

Cevallos, 22/09/2021

Ing. Marco Pérez, PhD

PRESIDENTE DEL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

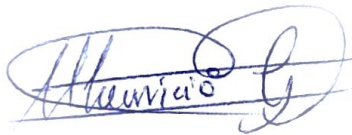
Presente.

De mi consideración:

Yo, Gamboa Bustos Mauricio Sebastián con cédula de ciudadanía N° 1804784591, estudiante de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de ciencias Agropecuarias, solicito se fije lugar, fecha y hora para la **SUSTENTACIÓN ORAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN** con el tema: “EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

Por la favorable atención que se dé al presente, agradezco y suscribo.

Atentamente



MAURICIO SEBASTIÁN GAMBOA BUSTOS

C.I. 180478459-1

Teléfono: 0982234410

Correo: [sebassofygamboa@gmail.com](mailto:sebassofygamboa@gmail.com)



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Casilla 18-01-334 - Telfs. 2746151 – 2746171 – Fax 2746231

Cevallos-Tungurahua

e.mail [fiagruta@hotmail.com](mailto:fiagruta@hotmail.com)

**SECRETARÍA**

### CERTIFICADO DE APTITUD LEGAL

Previa revisión del Informe Académico enviado por la Secretaría de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, legalmente CERTIFICA:

Que el/la sr. /srta. **GAMBOA BUSTOS MAURICIO SEBASTIÁN**, con C.C. 1804784591, ha cumplido con los requisitos habilitantes para la Presentación y Defensa Oral del Trabajo de Titulación con el Tema: “EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTON QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”, por tanto, se encuentra en APTITUD LEGAL para continuar con el proceso de TITULACIÓN.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad la/el interesada(o) puede hacer uso de la presente certificación en la forma legal que estimare conveniente.

Ambato, 22 de septiembre del 2021.

Lo certifica.



Firmado electrónicamente por:

**SONA LLOMAR  
MUNOZ  
SANABRIA**

Abg. Soña Muñoz Sanabria  
**SECRETARIA DE FACULTAD**

*Adjunto Informe Académico*



# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Casilla 18-01-334 - Telfs. 2580191 – 2580281 – Fax 2746231 Cevallos-Tungurahua

e.mail [fiagruta@hotmail.com](mailto:fiagruta@hotmail.com)

**COORDINACION MVZ**

### **INFORME ACADÉMICO**

Coordinación de Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.- Cevallos septiembre 22, 2021. Vista la legalidad de la presente, confiárase lo solicitado.



Firmado electrónicamente por:  
**ROBERTO ISMAEL  
ALMEIDA SECAIRA**

.....  
Dr. Mg. Roberto Almeida Secaira  
**COORDINADOR CARRERA – MVZ**

Previa revisión de los registros correspondientes, la Secretaría de Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, legalmente **INFORMA:**

Que el Señor **GAMBOA BUSTOS MAURICIO SEBASTIAN**, con cédula de identidad 1804784591, estudiante de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, inicia sus estudios en el período septiembre 2010 – febrero 2011, según MATRÍCULA 0400 FOLIO 0200; ha cumplido y culminado con la Malla Curricular de la Carrera en el período septiembre 2019 – febrero 2020, aprobando 245 créditos.

La Señorita **GAMBOA BUSTOS MAURICIO SEBASTIAN**, en su trayectoria estudiantil ha cumplido con la aprobación de:

- Niveles reglamentarios de Idiomas (Ingles), ha aprobado los 3 niveles reglamentarios, obteniendo la calificación de 7.17/10 (siete punto diecisiete sobre diez), (datos reflejados del sistema integrado).
- Prácticas Preprofesionales aprueba según Resolución N°014-2018-CD-FCAGP de fecha enero 05 de 2018 (240 horas).
- Vinculación con la Sociedad aprueba según Resolución N°199-2018-CD-FCAGP, de fecha marzo 08 de 2018, Resolución N°1088-2017-CD-FCAGP, de fecha de octubre 12 de 2017 (160 horas).
- Cultura Física (actividades colectivas) aprueba en el período marzo –agosto 2011.
- Análisis de la revisión de carpeta estudiantil, detallado a continuación:

PROCESO DE TITULACIÓN	RESOLUCIÓN	PERIODO
Prórroga Primer Período Académico	362-2021-CD-FCAGP, de fecha abril 08, 2021	Octubre 2020 – Febrero 2021
Prorroga Segundo Período Académico	420-2021-CD-FCAGP de fecha abril 22, 2021	Abril – Septiembre 2021

- Además, una vez que cumpla con todos los requisitos legales y reglamentarios para la sustentación de su Trabajo de Graduación; el título que obtendrá es el de Médico Veterinario Zootecnista.



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA ISABEL  
URBINA BARONA**

.....  
Lcda. María Isabel Urbina  
**SECRETARIA CARRERA - MVZ**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**TEMA**

**“EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE  
EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS  
LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”.**

“Documento final del proyecto de investigación como requisito para obtener el grado de  
Médico Veterinario Zootecnista”.

**AUTOR**

**MAURICIO SEBASTIAN GAMBOA BUSTOS**

**TUTOR**

**Dr. MARCO ROSERO PEÑAHERRERA, Mg.**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**“EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL)  
SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS  
LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE  
TUNGURAHUA”**

**REVISADO POR:**

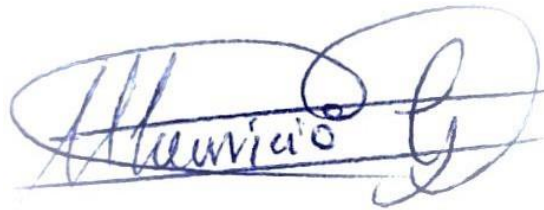


Firmado electrónicamente por:  
**MARCO ANTONIO  
ROSERO  
PENAHERRERA**

.....  
**Dr. Marco Rosero Peñaherrera, Mg  
TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN**

## AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

“Yo, MAURICIO SEBASTIÁN GAMBOA BUSTOS, portador de la cédula de identidad número: 1804784591, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de investigación titulado: **“EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO-PROVINCIA DE TUNGURAHUA”** es original, auténtica y personal. En tal virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas”.



.....  
Mauricio Sebastián Gamboa Bustos  
AUTOR

## **DERECHO DE AUTOR**

“Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA” como uno de los requisitos previos para la obtención del Título de grado de Médico Veterinario Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la Publicación de este informe final, o de parte de él

**“EFECTO DE CALFOVIT® (PREMEZCLA VITAMÍNICO MINERAL) SOBRE EL ÍNDICE REPRODUCTIVO PARTO-CONCEPCIÓN EN VACAS LECHERAS MESTIZAS DEL CANTÓN QUERO - PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

**REVISADO POR:** Firmado electrónicamente por:



**MARCO ANTONIO ROSERO  
PENAHERRERA**

---

Dr. Marco Antonio Rosero Peñaherrera; Mg.

**APROBADO POR LOS MIEMBROS DE CALIFICACIÓN:**

Ing. Marco Pérez; PhD.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Fecha: 22/09/2021**



Firmado electrónicamente por:  
**RAMON GONZALO  
ARAGADVAY YUNGAN**

---

Ing. Gonzalo Aragadvay Yungán.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

**Fecha: 20/09/2021**



Firmado electrónicamente por:  
**JORGE RICARDO  
GUERRERO LOPEZ**

---

Ing. Ricardo Guerrero López

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN**

**Fecha: 20/09/2021**



## **DEDICATORIA**

Al finalizar mi trabajo de grado, quiero dedicar con mucho cariño a mis padres y a mi hija que han sido un pilar fundamental para cumplir con este propósito académico.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento con Dios por regalarme la vida y la oportunidad de hacer una carrera universitaria.

Agradezco a mi madre que fue el apoyo primordial desde mis primeros años de universidad.

A mi tutor por su apoyo en mi persona para cumplir con este trabajo.

A todos quienes forman parte de la Universidad Técnica de Ambato, especialmente a mis docentes por sus conocimientos impartidos y por las amistades que se hicieron en las aulas.

Muchas gracias por todo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b><u>JUSTIFICACIÓN</u></b>	1
<b><u>CAPÍTULO I.</u></b>	3
<b><u>MARCO TEÓRICO</u></b>	3
<b><u>1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS</u></b>	3
<b><u>1.2 BASES TEÓRICAS</u></b>	5
<b><u>1.2.1 Eficiencia reproductiva</u></b>	5
<b><u>1.2.2 Puerperio</u></b>	5
<b><u>1.2.3 Fases del ciclo estral bovino</u></b>	6
<b><u>1.2.4 Celo posparto</u></b>	8
<b><u>1.2.5 Anestro posparto en vacas lecheras</u></b>	8
<b><u>1.2.6 Relación entre la nutrición y la reproducción en la vaca lechera</u></b>	9
<b><u>1.2.7 Reinicio de la actividad ovárica posparto</u></b>	10
<b><u>1.2.8 Alimentación en vacas lecheras</u></b>	11
<b><u>1.2.9 Vitaminas y minerales</u></b>	11
<b><u>1.2.10 Suplementación Mineral y Vitamínica Durante el Periodo de Transición</u></b>	12
<b><u>1.2.11 Minerales en la alimentación de las vacas lecheras</u></b>	14
<i><u>1.2.11.1 Macrominerales.</u></i>	14
<i><u>1.2.11.2 Microminerales.</u></i>	15
<i><u>1.2.11.3 Deficiencia de minerales en bovinos lecheros.</u></i>	15
<b><u>1.2.12 Clafovit</u></b>	16
<b><u>1.3 OBJETIVOS</u></b>	17
<b><u>1.3.1 Objetivo general</u></b>	17
<b><u>1.3.2 Objetivos específicos</u></b>	17
<b><u>CAPÍTULO II.</u></b>	18
<b><u>METODOLOGÍA</u></b>	18
<b><u>2.1 MATERIALES</u></b>	18
<b><u>2.2 MÉTODOS</u></b>	18
<b><u>2.2.1 Ubicación del área experimental</u></b>	18
<b><u>2.2.2 Diseño experimental</u></b>	19
<b><u>1.2.1 Manejo del experimento</u></b>	20
<b><u>2.2.4 Variables a medir</u></b>	22

<b><u>2.2.5 Procedimiento estadístico</u></b>	22
<b><u>CAPÍTULO III.</u></b>	24
<b><u>RESULTDOS Y DISCUSIÓN</u></b>	24
<b><u>3.1 RESULTADOS</u></b>	24
<b><u>3.1.1 Actividad ovárica en vacas mestizas</u></b>	24
<b><u>3.1.2 Tiempo de involución uterina postparto</u></b>	28
<i>3.1.2.1 Involución uterina a los 20 días postparto.</i>	28
<i>3.1.2.2 Involución uterina a los 40 días postparto.</i>	30
<b><u>3.1.3 Índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas</u></b>	32
<b><u>3.2 DISCUSIÓN</u></b>	34
<b><u>3.2.1 Actividad ovárica en vacas mestizas</u></b>	34
<b><u>3.2.2 Tiempo de involución uterina postparto</u></b>	35
<b><u>3.2.3 Índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas</u></b>	35
<b><u>3.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS</u></b>	36
<b><u>CAPÍTULO IV.</u></b>	36
<b><u>CONCLUSIONES. RECOMENDACIONES BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS</u></b>	36
<b><u>4.1 CONCLUSIONES</u></b>	36
<b><u>4.2 RECOMENDACIONES</u></b>	36
<b><u>4.3 BIBLIOGRAFÍA</u></b>	37
<b><u>4.4 ANEXOS</u></b>	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

<a href="#"><u>Figura 1. Porcentaje que alcanzan las concentraciones plasmáticas de hormonas durante los días previos y posteriores al parto (día = 0).</u></a>	11
<a href="#"><u>Figura 2. Ubicación del cantón Quero en la provincia de Tungurahua, República del Ecuador.</u></a>	19
<a href="#"><u>Figura 3. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con el tamaño del folículo en el ovario derecho.</u></a>	25
<a href="#"><u>Figura 4. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con el tamaño del folículo en el ovario izquierdo.</u></a>	27
<a href="#"><u>Figura 5. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con la involución uterina a los 20 días postparto en el cuerno derecho.</u></a>	29
<a href="#"><u>Figura 6. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con la involución uterina a los 40 días postparto en el cuerno derecho.</u></a>	31
<a href="#"><u>Figura 7. Influencia de la aplicación de premezcla vitamínico mineral en la concepción o no de vacas mestizas lecheras.</u></a>	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<u>Tabla 1. Tratamientos objetos de estudio.</u>	20
<u>Tabla 2. Contraste de hipótesis para el tamaño del folículo en el ovario derecho en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínico.</u>	24
<u>Tabla 3. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con el tamaño de folículos en el ovario derecho.</u>	26
<u>Tabla 4. Contraste de hipótesis para el tamaño del folículo en el ovario izquierdo en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínico.</u>	26
<u>Tabla 5. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con el tamaño de folículos en el ovario izquierdo.</u>	28
<u>Tabla 6. Contraste de hipótesis para el tamaño de cuerno derecho a los 20 días postparto en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínico.</u>	28
<u>Tabla 7. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con la involución uterina a los 20 dpp (tamaño de cuerno derecho e izquierdo).</u>	30
<u>Tabla 8. Contraste de hipótesis para el tamaño del cuerno derecho a los 40 días postparto en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínico.</u>	30
<u>Tabla 9. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con la involución uterina a los 40 dpp (cuerno derecho e izquierdo).</u>	32
<u>Tabla 10. Coeficiente de Spearman que establece la correlación entre la cantidad de suplemento vitamínico mineral aplicado y la concepción o no de vacas reproductoras.</u>	32
<u>Tabla 11. Prueba de Chi cuadrado que muestra la asociación entre la aplicación o no suplemento vitamínico mineral con la variable concepción o preñez (sí o no) de las vacas Holstein mestizas.</u>	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis realizado por el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos del INIAP. ....	42
Anexo 2. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa el ovario derecho con varios folículos inmaduros siendo el más grande de 10,8 milímetros. ....	43
Anexo 3. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa el ovario derecho con varios folículos inmaduros siendo el más grande de 16 milímetros ....	43
Anexo 4. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa un folículo maduro en el ovario derecho, con un diámetro aproximado de 14 milímetros. ....	44
Anexo 5. Suplemento vitamínico mineral utilizado en la suplementación de vacas lecheras. ....	44

## RESUMEN EJECUTIVO

En Ecuador la producción lechera presenta una gran influencia en el desarrollo de la economía del país, y principalmente en la Región Sierra donde se concentra el 73% del total de la producción láctea del país. La investigación de tipo experimental se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la premezcla vitamínico mineral (Calfovit) sobre el índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas en la hacienda Marisol, ubicada en el caserío la Calera, cantón Quero, provincia Tungurahua, para ello, se desarrolló un diseño completamente al azar conformándose aleatoriamente grupos de cinco vacas Holstein mestizas, a las cuales se les suministraron de forma completamente al azar diferentes niveles de la premezcla vitamínico mineral con la finalidad de evidenciar el efecto del Calfovit en el tamaño de los folículos e involución uterina medidas mediante ecografía, así como, el porcentaje de concepción observado a los 75 días postparto. El análisis estadístico evidencia que el suministro del suplemento vitamínico mineral en la dieta diaria de vacas Holstein mestizas en los días 20 y 40 postparto mejoró el proceso de involución uterina, sin embargo, en relación al desarrollo folicular y el porcentaje de concepción no se presentó correlación entre las variables objeto de estudio.

**Palabras clave:** suplemento, Holstein, tamaño de folículos, actividad ovárica, involución uterina, periodo de transición, concepción



## ABSTRACT

In Ecuador, dairy production has a great influence on the development of the country's economy, and mainly in the Sierra Region where 73% of the country's total dairy production is concentrated. The experimental research was carried out with the objective of evaluating the effect of the mineral vitamin premix (Calfovit) on the reproductive index calving-conception in mestizo dairy cows in the Marisol ranch, located in the La Calera village, Quero canton, Tungurahua province. For this, a completely randomized design was developed, randomly forming groups of five crossbreed Holstein cows, to which different levels of the mineral vitamin premix were completely randomly supplied in order to demonstrate the effect of Calfovit on size. of the follicles and uterine involution measured by ultrasound, as well as the percentage of conception observed at 75 days postpartum. The statistical analysis shows that the supply of the mineral vitamin supplement in the daily diet of crossbred Holstein cows on days 20 and 40 postpartum improved the process of uterine involution, however, in relation to follicular development and the percentage of conception they did not present linear correlation between the groups under study.

**Key words:** Supplement, Holstein, follicle size, ovarian activity, uterine involution, transition period, conception

## JUSTIFICACIÓN

El sector agropecuario tiene una gran influencia para el desarrollo de la economía del Ecuador, dentro de este la producción lechera es una de las más importantes principalmente en la región sierra que es donde se concentra el 73% del total de la producción láctea del país, obteniendo así no solo réditos económicos por su actividad sino también generando nuevas fuentes de empleo (AGSO, 2014).

En la sierra ecuatoriana el principal sistema de alimentación del ganado lechero es a base de pasturas, que el animal obtiene por medio de pastoreo, debido a que las pasturas son la fuente de nutrientes más barata, por esta razón gran parte de productores opta por este sistema tratando de reducir costos y queriendo generar más ganancias (Dávalos, 2016).

Los sistemas ganaderos en la actualidad evalúan la pérdida de nitrógeno, las cuales producen la emisión de gases a la atmósfera (amoníaco, óxido nitroso, y óxido nítrico), y la escorrentía de nitratos a aguas superficiales y subterráneas. El desgaste de nitrógeno puede interferir la eficiencia reproductiva del animal, mediante la optimización de la proteína alimentaria, disminuyendo la pérdida durante el almacenamiento y el manejo de las excretas (Díaz, 2016).

Los principales requerimientos en la producción son la energía y la proteína, aunque ello, no significa que se deba no tener en cuenta todos los minerales y vitaminas (Mendoza y Velazco, 2016).

Varios estudios han demostrado que la carencia de los minerales se encuentra asociados con la predisposición a enfermedades como la fiebre de leche, la cual está asociada a su vez con un incremento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta y menor fertilidad, por lo que, todo esto puede repercutir negativamente en la economía ganadera (Costales, 2015).

La reproducción animal juega un papel importante en este tipo de ganadería, puesto que a través de ella se mide índices reproductivos, que son parámetros que definen la productividad de todo el hato lechero (Sequeira, 2013).

El fósforo es fundamental para tener una buena fertilidad en el hato Costales (2015) menciona, que el nivel de fósforo necesario en el alimento para vacas en producción debería estar entre 0.32 a 0.38% mientras que para vacas secas debería ser de 0.22 a 0.36%. Los niveles mencionados son los que permitirán una adecuada performance productiva y reproductiva del animal.

Una de las alternativas para disminuir las causas del estrés, es la estimulación del consumo de materia seca y la disminución de disturbios nutricionales y metabólicos sería el ajuste de las formulaciones alimenticias con la inclusión de vitaminas y minerales, los cuales participan en el proceso metabólico como antioxidantes celulares y cofactores enzimáticos, condiciones que estimulan al sistema inmune y disminuyen la afectación celular (Sepúlveda et al., 2017).

Varios investigadores establecen que la digestibilidad de los alimentos ofertados a los animales se incrementa con la suplementación de minerales, atribuido a una mayor actividad de los microorganismos en el tracto gastrointestinal. Vázquez-Armijo et al. (2011) reportan incrementos de 2 a 3% en la digestibilidad del Zn y Cu; y Sharma et al. (2004) encontraron incrementos del 10 a 17%. Sin embargo, Kim et al. (2014) señalan que estos resultados indican la necesidad de identificar los cambios producidos en la diversidad de la microbiota, asociado a la digestión.

Al tener en cuenta los elementos descritos anteriormente surge la necesidad de investigar sobre suplementos vitamínicos y evaluar el efecto del Calfovit (premezcla vitamínico mineral) sobre el índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas.

## **CAPÍTULO I.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

Una inadecuada dosificación de minerales en la dieta diaria de los bovinos puede afectar la eficiencia de producción de leche, salud y reproducción animal (NRC, 2001, 2005).

Las reproductoras con un consumo bajo de minerales (como calcio, fósforo, y magnesio) van a presentar problemas metabólicos, las mismas que afectan el desempeño reproductivo y productivo de las vacas. Los antes mencionados minerales son administrados de acuerdo a la raza, peso, producción, y a la etapa fisiológica del animal, un factor importante para la aplicación es el medio ambiente donde se desarrollen (Campos et al., 2012).

Según Ferrero (2014) la suplementación que se efectúa con minerales orgánicos permite el mejoramiento de la calidad composicional de la leche, tanto en sólidos totales, como en el porcentaje de grasa. Los minerales ofertados a las reproductoras constituyen un elemento importante en los sistemas dedicados a la producción de leche y/o carne, pues ejercen acciones importantes en el metabolismo y nutrición del organismo, que intervienen en el mantenimiento de la salud, estimulación del crecimiento e incremento del rendimiento.

Bretschneider et al. (2012) en su investigación desarrollada con el objetivo de establecer el nivel óptimo de concentrado energético en la dieta que posibilite maximizar la producción de leche, para lo cual desarrollaron un experimento con tres tratamientos establecidos por diferentes niveles de suplementación mezclados con un concentrado peletizado (T3.5, T7.0 y T10.5 (3.5, 7.0 y 10.5 kg de concentrado/vaca/día). En el estudio se empleó un sistema de pastoreo rotativo en franjas diarias con una asignación de al menos 30 kg MS/vaca/día y los resultados obtenidos permiten concluir que a medida que se incrementa el nivel de suplementación con concentrado disminuye el consumo de MS de pastura (-21%), sin embargo, la producción de leche (+13.6%) y el consumo de MS total (+12.6%) aumentan; lo cual, puede estar asociado a un mayor consumo de MS y energía. Por otro lado, también se incrementó la ganancia de PV.

Goulart et al. (2013) Indica que el análisis de metabolitos e indicadores de eficiencia reproductiva, es un enfoque de trabajo empleado en bovinos; la actividad ovárica es un proceso fisiológico multifactorial, que influye en los componentes nutricionales como los analizados en el presente trabajo, Los mismos que influyen en el reinicio de la actividad productiva y reproductiva; para el estudio de ésta se tomaron en cuenta estructuras ováricas(tamaño de folículos y cuerpos lúteos), evaluadas por ultrasonografía a partir del día 30 postparto.

Brennan et al. (2011), evaluaron dosis de 3 mg/día en forma de selenio inorgánico (Selenito de sodio), selenio orgánico (levadura enriquecida en selenio) y una mezcla 1:1 de ambas, no encontrándose mejoras en las ganancias diarias de peso, en comparación con el control (sin selenio suplementario, 0,08 mg/kg de materia seca). Además, los niveles de Selenio en sangre entera, glóbulos rojos, plasma e hígado fueron mejorados entre un 35% y un 85% por la suplementación.

Brendon y Dugmore (2012) al concluir su investigación indican que la existencia de mínimo 21 minerales esenciales en la alimentación del ganado bovino (Calcio, fósforo, hierro, cobre, zinc, manganeso, yodo, cobalto y selenio), requeridos por el organismo para el desarrollo de sus funciones normales.

La falta de minerales en la alimentación de vacas lecheras (calcio, zinc, magnesio, hierro entre otros) produce, principalmente a una incorrecta fertilización del suelo, la cual, debe garantizar la reposición de los nutrimentos que se exportan en el consumo de las pasturas. La mayoría de problemas reproductivos en el ganado lechero como la retención placentaria, anestro, infantilismo, animales acíclicos, entre otros son una consecuencia más de la falta de minerales tales como selenio y fósforo.

## **1.2 BASES TEÓRICAS**

### **1.2.1 Eficiencia reproductiva**

Macmillan et al. (2020), indican que describe el conjunto de parámetros relacionados con el proceso reproductivo del ganado vacuno, y es el resultado de una serie de interacciones.

Según Chebel y Ribeiro (2016) la salud individual de las vacas y del rebaño se encuentra asociado con una baja eficiencia reproductiva, y para Speckhart et al. (2018), es el principal factor que contribuye a la pérdida de la gestación debido a que provoca un número creciente de vacas no gestantes, las que incrementan los costos de mantenimiento, producen menos libras totales en el destete y provocan mayores tasas de sacrificio.

### **1.2.2 Puerperio**

Hernández (2017) señala que el puerperio es un proceso fisiológico que se define como el periodo comprendido entre el parto y la presentación del primer celo fértil, durante esta etapa ocurren dos procesos importantes: La involución uterina y el inicio de la actividad ovárica posparto, donde el útero se prepara para iniciar una nueva gestación. La atención del puerperio es de mucha importancia en los programas de manejo, ya que mediante ello facilitan el diagnóstico y posterior tratamiento de patologías uterinas con la finalidad que la vaca se encuentre en óptimas condiciones para receptar al macho o ser inseminada, cuando el periodo de espera voluntario haya terminado, periodo que dependerá del propietario y del criterio del médico veterinario teniendo un promedio de 50-60 días; El tiempo que transcurre en la eliminación de las membranas fetales, desencadena una serie de problemas que desencadenan en un cuadro patológico de mayor o menor gravedad.

### **1.2.3 Fases del ciclo estral bovino**

Para facilitar la comprensión de los mecanismos de control y para hacer un análisis detallado de las interacciones endócrinas, es conveniente dividir al ciclo estral en 3 etapas:

- a) Fase folicular o de regresión luteal
- b) Fase periovulatoria
- c) Fase luteal

### **a. Fase folicular o de regresión luteal**

El inicio de la fase folicular ocurre con la luteólisis, donde las concentraciones de progesterona en sangre disminuyen abruptamente a niveles menores a 1 ng/ml (24-36 h después del inicio de la luteólisis), la cual permite la eliminación de la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotrofinas, produciéndose un aumento de la frecuencia de pulsos de LH y de FSH, aunque en menor grado; fase en la cual la hipófisis secreta 1 pulso de LH cada 60 minutos, aproximadamente (Caccia et al., 2014).

Según Bo (2014) el aumento de la frecuencia de pulsos de LH produce una estimulación en el desarrollo del folículo dominante, el cual permite la secreción de crecientes cantidades de estradiol y determina el tiempo que transcurre hasta que el crecimiento del folículo es completado y tiene la capacidad generar suficientes cantidades de estradiol, permitiendo el inicio del celo y la descarga preovulatoria de LH.

### **b. Fase periovulatoria**

Durante la fase periovulatoria se producen importantes fenómenos dentro de los cuales se encuentran el inicio del celo, onda preovulatoria de gonadotrofinas y la ovulación. Los niveles de estradiol se incrementan desde la regresión luteal hasta que alcanza niveles máximos previo al día de inicio del celo, la cual presenta un patrón pulsátil e induce la descarga preovulatoria de LH, que tiene una duración de 6-10 horas, que se inicia junto con el celo y alcanza valores máximos unas 4-5 h más tarde (Giraudó, 2014).

Según Caccia et al. (2014) el estradiol permite desencadenar la secreción preovulatoria de LH y actúa a través de los mecanismos siguientes:

1. Aumento de la sensibilidad hipofisiaria al estímulo de la GnRH.
2. Incremento del número de receptores para GnRH en las células hipofisiarias.
3. Estimulación de la biosíntesis de gonadotrofinas, debido al incremento del contenido de ARNm previo y durante la descarga de LH.
4. Aumenta del efecto "preparador" (self-priming effect) de la GnRH, proceso mediante el cual la GnRH incrementa la respuesta hipofisiaria a exposiciones sucesivas de esta hormona.

5. Establecimiento del mecanismo a nivel hipotalámico que concluye en la liberación de una descarga de GnRH, que induce el pico preovulatorio de gonadotropinas.
6. Según Bo (2014) las funciones principales de la LH son:
  - a. Estimulación de la maduración folicular final.
  - b. Activación del ovocito para continuar con la meiosis (se encuentra en profase I, ovocito I).
  - c. Mantenimiento del cuerpo lúteo.

Este autor plantea que la descarga preovulatoria de LH ocurre al comienzo del estro y causa la ovulación (ocurre entre 24 y 30 horas después del comienzo de las descargas preovulatorias de LH y FSH) y el inicio de la luteinización de las células de la granulosa y de la teca.

### **c. Fase Luteal**

A los días 3 o 4 después de la ovulación, las concentraciones de progesterona se incrementan y alcanzan el pico entre los días 8 y 12; para posteriormente disminuir hasta concentraciones basales antes del próximo estro, lo cual se produce como respuesta a la secreción uterina de PGF2 $\alpha$  y a la ausencia de un embrión viable en el útero (Bo, 2014). Según este autor en el desarrollo de este período se producen procesos relacionados con la formación del CL y la dinámica folicular ovárica, entre los que se encuentran:

**a) Formación del Cuerpo Lúteo:** posterior a la ovulación, la cavidad del folículo ovulatorio es invadida por células que proliferan de la capa de la granulosa y de la teca. Las células de la teca y de la granulosa se diferencian (luteinizan) en células luteales que forman el CL. Las células de la teca se convierten en células de menor diámetro (15  $\mu$ m); y las células de la granulosa se convierten en células luteales de mayor tamaño (15  $\mu$ m). Ambas células secretan progesterona, sin embargo, las pequeñas poseen todos los receptores de LH y por ello, presentan una respuesta seis veces mayor cuando son expuestas a la LH in vitro.

**b) Luteólisis:** después de aproximadamente 14 días bajo la influencia de la progesterona secretada por el CL, el endometrio secreta pulsos de PGF2 (cada uno dura aproximadamente seis horas) por un total de aproximadamente 36 h. La concentración de PGF2 en sangre se



estima a través de la medición del metabolito principal 15-keto, 13,14 dehidro-prostaglandina F2 (PGFM). En los rumiantes la PGF2 llega al ovario a través de una difusión local arterio venosa. La PGF2 pasa de la vena útero-ovárica hacia la arteria ovárica (Baruselli et al., 2014).

#### **1.2.4 Celo posparto**

Salamanca (2010), indica que el celo post parto se describe como la etapa en que la vaca pasa del parto a mostrar su primer calor. Su duración es el factor más determinante en la eficiencia reproductiva, depende de varios factores como nutrición, salud, raza, amamantamiento y producción de leche. El primer estro postparto es de forma silenciosa (no presenta signos de estro), seguida de la formación de un cuerpo lúteo y una lisis prematura del mismo (15 días), con una cantidad mínima de P4, este pobre nivel está relacionado con la poca sensibilización a los E2 para la manifestación de signos de estro. La segunda ovulación ordinariamente es precedida por signos normales de estro y marca el final del anestro postparto.

#### **1.2.5 Anestro postparto en vacas lecheras**

Según Serrano (2016) el anestro postparto (PP) es un período de transición en el cual el eje hipotálamo-hipófiso-ovárico-uterino se recupera de la preñez previa, por lo que constituye un evento fisiológico normal luego del parto, que sería anormal cuando excede en condiciones pastoriles entre 45 a 60 días, lo que depende de la edad, raza, factores ambientales y genéticos. Los factores que afectan el anestro postparto son: raza, edad, amamantamiento, producción, involución uterina, partos distócicos, estado de salud general de la reproductora. La duración del anestro postparto en vacas lecheras es afectada por el estado de la condición corporal, además del Balance Energético Negativo (BEN). Probablemente el BEN hay una deficiente producción de leptina en el tejido adiposo, el mismo que altera el consumo de alimento y la dinámica del balance energético. Cuando se recupera el equilibrio energético la leptina ejerce efecto sobre la iniciación de la actividad reproductiva (Prieto et al., 2014).

Los tratamientos del anestro postparto, se basan en protocolos hormonales para corregir y lograr esta corrección se puede ver la mejoría en la producción teniendo en cuenta los parámetros de los índices reproductivos, disminuyendo el intervalo desde el parto a la

primera ovulación, se han propuesto variadas estrategias de manejo y tratamientos hormonales teniendo resultados más eficaces e inmediatos (Ochoa et al., 2017)

### **1.2.6 Relación entre la nutrición y la reproducción en la vaca lechera**

Según Mosquera (2014), “el periodo de transición en las vacas lecheras, juega un papel primordial porque de él depende el futuro productivo y reproductivo”. Los procesos fisiológicos inherentes a la reproducción como son el mismo desarrollo y crecimiento, ciclo estral, gestación, lactación y nutrición fetal, procesos que requieren un suministro adecuado y constante de minerales. Se puede presentar un déficit de minerales dado por un bajo suministro en la dieta, o puede ser condicionado por otros nutrientes, como el caso de la digestión de la fibra y la síntesis de proteína microbiana a nivel ruminal, donde se pueden ver afectadas por deficiencias de azufre y fósforo (BMeditores, 2014).

Los parámetros establecidos para los requerimientos anuales de energía metabolizable para mantenimiento, crecimiento, gestación, lactancia y trabajo corresponden a un valor de 8724 megacalorías, para una hembra bovina adulta (Anzola et al., 2014).

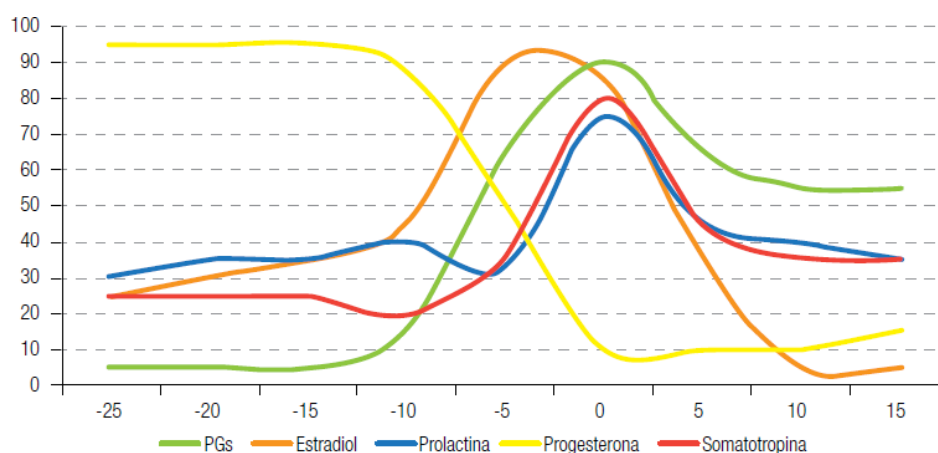
### **1.2.7 Balance nutricional y su influencia**

Es importante en el uso del alimento balanceado tener en cuenta los niveles de Calcio, fósforo, magnesio, azufre y demás minerales ya que pueden estar en desigualdad de porcentajes por lo cual la calidad y cantidad de comida proporcionada en uno de los papeles más esenciales en el anestro postparto de la vaca y que tan prolongado sea este (González, 2018).

La influencia que ejerce la alimentación sobre la ovulación y sobre las manifestaciones externas del celo es fundamental; los animales alimentados en exceso pueden sufrir trastornos reproductivos. El BEN que se genera después del parto de la vaca es atribuido a la alta demanda de nutrientes, limitada capacidad de consumo de alimentos y las inadecuadas concentraciones de nutrientes en los alimentos consumidos; situación que induce en la reproductora una respuesta compensatoria que compromete al tejido adiposo, el hígado, los músculos y los huesos. El desbalance energético creado, retarda la reanudación de los ciclos

estrales postparto y dependiendo de la intensidad, limita el crecimiento de los folículos ováricos. (González, 2018)

Según Sepúlveda et al (2017). en el período seco preparto de la vaca se reducen, el apetito, el consumo de alimentos y la capacidad de absorción de nutrientes, por lo que las reproductoras activan mecanismos fisiológicos que permiten coordinar la partición de los nutrientes y se producen cambios endocrinos que las preparan para el parto y el inicio de la lactancia, los cuales se asocian a modificaciones en las concentraciones plasmáticas de varias hormonas (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje que alcanzan las concentraciones plasmáticas de hormonas durante los días previos y posteriores al parto (día = 0).

**Fuente:** Adaptado de Degaris y Lean (2010).

En un estudio realizado por Castro et al. (2017) en 20 vacas Holstein, a las cuales se le ofrecieron cuatro niveles de suplementación: 0, 300, 500 y 700 g de propilenglicol/día, mezclados en el concentrado; establecieron que la inclusión de varios niveles de propilenglicol en mezcla con el concentrado alimenticio no es diferente en relación con la secreción de insulina y el número y tamaño de los folículos preovulatorios.

### **1.2.8 Alimentación en vacas lecheras**

Wheeler (2013) menciona que la producción de leche de una vaca depende de cuatro factores, entre los que se encuentran la capacidad genética; programa de alimentación; manejo del rebaño y la salud del rebaño. El desarrollo de programas de genética animal permite el mejoramiento de las potencialidades de las vacas lecheras, por lo que se deben perfeccionar los programas de alimentación y gestión, teniendo en cuenta la cantidad, calidad y tipo de alimento a suministrar.

### **1.2.9 Vitaminas y minerales**

Las vitaminas son compuestos heterogéneos imprescindibles para la vida, que cuando son ingeridos de forma equilibrada y en dosis esenciales, se promueve el correcto funcionamiento fisiológico de los animales, la adición es poco tóxica, mientras que su deficiencia causa un retardo en la aparición del celo, presentan celos silenciosos, quistes, terneros débiles, muertes embrionarias (Santini, 2014).

Las mismas son esenciales en los animales y permiten mantener la salud del hato ganadero. Se clasifican como solubles en agua (pertenecientes al complejo B, las que se pueden sintetizar en el rumen de los animales y vitamina C) y liposolubles o solubles en grasa (beta-caroteno o provitamina A, vitamina D2, D3, E (según se consideran un grupo por su solubilidad en aceite y por las diferentes funciones que realizan en los animales (Unión Ganadera Regional de Jalisco, 2013).

La deficiencia de vitamina A puede causar una reducción en el apetito del animal, lo que conlleva a la pérdida de peso, presencia de diarreas, ceguera y crías con un inadecuado estado de salud (Sarmiento, 2015). La falta de vitamina D origina raquitismo en el animal que se encuentra en crecimiento, producida debido a que los animales no son expuestos a la luz solar (Fernández, 2015).

De forma general, según Escobosa & Avila (2014) realizar una suplementación con minerales ayuda al animal en la formación de órganos y tejidos, además, que interviene en el rendimiento y composición de la leche y ganancia de peso; la adición de minerales debe

efectuarse en función de la región, especie de animal que se presenta, etapa productiva que transite, nivel de producción, época del año y calidad del agua, y los suelos.

#### **1.2.10 Suplementación Mineral y Vitamínica Durante el Periodo de Transición**

Durante el periodo de transición se desarrolla estrés oxidativo debido a la alta producción de especies reactivas de oxígeno, generado por la alta demanda metabólica al final de la preñez, el parto y el inicio de la lactancia, lo que conduce a la disfunción en la respuesta inflamatoria de los animales al encontrarse comprometidas las células inmunes (Sordillo, 2013).

El selenio (Se) actúa como agente antioxidante y permite reducir el estrés oxidativo durante esta etapa fisiológica, formando parte de la enzima glutatión peroxidasa, encargada de destruir los radicales libres en el citoplasma. Además, se ha encontrado una fuerte relación entre selenio y la regulación de las hormonas tiroideas. La deficiencia de Se, se asocia con la inmunosupresión y problemas reproductivos (Bicalho et al., 2014).

Dentro de las vitaminas del complejo B, una de las más importantes es la B12, de la cual son dependientes dos enzimas en ganado lechero, la metionina sintetasa, la cual transfiere un grupo metilo para la regeneración de metionina y tetrahidrofolato, y la metilmalonil-CoA, que participa en el ciclo de Krebs y la gluconeogénesis (Akins et al., 2013).

#### **1.2.11 Minerales en la alimentación de las vacas lecheras**

Brendon y Dugmore (2012) indican que los minerales esenciales son vitales en la alimentación del ganado bovino, los cuales son requeridos por el organismo para sus funciones normales pero que no se pueden sintetizar en el mismo y deben incluirse en la dieta. Los minerales se clasifican en macronutrientes y micronutrientes.

Juchem et al (2012). La suplementación con vitaminas pertenecientes al complejo B de forma individual en las reproductoras no alcanza mejores resultados en comparación con la suplementación combinada de varias vitaminas. Han definido que la suplementación con vitaminas en la lactancia temprana genera efectos positivos sobre la producción y composición de leche, así como en condición corporal, sin embargo, en otros mamíferos

disminuye la tasa de concepción y aumenta el riesgo de pérdida de la preñez cuando es deficientemente aplicada.

#### **1.2.11.1 Macrominerales.**

Dentro de los macronutrientes se consideran al calcio (Ca), fósforo (P), sodio (Na), cloro (Cl), potasio (K), azufre (S) y magnesio (Mg), los cuales se encuentran en proporciones importantes en el cuerpo de los bovinos, sin embargo, sus contenidos son menores que el carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Almeida et al. (2009) informan valores promedio dentro de los macronutrientes que alcanzan 1,7-1,8% de Ca; 1,2-1,4% de P, 0,028% de Mg; 0,15% de Na y de 0,14-0,17% de K en el cuerpo vacío (sin vísceras) de novillos Nelore estudiados bajo pastoreo. (Stewart, 2013).

#### **1.2.11.2 Microminerales.**

Como microminerales se incluyen el cobre (Cu), cobalto (Co), hierro (Fe), yodo (I), zinc (Zn), manganeso (Mn) y selenio (Se), aunque otros autores incluyen el níquel (Ni), cromo (Cr) y molibdeno (Mo), para los cuales aún no se han establecido requerimientos (Stewart, 2013). Todos son importantes en la regulación y coordinación de varios procesos metabólicos, y ayudan a mantener un adecuado funcionamiento del organismo, sin embargo, se requieren en cantidades muy pequeñas y su exceso puede ser dañino. El ganado vacuno cuando consumen pastos puede satisfacer sus requerimientos de macro y microminerales (Stewart, 2013).

#### **1.2.11.3 Deficiencia de minerales en bovinos lecheros**

Una buena alimentación de los animales significa que estos adquieran una dieta balanceada en lo referente a proteínas, energía, agua, vitaminas y minerales, nutrientes indispensables para el crecimiento, reproducción y producción. La exigencia de alimentos para una adecuada nutrición, hacen que el ganado deba soportar elevadas presiones de producción aumentando sus requerimientos. Situación que genera grandes esfuerzos al metabolismo, la misma que genera una mayor predisposición a sufrir deficiencias nutricionales. En condiciones de pastoreo, las deficiencias de proteína y energía son muy frecuentes para el bajo desempeño productivo y reproductivo en rumiantes. Sin embargo, en algunas ocasiones animales que

pastorean pasturas naturales con mayor disponibilidad ganan poco peso o presentan bajos índices reproductivos; en estos casos se ha demostrado que alguna deficiencia mineral puede ser la causa de las mismas. Incluso pueden presentar pérdidas de peso superiores a aquellas observadas en animales que están en pasturas deficientes en energía y proteína (Cseh, 2015).

### **1.2.12 Calfovit**

Según Alvear (2020) la composición del Calfovit es la siguiente:

Vitamina A, 60 000 U.I.

Vitamina D3, 20 000 U.I.

Vitamina B1, 0.01 % p/p

Vitamina B2, 0.02 % p/p

Vitamina B6, 0.001 % p/p

Vitamina B12, 0.00011 % p/p

Vitamina E, 0.0075 % p/p

Vitamina K3, 0.0025 % p/p

Ácido Nicotínico, 0.125 % p/p

Pantotenato Cálcico, 0.05 % p/p

Cloruro de Colina, 2.5 % p/p

DL. Metionina, 1.0 % p/p

L-Lisina, 0.25 % p/p

Raíz de Genciana, 5 g

Carnitina Clorhidrato, 1.0 % p/p

Glutamato Sódico, 0.75 % p/p

Cloruro Sódico, 2.5 % p/p

Carbonato Magnesio, 0.5 % p/p

Carbonato de Manganeso, 0.1 % p/p

Carbonato de zinc, 0.1 % p/p

Sulfato de hierro, 0.2 % p/p

Sulfato de cobre, 0.05 % p/p

Sulfato de cobalto, 0.05 % p/p

Yoduro de potasio, 0.018 % p/p

Carbonato Cálcico, 44.3865 % p/p

Fosfato Bicálcico, 30 % p/p

Excipiente c.s.p, 100 % p/p

El propio autor señala que es una mezcla completa de sales minerales; vitaminas, oligoelementos, aminoácidos, factores inespecíficos de crecimiento, que mejora la fertilidad, estimula el apetito, reconstituyente y principio aromático que, al administrarse a los animales, corrige los estados carenciales, agudos o crónicos proporcionando los elementos necesarios para que su desarrollo sea completo y para que la producción de carne, leche, lana, se manifieste de acuerdo con su potencial genético.

Los componentes del Calfovit son la raíz de genciana la cual estimula la producción de saliva en el momento que el animal está comiendo el balanceado medicado, lo cual mejora la digestión y corrige el pH del rumen, gracias al pH alcalino de la saliva y la carnitina, la cual es el catalizador imprescindible para que el organismo animal pueda utilizar los ácidos grasos de cadena larga, disponiendo de la energía necesaria para corregir el desbalance energético en la vaca y cerda en periodo postparto (Alvear, 2020).

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto de la premezcla vitamínico mineral (Calfovit) sobre el índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas en la hacienda Marisol del cantón Quero, provincia Tungurahua.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la estructura folicular (tamaño de folículos) en grupos de vacas Holstein mestizas con utilización de diferentes concentraciones de premezcla vitamínico mineral (0, 75, 100 y 125 g/vaca/día).
2. Determinar la influencia de los diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral en el tiempo de involución uterina de vacas lecheras mestizas a los 20 y 40 días postparto.



3. Evidenciar la influencia de la utilización de diferentes concentraciones de premezcla vitamínico mineral en el índice reproductivo parto-concepción de vacas lecheras mestizas.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1 MATERIALES**

Equipos: Ecógrafo

#### **Materiales de Campo**

- Calfovit (premezcla vitamínico mineral).
- 20 vacas lecheras mestizas.
- Gel desinfectante.
- Guantes quirúrgicos.
- Guantes ginecológicos.
- Gel lubricante.
- Overol.
- Botas.
- Mascarillas.
- Nariguera.
- Manga.

#### **Materiales de oficina**

- Esferos
- Registros
- Computador
- Impresora
- Cámara
- Libreta

### **2.2 MÉTODOS**

#### **2.2.1 Ubicación del área experimental**

El presente estudio se realizó en la Hacienda Marisol, el Cantón Quero, Parroquia rural Yanayacu, ubicado en el sector Sur occidente de la provincia de Tungurahua, a 21 km al sur de la ciudad de Ambato, cuenta con un área total de 99 km<sup>2</sup> (9900 ha) ubicado a 78°26'29.98"

de longitud Oeste y a 1°28'0.98" de latitud Sur; a una altitud de 3038 msnm. La temperatura media anual es de 15° C y la precipitación media anual es 1000 mm, llueve durante 31 días por año, la humedad relativa media es del 72%, con un índice de radiación ultravioleta (UV) de 3, y una velocidad de los vientos promedio de 13 km /h (INAMHI, 2017) (Figura 2).

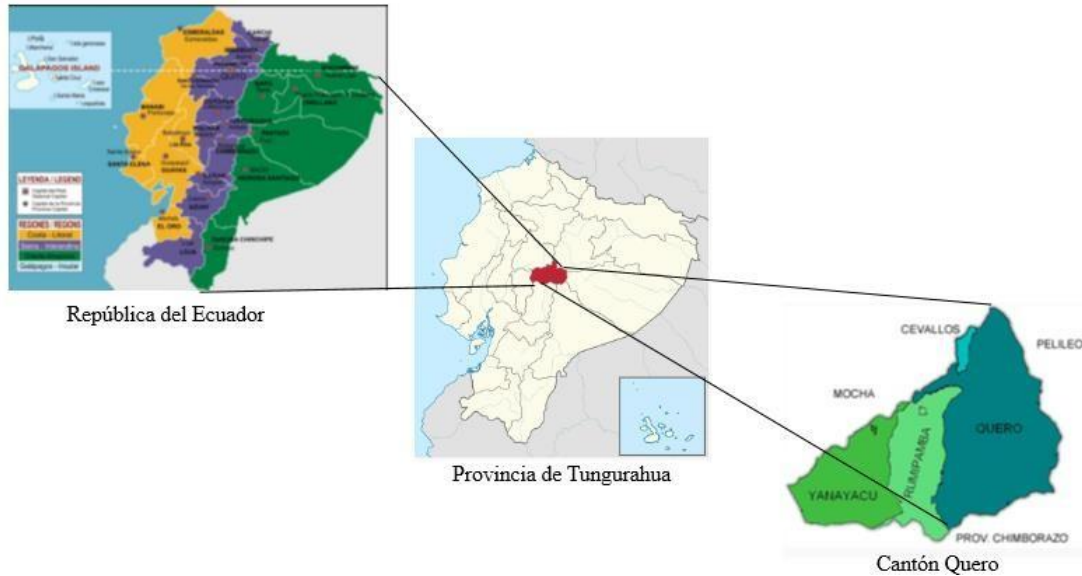


Figura 2. Ubicación del cantón Quero en la provincia de Tungurahua, República del Ecuador.

### 2.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó para el desarrollo de la investigación fue el Completamente al Azar (DCA) que establece el siguiente modelo matemático:

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

**Donde:**

$Y_{ij}$ : observación obtenida en el i-ésimo tratamiento y la j-ésima observación realizada en cada réplica en la UE (VD estudiada).

$\mu$ : media poblacional

$\tau_i$ : indica el efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{ij}$ : error experimental

Tabla 1. El esquema de la tabla ADEVA para un diseño completamente al azar es el siguiente:

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F Calculado</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	SCTr	k-1	$SCTr/k - 1$	$CMCT/CME$	
Error experimental	SCE	n <sub>T</sub> -k	$SCE/n - k$		
<b>Total</b>	<b>SCT</b>	<b>n<sub>T</sub>-1</b>			

El experimento estuvo conformado por cinco réplicas y 20 unidades experimentales (vacas lecheras). Los grupos de vacas conformados mediante selección aleatoria fueron suplementados con diferentes niveles de premezcla vitamínica mineral (0, 75, 100 y 125 g/vaca/día) distribuidas de forma completamente al azar, y las demás condiciones de manejo del ensayo fueron homogéneas en los cuatro grupos conformados con cinco vacas mestizas lecheras cada uno. Los tratamientos fueron establecidos a partir del suministro del suplemento vitamínico mineral incluido el testigo donde no se administró (Tabla 2).

Tabla 2. Características de los tratamientos.

<b>Código de los tratamientos</b>	<b>Cantidad suministrada de suplemento vitamínico-mineral (gr)</b>	<b>Tamaño de la unidad experimental por tratamiento</b>
T0	0	5
T1	75	5
T2	100	5
T3	125	5
	<b>Total</b>	<b>20</b>

El estudio es de tipo experimental, ya que se manipuló el factor de estudio, el cual fue segmentado en cuatro niveles (0, 75, 100 y 125 g/vaca/día de suplemento vitamínico mineral). Para ello, se conformaron cuatro grupos de vacas lecheras en período de posparto y se aplicaron técnicas y métodos para determinar el desarrollo de las estructuras foliculares (tamaño de folículos), el tamaño del útero y el porcentaje de concepción.

### 1.2.1 Manejo del experimento

La población de estudio corresponde a 70 vacas en producción en la hacienda Marisol, con los siguientes criterios de inclusión

1. Raza Holstein mestiza.
2. Condición corporal 2.5-3.25.
3. Edad entre 3-4 años, de segundo y tercer parto.
4. Alimentación a libre pastoreo (Trébol blanco, Ray Grass anual y Ray Grass neozelandés), concentrado 1 kg/día/animal y consumo de agua *ad libitum*.

Considerando un marco muestral conocido de 70 vacas se utilizó el siguiente algoritmo matemático para efectuar el cálculo del mínimo tamaño muestral.

$$n = \frac{N * Z_{1-\alpha/2}^2 * S^2}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\alpha/2}^2 * S^2}$$

**Donde:**

Marco muestral: N=70 vacas reproductoras.

Alfa (máximo error tipo I).  $\alpha = 0,05$ .

Nivel de Confianza  $1-\alpha/2 = 0,975$ .

Z de  $(1-\alpha/2)$   $Z (1-\alpha/2) = 1,96$ .

Varianza ( $s^2$ ) = 1,69.

Tamaño de la muestra (n)=19,14=20 vacas.

El mínimo tamaño de la muestra en función de la población de vacas de que se dispone es de 20, y debido a que se cuenta con cuatro tratamientos, se distribuyeron de forma aleatoria, cinco vacas en cada uno.

Previo al inicio del trabajo de campo se enviaron muestras foliares de los pastos utilizados en la alimentación del hato ganadero para análisis bromatológico en el Laboratorio de Servicio de análisis e investigación en alimentos de Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, donde se efectuaron determinación del porcentaje de humedad, calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) y para el caso de

cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn) y zinc (Zn) se realizaron las determinaciones en ppm. Los ensayos se realizaron en base seca (Anexo 1).

Para garantizar una adecuada palatabilidad de la premezcla vitamínico mineral de Calfovit por parte de las vacas que formaron parte del experimento se realizó una mezcla del suplemento con canela molida en dosis de 10g/100g de suplemento vitamínico mineral (se utilizó para mejorar la palatabilidad de la sal y el concentrado). Las dosis de Calfovit fueron suministradas hasta el día 20 postparto, en el momento del ordeño, una vez por día.

#### **2.2.4 Variables medidas**

Las variables de estudio se analizaron de acuerdo con el impacto sobre la reproducción que pudieran generar las diferentes dosis de Calfovit utilizadas en la dieta de vacas lecheras de la hacienda Marisol.

La actividad ovárica (tamaño de ovarios en mm) y la involución uterina (tamaño de los cuernos uterinos en cm) en vacas Holstein mestizas, fue medida mediante ultrasonografía transrectal a los 20 y 40 días.

Para conocer el estado de concepción o preñez de vacas lecheras Holstein mestizas se realizó ecografía al día 28 post inseminación o monta directa (Anexo 2).

El índice reproductivo parto-concepción fue calculado mediante la fórmula siguiente:

$$\%Preñez = \frac{\text{vacas preñadas}}{\text{vacas inseminadas}} \times 100$$

#### **2.2.5 Procedimiento estadístico**

Para determinar presencia o no de diferencias estadísticas significativas entre los grupos de vacas con la utilización de diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral (0, 75, 100 y 125 g/vaca/día), en función de las variables tamaño del ovario derecho, tamaño del ovario izquierdo, involución uterina a los 20 y 40 días posparto en el cuerno derecho e izquierdo, se efectuó el análisis de varianza (ADEVA). En caso de presentar diferencias estadísticas entre los grupos de vacas donde se aplicaron los diferentes tratamientos (0, 75, 100 y 125

g/vaca/día) se aplicó la prueba de rangos múltiples de Duncan, donde se establecen los subconjuntos homogéneos que permiten definir las diferencias o similitudes entre cada uno.

Para conocer si se presenta relación significativa o no entre los grupos de vacas con utilización de los diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral (0, 75, 100 y 125 g/vaca/día) y la concepción o preñez de vacas mestizas (si o no) se utilizó la prueba no paramétrica Chi-cuadrado de Pearson. La relación estadística entre los diferentes niveles de Calfovit utilizados y la actividad ovárica (tamaño de folículos) se determinó mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson (se utiliza cuando las dos variables son numéricas). Para conocer la relación estadística entre los diferentes niveles de Calfovit y la presencia o no de preñez se utilizó el coeficiente de correlación rho de Spearman (se utiliza cuando una variable es numérica y la otra es nominal).

Los resultados obtenidos fueron representados gráficamente mediante gráficos de barras simples y de barras agrupadas. El procesamiento estadístico de los datos obtenidos en la investigación desarrollada se realizó con el paquete estadístico SPSS versión 25 de prueba para Windows (IBM, 2016), con una confiabilidad de 95% ( $\alpha=0,05$ ).

## CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 RESULTADOS

#### 3.1.1 Actividad ovárica en vacas mestizas

La prueba de ADEVA para el tamaño del folículo en el ovario derecho (Tabla 3) muestra que no se presentan diferencias estadísticas significativas entre grupos de vacas con la utilización de diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral, debido a que el p-valor obtenido (0,317) es mayor a 0,05, lo que permite establecer que utilizar cantidades diferentes del suplemento vitamínico mineral no causa efectos diferentes en el tamaño de los folículos en el ovario derecho.

Tabla 3. Análisis de varianza (ADEVA) para el tamaño folicular del ovario derecho en vacas posparto sometidas a la administración de un suplemento vitamínico-mineral.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	53,446	3	17,815	1,203	0,317
Error experimental	829,100	56	14,805		
<b>Total</b>	<b>882,546</b>	<b>59</b>			

Coefficiente de variación (CV)=40,9%.

El grupo de vacas que consumieron 100 g de la premezcla vitamínico mineral alcanzó (10,5 mm) a los 40 días posparto, el mayor valor en el tamaño del folículo se evidenció en el ovario derecho, aunque, no diferentes estadísticamente a los grupos de vacas donde se utilizaron 0, 75 y 125 g del suplemento donde se obtuvieron 7,9; 9,7 y 9,7 mm respectivamente, lo que puede estar condicionado al sistema de manejo y tipos de alimentación (Figura 3).



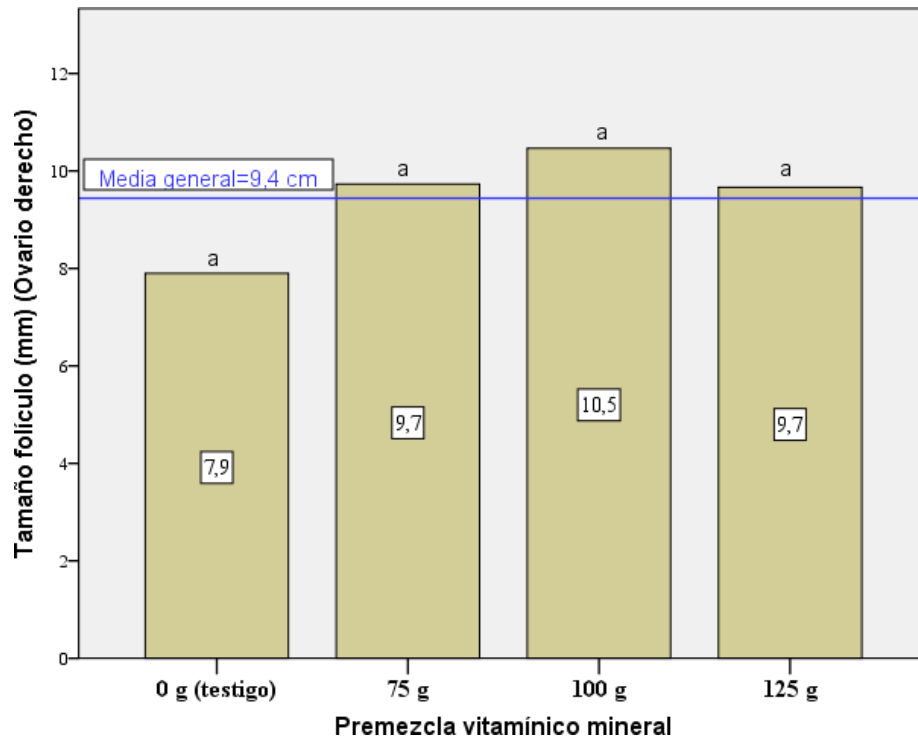


Figura 3. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con el tamaño del folículo en el ovario derecho.

El resultado de la correlación de Pearson indica que no se presenta relación significativa entre la cantidad de Calfovít aplicado y el tamaño de folículos en el ovario derecho, ya que el p-valor obtenido en la prueba estadística (0,103) es mayor a 0,05; por ello, se puede inferir que la aplicación del suplemento vitamínico mineral en la alimentación no mejora la actividad folicular de vacas en periodo post parto (Tabla 4).

Tabla 4. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovít aplicado con el tamaño de folículos en el ovario derecho.

<b>Variab</b> les	<b>Prueba estadística</b>	<b>Aplicación de Calfovít (g/vaca/día)</b>	<b>Tamaño de folículo en ovario derecho</b>
Aplicación de Calfovít (g/vaca/día)	Correlación de Pearson	1,000	0,213
	p-valor		0,103
	n	60	60
Tamaño de folículo en ovario derecho	Correlación de Pearson	0,213	1,000
	p-valor	0,103	
	n	60	60

La prueba de ADEVA para el tamaño del folículo en el ovario izquierdo (Tabla 4) muestra que no se presentan diferencias significativas entre grupos de vacas con la utilización de diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral, debido a que el p-valor obtenido (0,925) es mayor a 0,05, lo que permite establecer que utilizar cantidades diferentes del suplemento vitamínico no causa efectos diferentes en el tamaño del ovario derecho.

Tabla 5. Análisis de varianza (ADEVA) para el tamaño folicular izquierdo (mm) con relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínico.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	7,113	3	2,371	0,156 (NS)	0,925
Error experimental	851,700	56	15,209		
<b>Total</b>	<b>858,813</b>	<b>59</b>			

CV=45,4%.

El grupo de vacas que consumieron 75 g de la premezcla vitamínico mineral (8,8 mm) alcanzaron los mayores valores en el tamaño del folículo en el ovario izquierdo, aunque, sin

diferencias estadísticas con los grupos de vacas donde se utilizaron 0, 100 y 125 g del suplemento donde se obtuvieron de forma respectiva ovarios con un tamaño de 8,0; 8,7 y 8,1 mm (Figura 4).

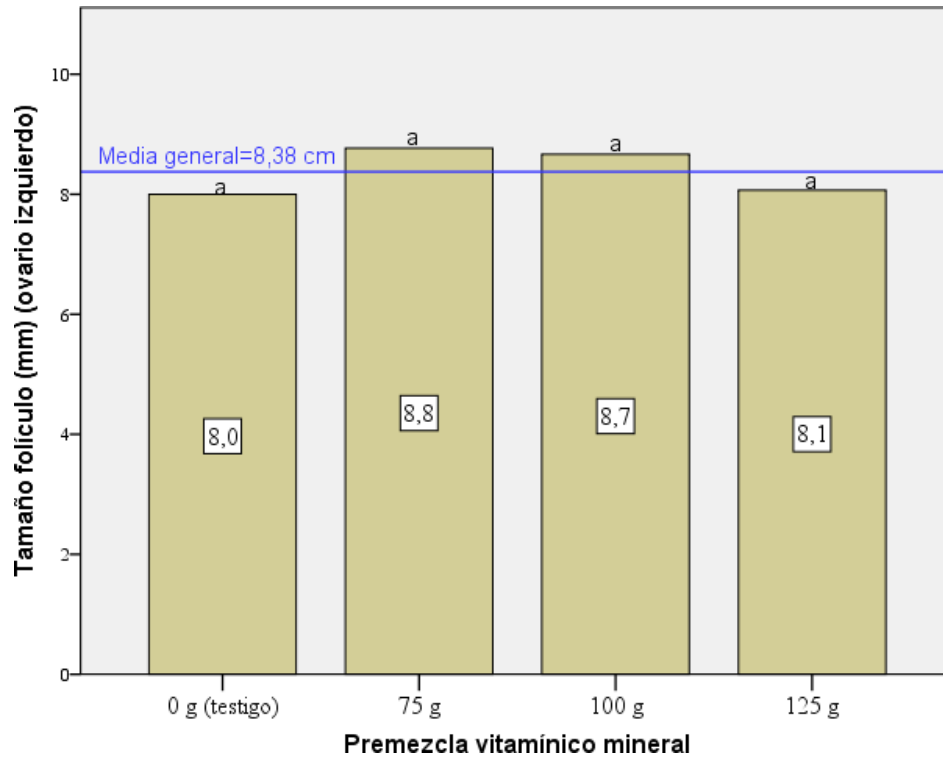


Figura 4. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con el tamaño del folículo en el ovario izquierdo.

El resultado de la correlación de Pearson indica que no se presenta relación significativa entre la cantidad de Calfovite aplicado y el tamaño de folículos en el ovario izquierdo, ya que el p-valor obtenido en la prueba estadística (0,830) es mayor a 0,05; por ello, se puede inferir que, al igual que en el ovario derecho, la aplicación del suplemento vitamínico mineral en la alimentación no mejora la actividad folicular de vacas en periodo post parto (Tabla 6).

Tabla 6. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovít aplicado con el tamaño de folículos en el ovario izquierdo.

<b>Variables</b>	<b>Prueba estadística</b>	<b>Aplicación de Calfovít (g/vaca/día)</b>	<b>Tamaño de folículo en ovario izquierdo</b>
Aplicación de Calfovít (g/vaca/día)	Correlación de Pearson	1,000	0,213
	p-valor		0,830
	N	60	60
Tamaño de folículo en ovario izquierdo	Correlación de Pearson	0,213	1,000
	p-valor	0,830	
	N	60	60

### 3.1.2 Tiempo de involución uterina postparto

#### 3.1.2.1 Involución uterina a los 20 días postparto.

La prueba de ADEVA para el tamaño del cuerno derecho e izquierdo a los 20 días postparto muestra que se presentan diferencias significativas entre grupos de vacas con la utilización de diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral, debido a que el p-valor obtenido (0,000) es menor a 0,05, lo que permite establecer que utilizar cantidades diferentes del suplemento vitamínico causa efectos diferentes en el tamaño de los cuernos uterinos (Tabla 7).

Tabla 7. Contraste de hipótesis para el tamaño de cuerno derecho a los 20 días postparto en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínicos.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	38,950	3	12,983	12,983	0,000
Error experimental	16,000	16	1,000		
<b>Total</b>	<b>54,950</b>	<b>19</b>			

CV=7,48%.

Los valores del tamaño de los cuernos uterinos derecho e izquierdo presentan simetría entre ellos a los 20 días postparto, aunque fueron mayores y diferentes estadísticamente en el grupo de vacas donde no se aplicó el suplemento vitamínico mineral (24,6 cm) a los observados en el grupo de reproductoras donde se aplicaron 75 g (22,6 cm), 100 g (21,8 cm) y 125 g (20,8 cm), lo que puede estar condicionado a que los componentes del Calfovit contribuye a una rápida involución uterina y a una mejor regeneración de los cuernos uterinos (Figura 5).

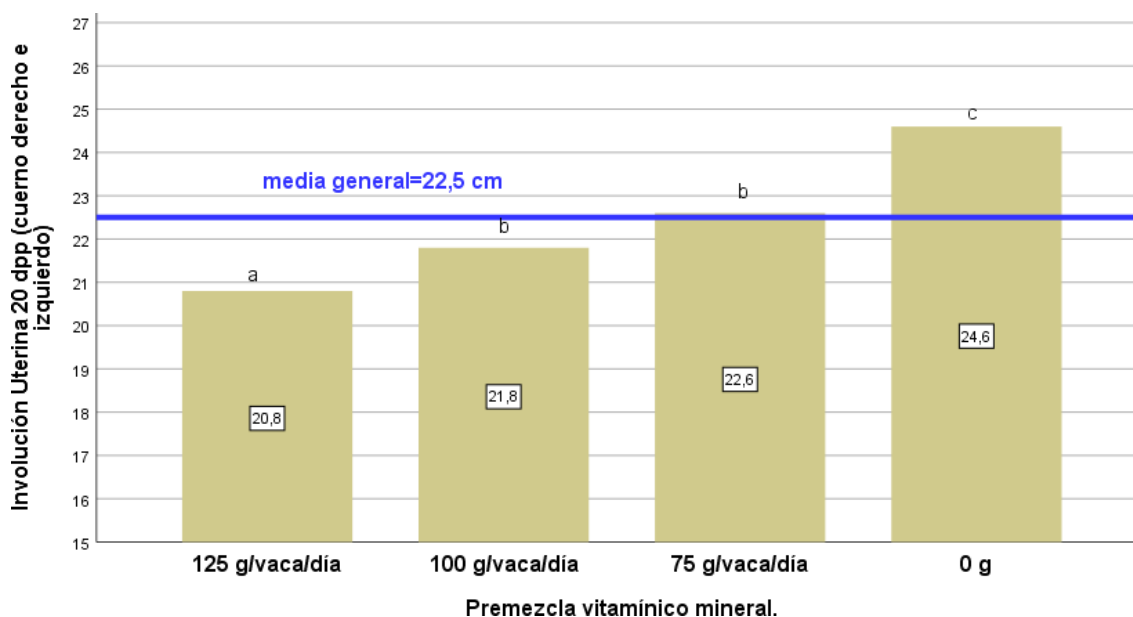


Figura 5. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con la involución uterina a los 20 días postparto en el cuerno derecho. \*Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p$ -valor $<0,05$  (prueba de rangos de Duncan).

El resultado de la correlación de Pearson indica que se presenta relación altamente significativa entre la cantidad de Calfovit aplicado y la involución uterina a los 20 días después del parto (ddp), en los cuernos derecho e izquierdo, ya que el  $p$ -valor obtenido en la prueba estadística (0,000) es menor a 0,05; por lo tanto, se infiere que la utilización de suplemento vitamínico mineral contribuye a la rápida involución uterina en las vacas objeto de estudio. El  $r$  de Pearson obtenido (-0,838) indica que el aumento de la cantidad de Calfovit aplicado disminuye el tamaño de los cuernos derecho e izquierdo, evidenciándose una correlación negativa muy fuerte (Tabla 8).

Tabla 8. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con la involución uterina a los 20 dpp (tamaño de cuerno derecho e izquierdo).

<b>VARIABLES</b>	<b>CORRELACIÓN DE PEARSON</b>	<b>APLICACIÓN DE CALFOVIT (g/vaca/día)</b>	<b>INVOLUCIÓN UTERINA 20 DPP (CUERNO DERECHO E IZQUIERDO)</b>
Aplicación de Calfovit (g/vaca/día)	r de Pearson	1,000	-0,838
	p-valor		0,000
	n	40	40
Involución uterina 20 dpp (cuerno derecho e izquierdo)	Correlación de Pearson	-0,838	1,000
	p-valor	0,000	
	n	40	40

### 3.1.2.2 Involución uterina a los 40 días postparto.

La prueba de ANOVA de un factor intergrupos para el tamaño del cuerno derecho e izquierdo a los 40 días postparto (Tabla 9) muestra que se presentan diferencias significativas entre grupos de vacas con la utilización de diferentes niveles de premezcla vitamínico mineral, debido a que el p-valor obtenido (0,001) es menor a 0,05, lo que permite establecer que utilizar cantidades diferentes del suplemento vitamínico ayuda a una rápida involución uterina.

Tabla 9. Contraste de hipótesis para el tamaño del cuerno derecho a los 40 días postparto en relación a diferentes cantidades de concentrado vitamínicos.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	11,600	3	3,867	8,593	0,001
Error experimental	7,200	16	0,450		
<b>Total</b>	<b>18,800</b>	<b>19</b>			

CV=7,78%.

Los valores del tamaño de los cuernos uterinos derecho e izquierdo presentan simetría entre ellos a los 40 días postparto, aunque fueron mayores y no diferentes estadísticamente en el grupo de vacas donde no se aplicó el suplemento vitamínico mineral (13,6 cm) comparado con lo obtenido en el grupo de reproductoras donde se aplicaron 75 g (13,0 cm) y 125 g (12,2 cm), aunque fueron diferentes al grupo donde se aplicó 100 g del suplemento (11,6 cm), lo que indica que cuando avanzan los días se presenta una buena salud uterina, y por lo tanto, una involución uterina adecuada (Figura 6).

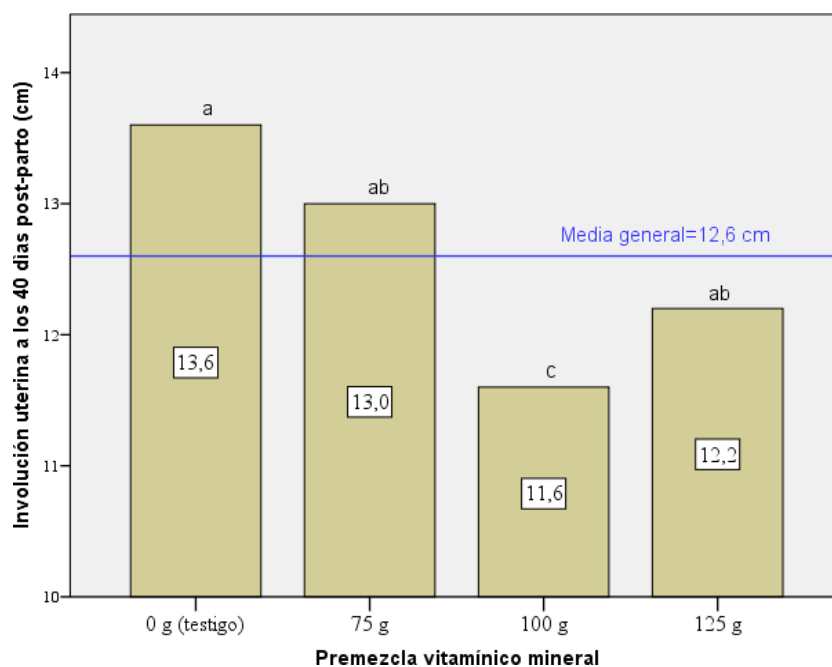


Figura 6. Comportamiento de los grupos de vacas con diferentes cantidades de suplemento vitamínico en relación con la involución uterina a los 40 días postparto en el cuerno derecho. \*Letras diferentes difieren estadísticamente para  $p$ -valor $<0,05$  (prueba de rangos de Duncan).

El resultado de la correlación de Pearson indica que se presenta relación altamente significativa entre la cantidad de Calfovít aplicado y la involución uterina a los 40 días después del parto, en los cuernos derecho e izquierdo, ya que el  $p$ -valor obtenido en la prueba estadística (0,000) es menor a 0,05; por lo tanto, se infiere (resultado similar a lo obtenido a los 20 ddp) que la utilización de suplemento vitamínico mineral contribuye a la rápida involución uterina en las vacas objeto de estudio. El  $r$  de Pearson obtenido (-0,662) indica que el aumento de la cantidad de Calfovít aplicado disminuye el tamaño de los cuernos derecho e izquierdo, evidenciándose una correlación negativa media (Tabla 9).

Tabla 10. Coeficiente de correlación de Pearson que relaciona la cantidad de Calfovit aplicado con la involución uterina a los 40 dpp (cuerno derecho e izquierdo).

<b>Variables</b>	<b>Prueba estadística</b>	<b>Aplicación de Calfovit (g/vaca/día)</b>	<b>Involución uterina 40 dpp (cuerno derecho e izquierdo)</b>
Aplicación de Calfovit (g/vaca/día)	Correlación de Pearson	1,000	-0,662
	p-valor		0,000
	n	40	40
Involución uterina 40 dpp (cuerno derecho e izquierdo)	Correlación de Pearson	-0,662	1,000
	p-valor	0,000	
	n	40	40

### 3.1.3 Índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas

Los resultados del análisis estadístico evidencian que no se presenta relación probabilística entre la aplicación del suplemento vitamínico mineral y la concepción, debido a que, en la prueba realizada, se obtuvo un p-valor=0,343, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que la administración del suplemento vitamínico mineral no influye en el porcentaje de concepción de las vacas (Tabla 11).



Tabla 11. Coeficiente de Spearman que establece la correlación entre la cantidad de suplemento vitamínico mineral aplicado y la concepción o no de vacas reproductoras.

<b>Variables</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	<b>Aplicación de Calfovit (g/vaca/día)</b>	<b>Concepción</b>
Aplicación de Calfovit (g/vaca/día)	rho de Spearman	1,000	-0,224
	p-valor		0,343
	n	20	20
Concepción	Coeficiente de correlación	-0,224	1,000
	p-valor	0,343	
	n	20	20

La prueba Chi-cuadrado de Pearson muestra un p-valor=0,475, valor mayor a 0,05, por lo tanto, desde el punto de vista estadístico, no existe evidencia suficiente para indicar la presencia de asociación entre la utilización del suplemento vitamínico mineral y la presencia o no de concepción o preñez de vacas mestizas, lo que puede estar asociado a la muerte embrionaria que ocurre por diversos factores, cuando se presenta muerte embrionaria al día 17-18, la vaca retorna el celo (Tabla 11).

Tabla 12. Prueba de Chi cuadrado que muestra la asociación entre la aplicación o no suplemento vitamínico mineral con la variable concepción o preñez (sí o no) de las vacas Holstein mestizas.

<b>Estadísticos</b>	<b>Valor</b>	<b>gl</b>	<b>p-valor</b>
Chi-cuadrado de Pearson	2,500	3	0,475
N de casos válidos	20		

En la Figura 7 se muestra el comportamiento de cada grupo de vacas con la aplicación de diferentes concentraciones de la premezcla vitamínico mineral donde se evidencia que no se presentaron diferencias estadísticas entre los grupos, sin embargo, con la aplicación de 100 g de suplemento vitamínico mineral se alcanzó el 100% de vacas preñadas, o sea, de 5 vacas

inseminadas y a las que se le adicionaron 100 g del suplemento vitamínico mineral las cinco fueron preñadas.

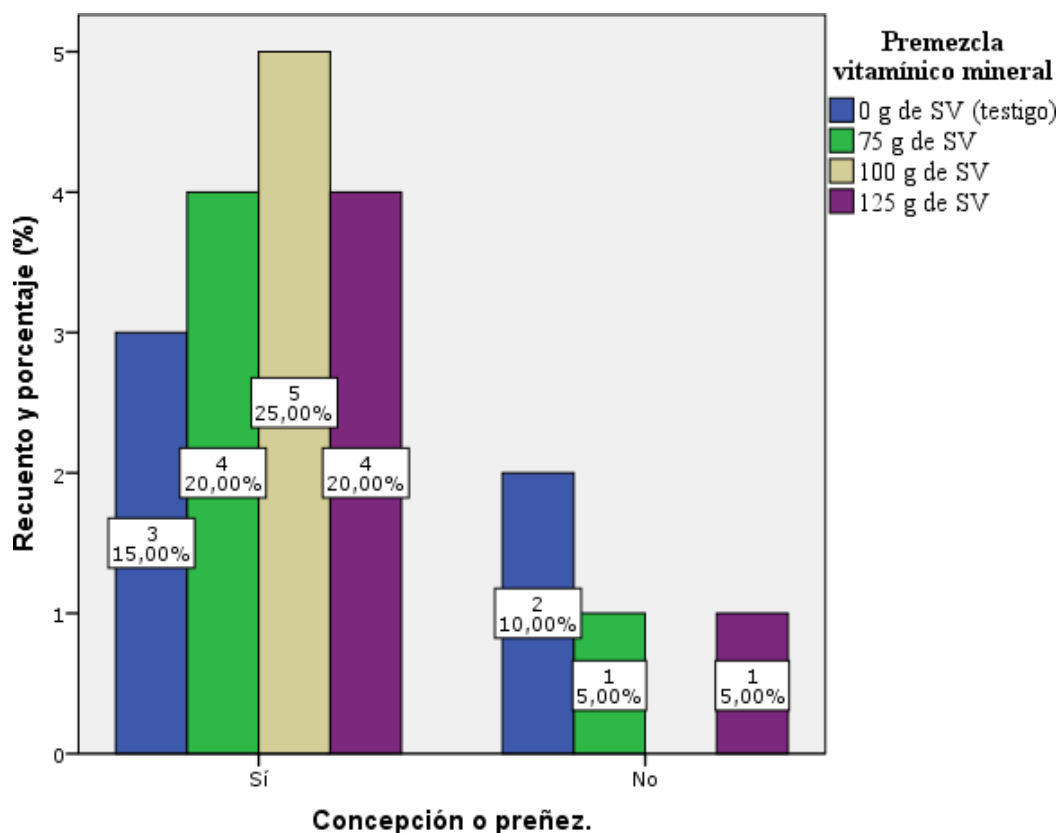


Figura 7. Influencia de la aplicación de premezcla vitamínico mineral en la concepción o no de vacas mestizas lecheras.

## 3.2 DISCUSIÓN

### 3.2.1 Actividad ovárica en vacas mestizas

Los resultados obtenidos en el estudio muestran que no se presenta correlación entre la aplicación del suplemento vitamínico mineral y el tamaño de folículos, lo que se corrobora con lo obtenido por Córdova y Quinteros (2014), los cuales manifiestan que el agotamiento prolongado de reservas corporales de grasa durante la lactancia temprana y las variaciones del consumo de energía en el periodo de transición puede tener efectos perjudiciales en el inicio de la actividad ovárica, debido a que la condición corporal cuando es baja, no le permite retomar la actividad ovárica.

Martins et al. (2019) en un estudio realizado indican que gran parte de las variaciones en el crecimiento folicular se deben a factores nutricionales pues existe estrecha relación entre el balance energético y fertilidad. Mientras que (Luo et al., 2020). Manifiesta que, aunque los mecanismos bioquímicos son complejos y numerosos, se ha demostrado que el desarrollo de los folículos depende de los factores de crecimiento en una etapa temprana y de su capacidad de respuesta gonadotrópica, esteroidogénica para la proliferación celular en una etapa tardía.

### **3.2.2 Tiempo de involución uterina postparto**

Mediante el análisis de correlación se evidenció una relación significativa entre el resultado de la involución uterina por ultrasonografía con respecto a la cantidad de Calfovit aplicado y una correlación negativa muy fuerte a los 20 días, sin embargo, a los 40 días presenta una correlación significativa entre ambas variables, pero negativa media. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Čengić et al. (2012). Utilizando la ultrasonografía transrectal en 412 exámenes, donde las vacas tuvieron puerperio normal, y completaron la regresión del útero entre 38 y 45 días posparto. Además, Hajurka et al. (2005) afirman haber observado rangos similares con monitoreo ultrasonográfico entre los 23 a 43 días.

Campos & Jaramillo (2008) durante el periodo de gestación el útero de la vaca crece considerablemente de tamaño, después del parto inicia el proceso de involución, el mismo que consiste en regresar cual a la región pélvica, recobrando su tamaño y su consistencia normal.

Según Zemjamis (1990) los cuernos uterinos engrosan hasta finalizar la segunda semana posparto, completándose la involución de los cuernos detectables clínicamente, lo cual coincide con los animales de la raza Jersey situación diferente con la raza Holstein, que fueron medidos hasta el día 24 posparto. La involución de los cuernos uterinos de los animales que cursaron con puerperio normal sucedió a los 36 días.

### **3.2.3 Índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas**

Los resultados evidencian que el mayor porcentaje de preñez (100%) se obtuvo con la adición de 100 g/vaca /día, aunque no diferentes estadísticamente al resto de tratamientos con un porcentaje de preñez del 80% para T1 y T3, mientras que con un porcentaje del 60% el

tratamiento testigo, lo cual, se corrobora con lo obtenido por Lluen (2009) en su investigación, quien indica que el porcentaje de preñez en vacas Holstein es menor al 40%.

### **3.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS**

Se comprueba la hipótesis alternativa de que la aplicación del suplemento vitamínico mineral presenta un efecto positivo en la involución uterina de vacas Holstein Mestizas; sin embargo, no se comprueba el efecto de la aplicación del suplemento vitamínico mineral sobre el intervalo parto-concepción de las reproductoras.

## **CAPÍTULO IV.**

### **CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- ✓ La administración del suplemento vitamínico mineral no favorece la actividad ovárica de vacas Holstein mestizas.
- ✓ El suministro del suplemento vitamínico mineral en la dieta redujo el tiempo de involución uterina a los 20 y 40 días post parto, lo que puede atribuirse a las propiedades de la premezcla la que ayuda a una mejor reactivación uterina.
- ✓ El índice de concepción de vacas Holstein mestizas no presentó diferencias estadísticas significativas en los grupos de reproductoras con la aplicación o no del suplemento vitamínico mineral.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar 100 g de suplemento vitamínico mineral por 20 días consecutivos para una rápida involución uterina.
- Divulgar los resultados obtenidos a nivel de los productores, sobre el uso de Calfovit, como un suplemento para mejorar los rendimientos productivos y reproductivos.
- Realizar estudios del uso de Calfovit en mayor número de animales, con diferentes tipos de manejo para minimizar los efectos del periodo de transición en vacas productoras.

### 4.3 BIBLIOGRAFÍA

- AGSO (2014). La producción lechera en Ecuador genera \$ 1.600 millones en ventas anuales (Infografía). El Telégrafo. Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/la-produccion-lechera-en-ecuador-genera-1-600-millones-en-ventas-anuales-infografia>
- Almeida, V.V.S., Queiroz, A.C., Silva, R.R., Silva, F.F., Oliveira, A.C., Santana Júnior, H.A. (2009). Body composition and net and dietary macrominerales requirements of Nellore steers under grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38(6):1081-1087.
- Alvear (2019). CALFOVIT (en línea). Disponible en: <https://veterinariaalvear.com/product/calfovit/>
- Anzola V., H., Durán M., H., Rincón S., J. C., Martínez R., J. L., & Restrepo V., J. (2014). El uso eficiente de los forrajes tropicales en la alimentación de los bovinos. Obtenido de <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1063&context=ca>
- Baruselli, P.S., Martinez, M.F and BO, G.A. (2014). Dinámica folicular ovárica en la bovina. Argentina: IRAC, 2014.
- BMeditores (2014). Nutrición e infertilidad en bovinos. Obtenido de <http://bmeditores.mx/nutricion-e-infertilidad-en-bovinos/>
- Brennan, K.M., Burris, W.R., Boling, J.A., Matthews, J.C. (2011). Selenium content in blood fractions and liver of beef heifers is greater with a mix of inorganic/organic or organic versus inorganic supplemental selenium but the time required for maximal assimilation is tissue-specific. *Biological Trace Element Research* 144:504–516.
- Bretschneider, G., Castignani, H., & Salado, E. (2012). La Suplementación óptima. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 1-9.
- Bo, A, (2014). Endocrinología del ciclo estral, foliculogenesis y desarrollo folicular en el bovino adulto y prepuber. Argentina: IRAC, 2014.
- Caccia, Mariana and BO, Gabriel. (2014). Principios fundamentales de endocrinología y mecanismo de acción de las hormonas. Argentina: IRAC, 2014.
- Campabadal, C. (2009). Efecto de la nutrición sobre la reproducción del ganado de leche. In: Memorias del Congreso Nacional Lechero, San Carlos, Costa Rica. Noviembre 2009.

- Campos, R.; Cubillos, C.; y Rodas, A. (2012). Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Acta Agronómica*, 56 (2): 85-92.
- Campos, R., & Jaramillo, L. (2008). *Estrés y factores asociados al periparto en bovinos*. Universidad Nacional de Colombia.
- Castro, S. M., Galvis, R. D., López, A., & Giraldo, J. J. (2017). Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el período de transición a la lactancia sobre actividad ovárica y desempeño reproductivo en vacas Holstein. 14(2). Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/695/69553551004.pdf>
- Čengić B, Varatanović N, Mutevelić T, Katica A, Mlačo M, Čutuk A. (2012). Normal and abnormal uterine involution in cow a monitored by ultrasound. *Biotechnol Anim Husb.* 28(2):205-217.
- Chebel, R. C., & Ribeiro, E. S. (2016). Reproductive Systems for North American Dairy Cattle Herds. *Vet Clin Food Anim*, 32, 267-284. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.002>
- Costales, C. (2015). Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo en vacas con la utilización de tres niveles de carbo-amino-fosfo-quelatos (en línea). ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. Riobamba-Ecuador. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5262/1/TESIS.pdf>
- Cseh, S. (2015). Deficiencias minerales en bovinos para carne. Diagnóstico, caracterización y control. *Revista científica Maskana*. Volumen 6 (número especial). Disponible en: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/656>.
- Dávalos, G. (2016). Aplicación de diferentes estrategias de suplementación alimenticia sobre el desempeño productivo en vacas lecheras Holstein bajo pastoreo rotativo. (en línea). Universidad Técnica de Ambato. Ambato.Tungurahua. Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/24014/1/Tesis%2064%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20428.pdf>
- Degarís, P., & Lean, I. (2010). *Transition Cow Management*. Australia: Dairy Australia.
- Díaz, F. (2016). Revisando la Dieta. *Infortambo Andina* 6(92).
- Fernández, G. (2009). *El Periodo de Transición en la Vaca Lechera*. Cajamarca, Perú: UPG Veterinaria. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Medicina Veterinaria.

Obtenido de: [https://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/01/gilberto\\_transicion.pdf](https://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/01/gilberto_transicion.pdf)

- Forrero, N. (2007). Efecto de la suplementación de zinc, cobre quelatados y selenio de fuente orgánica sobre los niveles sanguíneos y la calidad de la leche en la raza Holstein en el CIC Santa María. Universidad de La Salle. Bogotá, D.C. pp 10-13. Disponible en: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/121/>
- Giraudó, José Ángel (2014). Sincronización de celos e inseminación artificial. Argentina: IRAC, 2014.
- Gonzales, K. (2018). Zootecnia y veterinaria es mi pasión. Obtenido de Zootecnia y veterinaria es mi pasión: <https://zoovetespasion.com/ganaderia/reproduccion-bovina/anestro-la-vaca/>
- Goulart, M., Montagner, P., Silveira, M., Carneiro R., Schwegler, E., Moreira, M., Alves, R., Buttow, V., Schneider, A., Rohrig, V., Augusto, F., & Nunes, M., (2013). Composição do leite, pH do fluído ruminal e perfil metabólico de vacas leiteiras suplementadas com uréia de liberação lenta. Acta Scientiae Veterinariae. 41:1115. <http://www.redalyc.org/articulo>
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), (2017). Tisaleo (en línea). Consultado el 26 de febrero 2020. Disponible en: <https://rrmn.tungurahua.gob.ec/red/estaciones/estacion/53a34383bd92ea9430000001>
- Kim, M., Eastridge, M. L., Yu, Z. (2014). Investigation of ruminal bacterial diversity in dairy cattle fed supplementary monensin alone and in combination with fat, using pyrosequencing analysis. Canadian Journal of Microbiology, 60: 65-71.
- Luo, Y.; Zhang, R.; Gao, J. (2020). The localization and expression of epidermal growth factor and epidermal growth factor receptor in bovine ovary during oestrous cycle. Reproduction in Domestic Animals 55(7): 822-832.
- Lluén G., B. R. (2009). Causas de Infertilidad en Vacas Lecheras. Obtenido de [http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/infertilidad\\_lluen.pdf](http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/infertilidad_lluen.pdf)
- Macmillan, K., Gobikrushanth, M., Behrouzi, A., López-Helguera, I., Cook, N., Hoff, B., & Colazo, M. G. (2020). The association of circulating prepartum metabolites, minerals, cytokines and hormones with postpartum health status in dairy cattle. Research in Veterinary Science, 130, 126-132. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2020.03.011>



- Martins, J.P.; Linhares, C.C.; Rossetto, R. (2019). Impact of short nutrient stimuli with different energy source on follicle dynamics and quality of oocyte from hormonally stimulated goats. *Reproduction in Domestic Animals* 54(9): 1206-1216.
- Mendoza, G. D; Velazco, R. R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Editorial casa abierta al tiempo. Universidad Autónoma Metropolitana Disponible en: <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>
- Mosquera M., J. X. (2014). Evaluación de dos Tipos de Sobrealimento Concentrado para Ganado Lechero de la Raza Holstein.Friesian Mestiza, en la Hacienda "San José del Belén", bajo el Sistema de Pastoreo. Obtenido de [bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7669/1/CD-5631.pdf](http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7669/1/CD-5631.pdf).
- Ochoa, R. C., González, E. E., & Campoverde, M. T. (2017). Factores predisponentes para la enfermedad quística ovárica bovina y su efecto en la eficiencia reproductiva. *Rev. Med. Vet.*
- Prieto. (2016). Efecto De La Suplementación Lipídica Sobre Ácidos. *Agronomía Mesoamericana*, 27(2), 421–437.
- Prieto, P., Stahringer, C., & Vispo, P. (2014). Exploración de variables predictoras de preñez en vaquillas de carne. *Rev. vet.*
- Sáenz, K., & Tamez, G. (2014). Métodos y Técnicas cualitativas y cuantitativas aplicables a la investigación en ciencias sociales. In *Métodos Y Técnicas Cualitativas Y Cuantitativas Aplicables a La Investigación En Ciencias Sociales*. <http://eprints.uanl.mx/8625/1/7>. Metodología cap. 19 solo capítulo.pdf
- Salamanca, A. (2010). Suplementación de minerales en la producción bovina. *REDVET* 11 (9). Arauca, Colombia.
- Sepúlveda, P., Wittwer, F., & Meléndez, P. (2017). Período de transición: importancia en la salud y bienestar de vacas lecheras. Valdivia, Chile: Proyecto “Desarrollo e implementación de indicadores y planes de acción para mejorar la salud y bienestar de vacas (en línea). Consultado el 26 de febrero del 2020. Disponible en: <http://www.consorcirolechero.cl/industria-lactea/wp-content/uploads/2017/11/periodo-de-transicion.pdf>

- Serrano, J. (Dirección). (2016). Causas del anestro posparto [Película].
- Sequeira, L. (2013). Compendio sobre reproducción Animal (en línea). Consultado el 26 de febrero del 2020. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/textos/nl53t683c.pdf>
- Sharma, L. C., Yadav, P. S., Mandal, A.B., Sunaria, K. R. (2004). Effect of varying levels of dietary minerals on growth and nutrient utilization in lambs. Asian-Australasian Journal. Animal Science, 17: 46–52.
- Speckhart, S. L., Reese, S. T., Franco, G. A., Ault, T. B., Oliveira Filho, R. V., Oliveira, A. P., & Pohler, K. G. (2018). Invited Review: Detection and management of pregnancy loss in the cow herd. The Professional Animal Scientist, 34(6), 544-557. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01772>
- Stewart, L. (2013). Mineral supplements for beef cattle (En línea). University of Georgia Cooperative Extension Bulletin B895. Consultado el 21 de febrero 2014. Disponible en [http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%20895\\_3.PDF](http://www.caes.uga.edu/applications/publications/files/pdf/B%20895_3.PDF)
- Unión Ganadera Regional de Jalisco (2013). Uso de vitaminas A, D, E en la alimentación del Ganado. Consultado el:07 mar 2014 Disponible en: [http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=484&Itemid=138](http://www.ugrj.org.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=484&Itemid=138)
- Vázquez-Armijo, J. F., Martínez-Tinajero, J. J., López, D., Salem, A. Z. M., Rojo, R. (2011). In vitro gas production and dry matter degradability of diets consumed by goats with or without copper and zinc supplementation. Biological Trace Element Research, 144: 580-587.
- Wheeler, B (2013). Guidelines for Feeding Dairy Cows, Especialista en Ganado Lechero. 4a ed. Edit. Freeze. Pp 5-8.

## 4.4 ANEXOS

Anexo 1. Resultados del análisis realizado por el laboratorio de servicio de análisis e investigación en alimentos del INIAP.

MC-LSAIA-2201-04

	INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1, Cutuglagua Tifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	

<b>NOMBRE PETICIONARIO:</b> Sr. Mauricio Gamboa	<b>INFORME DE ENSAYO No:</b> 20-0115	Particular
<b>DIRECCIÓN:</b> Santo Domingo	<b>INSTITUCIÓN:</b>	Sr. Mauricio Gamboa
<b>FECHA DE EMISIÓN:</b> 15 de diciembre de 2020	<b>ATENCIÓN:</b>	02/12/2020
<b>FECHA DE ANÁLISIS:</b> Del 2 al 14 de diciembre de 2020	<b>FECHA DE RECEPCIÓN:</b>	11H00
	<b>HORA DE RECEPCIÓN:</b>	Minerales
	<b>ANÁLISIS SOLICITADO:</b>	

ANÁLISIS	HUMEDAD	Ca <sup>2+</sup>	P <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>2+</sup>	Na <sup>2+</sup>	IDENTIFICACIÓN
<b>MÉTODO</b>	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.04	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-03.01.03	MO-LSAIA-03.01.03	
<b>MÉTODO REF.</b>	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	
<b>UNIDAD</b>	%	%	%	%	%	%	
20-0747	85,85	1,11	0,44	0,36	2,55	0,11	Pasto 1 Trébol blanco
20-0748	82,72	0,46	0,65	0,16	3,37	0,02	Pasto 2 Ray Grass Anual
20-0749	84,89	0,28	0,46	0,17	2,58	0,01	Pasto 3 Ray Grass anual y ray grass neozelandés
<b>ANÁLISIS</b>		Cu <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>		
<b>MÉTODO</b>		MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02	MO-LSAIA-03.02		
<b>MÉTODO REF.</b>		U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980	U. FLORIDA 1980		
<b>UNIDAD</b>		ppm	ppm	ppm	ppm		
20-0747		9	1206	68	40		Pasto 1 Trébol blanco
20-0748		8	179	23	25		Pasto 2 Ray Grass Anual
20-0749		7	358	33	24		Pasto 3 Ray Grass anual y ray grass neozelandés

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.  
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

### RESPONSABLES DEL INFORME

  
 Dr. Iván Samaniego, MSc.  
 RESPONSABLE TÉCNICO

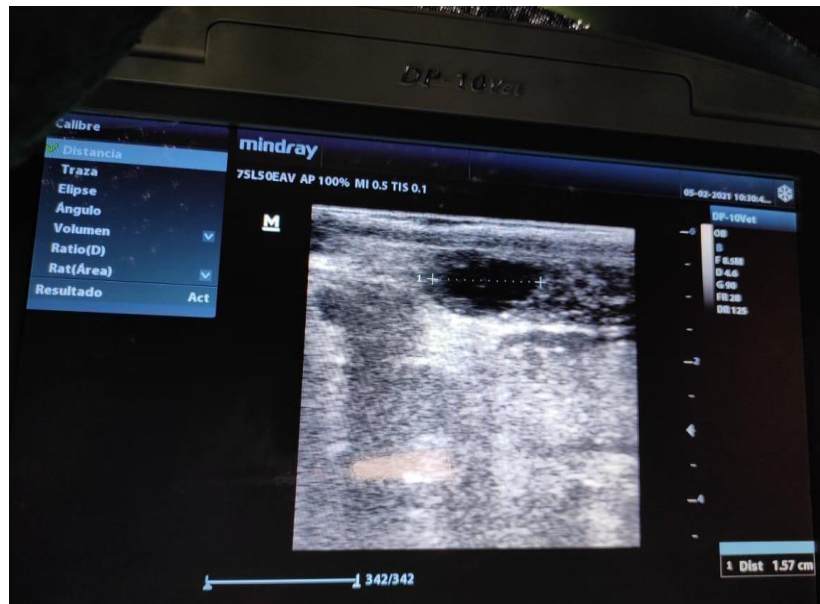


  
 Ing. Bladimir Ortiz  
 RESPONSABLE CALIDAD

Anexo 2. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa el ovario derecho con varios folículos inmaduros siendo el más grande de 10,8 milímetros.



Anexo 3. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa el ovario derecho con varios folículos inmaduros siendo el más grande de 16 milímetros



Anexo 4. Imágenes ecográficas de estructuras anatómicas reproductivas, donde se observa un folículo maduro en el ovario derecho, con un diámetro aproximado de 14 milímetros.



Anexo 5. Suplemento vitamínico mineral utilizado en la suplementación de vacas lecheras.

