

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**



**TEMA:**

**“EFECTO DEL PROPILENGLICOL EN EL PERIODO PARTO - CONCEPCIÓN EN  
VACAS MESTIZAS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, CARCHI”**

**Trabajo de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Agropecuario**

**AUTOR/A:**

**Luis Guillermo Flores Buitrón**

**DIRECTOR/A:**

**Aragón Esparza Miguel Vinicio, MSc.**

**Ibarra, 2023**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN

CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

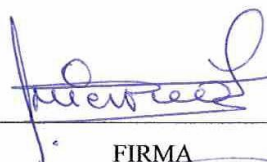
**“EFECTO DEL PROPILENGLICOL EN EL PERIODO PARTO - CONCEPCIÓN EN  
VACAS MESTIZAS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, CARCHI”**

Trabajo de grado revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su presentación como  
requisito parcial para obtener Título de:  
**INGENIERO/A AGROPECUARIO/A**

APROBADO:

Aragón Esparza Miguel, MSc.

**DIRECTOR**



---

FIRMA

Xavier Bonifaz, MSc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA

Lucía Vásquez, PhD.

**MIEMBRO TRIBUNAL**



---

FIRMA



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	100414200-4		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Flores Buitrón Luis Guillermo		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra, Princesa Paccha, Pasaje el Rosario		
<b>EMAIL:</b>	lgfloresb@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	2 651 065	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0980643003

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“EFECTO DEL PROPILENGLICOL EN EL PERIODO PARTO - CONCEPCIÓN EN VACAS MESTIZAS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, CARCHI”
<b>AUTOR (ES):</b>	Flores Buitrón Luis Guillermo
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	27 de marzo del 2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ing. Agropecuario
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Aragón Esparza Miguel, MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 27 días del mes de marzo de 2023

### EL AUTOR:



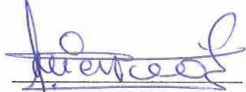
Firma

Flores Buitrón Luis Guillermo

## CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Luis Guillermo Flores Buitrón, bajo mi supervisión.

Ibarra, a los 27 días del mes de marzo de 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aragón Esparza', written over a horizontal line.

Aragón Esparza Miguel, MSc.  
DIRECTOR DE TESIS

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** Ibarra, a los 27 días del mes de marzo de 2023

**Luis Guillermo Flores Buitrón:** “EFECTO DEL PROPILENGLICOL EN EL PERIODO PARTO - CONCEPCIÓN EN VACAS MESTIZAS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, CARCHI” /Trabajo de titulación. Ingeniero Agropecuario.

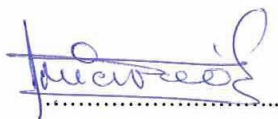
Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, a los 27 días del mes de marzo del 2023, 55 páginas.

**DIRECTOR (A):** Aragón Esparza Miguel, MSc.

El objetivo principal de la presente investigación fue: Efecto del propilenglicol en el periodo parto - concepción en vacas mestizas, en la parroquia el carmelo, Carchi.

Entre los objetivos específicos se encuentran:

- Analizar la relación de la ingesta de propilenglicol con los niveles de glucosa e insulina en el animal.
- Demostrar el efecto de la inclusión de propilenglicol en la actividad ovárica en el intervalo parto-primer servicio.



Aragón Esparza Miguel, MSc.  
**Directora de Trabajo de Grado**



Luis Guillermo Flores Buitrón  
**Autor**

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	III
ÍNDICE DE TABLA .....	III
INDICE DE ANEXOS.....	III
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
CAPÍTULO I.....	6
INTRODUCCIÓN .....	6
1.1 ANTECEDENTES.....	6
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	8
1.3 JUSTIFICACIÓN .....	9
1.4 OBJETIVOS .....	10
1.1. Objetivo general.....	10
1.2. Objetivos específicos.....	10
1.5 HIPÓTESIS .....	10
CAPÍTULO II .....	11
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Manejo Reproductivo.....	11
2.2. Eficiencia Reproductiva.....	11
2.3. Métodos de control y manejo del BEN durante el periodo de transición.....	20
2.4. Propilenglicol .....	21
2.4.1. Propiedades .....	21
2.4.2. Dosis de administración y aporte nutricional .....	22
2.5. MARCO LEGAL.....	23
CAPÍTULO III.....	24
MARCO METODOLÓGICO .....	24
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	24
3.1.1 Ubicación geográfica.....	24

3.2 MATERIALES .....	25
3.3 MÉTODOS .....	25
3.3.1 Factores en estudio.....	25
3.3.2 Diseño experimental .....	25
3.3.3 Características del experimento .....	26
3.3.4 Características de la unidad experimental .....	26
3.3.5 Análisis estadístico.....	26
3.3.6 Variables evaluadas.....	27
3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO .....	28
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>32</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Niveles de Glucosa en sangre .....	32
4.2. Nivel de insulina .....	35
4.3. Actividad ovárica.....	38
4.4. Días abiertos.....	40
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>41</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>41</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	41
5.2 RECOMENDACIONES.....	42
<b>CÁPITULO VI.....</b>	<b>43</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS VIII .....</b>	<b>47</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación del predio .....	24
<b>Figura 2</b> Medias de los niveles de glucosa a lo largo del tratamiento .....	33
<b>Figura 3</b> Porcentaje de animales con diferentes niveles de insulina grupo PPG .....	35
<b>Figura 4</b> Porcentaje de animales con diferentes niveles de insulina del grupo control .....	36
<b>Figura 5</b> Cantidad de animales con presencia de celos post parto.....	38

## ÍNDICE DE TABLA

<b>Tabla 1</b> Rangos para las variables desde lo ideal a lo problema.....	11
<b>Tabla 2</b> Materiales, equipos e insumos .....	25
<b>Tabla 3</b> Características de la investigación .....	26
<b>Tabla 4</b> Esquema de análisis de varianza (ADEVA) diseño completamente al azar.....	27
<b>Tabla 5</b> ADEVA para la variable Glucosa.....	32

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1</b> Escala de condición corporal de una hembra bovina adulta en producción de leche, siendo 1 la categoría más baja y 5 la categoría.....	47
<b>Anexo 2</b> Identificación de los animales de acuerdo al grupo perteneciente, cinta azul en el cuello del animal indica que pertenece al grupo control y la cinta roja en el cuello del animal indica que pertenece al grupo control. ....	47
<b>Anexo 3</b> Formulación del balanceado suministrado en el momento del ordeño a los dos grupos de animales en investigación.....	48
<b>Anexo 4</b> Pradera con mezcla forrajera suministrada a los animales en estudio. ....	48
<b>Anexo 5</b> Proceso de ultrasonografía para determinar el estado de gestación.....	49
<b>Anexo 6</b> Observación de estructuras de la placenta mediante ultrasonografía, significa un animal gestante.....	49

# “EFECTO DEL PROPILENGLICOL EN EL PERIODO PARTO - CONCEPCIÓN EN VACAS MESTIZAS, EN LA PARROQUIA EL CARMELO, CARCHI”

Flores-Buitrón, L.\*; Aragón, M.; Bonifaz, X.; y Vásquez, L.

Universidad Técnica del Norte

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

\* [lgfloresb@utn.edu.ec](mailto:lgfloresb@utn.edu.ec)

## RESUMEN

La reproducción bovina es un eje primordial para la producción, lo cual está basado en que el animal tenga una cría por año y así mantener la eficiencia del hato. En el postparto la hembra bovina reinicia sus funciones reproductivas para poder gestar nuevamente, sin embargo, el mal manejo preparto, que conlleva a un marcado balance energético negativo al momento del parto, El objetivo de la investigación fue probar el efecto del propilenglicol en el periodo post parto en vacas mestizas. Para esta investigación se utilizó 26 animales gestantes, los cuales de manera aleatoria se dividieron en dos grupos, en el grupo A, se incorporó a la dieta diaria 150 ml de propilenglicol y el grupo B fue el control. Los resultados muestran que el propilenglicol tuvo un efecto en las concentraciones de glucosa a partir del día 60 los niveles de glucosa en sangre fueron de 53mg/dl de glucosa hasta 63 ml/dl de glucosa siendo niveles superiores a los obtenidos por el grupo control donde el registro más alto de glucosa fue de 55mg/dl en el día 105. Para los niveles de insulina de manera similar en el grupo de propilenglicol los niveles más altos se registraron entre el día 60 a 120 post parto y en el grupo control a partir del día 105. El uso del propilenglicol es una buena alternativa para mejorar los niveles energéticos de los animales y como recompensa incrementar la actividad ovárica de las vacas luego del parto.

**Palabras claves:** Glucosa, insulina, actividad ovárica, días abiertos, parámetros reproductivos

## ABSTRACT

Bovine reproduction is a fundamental axis for production, which is since the animal has one calf per year and thus maintains the efficiency of the herd. In the postpartum period, the bovine female restarts her reproductive functions to be able to gestate again, however, poor prepartum management, which leads to a marked negative energy balance at the time of parturition, causing problems related to reproduction and fertility, increasing the number of days open, lower conception rate, which is why the use of supplements to the diets of the animals has been chosen, with the hope of improving energy levels. The objective of the research was to test the effect of propylene glycol in the postpartum period in crossbred cows. For this investigation, 26 pregnant animals were used, which were randomly divided into two groups: in group A, 150 ml of propylene glycol was incorporated into the daily diet and group B was the control. The results show that propylene glycol influenced glucose concentrations from day 60, blood glucose levels ranged from 53mg/dl of glucose to 63ml/dl of glucose, levels being higher than those obtained by the control group where the highest glucose record was 55mg/dl of glucose on day 105. For insulin levels, similarly in the propylene glycol group, the highest levels were recorded between days 60 to 120 postpartum and in the control group from day 105. The use of propylene glycol is a good alternative to improve the energy levels of the animals and as a reward we improve the ovarian activity of the cows after calving.

**Key words:** Glucose, insulin, ovarian activity, days open, reproductive parameters.

# **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTES**

En Ecuador, en el año 2021, las actividades agropecuarias representan un 7.7% de los aportes para la economía del país (Banco Central del Ecuador , 2021). En relación con el Producto Interno Bruto (PIB), y del 10.17% del PIB no petrolero del país. A pesar de ello, es un sector económico con alta vulnerabilidad, productiva y social. Tomando en cuenta esto, y que los actuales sistemas de producción ganadero primario bovino no han logrado alcanzar los criterios de productividad y sostenibilidad a comparación de países con sistemas de producción más intensivos.

Dentro del 92% de la ganadería ecuatoriana proviene de la agricultura familiar, pequeños productores que desarrollan estas actividades con la menor cantidad de tecnologías, con un manejo tradicional y empírico, los productos obtenidos son destinados para autoconsumo o intercambio con otros productos de primera necesidad (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2018). Cabe recalcar que los hatos bovinos en Ecuador fundamentalmente son mestizos, en el que se distinguen tres grupos de cruces: criollo con razas adaptadas a la producción de carne, como Brahmán, Santa Gertrudis y Charoláis; criollo con razas de doble propósito como Normando y Pardo Suizo; y criollo con razas productoras de leche, como Holstein y Jersey, que se localizan en los climas fríos (Sandoval, 2019).

La reproducción bovina es un eje primordial en la producción, el cual está basado en que el animal tenga una cría por año y así mantener la eficiencia del hato. Desde el punto de vista productivo la reproducción es un punto fundamental en una explotación productiva, existen diversas variables como son la cantidad de días abiertos, número de servicios, intervalo

parto-parto, con los que se puede determinar la eficiencia reproductiva de un hato ganadero (Álvarez y Villarreal, 2019).

En el postparto, las hembras bovinas reinician su función reproductiva para poder gestar nuevamente, para lograr esto es necesario una normal involución del útero y el rápido restablecimiento de la actividad ovárica (Slama, 1996), con lo que se alarga la vida útil de los animales, aprovechando el número de lactancias y la cantidad de crías por año. Para esto se utiliza diferentes parámetros sanguíneos para monitorear el estado metabólico del animal (Quintela et al., 2003) concentraciones sanguíneas de glucosa durante el periodo postparto y la involución del útero. En el estudio realizado por Soto et al. (1999), señalan que el valor promedio de glucosa sérica en los animales estudiados fue de  $49.18 \pm 18.05$  mg/dl, este valor está dentro del rango normal de los niveles de glucosa en sangre para bovinos adultos en producción.

Las vacas Holstein requieren para completar la involución uterina un periodo de 29.6 a 35.8 días (Sandoval, 2019). Así también Del Campo et al., (2016), probó el efecto del Glycoline® que el ingrediente activo es propilenglicol, en donde se midió las diferencias en el grado de involución uterina, se pudo observar que el 93.8% de las vacas del grupo Glycoline® presentaron involución uterina, en cambio, el 80.0% de las vacas del grupo control presentaron involución uterina, esto indicó que el Glycoline® tuvo un efecto sobre la involución del útero. Así mismo en la medición de los días abiertos en estos estudios se recopiló que en el grupo Glycoline ( $81.7 \pm 32.2$  días) y el grupo control ( $93.6 \pm 32.7$  días), y en comparación a los datos obtenidos en el estudio realizado por Balarezo et al. (2015), en la provincia del Carchi en Ecuador señalan que el promedio de días abiertos va de 125 a 127 días, siendo estos valores muy altos para los rangos óptimos que se deberían manejar en los hatos de producción bovina.

## 1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Uno de los principales problemas de las ganaderías es que tienen prolongado periodo entre partos (16 – 20 meses), causando principalmente por el retardo de las vacas para restablecer sus parámetros reproductivos después del parto, principalmente la actividad ovárica, las malas prácticas de manejo en los hatos bovinos predisponen infecciones, retenciones de placenta, servicios por concepción y días abiertos (Corea-Guillen et al., 2008). El manejo de los rejos de vacas preparto en muchos lugares va en contra de las necesidades nutricionales que requiere el animal para ganar las reservas de energía para el parto y la futura producción láctea.

La primera fase de la lactancia coincide con condiciones metabólicas adversas, originadas en el déficit energético ocasionado por el bajo consumo de energía y la producción lechera. En la investigación de Miettinen (1995), hace referencia que el Balance Energético Negativo (BEN) provoca cambios en concentraciones de glucosa y de hormonas relacionadas con el metabolismo intermediario de la energía. Por otro lado, Matthew (2008), afirma que en vacas con BEN los niveles de glucosa por debajo de 30 mg/dl reduce su fertilidad.

El principal problema que se deriva con una involución uterina lenta es la prolongación de los días abiertos en hatos, es la disminución de la producción anual de crías, con la consiguiente baja en el promedio de partos por vaca al año, situación que causa un menor aprovechamiento de la capacidad reproductiva de las vacas, se relacionan con las inadecuadas condiciones corporales, la detección y repetición de celos (Puentes, 2016). Este período está muy influenciado por la detección de celo, a su vez recibe una influencia del porcentaje de vacas vacías, cuando la tasa de detección de celos baja un 5%, la preñez se encarece entre 5 a 7 dólares por vaca, además la pérdida diaria por incremento de días abiertos corresponde a los litros que deja de producir la vaca, siendo el promedio de la zona de 12.74 litros/día a 0,40 centavos, nos daría un total de 6.37 dólares de pérdida diaria por animal (Balarezo et al., 2015).

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Para que una ganadería sea rentable es importante mantener los parámetros reproductivos ideales, de esta manera vamos a lograr alargar la vida útil de los animales teniendo picos de producción más largos, menor cantidad de días abiertos, mayor número de crías y por ende de lactancias. La problemática que se genera frente a un balance energético negativo posparto puede ser contrarrestado gracias a la adición de aditivos energéticos inmediatos en la alimentación. El uso de sustancias glucoplásticas como son el glicerol sintético, el propilenglicol y los compuestos propiónicos ayudan a prevenir los efectos del BEN en el postparto y enfermedades metabólicas (Romero, 2016).

Según Peralta et al. (2011), el propilenglicol (PPG) es un monopropilenglicol de alto grado de pureza destinado a aplicaciones de alimentación animal, usada para prevenir enfermedades metabólicas y rendimiento de la fertilidad postparto en hatos lecheros. Este precursor glucogénico tiende a absorberse en el rumen y posteriormente convertirse en glucosa, otra forma puede ser metabolizado parcialmente en el mismo rumen y transformado a propionato para luego ser absorbido de esta forma. De forma similar lo menciona Butler et al. (2006), que estima un 50% del PPG es metabolizado dentro de la primera y segunda hora post-alimentación; dentro de las tres horas luego del consumo se metaboliza entre el 80 y 90%.

El PPG tiene 2 mecanismos de acción: el primero se trata de un aumento de la cantidad de propionato y lactato producto de la gluconeogénesis (Castro, 2011), el segundo método es por el aumento de la concentración de insulina, a causa de que la generación de glucosa sanguínea. Con lo mencionado anteriormente se justifica el estudio realizado para validar el efecto del propilenglicol en el periodo parto -concepción, para mejorar los parámetros reproductivos, disminuir días abiertos, y aumentar la rentabilidad de los hatos bovinos, sobre todo en los hatos lecheros no intensivos que se maneja un promedio de 30 animales en producción de leche.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo general**

Efecto del propilenglicol en el periodo parto - concepción en vacas mestizas, en la parroquia el caramelo, Carchi.

### **1.2. Objetivos específicos**

- Analizar la relación de la ingesta de propilenglicol con los niveles de glucosa e insulina en el animal.
- Demostrar el efecto de la inclusión de propilenglicol en la actividad ovárica en el intervalo parto-primer servicio.

## **1.5 HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** El propilenglicol no tiene efecto en los niveles de glucosa y la relación en actividad ovárica durante la transición a la lactancia en vacas mestizas

**H<sub>a</sub>:** El propilenglicol tiene efecto en el aumento de los niveles de glucosa y la relación en la actividad ovárica durante la transición a la lactancia en vacas mestizas



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1. Manejo Reproductivo

El manejo reproductivo de cualquier hato bovino se fundamenta en un programa de diagnóstico, control reproductivo y buenos registros (Roa, 2006). La mayoría de las vacas bien manejadas deben empezar su ciclo estral entre la segunda y cuarta semana postparto, vacas que han experimentado problemas de salud durante el parto o que se encuentran en balance energético negativo se prolonga el retorno al ciclo reproductivo. El intervalo entre parto y concepción o días abiertos es un índice valioso que refleja la eficiencia en la detección del estro y la fertilidad del hato (Hernández, 2016).

### 2.2. Eficiencia Reproductiva

El comportamiento del hato tiene diversas variables cada una de las cuales se mide en rangos que van de lo indeseable a lo ideal, siendo lo primero un problema que se debería corregir para evitar pérdidas y buscando llegar a los parámetros ideales de manejo, en la tabla 1, se detalla algunos de los objetivos y metas a lograr para tener un hato que sea rentable (Gasque y Blanco, 2001).

**Tabla 1**  
*Rangos para las variables desde lo ideal a lo problema*

<b>Variable</b>	<b>Situación ideal</b>	<b>Meta Practica</b>	<b>Problema</b>
Edad al primer parto	23 a 24 meses	24 meses	más de 26 meses
Días abiertos	75 a 90	90 a 120	más de 140
Intervalo entre partos	12 meses	13 a 13.5 meses	más de 14 meses
Servicios por concepción	1.0	1.5 a 1.8	más de 2
Primer servicio post parto	de 60 a 75 Días	90 a 100 Días	más de 120 Días
Tasa de detección de celos	70%	70%	40%

Nota: Los rangos indicados para las diferentes variables, son una base para tomar como referencia al momento de manejar un hato ganadero. Fuente: Bulbarela, (2001).

Para conseguir la eficacia reproductiva dentro de un hato lechero se debe cumplir una seria práctica que inician desde días antes del parto, sin embargo, en esta investigación se hace énfasis en el manejo luego del parto, iniciando con las actividades fisiológicas que se presentan en el puerperio y la relación de los parámetros reproductivos que se manejan en general en los hatos lecheros.

### **2.2.1. Puerperio**

El puerperio es el periodo comprendido entre el parto y la presentación del primer celo visible, durante este periodo se definen dos procesos: la involución uterina y el inicio de la actividad ovárica, el manejo en vacas post parto es fundamental para evitar patologías y de esta manera buscar que los animales lleguen en condiciones óptimas para una nueva gestación luego del periodo de espera voluntario (Hernández, 2016).

### **2.2.2. Involución uterina**

El útero después del parto sufre modificaciones macroscópicas y microscópicas, hasta alcanzar las características de un útero no gestante, lo cual lleva de 30 a 45 días. Su peso y tamaño posparto disminuyen rápidamente como consecuencia de la atrofia de las fibras musculares, al mismo tiempo que el útero reduce su tamaño, el endometrio sufre un proceso regenerativo para estar en condiciones de albergar una nueva gestación (Hernández, 2016).

La involución es favorecida por las contracciones uterinas, las cuales facilitan la eliminación de fluidos y desechos, y reducen el tamaño del útero. La  $PGF2\alpha$  se secreta durante las tres primeras semanas posparto y se considera que su participación es necesaria para que la involución uterina ocurra normalmente (Bulbarela, 2001).

### **2.2.3. Intervalo parto primer estro**

Es el intervalo que transcurre entre el parto y la detección del primer calor. En bovinos productores de carne el reinicio de la actividad ovárica se retrasa con respecto a las vacas lecheras, esto se debe, entre otras causas, a la inhibición causada por el amamantamiento y las deficiencias nutricionales, dando como resultado que la primera ovulación y el primer estro postparto tarde meses en presentarse, que en condiciones tropicales puede ser de 3 meses o más (Bulbarela, 2001).

Los valores históricos de los parámetros reproductivos de los animales estudiados indican un intervalo parto al primer calor observado alrededor de 90 días, y unos días abiertos alrededor de 144 días (Evaluación reproductiva Interherd®, hato Paysandú 2008-2009). Según Miettinen (1995), sería ideal que los días abiertos estén en menos de 110 días, y el intervalo parto primer calor observado, alrededor de 45 días.

López (2006), evaluó el efecto de la suplementación con PG sobre el intervalo parto primer celo, sin encontrar efectos significativos. De manera contradictoria Formigoni et al. (1996) reporta que al día 96 posparto una baja proporción de animales suplementados con PG fueron acíclicos en comparación con animales control. De forma similar, Butler et al. (2006) administraron una dosis diaria de 518 g de PG que resultó en una disminución del intervalo a la primera ovulación posparto (32 versus 44 días); la primera fase lúteal fue más larga en animales suplementados con PG (13.4 versus 7.3 días), reflejándose en una mejor función lúteal.

#### **2.2.4. Intervalo día parto primer servicio**

Es el intervalo desde el parto hasta que se da el primer servicio, lo ideal es que este indicador no sea mayor de 85 días, las causas más comunes por las que se alarga son las infecciones uterinas que se ocasionan retrasos en la involución uterina y por la mala detección del estro(Quinteros et al., 2017). Se recomienda iniciar la monta después de los 45 días del parto y lo ideal sería lograr la preñez 80 días después del parto para que sumados a los 285 días que en promedio dura la gestación, se tenga periodos de intervalos entre partos de 365 días (Chilpe et al., 2015).

#### **2.2.5. Días abiertos**

El promedio de días abiertos en todo hato puede ser un dato engañoso debido a que en ocasiones los datos incluyen animales que no han sido confirmada su preñez, en este parámetro se busca tener cantidad de días que no excedan los 100 días post parto, con lo que se aprovecha más la vida útil de los animales y se busca tener mayor número de lactancias (Chilpe et al., 2015).

#### **2.2.6. Detección de celos**

Para incrementar la vida productiva de una vaca debe ser servida entre los 80 y 90 días luego del parto. Esto le permitirá producir un nuevo ternero cada 12.5 a 13 meses. Intervalos entre partos más largos poseen un efecto negativo en la vida productiva de la vaca. Ya sea que el productor utilice inseminación artificial o servicio natural, la detección de celo es un componente crítico de un buen manejo reproductivo en la explotación lechera. Cualquiera que sea el caso, el registro de las vacas en celo o fechas de servicio es necesario para predecir celos futuros (Rosales et al., 2017).

### **2.2.7. Niveles energéticos**

La cantidad de energía disponible antes y después del parto, influye sobre el reinicio de la actividad ovárica postparto y la consiguiente presentación del primer estro. Las vacas que pierden peso antes y después del parto entran en anestro prolongado, lo cual representa una mayor dificultad para quedarse gestantes, ocasionando pérdidas económicas por reducción del número de crías durante su vida útil, este efecto se agudiza en vacas primerizas sobre todo bajo condiciones de alimentación deficiente. Existe una notable mejoría en la eficiencia reproductiva cuando los animales aumentan de peso después del parto (Chilpe et al., 2015).

El período de tiempo más crítico para la salud de una vaca y su desempeño futuro es el período periparto y el período de lactancia temprana (Sepúlveda et al., 2019). Durante ese tiempo, la vaca moviliza las reservas corporales debido a su incapacidad para satisfacer las demandas de energía únicamente de la energía del alimento consumida. Este estado se conoce como BEN (Slama, 1996).

Como se sabe existe una gran demanda de energía, proteínas y minerales desde el complejo Feto-Placentaria en las vacas la cual se incrementa a medida que transcurre la gestación. Al final de la etapa gestacional el desarrollo fetal requiere aproximadamente 0.92 Mcal de Energía, 135 gramos de proteína, 11 gramos de calcio, 6 gramos de Fósforo y 0.4 gramos de Magnesio por día. Pero estos requerimientos metabólicos se elevan significativamente en la producción del calostro (Chilpe et al., 2015).

Después del parto y durante el período de alta producción lechera y déficit energético, el útero, los ovarios y el eje hipotálamo-hipófisis deben restablecer su actividad. En este período se esperan la maduración hormonal del eje hipotálamo-hipófisis, cambios morfológicos e histológicos en el útero y el establecimiento de la nueva población folicular en el ovario que conducirá a la primera ovulación. Todo esto puede ser afectado por el BEN.

La concentración de glucosa en sangre se mantiene en niveles normales principalmente a través de la acción de dos hormonas, a saber, insulina y glucagón. Cualquier elevación en la concentración de glucosa en sangre conduce a la producción de insulina en las células beta pancreáticas. La insulina promueve la captación de glucosa en las células diana, por ejemplo, las del hígado, los músculos y el tejido graso, y promueve la conversión de glucosa en glucógeno (glucogénesis) en el hígado (Quinteros et al., 2017). Cuando la concentración de glucosa en sangre es baja, las células alfa pancreáticas producen glucagón. El glucagón aumenta la concentración de glucosa plasmática al estimular la generación de glucosa a partir de sustratos que no son carbohidratos (gluconeogénesis) y la degradación del glucógeno en glucosa (glucogenólisis) en el hígado (Hoedemaker et al., 2004). En el modelo aquí, la dinámica de las concentraciones de insulina y glucagón en sangre está determinada por sus tasas de secreción.

Varios estudios han demostrado que el estado metabólico tiene una gran influencia en el crecimiento del ganado y en el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. Durante el balance energético negativo, que puede ser causado, por ejemplo, por restricciones dietéticas o alta producción de leche, se produce un cambio notable en los niveles de los componentes

metabólicos IGF-1, insulina y glucosa en la circulación sistémica, que a su vez influye en los niveles. de hormonas reproductivas y desarrollo folicular (Butler et al., 2006)

En condiciones normales estos animales sufren un balance energético negativo que sucede por falta de componentes energéticos, los animales que se estudiaran podrían sufrir esta condición debido a que son animales seleccionados para altas producciones de leche. Esta condición afecta directamente la fisiología del animal, haciendo que realice ajustes como es el caso de la utilización de reservas corporales para la producción de leche (Sánchez, 2010).

Un estudio hecho por Perdomo et al. (2017), indicó que las concentraciones plasmáticas de glucosa y de insulina alcanzaron su punto máximo en los primeros 90 minutos después de la administración vía oral de la PPG. Los picos de glucosa y la insulina en los primeros 90 min tras la administración oral de PPG indican que es fácilmente disponible para la vaca y la mayoría del compuesto es rápidamente absorbido en el rumen y utilizado por el hígado para la gluconeogénesis. Los diversos resultados obtenidos con la suplementación con PPG pueden fundamentarse en lo anteriormente descrito; pues autores Rivas et al. (2001) midieron la insulina sérica dentro de las tres primeras horas luego de la administración de PPG, mientras que otros autores Miettinen et al. (1995) tomaron la muestra más de 4 horas después, esperando el pico de producción de insulina. Los resultados obtenidos por Perdomo et al. (2017) no son consistentes con los obtenidos por estos autores, ya que la metodología de la toma de muestra y el tiempo de medición no son similares, es así como para Perdomo et al. (2017) el muestreo se realizó entre 5 y 6 horas luego de la administración de PPG momento en el cual es muy probable que los valores de insulina plasmática hayan retornado a valores similares en todos los tratamientos.

De acuerdo a Miettinen et al. (1995) informó que el IGF-1 se correlaciona positivamente con el nivel de ingesta de alimento. Los autores argumentan que la concentración plasmática de IGF-1 aumenta transitoriamente durante la fase folicular y disminuye durante la fase lútea del ciclo estral, es decir, los niveles de IGF-1 disminuyen cuando aumenta la progesterona (P4). Por otro lado, el IGF-1 es más bajo durante la lactancia temprana cuando no hay P4 en circulación, y más alto al final de la lactancia (Miettinen et al., 1995). En particular, una disminución de las concentraciones de insulina y glucosa en sangre en el ganado posparto se asocia con la disminución de IGF-I (Sánchez, 2010).

La glucosa es el principal sustrato energético en el ovario bovino, los niveles bajos de glucosa e insulina durante la lactancia temprana no son compatibles con la actividad ovárica debido a los requerimientos de estos por el ovario. Estudios recientes han destacado el rol de la insulina en la disminución del intervalo entre parto y la primera ovulación tanto en ganado de carne como en ganado lechero. La insulina interactúa con la reproducción tanto en hipotálamo y a nivel de ovario. Cuando hay déficit de insulina, se afecta la función del eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, pero las alteraciones de estos mecanismos hipotalámicos son desconocidas. Estudios In vitro con inclusión de insulina en fragmentos de tejido hipotalámico de hembras de rata adulta ovariectomizadas, han demostrado un aumento de la liberación de GnRH en respuesta a la insulina (Quinteros et al., 2017) Adicionalmente, estudios en ovejas diabéticas han demostrado la necesidad de la insulina para la secreción pulsátil de LH (Ortiz et al., 2005).

El contenido de glucosa en la ingesta de materia seca tiene un efecto sobre el ciclo estral. En la subsección anterior, se demostró que disminuir c 0 de 0.3 a 0.2 prolonga la fase de balance energético negativo. Una disminución de las concentraciones de glucosa e insulina en



sangre se asocia con una disminución de IGF-I. Como consecuencia, se producen períodos de anestro posparto alargados. Del mismo modo, (Rosales et al., 2017), resumió que la NEB conduce a concentraciones bajas de insulina en sangre, lo que a su vez evita un aumento en la secreción de IGF-1, lo que resulta en una reanudación tardía de la ciclicidad ovárica (Sandoval, 2019).

Las concentraciones promedio de insulina oscilaron entre 3.3 y 5.7 UI / ml. Las concentraciones séricas de insulina no se afectaron significativamente con el nivel de inclusión de propilenglicol. El promedio aritmético más alto se observó con 700 g de PG. Estos valores están acordes con lo reportado por otros autores. Galvis et al. (2007) reportaron cantidades de insulina plasmática de alrededor de 3.5 y 4.56 UI / ml entre 12 días antes del parto hasta el día 24 posparto, estos mismos autores no encontraron diferencias entre períodos de muestreo. Por su parte, Pinto-Santini et al. (2009) reportó valores normales en ganado bovino entre 0 y 5 UI/ml lo que indica que los valores encontrados en esta investigación están acordes con los reportados por estos autores.

Estudios realizados por Chung et al. (2007), mostraron que la concentración de insulina aumentó en un 200 a 400 % a los 30 minutos posteriores a la administración del compuesto, usando dosis desde 307 hasta 1 036 g. El momento de la toma de la muestra después de la administración de PPG y la forma de administración puede afectar la concentración plasmática de insulina. Estos autores encontraron que la insulina plasmática fue mayor cuando se administró el PPG en forma oral o intraruminal, comparado con la administración con la mezcla de la ración. Se puede sugerir que las principales condiciones para no encontrar aumento en los niveles de insulina plasmática en esta investigación son: la forma de suministro, ya que se dio mezclado con la ración; adicionalmente, las dosis utilizadas en la presente investigación fueron

inferiores a las reportadas en la literatura como capaces de elevar significativamente las concentraciones plasmáticas de insulina.

La longitud del anestro posparto en las simulaciones concuerda con la literatura. En estudios basados en perfiles de progesterona posparto, se demostró que del 90 al 95% de las vacas lecheras posparto han reanudado los ciclos ováricos el día 50 después del parto (Bulbarela, 2001). Por lo tanto, una vaca lechera posparto se considera "normal" si ha reanudado la ciclicidad ovárica el día 50 posparto y continúa ciclando a intervalos regulares de aproximadamente 21 días.

### **2.3. Métodos de control y manejo del BEN durante el periodo de transición**

La presencia del BEN durante el periodo de transición depende exclusivamente de la calidad y cantidad de la dieta ofrecida, siendo ésta el punto clave para su prevención, ya que un adecuado manejo de la alimentación en el periodo de transición conlleva al éxito de las ganaderías (Romero, 2016).

La problemática que se genera frente a un balance energético negativo puede ser contrarrestado gracias a la adición de aditivos energéticos en la alimentación; el uso de sustancias glucoplásticas como son el glicerol sintético, el propilenglicol y los compuestos propiónicos ayudan a prevenir los efectos del BEN en el postparto y enfermedades metabólicas. Otros compuestos son los suplementos con grasas en el alimento, el cual eleva el nivel de energía, usados de manera profiláctica para el control del BEN (Castro et al., 2017). Otra fuente energética es el uso de almidón como fuente de glucosa después del parto; un ejemplo claro es la suplementación de maíz triturado húmedo que se degrada con mucha facilidad en el rumen y a su vez de fácil absorción como ácido propiónico (Romero, 2016).

## **2.4. Propilenglicol**

En épocas de escasez de forrajes, se presenta un bajo nivel nutricional, que causa anestro y reducción en el porcentaje de concepción. La función reproductiva mejora al proporcionar suplementación alimenticia antes y después del parto.

El propilenglicol es un monopropilenglicol de alto grado de pureza destinado a aplicaciones de alimentación animal; elaborado por la hidrólisis del óxido de propileno a altas temperaturas y alta presión con abundante agua; es un producto destilado con una pureza mínima de 99.7% (Gasque y Blanco, 2001). usada para prevenir enfermedades metabólicas y rendimiento de la fertilidad postparto en hatos lecheros (Peralta et al., 2011). Desde la década de los 50 se empezó a utilizar PG para el tratamiento de la cetonemia; hoy en día el uso es más común y ha mostrado una respuesta favorable frente al bajo Consumo de Materia Seca (CMS), contrarrestando así los efectos del BEN.

### **2.4.1. Propiedades**

Se trata de un líquido dulce, incoloro, higroscópico, viscoso, sin olor, soluble en agua y con propiedades gluconeogénicas (Butler et al., 2006). Este precursor glucogénico tiende a absorberse en el rumen y posteriormente convertirse en glucosa, otra forma puede ser metabolizado parcialmente en el mismo rumen y transformado a propionato para luego ser absorbido de esta forma Butler et al. (2006), estiman que el 50% del PPG es metabolizado dentro de la primera y segunda hora post-alimentación; dentro de las tres horas luego del consumo se metaboliza entre el 80 y 90%. El PPG permite disminuir la concentración de

NEFAs en la sangre al aumentar la cantidad de glucosa y a la vez la producción de insulina en el parto (Molina-Coto et al., 2018).

El PPG ejerce su acción por medio de 2 mecanismos de acción: el primero se trata de un aumento de la cantidad de propionato y lactato producto de la gluconeogénesis (Formigoni et al., 1996). El segundo método es por el aumento de la concentración de insulina, a causa de que la generación de glucosa sanguínea, luego de la administración de PG, produjo que disminuya la captación de glucosa por los tejidos periféricos (Castro et al., 2017).

#### **2.4.2. Dosis de administración y aporte nutricional**

El producto se puede ofrecer vía oral mezclado con el alimento concentrado. La cantidad para ofertar varía desde los 100g hasta 750g según Castro et al. (2017). Dosis altas de entre 800g y 1 800g de PG provocan salivación y ataxia en vacas secas (Chung et al., 2007). La energía que genera el PGG es de 4.7kcal de ENL (energía neta de lactancia) por cada ml del producto. En el Ecuador, Bulbarela (2011), realizó estudios sobre el efecto del propilenglicol y grasa by pass sobre la actividad ovárica en vacas Holstein en el post-parto, obteniendo resultados significativos en la presentación del primer celo post parto.

## **2.5. MARCO LEGAL**

Tomando en cuenta que la Constitución de la República del Ecuador es la norma suprema, haciendo énfasis a los artículos 13 y 32 manifiestan que, los ciudadanos tienen derecho a la obtención de alimentos saludables y nutritivos de origen local, y por lo cual la salud de los ecuatorianos se encuentra garantizada por el estado. Siendo así, el tema de la presente investigación buscar dar alternativas de mejora para la obtención de productos de origen animal buscando tener mejores niveles de producción (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En la ley de fomento y desarrollo agropecuario (1994), se menciona en el art.3 que las personas naturales o jurídicas que se dediquen a las actividades agropecuarias o presten servicios a este sector, contarán con beneficios por esta ley, además en el art.4 menciona que el ministerio de agricultura y ganadería tendrá como prioridad para la investigación temas relacionados a productos alimenticios básicos, productos a la exportación y materias primas, siendo este último apartado el que involucra la producción ganadera como fuente de materia prima tanto en leche o producto cárnico.

Por otra parte dentro de la misma ley antes mencionada en su Art.5 se hace énfasis en la investigación agropecuaria que se orientara en elevar la productividad mediante la adopción de tecnologías de fácil difusión y aplicación, en el caso del tema de investigación se relaciona con la busca de la mejora de la producción, buscando alternativas para la disminución de los días abierto y disminuyendo los intervalos parto a parto, adicionado al artículo antes mencionado dentro de la ley de fomento y desarrollo agropecuario se resalta en el Art.43 que es obligación de los productores velar por la salud de sus animales esto tienen relación directa con la base de esta investigación por que se buscó formas de mejorar la condición corporal de los animales velando por el bienestar de los mismos.

# CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

## 3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

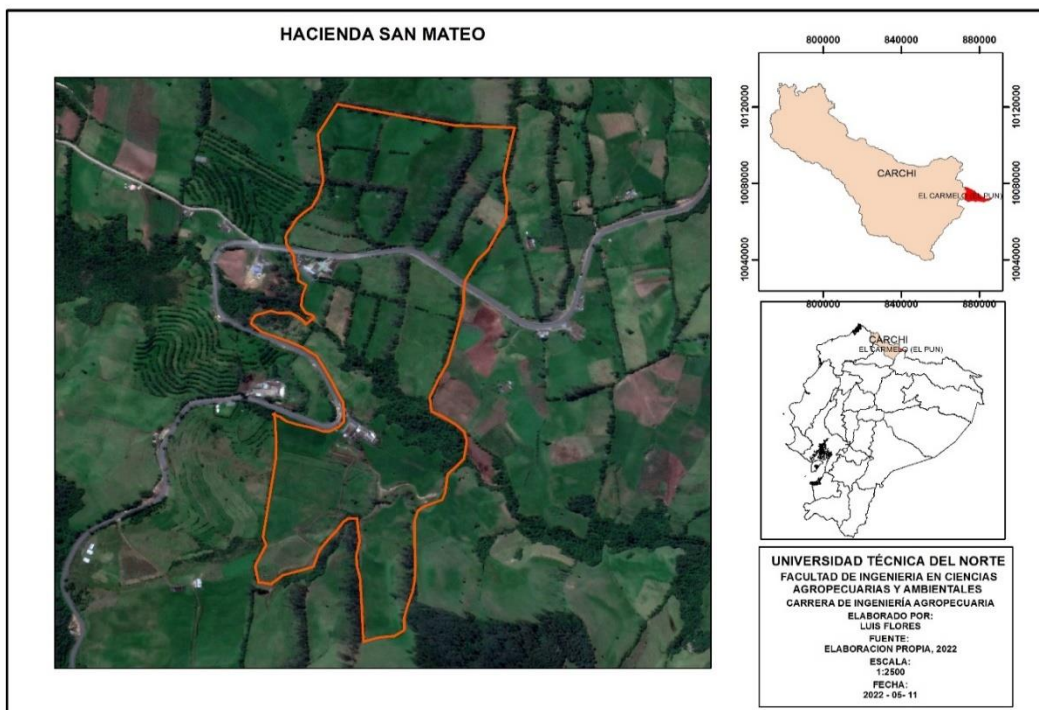
El estudio se lo realizó en la hacienda “San Mateo” localizada en la parroquia el Carmelo que pertenece al cantón Tulcán, provincia del Carchi.

La parroquia se encuentra al Nor- Oriente del Cantón Tulcán - **Provincia del Carchi**. Superficie de 51.2km<sup>2</sup> con un rango de latitud 2440 a 3640 m.s.n.m. Su cabecera se encuentra entre 2600 a 2800 m s.n.m. **Clima:** Helido Húmedo, páramo montano con una temperatura de 10°c

### 3.1.1 Ubicación geográfica

En la siguiente ilustración se da a conocer la ubicación del predio donde se realizó la investigación (Figura 1).

**Figura 1**  
*Ubicación del predio*



Nota: En la figura se detalla la ubicación y extensión del predio donde se realizó la investigación.

### 3.2 MATERIALES

Para el desarrollo de la presente investigación se hizo uso de los siguientes materiales, con los cuales se procedió a medir algunas de las variables para ser analizadas (tabla 2).

**Tabla 2**

*Materiales, equipos e insumos*

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>	<b>Herramientas</b>
Planilla de registro	Glucómetro	Propilenglicol	Nariguera
Agujas	Ecógrafo		Cuerda
Capuchones			
Jeringuillas desechables			
Guantes ginecológicos			

Nota: En la tabla se detalla los materias, equipos, insumos y herramientas que se utilizaron para realizar la investigación.

### 3.3 MÉTODOS

Es una investigación para evaluar el efecto del propilenglicol en los niveles de glucosa e insulina y la relación que tiene en la actividad ovárica juntamente con los parámetros reproductivos del animal. para medir los intervalos parto primer celo, parto primer servicio

#### 3.3.1 Factores en estudio

El factor de estudio constó de dividir en dos grupos a los animales, el uno con la ingesta de propilenglicol y el otro grupo fue el control sin la ingesta de propilenglicol.

Factor: PPG

Nivel 1: Con PPG (150 ml)

Nivel 2: Sin PPG (0 ml)

#### 3.3.2 Diseño experimental

En la presente investigación se trabajó con un diseño completamente al azar, con 2 tratamientos y 26 unidades experimentales.

El análisis se trabajó una prueba de Fisher al 5%.

### 3.3.3 Características del experimento

Las características de la presente investigación se detallan de la siguiente manera en la tabla 3.

**Tabla 3**  
*Características de la investigación*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>
Número de tratamientos	2
Número de repeticiones	2
Número de unidades experimentales	26

Nota: La tabla describe los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales.

### 3.3.4 Características de la unidad experimental

Cada animal que se seleccionó para la investigación se lo maneja como una unidad experimental, para esto el animal tenía que cumplir las siguientes características: estar en el último tercio de la gestación, tener una condición corporal similar (3.25 – 3.75), número de partos (1-3) y no ser de un linaje puro es decir que la procedencia racial sea un cruce de dos razas no puras para ser considerada como un animal mestizo.

### 3.3.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico se lo realizó mediante la prueba Fisher al 5%, además para las variables cualitativas se obtuvo tablas de frecuencia y las correlaciones obtenidas para los resultados obtenidos de la ingesta o sin la ingesta del propilenglicol. El análisis se lo realizó en el software infostat en la versión 2018. En la siguiente tabla se explica los grados de libertad en el esquema de ADEVA (Tabla 4).



**Tabla 4**

*Esquema de análisis de varianza (ADEVA) diseño completamente al azar.*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>
Factor	1
Errores	18
Total	19

Nota: En esta tabla se describe los valores de ADEVA, que se manejan en la investigación.

### **3.3.6 Variables evaluadas**

#### **a) Nivel de glucosa en sangre**

Se lo midió con la ayuda del **Accu-Chek Guide** que facilita la medición de glucosa en campo. brinda información completa y detallada de los niveles de glucosa, respaldados por el cumplimiento de la norma ISO 15197:2013/2015.

#### **b) Nivel de insulina**

Los niveles de insulina se los midió de manera cualitativa dependiendo de la cantidad de glucosa en sangre, se tomó como base rangos de bajo (< 40mg/dl de glucosa), normal (entre 40 y 69 mg/dl de glucosa) y alto (>70mg/dl de glucosa).

#### **c) Actividad ovárica**

Para esta variable se registró la presencia de estructuras ováricas, mediante palpación rectal y ultrasonografía. La presencia de estructuras como folículos o cuerpo lúteo son indicadores de que el ovario está en actividad, en cuanto a la falta de presencia de estructuras ováricas son señal de una ausencia de actividad ovárica.

#### **d) Detección de celo**

Para detectar el celo se observó a los animales para determinar la presencia de sintomatología de calor, principalmente secreción de mucosa por la vulva, acción de montar o dejarse montar, nerviosismo, mayor atención cognitiva.

**e) Intervalo parto – primer celo**

Se registró el tiempo de aparición del primer celo tomando como día 0 el parto. Las vacas fueron observadas 3 veces al día (am/pm y medio día), para identificar si presentaban sintomatología de celo o calor.

**f) Intervalo parto – primer servicio**

Se registró el tiempo que trascurre desde el parto hasta que la vaca sea inseminada.

**g) Intervalo parto – concepción**

Tiempo transcurrido desde el parto hasta la confirmación de preñez, la cual se realizará 45 días luego de la inseminación. Para la confirmación de preñez se realizó por medio de palpación rectal y ultrasonografía.

**h) Condición corporal**

Medición subjetiva en la cual se hace relación la estructura corporal y la acumulación de grasa en puntos estratégicos del animal para hacer la evaluación mediante la comparación a la tabla establecida con la escala de 1 a 5 para la condición corporal de animales en producción. Ver anexo 1.

### **3.4 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

**a) Selección de los animales**

La investigación inició con la selección de 26 animales, con las siguientes características condición corporal entre 3.5 a 3.75 de acuerdo con la escala de 1 a 5 de condición corporal, que estén dentro del segundo y tercer parto. Y sobre todo que las vacas se encuentren gestantes pasando por el último tercio de la gestación.

Al momento de seleccionar los animales con los que se iba a trabajar en la investigación se buscó la mejor manera para tener la menor cantidad de variación entre animales, por lo tanto,

dentro del grupo de vacas gestantes se determinó ciertos parámetros como: número de partos (entre 2 y 3), que el animal se encuentre en el último tercio de la gestación y con una condición corporal similar entre todos los individuos (entre 3.5 y 3.75), que debían cumplir los animales para ser utilizados en la investigación.

#### **b) Identificación de los animales**

Para iniciar la fase de campo, luego de que las vacas entren en parto se procedió a dividir a los animales en dos grupos, un grupo con la incorporación de PPG a la dieta (Grupo 1) y el otro grupo para el control sin PPG (Grupo 2). Y para facilitar la identificación del animal se colocó una cinta de color rojo para el grupo 1 y una cinta de color azul para el grupo 2. Ver anexo 2.

#### **c) Plan Sanitario**

El manejo sanitario post parto constó de aplicación de vitaminas AD3E vía parenteral intramuscular profunda se aplicó 5 ml de medicamento/animal/ en dosis única (equivalente a 2.500.000 UI de vitamina A, 375.000 UI de vitamina D3 y 250 mg de vitamina E). Este proceso se lo realizó 30 días luego del parto. Cabe recalcar que este proceso fue similar para todos los animales en estudio.

#### **d) Manejo alimenticio**

El manejo un fue diferenciado, no se alteró la dosis de forraje la cual se basó en un 70% gramíneas, 20% leguminosas y 10% arvenses. Procurando llegar a la ingesta de la dosis diaria requerida la cual costa del 10% +10 del peso vivo del animal. además, en el momento del ordeño tanto matutino como vespertino se adicionó concentrado durante toda la investigación, con una dosis de 200g, la formulación del balanceado contó de 14.5% de proteína, 5.6% de grasa y 9.3% de fibra. Ver anexo 3

Juntamente con el concentrado se adicionaba a la dieta diaria de las vacas en estudio 50g de sal mineral, con una composición de 20% de calcio, 10% de fosforo, 5.5% de cloro, 3.5% de sodio, 1% de azufre y micro minerales.

El consumo de agua fue a voluntad, con la ayuda de bebederos ubicados en el potrero donde se encontraban los animales.

#### **e) Aplicación del tratamiento**

Una vez seleccionados los animales conforme se iban produciendo los partos, a los animales se les fue suministrado 150ml de PPG al momento del ordeño de la mañana todos los días durante 120 días post parto, la suministración fue vía oral.

En cuanto a los animales del grupo control no se incorporó ningún producto a la dieta normal.

#### **f) Muestreo de glucosa en sangre**

A partir del día cero o parto se realizó con una frecuencia de 15 días hasta los 120 días post parto, este muestreo consistió en extraer 1ml de sangre de la vena coccígea y proceder con una prueba de campo con un Glucómetro GE100, dando como respuesta la concentración de glucosa en mg/dl (miligramos por decilitro de sangre), el total de mediciones fueron 9 para los dos tratamientos, el primer muestreo se lo realizo con un periodo máximo comprendido en 8 horas post parto, cuando la vaca entraba en parto en horas de la noche.

#### **g) Niveles de insulina**

La medición de los niveles de insulina se realizó 9 veces cada 15 días desde el momento del parto hasta el día 120 post parto, para realizar el cálculo se hizo un análisis de la concentración de insulina y luego clasificar de manera cualitativa en niveles: alto, normal y bajo.

#### **h) Manejo reproductivo**

Trascurrido el tiempo de puerperio, los animales que tenían buena involución uterina al momento de presentar la sintomatología propia del celo se procedieron a calcular el tiempo transcurrido desde el parto al primer celo post parto y registrarlo. La fertilización de estos animales se realizó mediante inseminación artificial.

#### **i) Confirmación de preñez**

Pasado 45 días de la inseminación se procedió a realizar palpación rectal acompañada con ultrasonografía para determinar si existió fecundación y presencia de vesícula que evidencie que la vaca está gestante.

#### **j) Duración de la investigación**

Todo el proceso de la investigación duró aproximadamente 6 meses, el proceso de muestreos fue de 120 días por animal, el motivo de la duración fue que las vacas no culminaron su gestación al mismo tiempo, sin embargo, hubo presencia de grupos de entre 6 a 8 animales por mes.

#### **k) Análisis de los resultados**

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el análisis estadístico, con una prueba fisher al 5%, midiendo la interacción entre las variables cuantitativas, y para las variables cualitativas se obtuvieron tablas de frecuencia y se analizaron las correlaciones existentes entre las variables. Todos los análisis se realizaron en el software Infostat versión 2018.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Niveles de Glucosa en sangre

En la investigación se probó el efecto de la inclusión de Propilenglicol (PPG) en la dieta de vacas mestizas en la parroquia el Carmelo, provincia del Carchi, donde se obtuvo los siguientes resultados:

Los resultados del análisis de varianza para la variable glucosa, indica que existe interacción entre los factores 120 días post parto y tratamiento ( $p=0.0393$ ), con lo cual se evidencia que la incorporación del PPG tuvo un efecto en los niveles de glucosa en sangre en las vacas evaluadas, se aplicó la prueba de ADEVA que muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5**  
*ADEVA para la variable Glucosa*

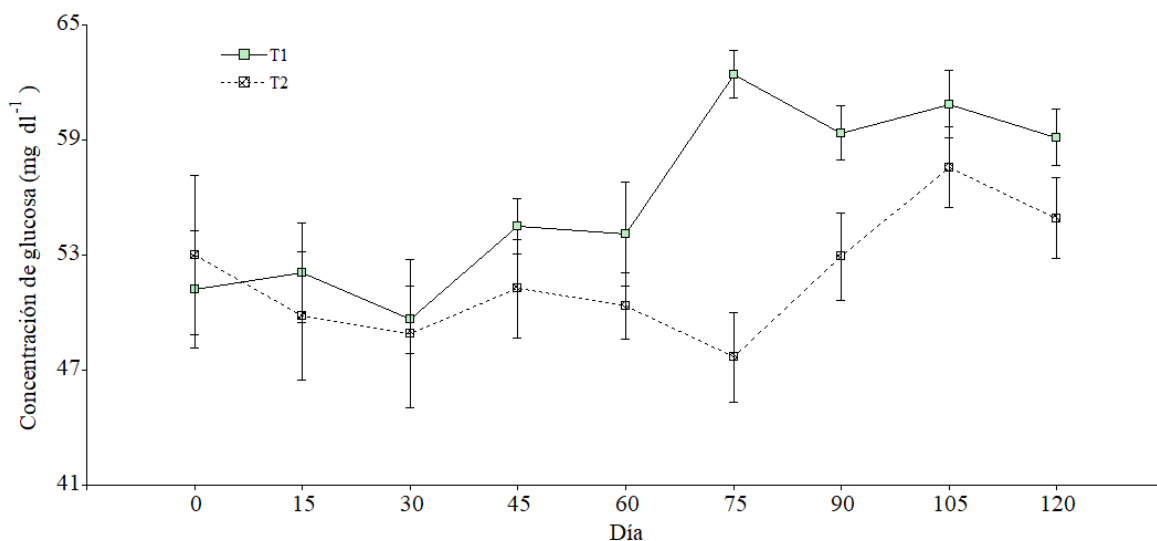
Fuentes de variación	Grados de Libertad FV	Grados de variación error	F-value	p-value
Días post parto	8	203	4.20	0.0001
Tratamiento	1	203	15.72	0.0001
Días: tratamiento	8	203	2.08	0.0393

Nota: Se describe el ADEVA para la variable glucosa, el p-value indica que existe una interacción entre los días y el tratamiento para esta variable.

En la figura 2 se representa la variación de los niveles de glucosa a lo largo de la investigación desde el día 0 (parto) hasta el día 120 post parto; las pruebas de medias de LSD Fisher ( $\alpha=0,05$ ) muestra que los animales sometidos a la ingesta del PPG tuvieron mayores niveles de glucosa en sangre a comparación de los animales que no tuvieron ingesta de PPG

**Figura 2**

*Medias de los niveles de glucosa a lo largo del tratamiento*



Nota: T1: tratamiento con 150ml de propilglicol; T2: tratamiento control.

En el día 0 la primera medición para la variable niveles de glucosa se la realizó en las primeras horas luego del parto, tomando en cuenta partos nocturnos. Dando similares niveles en los dos tratamientos T1 y T2, con promedios de 50mg /dl y 53mg/dl respectivamente.

En el periodo comprendido entre el día 15 y 60 los niveles de glucosa se mantuvieron semejantes sin llegar a tener diferencias significativas. Sin embargo, el grupo T1 tuvo promedios superiores al grupo T2 a lo largo de la investigación.

Al llegar al día 75 en el tratamiento T1 con la inclusión de 150ml de PPG, se registró un incremento en los niveles de glucosa llegando a marcar una media de 63 mg/dl de glucosa a comparación del T2 sin la inclusión de PPG en donde los niveles obtenidos son de 48 mg/dl de glucosa, en este periodo de tiempo se llega a tener los picos de producción láctea y una demanda más alta de energía.

Al día 105, el T1 mantuvo niveles similares con promedios de 59 mg/dl de glucosa, en el T2 hay un comportamiento distinto al presentarse un incremento en los niveles de glucosa llegando a incrementar a 55mg/dl de glucosa, este incremento se da al empezar a estabilizar la producción de leche y la demanda energética por parte de la glándula mamaria disminuye.

Quinteros et al. (2017), donde midió los niveles de glucosa como perfil metabólico de 4 genotipos de vacas lecheras en condiciones de pastoreo en la amazonia ecuatoriana, obteniendo como resultados al Día 0, 30, 60 y 90 promedio de 46.84 mg/dl, 43.54 mg/dl, 47.56 mg/dl y 50.26 mg/dl respectivamente, al igual que Rosales et al. (2009) en su estudio realizado en Loja con 40 vacas Holstein Friesian donde tomó muestras sanguíneas después del ordeño y determinó a los días 15, 30 y 45 los siguientes promedios de glucosa en sangre 47.90 mg/dl, 47.09 mg/dl y 46.43 mg/dl respectivamente son valores cercanos a los obtenidos por el grupo T2 o control en la presente investigación. Además, Pinto-Santini et al. (2009), Resalta que los niveles de glucosa post parto oscilan entre 52 mg/dl y 70 mg/dl hasta el día 90 post parto con esto corroboró que los datos obtenidos tanto para el grupo T1 y T2 no están fuera de rangos mencionados por otros autores.

Los autores antes citados mencionan que los niveles bajos de glucosa son bajos debido a que se ve afectada por una demanda energética por parte de la glándula mamaria para comenzar un periodo de producción láctea, acompañada en muchas ocasiones por bajos niveles nutritivos del alimento suministrado a las vacas. Por este motivo en la actualidad se está optando por suplementos nutricionales como el PPG para corregir estas deficiencias energéticas, de acuerdo con Hordemaker et al, 2004, el propilenglicol disminuye el efecto negativo en balance energético luego del parto.

Castro et al, 2017, señala que el estado nutricional y metabólico tienen relación con el eje reproductivo, cambios en la dieta puede inducir respuestas rápidas en los niveles metabólicos, además la cantidad de energía en forma de glucosa tienen relación directa con el eje reproductivo del animal.



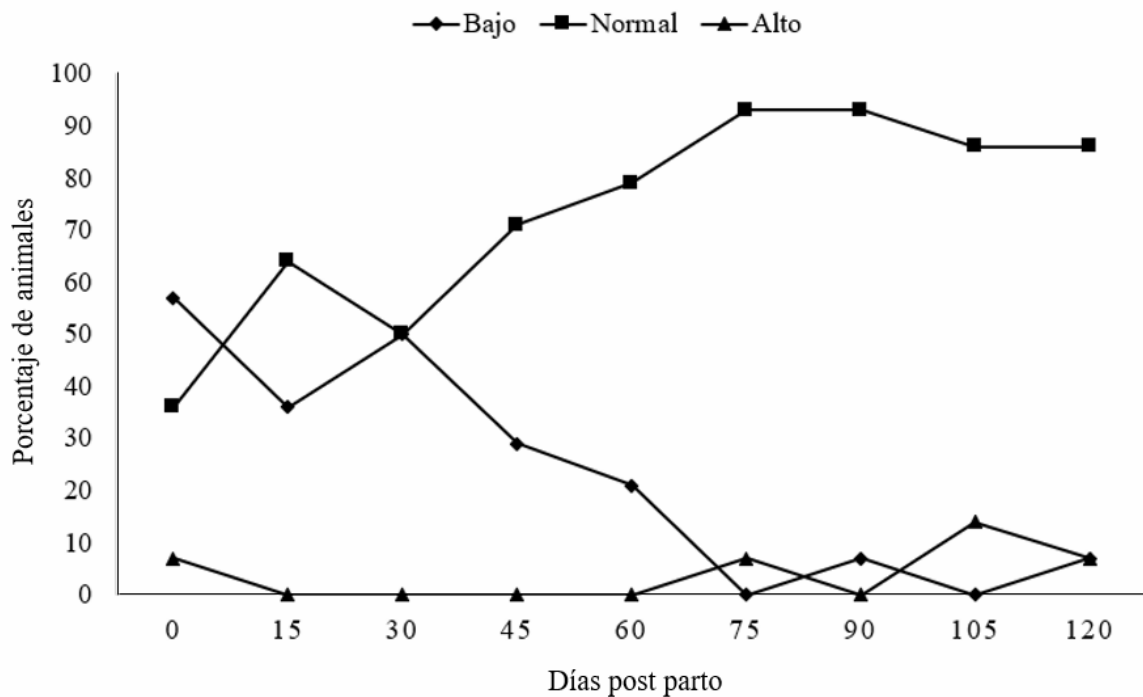
#### 4.2. Nivel de insulina

Según los análisis de las tablas de contingencia se observa una asociación entre los niveles de insulina, los tratamientos y los días, con el valor de chi cuadrado de Pearson (0.0023), esto quiere decir que los tratamientos tuvieron un efecto en los niveles de insulina a lo largo del tiempo en días.

En la figura 3 y 4 se presenta la frecuencia relativa porcentual para los niveles de insulina, ranqueado en tres niveles bajo, normal y alto. Las mediciones para los niveles de insulina para los dos grupos se la realizo cada 15 días.

**Figura 3**

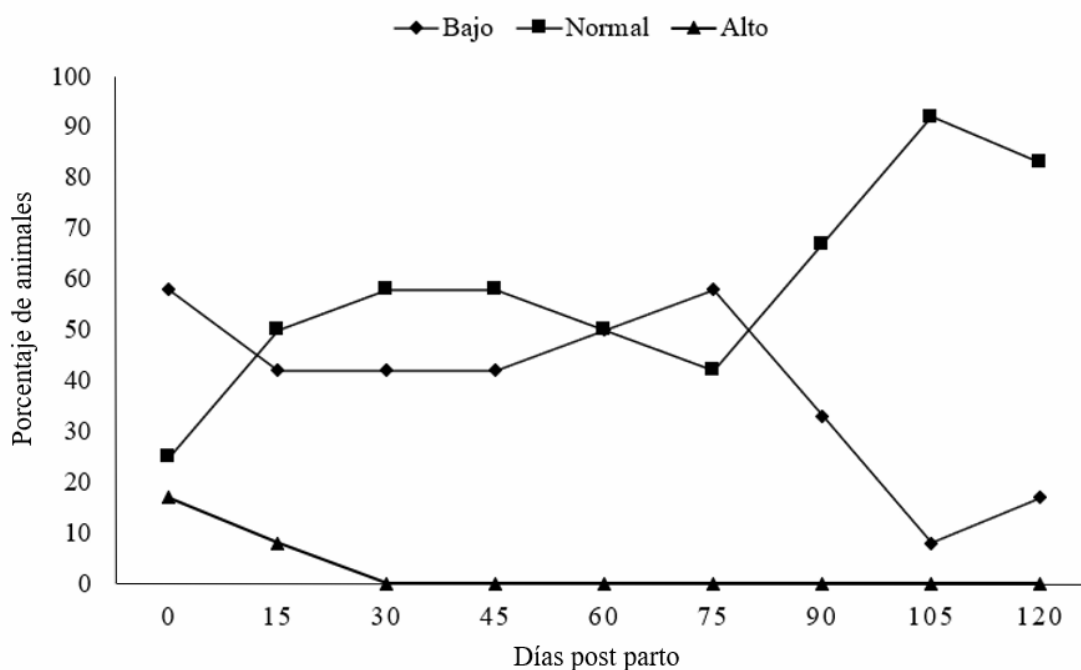
*Porcentaje de animales con diferentes niveles de insulina grupo PPG*



Nota: Se señala el porcentaje de animales con diferentes niveles de glucosa, del tratamiento con la inclusión de 150ml de propilenglicol.

**Figura 4**

*Porcentaje de animales con diferentes niveles de insulina del grupo control*



Nota: Se señala el porcentaje de animales con diferentes niveles de glucosa, del tratamiento control.

Los niveles de insulina para los dos tratamientos en el día 0 son similares para el T1 un 57% de animales con nivel bajo de insulina y para el T2 un 58% de los animales, a partir del día 45 post parto empiezan a presentarse variaciones los niveles de insulina del grupo T1, se observa un incremento de hasta 71% de los animales con un nivel normales de insulina, mientras que el grupo T2 el 58% de los animales están dentro del mismo nivel normal de insulina.

Sin embargo, en el día 75 se presentó un cambio marcado entre los dos tratamientos, el grupo T1 con la ingesta de PPG con 150 ml de producto diario, marco un 93% de los animales dentro de los rangos normales de insulina, a diferencia del grupo T2 o grupo control en el cual la mayor cantidad de animales 58% se encontraron con niveles bajos de insulina.

En las últimas mediciones en el día 105 y 120 los dos tratamientos T1 y T2 llegan a comportarse de igual manera con un porcentaje superior al 85% de los animales se encuentran con un rango normal de insulina.

Pinto-Santini et al. (2009), especifica que al momento del parto los niveles de insulina son bajos, este estudio se realizó en el Laboratorio Sección de Bovinos del instituto de Producción Animal de Venezuela con un total de 28 animales en estudio. A diferencia de Rosales et al. (2017), los niveles de insulina entre los días 15, 30 y 45 de las 40 vacas en estudio se mantuvieron en un rango normal, comparando con los obtenidos se puede coincidir con los dos autores, tanto en los niveles bajos al momento del parto y un incremento en los niveles de insulina pasado el día 75.

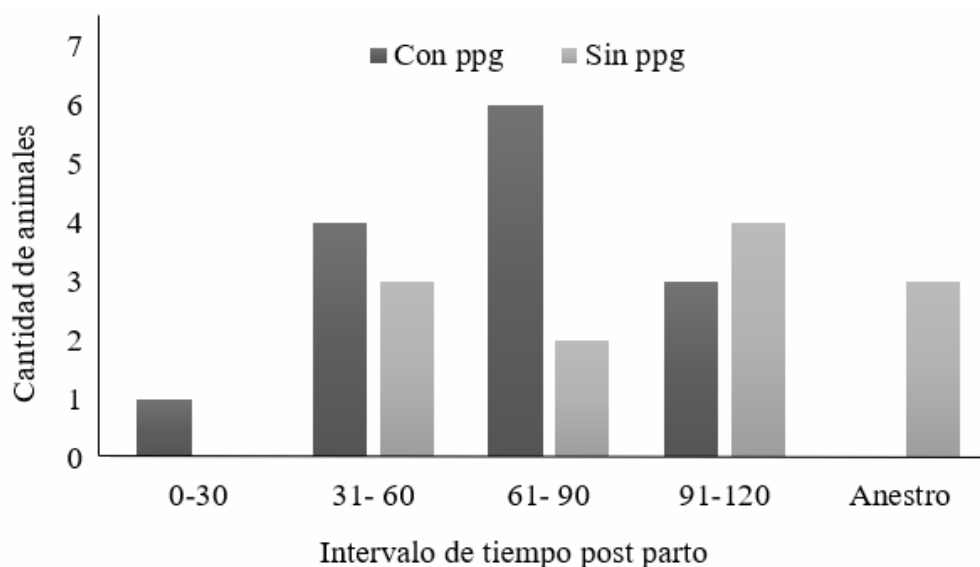
Con base a Barrera (2017), donde menciona que los días previos al parto los niveles de insulina aumentan por la demanda energética en el crecimiento fetal y la producción de calostro, sin embargo, los primeros días de lactación la insulina disminuye. Los niveles de insulina son determinantes para la movilización de glucosa para convertirla en energía necesaria para el animal y cumpla funciones básicas de mantenimiento, producción y reproducción.

La suplementación del PPG al ser un producto de rápida disponibilidad para el animal ayuda a contrarrestar el BEN y mejorar los niveles de insulina debido a que el PPG aporta 705kcal de energía diaria al animal. Aportando energía de rápida asimilación para el animal y facilitando los procesos fisiológicos.

### 4.3. Actividad ovárica

En la figura 5, Se puede observar que el propilenglicol tiene efecto sobre la actividad ovárica, cuando este producto incrementa la cantidad de glucosa en sangre, la actividad ovárica aumenta, en la tabla se representa la cantidad de animales con presencia de celo post parto.

**Figura 5**  
*Cantidad de animales con presencia de celos post parto*



Nota: en el gráfico se señala el número de animales que presentaron celo en un determinado periodo de tiempo, divididos en los dos grupos con PPG (propilenglicol), y sin PPG o grupo control.

Para determinar la actividad ovárica se registró el tiempo transcurrido desde el parto al primer celo, en el caso de grupo T1 con la ingesta de PPG entre el día 0 y 30 días post parto el 7% de los animales presentaron celo, entre los días 31 y 60 el 28% de los animales presentaron celo, a partir de los 60 días hasta los 90 días post parto el 42% de los animales presentaron celo y en el último periodo de 90 a 120 días el 21 % de los animales presentaron celo.

En cuanto al grupo T2 o grupo control la actividad ovárica es menor desde el día 0 hasta el 60 post parto el 25 % de los animales presentaron celo, entre 60 y 90 días 17% de los animales presentaron celo y entre los 90 y 120 días 33% de los animales presentaron celo, además hasta los 120 días 25% de los animales entraron en un estado anéstrico.

De acuerdo con varios estudios realizados el propilenglicol tiene un efecto directo en la actividad ovárica, de acuerdo con Formigoni et al. (1996), la reducción de la cantidad de vacas acíclicas hasta los 96 días llegó a alcanzar un 96%, con la incorporación de PPG, comparando estos resultados con los de la presente investigación decimos que con el PPG en 120 días post parto se alcanza un 100% de animales con presencia de celo.

En la reproducción, la nutrición juega un papel muy importante, luego del parto los animales que tienen un balance energético menos negativo reinician sus actividades reproductivas más temprano, dentro de los aspectos metabólicos, un incremento de la energía se asocia a un incremento de la IGF – 1, esta hormona está relacionada con hormonas de crecimiento por lo cual si aumenta la IGF-1 la actividad ovárica será mayor, aumento de la actividad folicular.

De acuerdo con Molina-Coto et al. (2018), los ovarios son glucodependiente, sin embargo en la investigación se mostró que la suplementación de PPG no afectó a la respuesta ovárica, esta inconsistencia recalcan que puede haber sido causa de factores ambientales que afectaron la respuesta ovárica, comparando con la presente investigación el grupo de propilenglicol si tuvo mayor actividad ovárica, pero no es posible aseverar que es una relación directa con la ingesta de PPG debido a que es una combinación de varios factores que favorece la ovulación y la calidad de óvulos.

#### **4.4. Días abiertos**

Un incremento de la actividad ovárica es favorable para los hatos ganaderos ya que favorecerá a la reducción de los días abiertos, en una recopilación de los parámetros reproductivos en la provincia del Carchi. Según Balarezo et al. (2015), indica que la cantidad de días abiertos son de 125 días, datos que se asemejan a los obtenidos con el grupo control que fue de 127 días que además están cerca de los parámetros que maneja la finca en los cuales se revisó una retrospectiva de 3 años y dando como resultado 140 días abiertos, cabe recalcar que dentro de la literatura se establece que como óptimo este periodo debería ser de 85 a 100 días. Sin embargo, el grupo de PPG tuvo mejores resultados obtenido 103 días, esta reducción de días para un hato ganadero representa una mayor longevidad de los animales, además mejora en la producción y todo esto da como resultado mejores rendimientos.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- El propilenglicol, es una molécula que se absorbe fácilmente en el rumen, favorece a incrementar los niveles de glucosa e insulina, desde los 75 días post parto, se alcanzó un 90% de los animales del grupo de propilenglicol, alcancen niveles óptimos en estos indicadores metabólicos, con lo que se puede inferir que el uso del propilenglicol ayuda a mejorar los parámetros reproductivos de los animales.
- Los niveles de insulina tienen una relación directa con la actividad ovárica, debido a que la insulina viene acompañada de la producción del factor de crecimiento insular tipo 1, el cual es un precursor de las hormonas del crecimiento, si se llega a incrementar la producción de folículos en los ovarios la fertilidad aumenta. Además, al mejorar los niveles de glucosa se incrementa la actividad en el ovario, ya que se ha demostrado que los ovarios son glucependientes.
- Para tener una idea del nivel energéticos de los animales, debemos hacer un análisis de los niveles de glucosa e insulina, para tomar acciones que permitan hacer correcciones en estos niveles, llegando a tener como principal resultado el mejoramiento de los parámetros reproductivos en la finca. Al mejorar los niveles plasmáticos de glucosa e insulina, uno de los principales resultados obtenidos es la disminución de días abiertos en la finca, llegando a contar 103 días postparto, mejorando significativamente la rentabilidad del hato ganadero.

## 5.2 Recomendaciones

- Realizar la medición de los niveles de glucosa, antes y después del consumo de PPG, para determinar qué tiempo tarda el producto en ser absorbido por el rumen del animal, además probar distintas dosis del producto para determinar los cambios en las concentraciones de glucosa y los efectos que tiene en los animales.
- Establecer una investigación para determinar la relación del consumo de propilenglicol con la producción de leche, comparando la calidad y cantidad de leche producida por los animales sometidos al tratamiento y los animales del grupo control, tomando en cuenta los niveles de glucosa e insulina y su influencia en la producción de leche.
- Incrementar la cantidad de animales en estudio, para tener una mayor cantidad de datos, disminuyendo la variabilidad de mediciones por influencia de enfermedades de los animales, factores climáticos o alguna otra fuente de variación de los datos.



## CÁPITULO VI

### REFERENCIAS

- Álvarez, G., y Villareal, P. (2019). *Parámetros reproductivos del manado mestizo lechero de la parroquia Mulaló* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Archivo digital. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/5895>
- Balarezo, L., García-Díaz, J., Hernández-Barreto, M., y García, R. (2016). Estado metabólico y reproductivo del ganado Holstein en la región del Carchi, Ecuador. *Cuban journal of agricultural science*, 50(3). 381 – 392. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193049037006.pdf>
- Balarezo, L., Montenegro, F., y Mora, R. (2015). Obtención de parámetros reproductivos, reproductivos y nutricionales en explotaciones lecheras del Carchi. *Sathiri sembrador*, 8(1). <https://doi.org/10.32645/13906925.382>
- Banco central del Ecuador. (2021). *Reporte de coyuntura del sector agropecuario* (94). <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc202102.pdf>
- Barrera, R. (2017). *Relación entre el consumo voluntario de alimento y la concentración de leptina, insulina, glucosa, triglicéridos y depósito de grasa dorsal en cerdas post parto*. [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/9831>
- Bulbarela, G. (2001). *Comportamiento reproductivo de un hato Holstein en clima semicálido*. [Tesis de licenciatura, Universidad Veracruz]. México.
- Butler, S., Pelton, S., y Butler, W. (2006). Energy Balance, Metabolic Status, and the First Postpartum Ovarian Follicle Wave in Cows Administered Propylene Glycol. *Journal of dairy science*, 89(1). 2938 – 2951. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(06\)72566-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(06)72566-8/fulltext)
- Castro, S., Galvis, R., López, A., y Giraldo, J. (2017). Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre actividad ovárica y desempeño reproductivo en vacas Holstein. *Revista lasallista de investigación*, 14(2). 30 – 40. <https://www.redalyc.org/journal/695/69553551004/>
- Castro, S. (2011). *Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre actividad ovárica, salud uterina y desempeño reproductivo en vacas hostien* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Archivo digital. <https://www.redalyc.org/journal/695/69553551004/>
- Chilpe, M., Chuma, J., Pesantez, J., Ayala, L., Guevara, G., y Serpa, G. (2015). Determinación de parámetros reproductivos en ganado lechero de la cuenca lechera del cantón Cuenca. *Maskana*, 6(1). 183 – 184. <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/665>

- Chung, Y., Rico, D., Martínez, C., Cassidy, T., Noirot, V., Ames, A., y Varga, G. (2007). Effects of Feeding Dry Glycerin to Early Postpartum Holstein Dairy Cows on Lactational Performance and Metabolic Profiles. *Journal of Dairy science*, 90(12). 5682 – 569. [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207720428?fr=RR-1&ref=cra\\_js\\_challenge](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207720428?fr=RR-1&ref=cra_js_challenge)
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Obtenido de Artículos 13 y 32: <https://wipolex.wipo.int/es/text/516280>
- Corea-Guillén, E., Alvarado-Panameño, J., y Leyton-Barrientos, L. (2008). Efecto del cambio de la condición corporal, raza y número de partos en el desempeño reproductivo de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana*, 19 (2), 251-259. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43711425010>
- Del Campo, M., González, M., Andresen, H., y Cea, F. (2016). The effect of Glycoline® on reproductive efficiency in high-producing dairy cows. *MVZ Córdoba*, 21(1). 5163 – 5176. <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/27>
- FAO (2018), Buenas prácticas ganaderas impulsan la economía de pequeños productores en Ecuador. <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/ru/c/1151391/>
- Formigoni, A., Cornil, M., Prandi, A., Mordeti, A., Rossi, A., Portelles, D., y Renaville, R. (1996). Effect of propyleneglicol supplementation around parturition on milk yield, reproduction performance and some hormonal and metabolic characteristic in dairy cows. *Journal of dairy research*, 63(1). 11 – 24. <https://doi.org/10.1017/S0022029900031502>
- Galvis, R., Agudelo, D., y Saffon, A. (2007). Condición corporal, perfil de lipoproteínas y actividad ovárica en vacas Holstein en lactancia temprana. *Revista colombiana de ciencias pecuarias*, 20(1). 16 – 29. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/rccp/article/view/324108>
- Gasque, R., y Blanco, M. (2001). *Zootecnia en bovinos productores de leche* (1era ed.). Universidad Autónoma de México. <https://zoovetespasion.com/libros-zootecnia-veterinaria/libro-zootecnia-bovinos-productores-leche/>
- Hernández, J. (2016). *Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros* (1ra ed.). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia\\_Clinica.pdf?fbclid=IwAR3n1j-6OsjeRJvty4huWvCjRSkkDVTb-jzPsrtPzkS0vxySWk8G4T4EMjQ](https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Fisiologia_Clinica.pdf?fbclid=IwAR3n1j-6OsjeRJvty4huWvCjRSkkDVTb-jzPsrtPzkS0vxySWk8G4T4EMjQ)
- Hoedemaker, M., Prange, H., Zerbe, H., Frank, J., Daxenberger, A., y Meyer, H. (2004). Peripartal Propylene Glycol Supplementation and Metabolism, Animal Health, Fertility, and Production in Dairy Cows. *Journal of dairy science*, 87(7). 2136 – 2145. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030204700338>

- Ley de Fomento de Desarrollo Agropecuario. (1994). Obtenido de Ley de Fomento de Desarrollo Agropecuario: <https://vlex.ec/vid/ley-fomento-desarrollo-agropecuaria-671645753>
- López, F. (2006). Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas Holstein. *Facultad de ciencias agropecuarias*, 4(1). 78 – 86. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117891.pdf>
- Matthew, L. (2008). Repartición de los nutrientes y función reproductiva en vacas lecheras. *Taurus, Bs. As.*, 10(40). 4-18. [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/29-reproduccion.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/29-reproduccion.pdf)
- Miettinen, P. (1995). Prevention of bovine ketosis with glucogenic substance and its effect on fertility in Finnish dairy cows. *Berliner und Munchener Tierarztliche Wochenschrift*, 108(1), 14 -19. <https://europepmc.org/article/med/7779070>
- Molina-Coto, R., Arroyo-Oquendo, C., Carballo-Guerrero, D., y Elizondo-Salazar, J. (2018). Respuesta a la suplementación con propilenglicol en vacas multiovuladas para la producción de embriones. *Agronomía mesoamericana*, 29(3). 519 - 533. <https://www.redalyc.org/journal/437/43756297003/html/>
- Ortiz, J, García, O., y Morales, G. (2005). Manejo de bovinos productores de leche. Fondo de e instalación del joven emprendedor rural. [http://www.lactodata.info/docs/lib/man\\_bovino\\_prod\\_leche.pdf](http://www.lactodata.info/docs/lib/man_bovino_prod_leche.pdf)
- Peralta, O., Monardes, D., Duchens, M., Moraga, L., y Nebel, R. (2011). Supplementing transition cows with calcium propionate-propylene glycol drenching or organic trace minerals: implications on reproductive and lactation performances. *Archivos de medicina veterinaria*, 43(1). 65-71. <https://www.scielo.cl/pdf/amv/v43n1/art09.pdf>
- Perdomo, M., Peña, L., Carvajal, J., y Murillo, L. (2017). Relación nutrición – fertilidad en hembras bovinas en clima tropical. *Revista electrónica de veterinaria*, 18(9). 1- 19. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653009019>
- Pinto-Santini, L., Drescher, K., Ruiz, A., Pérez, R., Domínguez, C., Benezra, M., y Martínez, N. (2009). Relación entre los niveles de glucosa e insulina sanguínea y el reinicio de la actividad ovárica en vacas doble propósito con diferentes condiciones corporales al parto y diferente nivel de alimentación postparto. *Interciencia*, 34(5). 350 – 355. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911403008>
- Puentes, J. (2016). *Reducción de los días abiertos mediante implementación de IATF en la hacienda La Vittoriana* [Tesis de Pregrado, Universidad de la Salle]. Archivo Digital. <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/44>
- Quintela, L., García, M., Peña, A., Díaz, C., Barrio, M., Becerra, J., y Herradón, P. (2003). Asociación entre el perfil sérico bioquímico y la duración de la involución uterina en hembras bovinas de la producción láctea. *Archivos de zootecnia*, 52(200). 419 – 429. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49520001>

- Quinteros, O., Vargas, J., Barbona, I., y Marini, P. (2017). Indicadores metabólicos sanguíneos de genotipos lecheros en pastoreo de la provincia de Napo-Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2). 119-130. <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/26.2017.10>
- Rivas, P., Suárez, A., y Ramírez, E. (2011). Influencia de las hormonas metabólicas y la nutrición en el desarrollo folicular en el ganado bovino: implicaciones prácticas. *Revista de medicina veterinaria*, 21(1). 155 – 173. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0122-93542011000100012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-93542011000100012)
- Roa, A. (2006). *Manejo reproductivo de bovinos de doble propósito en las condiciones del llano venezolano* (1ra ed.). Instituto nacional de Investigaciones Agrícolas. Maracay, Venezuela. <https://catalogosiidca.csuca.org/Record/UNANI.046259>
- Romero, L. (2016). Evaluación del uso de propilenglicol en vacas Holstein en el primer tercio de lactancia medida en peso, producción y composición de la leche [Tesis de Pregrado, Universidad Central del Ecuador]. Archivo digital. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/10240>
- Rosales, C., Chamba-Ochoa, H., Chávez, R., Pesántez, M., y Benítez, E. (2017). Niveles de insulina y glucosa como indicadores de la eficacia reproductiva y productiva en vacas posparto. *Revista electrónica de veterinaria*, 18(3). 1 – 10. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63651263009>
- Sánchez, A. (2010). *Parámetros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México* [Tesis de Pregrado, Universidad Veracruz]. Archivo digital. [https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010.\\_Parametros-reproductivos-bovinos.pdf](https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/Sanchez-2010._Parametros-reproductivos-bovinos.pdf)
- Sandoval, V. (2019). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en ganado de leche en hacienda playones, Flavio Alfaro, *Ecuador*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Agricultura de Honduras]. Archivo digital. <https://www.researchgate.net/publication/332972139>
- Sepúlveda, N., Inostrosa, M., Peña, P., Risopatrón, J., y Rodero, E. (2001). El inicio de la función ovárica postparto en vacas lecheras primíparas y multíparas. *Archivos de zootecnia*, 50(191). 399 – 402. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49519115>
- Slama, H. (1996). Prostaglandins, leucotrienes and uterine subinvolution in the cow [postpartum period, uterine involution]. *Recueil de Medecine Veterinaire (France)*, 172 (7-8). 369-381. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=FR9700337>
- Soto, H., González, B., Rossi, M., Godoy, S., y Bello, A. (1999). Evaluación de la actividad ovárica de bovinos explotados en condiciones tropicales. *Zootecnia tropical*, 17(1).13–17. <https://www.researchgate.net/publication/268334236>

## ANEXOS VIII

### Anexo 1

*Escala de condición corporal de una hembra bovina adulta en producción de leche, siendo 1 la categoría más baja y 5 la categoría.*



Fuente: Hernández, (2016).

### Anexo 2

*Identificación de los animales de acuerdo al grupo perteneciente, cinta azul en el cuello del animal indica que pertenece al grupo control y la cinta roja en el cuello del animal indica que pertenece al grupo control.*



Fuente: El autor.

### Anexo 3

*Formulación del balanceado suministrado en el momento del ordeño a los dos grupos de animales en investigación.*



### Anexo 4

*Pradera con mezcla forrajera suministrada a los animales en estudio.*



**Anexo 5**

*Proceso de ultrasonografía para determinar el estado de gestación.*



**Anexo 6**

*Observación de estructuras de la placenta mediante ultrasonografía, significa un animal gestante.*

