., 2023; Slawinska y Olas, 2023).

En cuanto a los tocoferoles, se ha estimado que en el aceite varían de 161.87 a 282.20 mg/ 100 g de aceite, incluyendo  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - y  $\delta$ -tocoferoles en cantidades de 0.00 – 0.40, 0.00 – 0.02, 70.60 – 194.30 y 12.60 – 87.70 mg/ 100 g de aceite, respectivamente. Se ha informado que los  $\gamma$ -tocoferoles y sus derivados, pero no los  $\alpha$ -tocoferoles, exhiben actividad antiinflamatoria al inhibir la síntesis de ciclooxigenasa-2 y prostaglandina E2, que son potentes marcadores proinflamatorios; así como, una relación inversa con el riesgo de enfermedades cardiovasculares, cáncer, enfermedades renales y neurodegenerativas (Goyal et al., 2022).

Se ha indicado que el contenido fenólico total de las semillas oscila entre 64.6 y 80 mg de equivalente de ácido gálico/ 100 g de semilla. El  $\beta$ -sitosterol es el fitoesterol

más abundante (45.2 a 50.8 mg/ 100 g de semilla), seguido de estigmasterol y campesterol. No es una buena fuente de carotenoides (0.07 a 0.09 mg de equivalente de  $\beta$ -caroteno/ 100 g de semilla) (Srichamnong et al., 2018).

Mediante un mecanismo, no bien entendido aún, pareciera que los fitoesteroles compiten con el colesterol para incorporarse en micelas en el intestino y, en consecuencia, se reduce su absorción intestinal, incrementándose la excreción fecal con los ácidos biliares. Pero, un creciente conjunto de pruebas sugiere que los fitoesteroles no solo poseen efectos reductores del colesterol sino también actividad anticancerígena (particularmente en pulmón, ovario, estómago y mama) al inhibir la producción de carcinógenos (como las prostaglandinas), el crecimiento, multiplicación y metástasis de células cancerosas, e inducir la apoptosis mediante la activación de las enzimas caspasas (Goyal et al., 2022).

Por la información recopilada se reconoce que existe evidencia de las propiedades benéficas de los aceites de calabaza y de sacha Inchi; sin embargo, no se ha reportado información con relación a la forma en que se ha propuesto su utilización en la presente investigación (parenteral y en combinación), esta brecha en el conocimiento es la que se pretende cubrir.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Peso y Condición Corporal

En la Tabla 1 se presentan los resultados referentes al peso y a la calificación de la condición corporal.

**Tabla 1.**  
*Peso corporal y CCC de vacas Holstein utilizadas en la investigación*

Grupos	Peso (Kg)	CCC
	X±DS	X±DS
Grupo Control	612.50 <sup>a</sup> ± 29.86	2.88 <sup>a</sup> ± 0.14
Grupo 1	511.75 <sup>a</sup> ± 73.88	2.75 <sup>a</sup> ± 0.29
Grupo 2	521.75 <sup>a</sup> ± 87.16	2.81 <sup>a</sup> ± 0.24
Promedio general	548.67	2.81

Grupo 1= 1 ml/100 Kg.P.V; Grupo 2=2 ml/100 Kg.P.V

<sup>a</sup> Letras iguales sobre los promedios en la misma columna, indican diferencias no significativas (P>0.05)

No hubo diferencia significativa entre los grupos tanto para el peso corporal como para la calificación de la condición corporal (CCC), con promedios generales de casi 550 kilos de peso y 2.81 para la CCC.

Como ha sido indicado por diferentes investigadores La CCC es una herramienta que permite evaluar la condición de carnes (flaca o gorda) en que se encuentra la vaca; es un indicador, también, del bienestar animal ya que muestra si la vaca está o no pasando hambre; la CCC se vincula con la producción (cantidad y calidad de leche), reproducción (fertilidad) y el confort de la vaca lechera, esto se debe a que los procesos fisiológicos y metabólicos se vinculan directamente con las reservas energéticas y a la facilidad de su disposición, a menor CCC corresponde menor disponibilidad de energía; en la vaca lechera de inicios de lactación, sometida al más fuerte estrés por la producción, se ha indicado que la CCC óptima fluctúa ente 2.8 y 3.6 (Wildman et al., 1982; Bewley y Schutz, 2008; Qiao et al., 2021).

Como se aprecia en la Tabla 1, todos los grupos mostraron promedios de CCC de 2.8 y pesos corporales correspondientes a una raza lechera grande, como es la Holstein, por lo que se puede indicar que al inicio del ensayo estas variables, al estar uniformemente distribuidas entre y dentro de los grupos, no ejercieron efectos diferentes en los resultados.

### 3.2. Involución Uterina

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos con el tiempo (días) de involución uterina.

**Tabla 2.**

***Tiempo de involución uterina (días) en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita máxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA- Lambayeque***

Grupos	Tiempo de involución uterina (días)
	X±DS
Grupo Control	75.00 ± 4.08 <sup>a</sup>
Grupo 1	43.25 ± 5.38 <sup>b</sup>
Grupo 2	31.75 ± 2.37 <sup>b</sup>
Promedio general	50.00 ± 19.47

Grupo 1= 1 ml/100 Kg.P.V; Grupo 2=2 ml/100 Kg.P.V

<sup>a,b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre grupos, Prueba de Tukey (P<0.05).

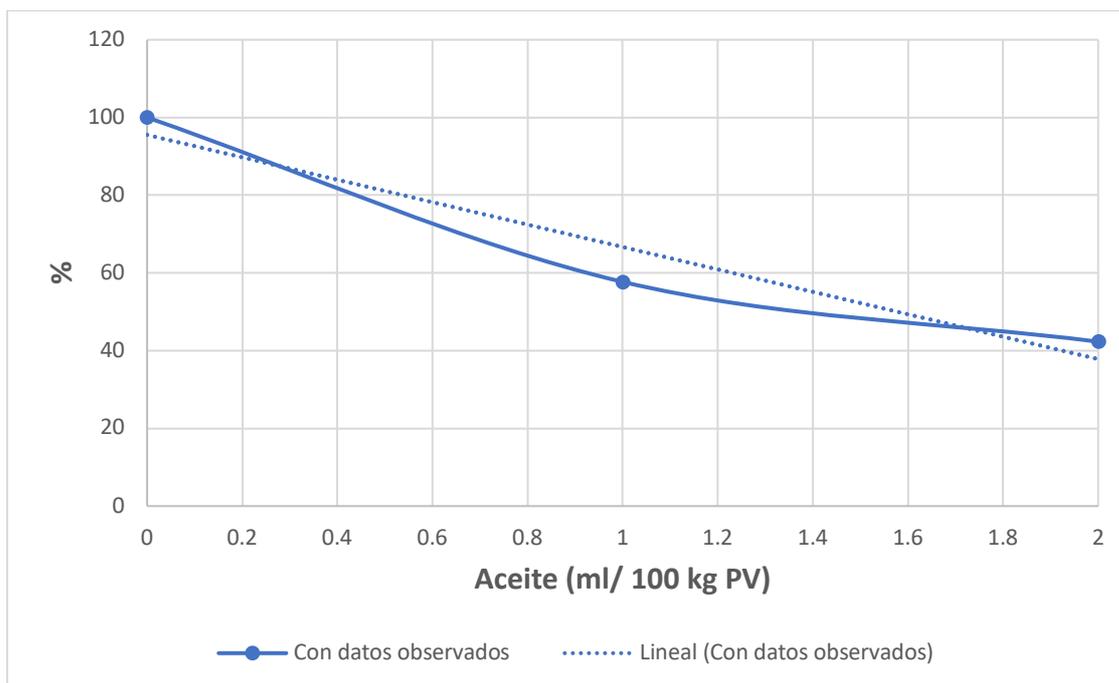
El análisis estadístico (anexos) mostró que las diferencias entre grupos fueron significativas (P<0.01), con una clara tendencia a disminuir la duración del período dedicado a la involución uterina (Figura 1).

En el comportamiento de la tendencia porcentual (Figura 1) se puede apreciar que la aplicación de la combinación de aceite (zapallo y sachá inchi) provocó una reducción de 42.3% con la aplicación de 1 ml por cada 100 kilos de peso corporal y de 57.7% con la aplicación de 2 ml por cada 100 kilos de peso corporal; este comportamiento es un indicador de la capacidad desinflamante de los principios contenidos en ambos aceites, como se ha indicado por diferentes autores (Dowidar et al., 2020; Adsul y Madakaikar,

2021; Vinayashree y Vasu, 2021; Li et al., 2021; Hussain et al., 2022; Singh y Kumar, 2022; Goyal et al., 2022); después del parto el aparato reproductor (cuerno uterino) queda completamente inflamado (Elmetwally, 2018; Lin et al., 2021), por lo que la acción de los principios contenidos en los aceite han demostrado la capacidad de desinflamantes que se les ha atribuido.

**Figura 1.**

***Tendencia del cambio porcentual en involución uterina en vacas que recibieron una mezcla de aceite de zapallo y de sachá inchi***



Por otro lado, desde el punto de vista técnico, para que la reproducción resulte eficiente es necesario que el tracto reproductivo haya involucionado; Praxitelous et al. (2023) indicaron que “una involución rápida y exitosa es un requisito para lograr eficiencia reproductiva”, por lo que se resalta lo logrado por la acción de los aceites con esta variable.

### **3.3. Días Vacíos (abiertos)**

En la Tabla 3 se presenta los resultados obtenidos con el período de días vacíos (DV) de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50: 50) de aceite de zapallo y sachá inchi por vía parenteral.

**Tabla 3.**

***Días abiertos en vacas Holstein en lactación temprana aplicando diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita máxima) y aceite de Sacha inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA- Lambayeque***

Grupos	Días abiertos
	X±DS
Grupo Control	117.00 ± 4.08 <sup>a</sup>
Grupo 1	85.25 ± 5.38 <sup>b</sup>
Grupo 2	73.75 ± 2.36 <sup>c</sup>
Promedio general	92.00 ± 19.47

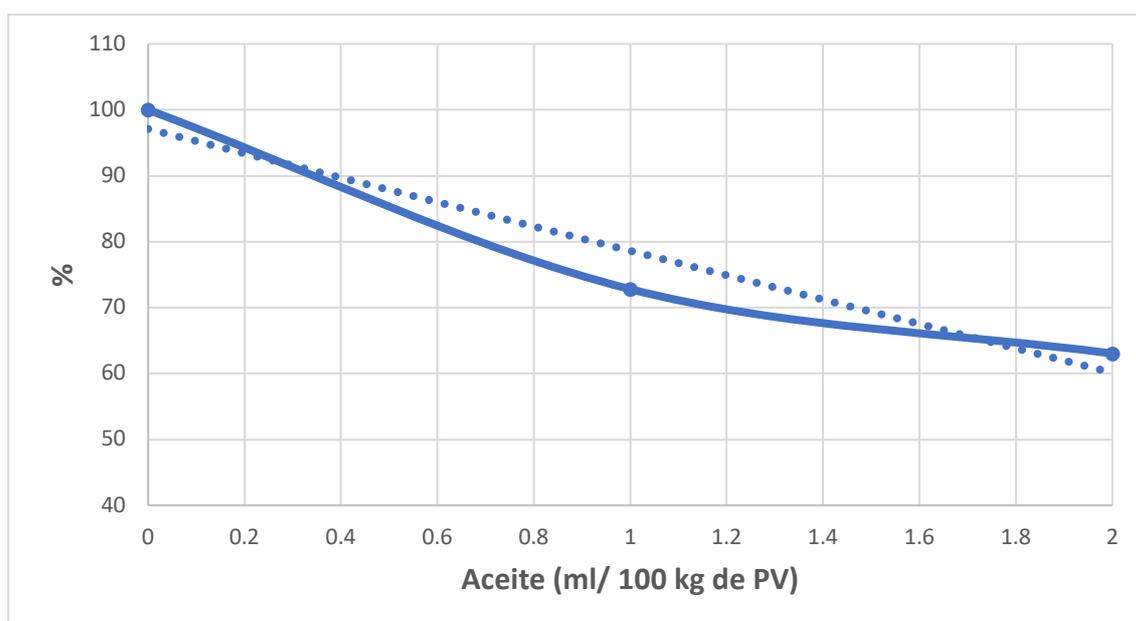
Grupo 1= 1 ml/100 Kg.P.V; Grupo 2=2 ml/100 Kg.P.V

<sup>a,b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre grupos, Prueba de Tukey (P<0.05)

El análisis estadístico (anexo) indicó que las diferencias observadas entre grupos fueron significativas (P<0.01), sobre todo por la diferencia entre los grupos control y uno; se evidenció un comportamiento parecido al del período de involución uterina; es decir, el suministro de la combinación de aceites propició una reducción del período de días vacíos, indicando que mejoró el comportamiento de la fertilidad.

**Figura 2.**

***Tendencia observada (—) y proyectada (.....), en forma porcentual, del comportamiento de la duración de DV***



Con 1 ml/ 100 kg de peso de la combinación de aceites DV se redujo en 27.2% en comparación con el grupo control; en tanto que con 2 ml/ 100 kg de peso la reducción fue de 36.97%. Como en el caso de la duración del período de involución uterina, la mayor tasa de reducción se dio con 1 ml de la combinación de aceites/ 100 kg de PV; no obstante, dado que en los establos lecheros se utiliza DV como un indicador de buena o mala reproducción, su reducción máxima es siempre mejor considerada.

Tradicionalmente se ha considerado que una campaña debe durar 10 meses (305 días) y el período seco ser de dos meses, tal que en ambos se cierra la campaña, pero al final del período seco debe estar pariendo nuevamente la vaca y dado que tiene una duración de nueve meses, la vaca debería estar nuevamente preñada al tercer mes de parida, esto implica que el DV ideal debería estar próximo a los 90 días. Con este razonamiento, las vacas del grupo control estuvieron casi un mes en excedente del DV ideal, lo que implica que las vacas tendrían una campaña de once meses y el intervalo entre parto ya no sería de 12 sino de 13 meses.

Dado que la duración de la gestación es casi constante, el único que varía es el DV; así, se torna en el indicador más importante del comportamiento reproductivo, tal que cualquier cosa que se haga por reducirlo redundará en beneficio de la productividad del establo y en mayor producción por vida productiva en las vacas (más rentables).

Como indicaron Abd-El Hamed y kamel (2021), el período de DV más aconsejables debe tener una duración de 91 a 110 días, la media general del presente ensayo fue de 92 días (muy adecuado) pero los grupos 1 y 2 estuvieron por debajo de los 91 días, lo que indicó que la capacidad desinflamante de los productos contenidos en los aceites mejoraron el desempeño de la variable DV. Los mismo investigadores determinaron que la duración de DV de 91 a 110 días permite obtener mejor rentabilidad Beneficio Neto Promedio (BNP) en las explotaciones lecheras. Resulta evidente que el

aceite de semillas de zapallo y de sachá inchi constituye una eficiente estrategia para mejorar el comportamiento reproductivo y hacer más eficientes económicamente a las empresas lecheras.

### 3.4. Número de Servicios y Tasa de Concepción

En la Tabla 4 se presentan los resultados relacionados con la cantidad de servicios por concepción y la tasa de concepción.

**Tabla 4.**

*Numero de Servicios y Tasa de Concepcion en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita maxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) en el establo GESA- Lambayeque*

Grupos	Numero de Servicios	Tasa de Concepción
	X±DS	%
Grupo Control	3.75±1.89 <sup>a</sup>	25.00
Grupo 1	1.50 <sup>a</sup> ±0.58 <sup>b</sup>	50.00
Grupo 2	1.25±0.50 <sup>b</sup>	75.00
Promedio general	2.17±1.59	50.00

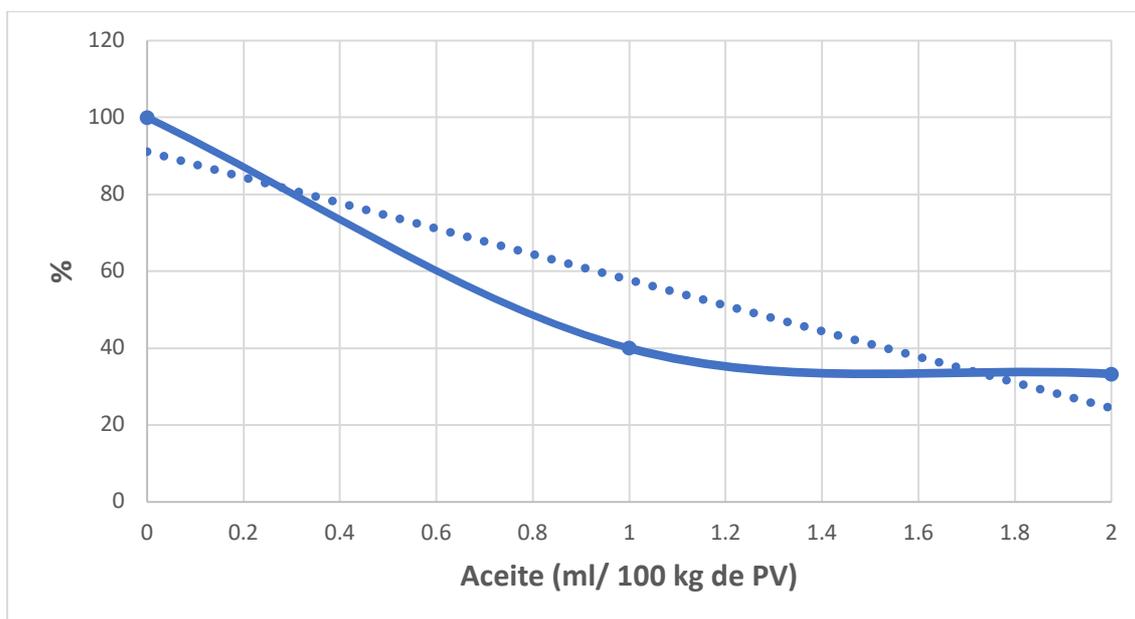
Grupo 1= 1 ml/100 Kg.P.V; Grupo 2=2 ml/100 Kg. P.V

<sup>a,b</sup> Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas entre grupos, Prueba de Tukey (p<0.05).

Se requirió, significativamente (P<0.05) menos servicios para lograr preñez en los grupos que recibieron la combinación de aceite en comparación con el grupo control. En la Figura 3 se aprecia que entre el grupo control y el grupo que recibió 1 ml de la combinación de aceites por cada 100 kg de peso hubo una reducción de 60% en la cantidad de servicios por concepción, a favor del grupo con aceite. La diferencia en la reducción porcentual fue menor en el grupo 2, ya que la reducción se incrementó hasta 66.7%.

En los grupos que recibieron aceite, más vacas quedaron preñadas en comparación con el grupo control, al punto que en los grupos 1 y 2 se duplicó y triplicó, respectivamente, la proporción de vacas que preñaron en comparación con el grupo control.

**Figura 3.**  
*Tendencia observada (—) y proyectada (.....), en forma porcentual, del comportamiento de la cantidad de servicios por preñez*



Sharma et al. (2018), trabajando con vacas primíparas y multíparas, reportaron 2.10 y 1.20 servicios por concepción; cifras muy parecidas a las encontradas en la presente investigación para los grupos que recibieron la combinación de aceites.

En tanto que Paiano et al. (2019) reportan cifras superiores a 2.14 servicios por concepción pero con vacas que padecieron enfermedades de tipo metabólico; dado que la gestación y el subsecuente parto ocasionan alteraciones en el metabolismo y considerando que los aceites evaluados tienden a controlar alteraciones metabólicas e inflamaciones producidas, sobre todo, por el parto, podría explicarse la mejora en esta variable en los grupos que recibieron la combinación de aceites.

Por otro lado, con relación a la tasa de concepción, Szenci (2021) indicó que la tasa de partos puede estar, en términos promedio, alrededor de 50%; sin embargo, es conveniente que se logre entre 85 y 90%, lo que se puede lograr con mayor eficiencia en el manejo (aplicación de técnicas y estrategias para lograr mayor cantidad de preñeces con menos servicios y evitar las pérdidas una vez iniciada la gestación. El empleo de la

combinación de aceites de zapallo y sacha inchi constituye una herramienta muy interesante, encaminada a lograr los objetivos propuestos por este investigador.

Abdula y Bilal (2022) registraron una tasa de preñez de 51.8% en vacas Hostein en Egipto, cifra concordante con la media general lograda en la presente investigación; indicaron que es posible lograr valores mayores. Sin embargo, es necesario controlar el efecto de diferentes factores (inseminador, CCC, momento de servicio, etc.), principalmente el referido al momento en el que se realiza el servicio, dado que es casi imposible determinar en el campo el momento en que empezó el celo, se ha informado que cuando el personal detecta a la vaca en celo es posible que este halla empezado varias horas antes, por lo que combinar el empleo de aceites de zapallo y sacha inchi con semen de maduración progresiva podría ser una estrategia muy interesante de evaluar (Sandoval, 2022; Sánchez, 2023).

### 3.5. Crecimiento Máximo del Folículo

En la Tabla 5 se consigna la información referente al crecimiento máximo del folículo de ambos ovarios (derecho e izquierdo).

**Tabla 5.**

*Crecimiento máximo del folículo en los ovarios derecho e izquierdo en vacas Holstein en lactación temprana con diferentes dosis de aceite de zapallo (Cucurbita maxima) y aceite de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis) al momento de inseminar en el establo GESA- Lambayeque*

Grupos	Ovario Derecho		Ovario Izquierdo	
	X	DS	X	DS
Grupo Control	6.75 <sup>b</sup>	4.19	5.00 <sup>a</sup>	4.00
Grupo 1	10.25 <sup>ab</sup>	5.62	7.75 <sup>a</sup>	4.99
Grupo 2	16.00 <sup>a</sup>	3.37	10.00 <sup>a</sup>	2.94
Promedio general	11.00	5.69	7.58	4.25

Grupo 1= 1 ml/100 Kg.P.V; Grupo 2=2 ml/100 Kg.P.V

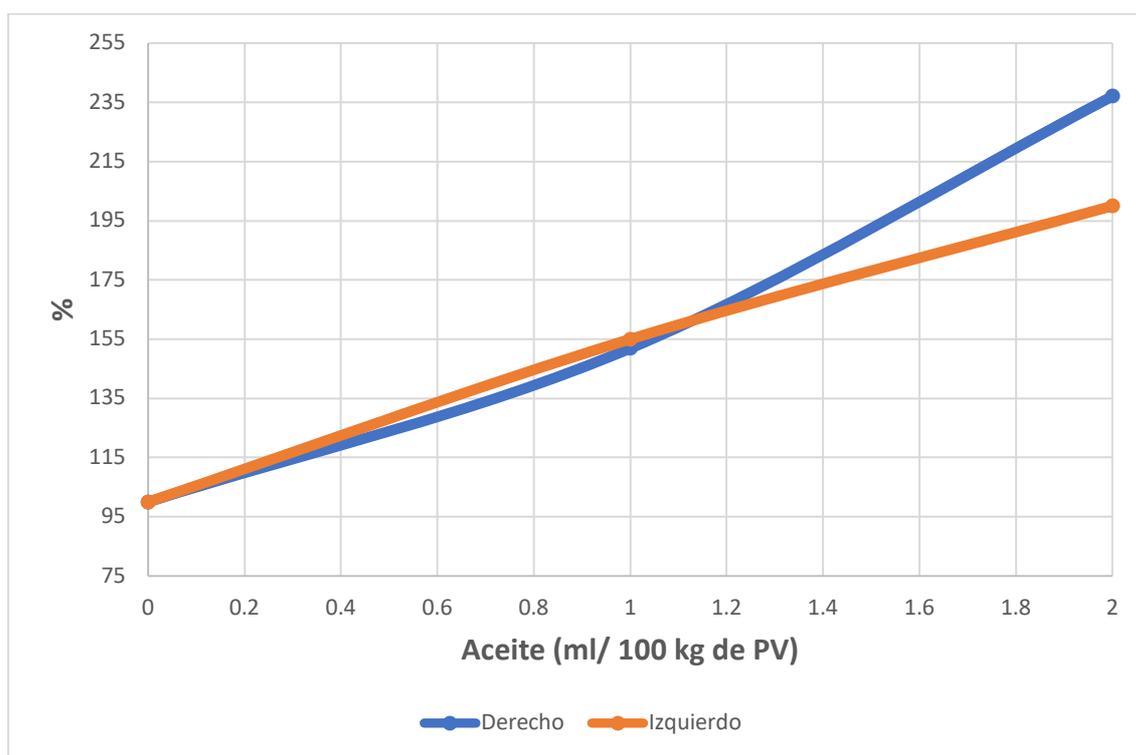
<sup>a,b</sup> Letras diferentes sobre los promedio indican diferencias significativas entre grupos dentro de ovarios Prueba de Tukey (P<0.05).

El análisis estadístico (anexo) indicó que las diferencia entre grupos, dentro del ovario derecho, fueron estadísticamente significativas; pero no dentro de izquierdo. Aun

cuando se apreció una tendencia a mayor tamaño, como si ocurrió con el folículo del ovario derecho, sobre todo entre el de las vacas del grupos control con el de las vacas del grupo 2.

El desarrollo de un folículo ovulatorio es una premisa fundamental para cualquier manejo reproductivo que busca optimizar la fertilidad en el ganado vacuno. El control del desarrollo folicular comprende la aparición sincronizada de una nueva onda folicular, la selección y el crecimiento del folículo dominante y la ovulación sincronizada de un ovocito de alta calidad; todos estos eventos foliculares, impulsados principalmente por la secreción de gonadotropinas, ocurren bajo un ambiente hormonal muy dinámico (Sartori et al., 2023); opinión que respalda el análisis de la presente variable.

**Figura 4.**  
*Tendencia porcentual del cambio de tamaño del folículo de ambos ovarios*



En la Figura 4 se observa la tendencia creciente del tamaño del folículo de ambos ovarios; con respecto al grupo control se apreció que el folículo de los grupos 1 y 2 lo superaron hasta en 200%, es decir duplicaron el tamaño. La diferencia entre ambos

ovarios radicó en el tamaño del folículo, dentro del grupo 1 el folículo del ovario izquierdo representó el 75.6% del tamaño del logrado por el derecho; dentro del grupo 2 el folículo del ovario izquierdo representó el 62.5%. Este comportamiento es indicativo de que el ovario derecho estuvo con ondas de crecimiento de ovocitos, como ha sido indicado por Adams y Singh (2021), quienes reportaron que algunos investigadores han informado sobre una mayor actividad folicular y proporción de ovulaciones (60%) en el ovario derecho en ganado vacuno.

En la presente investigación, el máximo tamaño del folículo fue de 16 mm en el ovario derecho y 10 mm en el izquierdo en el grupo 2, cifras mayores pero concordantes con las reportadas por Akthar et al. (2022) quienes indicaron diámetros mayores entre 12.3 y 14.5 mm cuando evaluaron diferentes tratamientos dietéticos en vacas lecheras; no obstante, estos investigadores encontraron cifras parecidas para el folículo del ovario izquierdo (entre 13 y 15.1 mm). Las similitudes en tamaño folicular entre el ovario derecho y el izquierdo es algo que sucede en el ganado vacuno (Adams y Singh, 2021).

Tamaños parecidos a los encontrados en la presente investigación para el tamaño del folículo en el grupo control han sido reportados por Ram et al. (2023); estos investigadores resaltaron la importancia de los estudios ecográficos para evaluar la actividad ovárica.

La dinámica ovárica es afectada por una serie de factores, como es el caso de las enfermedades o la escasez de abastecimiento de energía, entre otros. Serbecti et al. (2024) determinaron que los ovocitos y embriones de vacas lecheras diagnosticadas con enfermedades metabólicas y/o inflamatorias subclínicas durante el período de transición mostraron calidad reducida pero tuvieron un potencial de desarrollo y una morfocinética similares a las de vacas sanas. Toda vez que el parto produce una gran inflamación en el aparato reproductor y dado que los aceites ensayados contienen una alta proporción de

principios desinflamantes se puede explicar el mayor tamaño del folículo en los grupos que los recibieron.

La acción antiinflamatoria explicaría también la buena calidad de ovocitos por una mejor capacidad metabólica dentro del folículo, como fue propuesto por Read et al. (2021) que plantearon la hipótesis de que el metaboloma del líquido folicular influye en la capacidad metabólica del complejo cúmulo – ovocito y contribuye a la reducción de la escisión del embrión y al grado de calidad observado después de la ovulación inducida de folículos pequeños.

La acción de los aceites no solo explicita la involución del aparato reproductor sino que respalda la obtención de folículos y ovocitos de mejor calidad que habrían permitido mayor tasa de preñez.

## IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó la presente investigación se llegó a las siguientes:

1. Rechazar la hipótesis de trabajo planteada debido a que la combinación 50:50 de aceites de zapallo y sachá inchi ejerció efecto positivo sobre el comportamiento reproductivo de vacas lecheras de lactación temprana en el establo lechero GESA, Lambayeque.
2. Todas las vacas (12) que participaron en el ensayo tuvieron peso corporal (promedio general de 548.67 kilos) y calificación de la condición corporal (promedio general de 2.81) adecuado para vacas Holstein en lactación temprana; en ambas variables las diferencias entre grupos no fueron significativas ( $P > 0.05$ ), indicando que las vacas no estuvieron en balance energético negativo y que los tres grupos estuvieron en condiciones corporales similares neutralizándose su efecto sobre las variables evaluadas.
3. El empleo de la combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi permitió una reducción ( $P < 0.05$ ) en el tiempo de involución uterina; desde 75 días en el grupo control hasta 31.75 días en el grupo que recibió 2 ml de la combinación de aceites por cada 100 kilos de peso corporal.
4. El período de días vacíos (días abiertos) se redujo ( $P < 0.05$ ) por efecto de la administración de la combinación de aceites; desde 117 días en el grupo control hasta 73.75 días con el grupo 2.
5. La cantidad de servicios por concepción fue significativamente ( $P < 0.05$ ) menor en los grupos en los que se aplicó la combinación de aceites, se logró 1.25 servicios por concepción en el grupo 2; la menor proporción de concepciones correspondió al grupo control (25%) y la mayor al grupo 2 (75%).
6. El mayor crecimiento del folículo se registró en el ovario derecho y los grupos 1 y 2 (con aceite) mostraron mayor crecimiento del folículo que el grupo control, principalmente en el ovario derecho ( $P < 0.05$ ), llegando a 16 mm de diámetro.

## **V. RECOMENDACIONES**

- 1.** Emplear la aplicación de 2 ml de la combinación de aceites por cada 100 kilos de peso corporal por haber permitido lograr menor tiempo de involución uterina, menos días vacíos, menor cantidad de servicios por concepción y mayor tasa de crecimiento del folículo.
- 2.** Realizar investigaciones ensayando otras combinaciones de ambos aceites para determinar cual es que permite mejor comportamiento reproductivo.
- 3.** Plantear el trámite de patente de la combinación ensayada habiendo desarrollado un producto que cumpla con las normas de uso en aplicaciones parenterales y sanitarias.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abd-El Hamed, A. M. and Kamel, E. R. (2021). Effect of some non-genetic factors on the productivity and profitability of Holstein Friesian dairy cows. *Veterinary World*, 14(1): 242-249. Doi: 10.14202/vetworld.2021.242-249.
- Abdula, A. M. and Bilal, Z. M. (2022). Effect of breed and risk factors affecting conception rate to artificial insemination in dairy cows of Tullo district western Haraghe, Ethiopia. *Veterinary Journal Open Journal*, 7(1): 16-21. Doi: 10.17140/VMOJ-7-163.
- Adams, G. P. and Singh, J. (2021). Ovarian follicular and luteal dynamics in cattle. In: *Bovine Reproduction*. 2<sup>nd</sup> edition. (Hopper, R. M., ed.) John Willey & Sons, Inc. Doi: 10.1002/9781119602484.ch25.
- Adsul, S. and Madkaikar, V. (2021). Pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed. In: *Oil Seeds: Health Attributes and Food Applications*. (Tanwar, B. and Goyal, A., eds.) Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0>
- Akomolafé, S. F., Olasehinde, T. A., and Aluko, B. T. (2021). Diets supplemented with raw and roasted pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds improved some biochemical parameters associated with erectile function in rats. *Journal of Food Biochemistry*, 45: e13629. <https://doi.org/10.1111/jfbc.13629>
- Akhtar, M. U., Hifzulrahman, Ahmed, M., Pasha, T. N., Abdullah, M., Shahbakht, R. M., Haq, M. I., and Haque, M. N. (2022). Colostrum production, calf birth weight, and postpartum ovarian follicular activity of dairy cows fed restricted diet with different protein levels during the prepartum period. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 32(5): 1219-1228. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2022.5.0528>
- Arfini, F. y Antonioli, F. (2013). *Sacha Inchi: Investigación para el reconocimiento de la Indicación Geográfica en el Perú*. Publisher: Cooperazione Italiana allo Sviluppo, Fundación Terre des Hommes Italia, Università degli Studi di Parma, CIED Perú. Editor: CIED Perú. ISBN: 978-612-46554-0-1
- Asker, A. S., Aremmt, M. K., Ahmed, A. T., Omar, A. A., Majeed, A. F., and Hammoodi, O. T. (2021). Factors affecting days open in dairy cattle. *Annals of R. S. C. B.*, 25(1): 564 – 568. ISBN: 1583 – 6258.
- Ávila-Sosa, R., Mntero-Rodríguez, A. F., Aguilar-Alonso, P., Vera-López, O., Lazcano-Hernández, M., Morales-Medina, J. C., and Navarro-Cruz, A. R. (2019). Antioxidant properties of Amazonian fruits: A mini review of *in vivo* and *in vitro* studies. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, article ID 8204129. <https://doi.org/10.1155/2019/8204129>
- Braga P., R., Becker B., D., and Birgel, E. H., Jr. (2019). Uterine involution and reproductive performance in dairy cows with metabolic diseases. *Animals*, 9, 93. Doi: 10.3390/ani9030093.
- Bewley, J. M. and Schutz, M. M. (2008). Review: An interdisciplinary review of body condition scoring for dairy cattle. *The Professional Animal Scientist*, 24: 507–529. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30901-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30901-3)
- Dai, T., Ma, Z., Guo, X., Wei, S., Ding, B., Ma, Y., and Dan, X. (2023). Study of the pattern of postpartum uterine involution in dairy cows. *Animals*, 13, 3693. <https://doi.org/10.3390/ani13233693>
- Dowidar, M. F., Ahmed, A. I., and Mohamed, H. R. (2020). The critical nutraceutical role of Pumpkin seeds in human and animal health: An updated review. *Zagazig Veterinary Journal*, 48(2): 199-212- Doi: 10.21608/zvjz.2020

- Elmetwally, M. A. (2018). Uterine involution and ovarian activity in postpartum Holstein dairy cows: A review. *Journal of Veterinary Healthcare*, 1(4): 29-40. <https://doi.org/10.14302/issn.2575-1212.jvhc-18-2447>
- Funston, R. N. (2004). Fat supplementation and reproduction in beef females. *Journal of Animal Science*, 82: E154 – E161. (E. Suppl.) Doi: 10.2527/2004.8213\_supplE154.
- Goyal, A., Tanwar, B., Sihag, M. K., and Sharma, V. (2022). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.): An emerging source of nutrients, omega-3 fatty acid and phytochemicals. *Food Chemistry*, 373, 131459. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131459>
- Henao-Gonzalez, M., Ferrer, M. S., Jiménez-Escobar, C., Palacio-Baena, L. G., and Maldonado-Estrada, J. G. (2023). Ultrasonographic screening of dairy cows with normal uterine involution or developing postpartum uterine disease using B-mode, color and spectral doppler. *Veterinary Medicine International*, 2597332. <https://doi.org/10.1155/2023/2597332>
- Herd, D. B., and L. R. Sprott. 1985. Body condition, nutrition and reproduction of beef cows. Texas Agric. Ext. Bull. No. 1526, College Station, TX. <https://hdl.handle.net/1969.1/129135>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile. ISBN: 978-607-15-0291-9
- Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A. H., Jamil, M. A., Noreen, S., Rafique, A., Iftikhar, K., Quddos, M. Y., Aslam, J., and Majeed, M. A. (2022). A comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chemistry Advances*, 1, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>
- Kong, S., Keang, T., Bunthan, M., Say, M., Nat, Y., Tan, C. P., and Tan, R. (2023). Hydraulic cold-pressed extraction of Sacha Inchi seeds: Oil yield and its physicochemical properties. *ChemEngineering*, 7, 69. <https://doi.org/10.3390/chemengineering7040069>
- Li, Y., Zhang, G.N., Fang, X. P., Zhao, C., Wu, H. Y., Lan, Y. X., Che, L., Sun, Y.K., Lv, J. Y., Zhang, Y. G., and Pan, C. F. (2021). Effects of replacing soybean meal with pumpkin seed cake and dried distillers grains with solubles on milk performance and antioxidant functions in dairy cows. *Animal*, 15, 100004. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100004>
- Lin, Y., Yang, H., Ahmad, M. J., Yang, Y., Riaz, H., Abulaiti, A., Zhang, S., Yang, L., and Hua, G. (2021). Postpartum uterine involution and embryonic development pattern in Chinese Holstein dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 7: 604729. Doi: 10.3389/fvets.2020.604729.
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia. Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico: Lima, Perú. 700 PP. ISBN: 978-9972-57-339-2
- Manal Ramadan Bakeer, Sohair Youssef Saleh, Nabila Gazia, Hisham Ahmed Abdelrahman, Ahmed Elolimy, and Alzahraa Muhamaad Abdelatty. (2021). Effect of dietary pumpkin (*Cucurbita moschata*) seed oil supplementation on reproductive performance and serum antioxidant capacity in male and nulliparous female V-Line rabbits. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1): 419-425. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1889406>
- Martinez, Y., Valdivia, M., Lao, A., y Leyva, L. (2007). Potencialidades de la semilla de calabaza como alimento para monogástricos. *Asoc Cubana Prod Anim.*, 1:20.

- [[https://www.researchgate.net/publication/349443508\\_Potencialidades\\_de\\_la\\_semillade\\_calabaza\\_como\\_alimento\\_para\\_monogastricos](https://www.researchgate.net/publication/349443508_Potencialidades_de_la_semillade_calabaza_como_alimento_para_monogastricos)]
- Muñoz R., C. (2011). *Cómo Elaborar y Asesorar una Investigación de Tesis*. 2<sup>da</sup> ed. Pearson Educación: México. ISBN: 978-607-32-0456-9
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada. Técnicas de la Estadística Moderna, Cuándo y Dónde Aplicarlas*. Limusa. México: D.F. 629 pp. ISBN: 968-18-0734-0
- Paiano, R., Birgel, D., and Birgel, E. H. (2019). Uterine involution and reproductive performance in dairy cows with metabolic diseases. *Animals*, 9, 93. Doi: 10.3390/ani9030093
- Praxitelous, A., Katsoulos, P. D., Tsaousioti, A., Brozos, C., Schmicke, M., Boscós, C. M., and Tsousis, G. (2023). Comparison of uterine involution and the resumption of ovarian cyclicity between lame and sound Holstein cows. *Animals*, 13, 3645. <https://doi.org/10.3390/ani13233645>
- Qiao, Y., Kong, H., Clark, C., Lomax, S., Su, D., Eiffert, S., and Sukkarieh, S. (2021). Intelligent perception for cattle monitoring: A review for cattle identification, body condition score evaluation, and weight estimation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 185: 106143. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106143>
- Ram, S., Awasthi, M. K., Hhan, J. R., Kaiser, P., and Singh, N. (2023). Effect of stress on ovarian follicular activity in postpartum Sahiwal cows during hot-humid season. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 19(2): 70-73. <https://doi.org/10.48165/ijrsbt.19.2.13>
- Read, C. C., Edwards, L., Schrick, N., Rhinehart, J. D., Payton, R. R., Campagna, S. R., Castro, H. F., Klabnik, J. L., Horn, E. J., and Moorey, S. E. (2021). Correlation between pre-ovulatory follicle diameter and follicular fluid metabolome profiles in lactating beef cows. *Metabolites*, 11, 623. <https://doi.org/10.3390/metabo11090623>
- Rojanaverawong, W., Wongmanee, N., and Hanchang, W. (2023). Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil improves hepatic insulin sensitivity and glucose metabolism through insulin signaling pathway in a rat model of type 2 diabetes. *Prev. Nutr. Food Sci.*, 28(1): 30-42. <https://doi.org/10.3746/pnf.2023.28.1.30>
- Sánchez B., A. A. (2023). Tasa de concepción de vacas Holstein servidas con espermatozoides de activación progresiva. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11700>
- Sandoval S., D. N. (2022). Tasa de concepción con espermatozoides de activación progresiva en vacas cruzadas Holstein x Brown Swiss. *Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Zootecnista*. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12893/11005>
- Sartori, R., Consentini, C. E. C., Alves, R. L. O. R., Silva, L. O., and Wittbank, M. C. (2023). Review: Manipulation of follicle development to improve fertility of cattle in timed-artificial insemination programs. *Animal*, 17, 100769. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100769>
- Scheffler, W. C. (1981). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A. 267 pp.
- Serbeci, I., González-Grajales, L. A., Herrera, C., Ibanescu, I., Tekin, M., Melecin, M., Magata, F., Malama, E., Bollwein, H., and Scarlet, D. (2024). Impact of negative energy balance and postpartum diseases during the transition period on oocyte

- quality and embryonic development in dairy cows. *Frontiers in Veterinary Science*, 10: 1328700. Doi: 10.3389/fvets.2023.1328700
- Sharma, A., Singh, M., Sharma, A., and Kumar, P. (2018). Effect of BCS and parity on uterine involution, ovarian rebound and various fertility parameters in postpartum dairy cows. *Indian Journal of Animal Science*, 88(5): 526-529. Doi: 10.56093/ijans.v88i5.79936.
- Singh, A., and Kumar, V. (2022). Nutritional, phytochemical, and microbial attributes of seeds and kernels of different pumpkin cultivars. *Food Frontiers*, 3: 182-193. Doi: 10.1002/fft2.117.
- Slawinska, N. and Olas, B. (2023). Selected seeds as sources of bioactive compounds with diverse biological activities. *Nutrients*, 15, 187. <https://doi.org/10.3390/nu15010187>
- Srichamnong, W., Ting, P., Pitchakarn, P., Nuchuchua, O., and Temviriyankul, P. (2018). Safety assessment of *Plukenetia volubilis* (Inca peanut) seeds, leaves, and their products. *Food Science and Nutrition*, 6: 962-969. <https://doi.org/10.1002/fsn3.633>
- Szenci, O. (2021). Recent possibilities for the diagnosis of early pregnancy and embryonic mortality in dairy cows. *Animals*, 11, 1666. <https://doi.org/10.3390/ani1061666>
- Toledo-Alvarado, H., Pérez-Cabal, M. A., Templeman, R. J., Cecchinato, A., Bittante, G., de los Campos, G., and Vásquez, A. I. (2021). Association between days open and milk spectral data in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104(3): 3665-3675. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19031>
- Temesgen, M. Y., Assen, A. A., Gizaw, T. T., Minalu, B. A., and Mersha, A. Y. (2022). Factors affecting calving to conception interval (days open) in dairy cows located at Dessie and Kombolcha towns, Ethiopia. *PLOS ONE*, 17(2): e0264029. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0264029>
- Vinayashree, S. and Vasu, P. (2021). Biochemical, nutritional and functional properties of protein isolate and fractions from pumpkin (*Cucurbita moschata* var. Kashi Harit) seeds. *Food Chemistry*, 340, 128177. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128177>
- Wildman, E. E., Jones, G. M., Wagner, P. E., and Boman, L. (2003). A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 65:495-501. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82223-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82223-6)
- Williams, G. L. and Amstalden, M. (2010). Understanding postpartum anestrus and puberty in the beef female. *Proceedings, Applied Reproductive Strategies in Beef Cattle*. San Antonio, TX. [https://beefrepro.org/wp-content/uploads/2020/09/Gary\\_Williams.pdf](https://beefrepro.org/wp-content/uploads/2020/09/Gary_Williams.pdf)

## ANEXOS

### Anexo 1.

*Análisis de la varianza con la CCC de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sacha inchi*

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	00.031	2	00.016	00.29 NS
Residual	00.484	9	00.054	
Total	00.515			

### Anexo 2.

*Análisis de la varianza con el peso corporal de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sacha inchi*

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	24648.167	2	12324.083	2.651 NS
Residual	41844.500	9	4649.389	
Total	66492.667			

### Anexo 3.

*Análisis de la varianza con el tiempo de involución uterina de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sacha inchi*

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	4014.5	2	2007.25	117.66 ***
Residual	153.5	9	17.06	
Total	4168.0			

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo_2	4	31,7500		
Grupo_1	4		43,2500	
Grupo Control	4			75,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 17,056.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = .05.

#### Anexo 4.

##### *Análisis de la varianza con el período de Días Abiertos de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi*

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	4014.500	2	2007.250	117,69 ***
Residual	153.500	9	17.056	
Total	4168.000			

#### HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupos	N	Subconjunto		
		1	2	3
Grupo_2	4	73,7500		
Grupo_1	4		85,2500	
Grupo Control	4			117,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 17,056.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = .05.

#### Anexo 5.

##### *Análisis de la varianza con el número de servicios por preñez de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sachá inchi*

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	15.167	2	7.583	5.460 *
Residual	12.500	9	1.389	
Total	27.667			

#### HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupos	N	Subconjunto	
		1	2
Grupo_2	4	1,2500	
Grupo_1	4	1,5000	1,5000
Grupo Control	4		3,7500
Sig.		,952	,058

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,389.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = .05.

**Anexo 6.*****Análisis de la varianza con el máximo crecimiento folicular del ovario derecho de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sacha inchi***

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	174.500	2	87.250	4.326 *
Residual	181.500	9	20.167	
Total	356.000			

HSD Tukey<sup>a,b</sup>

Grupos	N	Subconjunto	
		1	2
Grupo Control	4	6,7500	
Grupo_1	4	10,2500	10,2500
Grupo_2	4		16,0000
Sig.		,536	,220

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 20,167.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 4,000.

b. Alfa = .05.

**Anexo 7.*****Análisis de la varianza con el máximo crecimiento folicular del ovario izquierdo de vacas Holstein en lactación temprana que recibieron una combinación (50:50) de aceite de zapallo y sacha inchi***

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Grupos	50.167	2	25.083	1.518 NS
Residual	148.750	9	16.528	
Total	198.917			