



## **UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente**

**Carrera de Medicina Veterinaria**

### **TEMA:**

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO ORGÁNICO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN EL PERIODO DE TRANSICIÓN DE BOVINOS LECHEROS AL PASTOREO

**Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Médico Veterinario, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Medicina Veterinaria**

### **AUTORES:**

Pamela Shuliza Galeas Monar

Juan Gabriel Paredes Moya

### **TUTOR:**

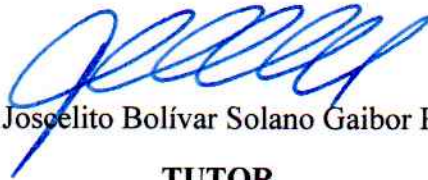
Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor PhD.

**GUARANDA – ECUADOR**

**2024**

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO  
ORGÁNICO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN EL PERIODO DE  
TRANSICIÓN DE BOVINOS LECHEROS AL PASTOREO

**REVISADO Y APROBADO POR:**



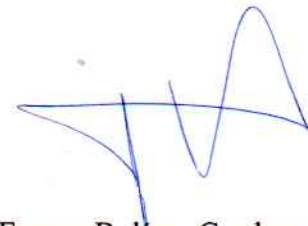
Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor PhD.

**TUTOR**



Dra. Alejandra Barrionuevo Mayorga Mg

**PAR LECTOR**



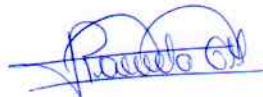
Dr. Franco Bolívar Cordero Salazar MSc.

**PAR LECTOR**

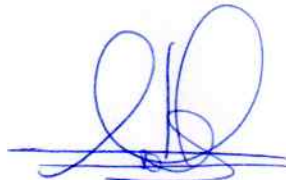
## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

Nosotros, Pamela Shuliza Galeas Monar con C.I 0202269189 y Juan Gabriel Paredes Moya con C.I 2101138259 declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.



Pamela Shuliza Galeas Monar  
C.I 0202269189  
**AUTOR**



Juan Gabriel Paredes Moya  
C.I 2101138259  
**AUTOR**



Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor PhD.  
C.I 0200713485  
**TUTOR**



DOCTORA MSc. GINA CLAVIJO CARRION  
Notaria Cuarta del Cantón Guaranda.

ESCRITURA N° 20240201004P01087

DECLARACIÓN JURAMENTADA  
OTORGAN:

JUAN GABRIEL PAREDES MOYA Y  
PAMELA SHULIZA GALEAS MONAR  
CUANTÍA: INDETERMINADA  
Di 2 COPIAS

En el Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy martes a los veintinueve días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro, ante mí **DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRIÓN, NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA**, comparece con plena capacidad, libertad y conocimiento, los señores: **JUAN GABRIEL PAREDES MOYA**, de estado civil soltero; y, **PAMELA SHULIZA GALEAS MONAR**, de estado civil soltera, por sus propios y personales derechos en calidad de OTORGANTES. Los comparecientes declaran ser de nacionalidad ecuatorianos, mayores de edad, de estado civil como se deja expresado, de ocupación ambas estudiantes, domiciliados el primero en la parroquia Guanujo, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, con teléfono celular número cero nueve nueve cuatro cuatro seis cinco cero seis tres; y, con correo electrónico [gabichoparedes@gmail.com](mailto:gabichoparedes@gmail.com), y la segunda en la parroquia San Vicente, Cantón San Miguel, Provincia Bolívar y de paso por este cantón Guaranda, con teléfono celular número cero nueve nueve siete uno ocho nueve cuatro seis dos; y, con correo electrónico [shulizagaleasmonar@gmail.com](mailto:shulizagaleasmonar@gmail.com), hábiles en derecho para contratar y contraer obligaciones, a quienes de conocerles doy fe, en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación cuyas copias fotostáticas debidamente certificadas por mí, mismas que agrego a esta escritura como documentos habilitantes y además por petición expresa de los comparecientes adjunto sus documentos personales como es las cédulas y los certificados de votaciones. Advertidos los comparecientes por mí la Notaria de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados que fueron en forma aislada y separada de que comparecen al otorgamiento de esta escritura sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción instruidos por mí de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud; y, advertidos sobre la gravedad del juramento y de las penas de perjurio, me solicitan que recepte su declaración juramentada: Nosotros: **JUAN GABRIEL PAREDES MOYA**, de estado civil soltero; y, **PAMELA SHULIZA GALEAS MONAR**, de estado civil soltera, declaramos que los criterios e ideas emitidos en el presente Proyecto de investigación de titulación es de nuestra absoluta autoría, titulado **DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO ORGÁNICO SOBRE PARAMETROS PRODUCTIVOS EN EL PERIODO DE TRANSICIÓN DE BOVINOS LECHEROS AL PASTOREO**, previo a la obtención del título de Médicos Veterinarios, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Medio Ambiente, carrera de Medicina Veterinaria Zootecnia.- Es todo cuanto puedo declarar en honor a la verdad.- Para su otorgamiento se observaron los preceptos de ley y leída que les fue a las comparecientes íntegramente por mí la Notaria, aquellos se afirman y ratifican en todas sus partes y firman junto conmigo en unidad de acto, incorporando al protocolo de esta Notaria la presente escritura de Declaración Juramentada, de todo cuanto doy Fe.-----

SR. JUAN GABRIEL PAREDES MOYA.

C.C. 2101138259

SRTA. PAMELA SHULIZA GALEAS MONAR.

C.C. 0202269189

DOCTORA MSc. GINA LUCIA CLAVIJO CARRION  
NOTARIA CUARTA DEL CANTÓN GUARANDA



NOMBRE DEL TRABAJO

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - PAMELA GALEAS Y JUAN PAREDES.pdf**

AUTOR

**Pamela Galeas y Juan Paredes**

RECUENTO DE PALABRAS

**20844 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**116871 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**101 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**1.7MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 29, 2024 10:11 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 29, 2024 10:12 PM GMT-5****● 6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Crossref
- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Fuentes excluidas manualmente



**Dr. Joscelito Bolívar Solano Gaibor PhD.**  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A mis ángeles en el cielo, se la dedico a mi abuelo Ángel María por ser mi ejemplo de coraje, valentía, fuerza y perseverancia, por ser esa luz que me daba fuerzas para continuar cuando mi mundo se ponía gris, también a mi pequeño guerrero valiente Jason Jesús por enseñarme a sonreírle a la vida ante las adversidades y no rendirme jamás, que la muerte no es el fin y que el amor sobrepasa esta vida, a mi Ángel Celio por acompañarnos con su alegría y sonrisas desde que era niña, por enseñarnos que los lazos de corazón son más grandes que los lazos de sangre.

A mis ángeles en la tierra, mis padres Mauricio y Marianela a quien les debo toda mi vida, por acompañarme en cada paso, motivarme siempre para seguir adelante, ayudarme moral y económicamente, a mi abuela Ricardina por ser mi mayor ejemplo de bondad y amor, a mis hermanas Jessica quien es mi otra mitad, por estar en las altas y bajas a mi lado y por amarme hasta el cielo, Wendy por sentirse orgullosa de mí siempre, por su apoyo incondicional y en especial a mi pequeña sobrina Keyla por encaminar mi vida a ser mejor persona, la que me dio más fuerzas y motivos para luchar y salir adelante.

Y, por último, me lo dedico a mí, porque los logros no son suerte, es esfuerzo, sacrificio tiempo y dedicación.

*Pamela Shuliza Galeas Monar*

## DEDICATORIA

A mi querida hermana Maricela, cuya sabiduría, apoyo y amor incondicional, a pesar de la distancia, han sido la mayor motivación para seguir adelante en los momentos más difíciles. Tu presencia, aunque lejos, ha sido mi guía constante en este camino lleno de desafíos y logros. Gracias por ser un ejemplo a seguir, por infundirme fuerza con tus palabras y por siempre creer en mí, incluso cuando yo dudaba. No hay palabras suficientes para expresar cuánto valoro tu amor y tu apoyo.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y sacrificios. Cada uno de ustedes fue un pilar fundamental en esta etapa de mi vida, sus palabras siempre llenas de aliento, calidez y cariño me dieron la fuerza suficiente para llegar hasta aquí.

A mi novia, confidente y compañera de vida Aylis, por su amor, apoyo y comprensión durante este arduo viaje, tu presencia ha sido mi roca y mi refugio, estoy seguro que sin tu compañía este logro no habría sido posible, lo más valioso en la vida es tenerte a mi lado.

A mi hijo, la luz de mis ojos e inspiración de mi fortaleza y esfuerzo. Tu sonrisa es el motor que me ayuda a continuar hacia delante y tu existencia le da sentido a todo lo que hago, espero con este logro ser un ejemplo de que con dedicación y perseverancia, todo es posible.

Con todo mi amor y gratitud,

*Juan Gabriel Paredes Moya*

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi agradecimiento en primer lugar a Dios por estar conmigo en cada paso que doy, por la vida de mis padres, por la salud brindada todos estos años tanto física como mental, por nunca dejarme sola, por cada día demostrarme que está presente en mi vida y por su infinito amor.

Agradecer hoy y siempre a mi familia, quienes son el pilar fundamental en mis días grises y en mis días de color, por ser mi mayor inspiración para sobresalir en la vida y darles el mundo entero.

A la Universidad Estatal de Bolívar, la carrera de Medicina Veterinaria, por darme la oportunidad de formarme como profesional, a sus docentes por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a nuestro tutor quien nos ha guiado a lo largo de este camino.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo y por darme cada día una nueva oportunidad.

*Pamela Shuliza Galeas Monar*

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento primero, a Dios por darme la fortaleza suficiente para levantarme día con día y continuar por el camino correcto, también por haberme bendecido con una madre maravillosa, el cual es un pilar fundamental en mi vida y mi eterno ejemplo a seguir.

A mi hermana, por su amor incondicional y su apoyo tanto económico como moral. Estoy seguro que, sin ella no habría alcanzado este sueño que ahora es una realidad, sus palabras de ánimo, recordándome siempre que todo sacrificio es recompensado con la voluntad de Dios, han sido mi fortaleza diaria. Gracias, especialmente por estar siempre pendiente de cada paso que doy y por recibirme siempre con los brazos abiertos.

A la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, y especialmente a la Escuela de Medicina Veterinaria, por aceptarme e instruirme como parte de su comunidad, completando así mi formación profesional. Un reconocimiento muy especial a los miembros de mi tribunal Dr Joscelito, Dra Alejandra Barrionuevo y Dr Franco Cordero por su invaluable ayuda, orientación paciencia y tiempo dedicado a mejorar este documento.

Un afectuoso agradecimiento al Instituto Nacional De Investigación Agropecuaria concede en Santa Catalina, de manera especial Ing. Arturo Godoy quien brindo su ayuda y tiempo en la parte práctica y teórica durante el trabajo en campo.

Y por último a mis amigos, quienes han estado a mi lado en este arduo camino, gracias por su apoyo constante, por las palabras de aliento y por los momentos de distracción y risas que me han permitido seguir adelante. Su amistad ha sido un pilar fundamental en esta etapa.

Con todo mi agradecimiento y cariño,

*Juan Gabriel Paredes Moya*

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pag
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA .....	3
1.3. OBJETIVOS.....	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. HIPÓTESIS .....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Razas lecheras .....	6
2.1.1. Holstein Friesian .....	6
2.1.2. Jersey.....	7
2.1.3. Normando.....	9
2.1.4. Pardo suizo .....	10
2.2. Componentes del aparato digestivo.....	11
2.2.1. El rumen.....	11
2.2.2. El retículo.....	11
2.2.3. El omaso.....	12
2.2.4. Abomaso .....	12
2.3. Producción láctea.....	12
2.4. Calidad de la leche y factores que la pueden influenciar .....	13
2.5. Requerimiento de nutrientes.....	13
2.5.1. Agua .....	14

2.5.2.	Energía .....	14
2.5.3.	Proteína .....	14
2.5.4.	Lípidos.....	15
2.5.5.	Carbohidratos .....	15
2.5.6.	Minerales.....	15
2.5.7.	Vitaminas .....	17
2.6.	Parámetros productivos .....	19
2.6.1.	Litros de leche/hato .....	19
2.6.2.	Producción total por lactancia (PTL) .....	19
2.6.3.	Longitud de lactancia (LL).....	19
2.6.4.	Producción promedio por día (PPD) .....	19
2.6.5.	Días secos (DS).....	19
2.6.6.	Descartes voluntarios (DV).....	20
2.6.7.	Mortalidad < 1 año (M).....	20
2.7.	Pastoreo rotacional .....	20
2.7.1.	Ley de reposo .....	20
2.7.2.	Ley de ocupación .....	21
2.7.3.	Ley de rendimientos máximos .....	21
2.7.4.	Ley de rendimiento regular .....	21
2.8.	Sistemas de pastoreo.....	21
2.8.1.	Sistema de pastoreo rotativo convencional .....	21
2.8.2.	Sistema pastoreo racional voisin (PRV) .....	22
2.9.	Suplemento alimenticio .....	22
2.10.	Selenio orgánico .....	23
2.10.1.	Descripción.....	23

2.10.2.	Propiedades.....	24
2.10.3.	Beneficios en animales de crecimiento .....	24
2.10.4.	Beneficios en los rumiantes.....	25
2.10.5.	Minerales traza orgánicos para el ganado de leche .....	26
2.10.6.	Beneficios del selenio orgánico para las vacas lecheras .....	26
2.10.7.	Minerales traza orgánicos para el ganado de carne .....	27
2.10.8.	Minerales traza orgánicos para el ganado de carne .....	28
2.10.9.	Toxicidad.....	28
2.10.10.	Importancia del selenio en la dieta .....	29
2.10.11.	Metabolismo del selenio.....	29
2.11.	Selenometionina.....	30
2.12.	Selenometionina.....	31
2.13.	Selenito de sodio.....	32
2.14.	Vitamina de E .....	32
2.15.	Importancia de la suplementación macro y micromineral en bovinos	32
2.16.	Metabolismo y absorción mineral en ganado lechero .....	33
2.17.	Periodo de transición .....	34
CAPÍTULO III.....		36
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1.	Materiales .....	36
3.2.	Metodología.....	37
3.2.1.	Material en estudio.....	37
3.2.2.	Factores en estudio.....	37
3.2.3.	Tratamientos.....	37
3.2.4.	Tipo de diseño experimental o estadístico .....	37

3.2.5.	Manejo de la investigación.....	38
3.2.6.	Métodos de evaluación (Variable respuesta) .....	39
3.2.7.	Análisis de datos .....	42
CAPÍTULO IV.....		43
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	43
4.1.	Interpretación de resultados.....	43
4.1.1.	Producción de leche por lt (Plt).....	43
4.1.2.	Peso del animal (PA).....	45
4.1.3.	Condición corporal (CC).....	47
4.1.4.	Partos normales (PN) .....	49
4.1.5.	Partos distócicos (PD) .....	50
4.1.6.	Natalidad (Na).....	52
4.1.7.	Peso de la cría (PC).....	54
4.1.8.	Retención de la placenta (RP).....	56
4.1.9.	Presencia de mastitis (PM).....	57
4.1.10.	Presencia de hipocalcemia (PH).....	59
4.1.11.	Retorno a la ciclicidad ovárica (RCO) .....	60
4.1.12.	Relación beneficio costo B/C .....	63
4.2.	Comprobación de hipótesis .....	65
CAPÍTULO IV.....		66
5.1.	CONCLUSIONES.....	66
5.2.	RECOMENDACIONES .....	67
BIBLIOGRAFÍA.....		68
ANEXOS		

## ÍNDICE DE TABLAS

N°	Detalle	Pag
1	Tratamientos.....	37
2	Escala de condición corporal .....	40
3	Escala de presencia de mastitis .....	41
4	Análisis de varianza .....	42
5	Prueba de Tukey al 5% en la producción de leche por lt (Plt).....	43
6	Prueba de Tukey al 5% en el peso del animal (PA) al inicio y final de la investigación .....	45
7	Prueba de Tukey al 5% en el peso del animal (PA) al inicio y final de la investigación .....	47
8	Resultados promedios de la variable partos normales (PN).....	49
9	Resultados promedios de la variable partos distócicos (PD) .....	50
10	Resultados promedios de la variable natalidad (Na).....	52
11	Prueba de Tukey al 5% en la variable peso de la cría (PC) .....	54
12	Resultados promedios de la variable retención de la placenta (RP) .....	56
13	Resultados promedios de la variable presencia de mastitis (PM).....	57
14	Valores promedio de la variable presencia de mastitis (PM).....	58
15	Resultados promedios de la variable presencia de hipocalcemia (PH).....	59
16	Resultados promedios de la variable retorno a la ciclicidad ovárica (RCO) ...	60
17	Relación beneficio costo .....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pag</b>
1	Valores promedio de la variable producción de leche por lt (Plt).....	43
2	Valores promedio de la variable peso del animal (PA).....	45
3	Valores promedio de la variable condición corporal (CC).....	47
4	Valores promedio de la variable partos normales (PN).....	49
5	Valores promedio de la variable partos distócicos (PD).....	51
6	Valores promedio de la variable natalidad (Na).....	52
7	Valores promedio de la variable peso de la cría (PC).....	54
8	Valores promedio de la variable retención de la placenta (RP).....	56
9	Valores promedio de la variable presencia de mastitis (PM).....	58
10	Valores promedio de la variable presencia de hipocalcemia (PH).....	59
11	Valores promedio de la variable retorno a la ciclicidad ovárica (RCO)....	61

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>N°</b>	<b>Detalle</b>
1.	Mapa de ubicación de la investigación
2	Base de datos
3	Manejo de campo
4.	Formato de ficha de recolección de datos
5.	Glosario de términos técnicos

## RESUMEN

Este estudio se enfocó en determinación del efecto de suplementación con selenio orgánico sobre parámetros productivos en el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo. Los objetivos planteados son i) Evaluar en el periodo de transición el efecto del selenio orgánico en los biotipos de la Estación Experimental Santa Catalina. ii) Determinar si el selenio orgánico influye en la ganancia diaria de pesos de bovinos. iii) Realizar un análisis beneficio-costo de la suplementación con selenio orgánico en bovinos. El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental Santa Catalina y utilizó un diseño experimental con varios tratamientos de suplementación de selenio orgánico en diferentes dosis: 0.2g, 0.4g y 0.6g por cabeza/día, junto con un grupo control sin suplementación. Se evaluaron parámetros como la producción de leche, condición corporal, peso de las crías, ciclicidad ovárica y la incidencia de hipocalcemia y retención de placenta. La suplementación con selenio orgánico en la dosis de 0.4g por cabeza/día mejoró significativamente la condición corporal de los bovinos, situándolos en un rango adecuado y deseable. El tratamiento con 0.2g de selenio orgánico por cabeza/día demostró ser el más rentable, mejorando la producción de leche y proporcionando la mejor relación beneficio/costo. La suplementación con selenio orgánico fue efectiva en prevenir la hipocalcemia en el 100% de las vacas evaluadas. No se encontraron diferencias significativas en el peso de las crías entre los tratamientos, aunque la dosis de 0.6g mostró el promedio más alto de peso. Un 68.75% de las vacas suplementadas retornaron a la ciclicidad ovárica, pero un 26% experimentaron retención de la placenta. La suplementación con selenio orgánico durante el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo mejora significativamente la condición corporal y la producción de leche, además de prevenir la hipocalcemia. Sin embargo, la dosis óptima y su relación con la retención de placenta requieren mayor investigación.

**Palabras Claves:** Selenio orgánico, condición corporal, hipocalcemia, ciclicidad ovárica, retención de placenta.

## SUMMARY

This study focused on determining the effect of supplementation with organic selenium on productive parameters in the transition period of dairy cattle to grazing. The objectives set are i) To evaluate in the transition period the effect of organic selenium on the biotypes of the Santa Catalina Experimental Station. ii) Determine if organic selenium influences the daily weight gain of bovines. iii) Carry out a benefit-cost analysis of supplementation with organic selenium in cattle. The study was carried out at the Santa Catalina Experimental Station and used an experimental design with several organic selenium supplementation treatments at different doses: 0.2g, 0.4g and 0.6g per head/day, along with a control group without supplementation. Parameters such as milk production, body condition, offspring weight, ovarian cyclicity and the incidence of hypocalcemia and placental retention were evaluated. Supplementation with organic selenium at a dose of 0.4g per head/day significantly improved the body condition of the cattle, placing them in an adequate and desirable range. Treatment with 0.2g of organic selenium per head/day proved to be the most cost-effective, improving milk production and providing the best benefit/cost ratio. Supplementation with organic selenium was effective in preventing hypocalcemia in 100% of the cows evaluated. No significant differences were found in the weight of the offspring between the treatments, although the 0.6g dose showed the highest average weight. 68.75% of the supplemented cows returned to ovarian cyclicity, but 26% experienced placental retention. Supplementation with organic selenium during the transition period of dairy cattle to grazing significantly improves body condition and milk production, in addition to preventing hypocalcemia. However, the optimal dose and its relationship with placental retention require further investigation.

**Keywords:** Organic selenium, body condition, hypocalcemia, ovarian cyclicity, placental retention.

# **CAPÍTULO I**

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

La producción y consumo de leche de vaca tienen una importancia primordial en la economía nacional y de gran parte del mundo. Es un componente relevante en la alimentación de las personas, especialmente por su contenido de proteínas de alto valor que contribuyen a una dieta adecuada, especialmente en la infancia, tanto en la participación de actores como en el uso de tecnologías y en las dinámicas del comercio exterior (Tapia, 2020).

La producción de leche cruda se ubica especialmente en las provincias de la Sierra del país y en Manabí, donde, según registros oficiales del año 2019, existen aproximadamente 280 mil productores, donde la producción diaria de leche a nivel nacional fue de 6,15 millones de litros. En cuanto a la provincia de Pichincha, para el año 2020 según Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) existían 252 mil cabezas de ganado bovino productoras de leche, con una producción del 13,49% del total Nacional, con un rendimiento de 10,48 litros/vaca (Campaña & Aguilar, 2021).

En la década de los setenta y ochenta, un vector de desarrollo y crecimiento en el ámbito lechero de nuestro país surgió en la Estación Experimental Santa Catalina, ubicada en la provincia de Pichincha, cantón Mejía; la cual hasta la actualidad cuenta con una gran variedad de tecnología para la producción y conocimientos acerca de la óptima producción lechera. (Tapia, 2020).

Por otro lado, la deficiencia y desbalance mineral en la dieta son una de las principales causas de la baja productividad de bovinos en pastoreo, puesto que, la alimentación a base de pastos es insuficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de minerales. Sin embargo, para alcanzar los requerimientos en animales, se han usado fuentes inorgánicas en la formulación de sales y suplementos tales como óxidos y sulfatos (Beggs et al., 2019).

El periodo de transición comprende uno de los puntos causante de mayor estrés en una vaca lechera, puesto que, los cambios fisiológicos que enfrentan las hacen más susceptibles, conllevando a un proceso de estrés oxidativo, el cual produce un daño en los radicales libres de vitaminas, glutatión peroxidasa de Selenio y superóxido dismutasa de Zn, Cu, Cr y Mn. Por ende, los parámetros productivos sufren una disminución al existir una deficiencia de selenio, ya que, la ganancia diaria de peso va a disminuir y el organismo se vuelve susceptible a desarrollar enfermedades.

Sin embargo, cabe recalcar que no existen estudios realizados en nuestro país acerca del efecto de la suplementación orgánica de selenio en condiciones de transición en bovinos.

## **1.2. PROBLEMA**

La presente investigación surge a través del desconocimiento de los ganaderos acerca de la importancia en la nutrición de los animales, lo cual afecta al desarrollo y bienestar del ganado, especialmente en los parámetros productivos, siendo la causa principal de un bajo rendimiento en el sector lechero.

En los últimos años, se ha demostrado que los suelos generalmente tienen una baja concentración de sé que proveen a los forrajes y otros cultivos que crecen en ellos, cantidades inadecuadas del mineral que a su vez generan un incremento en la susceptibilidad a enfermedades y una disminución del desempeño productivo y reproductivo de los animales.

A raíz de esta problemática se manifiesta la necesidad de buscar soluciones a este inconveniente, empleando selenio orgánico para mejorar dicho parámetro, sabiendo que el valor nutricional del selenio orgánico cubre con las necesidades requeridas por los animales durante un periodo de transición.

Cabe recalcar que las deficiencias nutritivas son las desencadenantes de problemas productivos relacionados con la baja ganancia de peso diario, pérdida de apetito, recurrencia de problemas infecciosos o enfermedades. Además, la carencia de selenio causa en los rumiantes una enfermedad conocida como “enfermedad del músculo blanco”.

En resumen, este trabajo busca abordar la importancia de la suplementación con selenio orgánico en la dieta de bovinos lecheros durante la transición de la alimentación en confinamiento a la alimentación a base de pastoreo. El objetivo es comprender mejor cómo esta suplementación puede influir en parámetros productivos clave, lo que podría tener implicaciones significativas en la industria ganadera y en la salud y bienestar de los animales.

## **1.3.OBJETIVOS**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar el efecto de la suplementación con selenio orgánico sobre parámetros productivos en el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Evaluar en el periodo de transición el efecto del selenio orgánico en los biotipos de la Estación Experimental Santa Catalina.
- Determinar si el selenio orgánico influye en los parámetros reproductivos en los bovinos suplementados con selenio orgánico
- Realizar un análisis beneficio-costos de la suplementación con selenio orgánico en bovinos.

#### **1.4. HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>:** El efecto de la suplementación con selenio orgánico no influye sobre parámetros productivos en el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo.

**H<sub>1</sub>:** El efecto de la suplementación con selenio orgánico influye sobre parámetros productivos en el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Razas lecheras**

##### **2.1.1. Holstein Friesian**

- **Origen**

La raza Holstein se originó en Holanda (Países Bajos). Proviene de las provincias de Holanda del Norte y Frisia. Estas dos zonas holandesas se identifican por ser húmedas y con abundante vegetación. En los países europeos se puede encontrar la raza llamada frisón y en América la Holstein Friesian (Cuéllar, 2021).

- **Fenotipo**

##### **Exterior**

Las vacas de raza Holstein tienen dos tipos principales de pelajes. Un pelaje, el más conocido, se caracteriza por ser la mezcla de manchas blancas y negras (dominancia genética). El otro pelaje, menos común, consiste en manchas blancas y rojas (Camargo, 2019).

- **Peso**

Para la raza Holstein Friesian, los toros adultos poseen un peso medio de 1050 Kg y las vacas maduras de 680 Kg (Dávalos, 2016).

- **Altura**

Respecto a la altura, los toros adultos tienen una alzada de 1.52m y las hembras de 1.45m (Chasi, 2011).

- **Características**

Las vacas Holstein se caracterizan por ser la raza más pesada de las vacas lecheras. Tienen una ubre de gran tamaño acorde a su gran producción. Su cuerpo es ancho

en la parte posterior, angulado y de menor músculo, siendo así representativo de su enfoque lechero (Guayasamín, 2020).

- **Capacidad reproductiva**

La raza Holstein es la mejor del mundo en la producción de leche. Durante décadas se ha realizado una selección genética de gran calidad para obtener ejemplares con altos rendimientos de leche. Se adapta mejor a los climas fríos o templados; mientras que en climas cálidos se ve afectada de manera importante.

La cantidad de leche producida depende de múltiples factores como el medio ambiente y la nutrición. Por ello, en sistemas con dietas a base de concentrado se ha reportado un promedio de 10.000-12.000 Litros de leche por lactancia (305 días). Por otro lado, en dietas a base de forraje la producción puede estar entre 4000-5000 litros de leche por lactancia. Para los países del trópico como en Latinoamérica, esto también puede variar. Sin embargo, es la raza preferida en las producciones de lechería especializada y tecnificada por sus grandes volúmenes de producción.

Uno de los récords de producción en el mundo lo tuvo una vaca Holstein llamada Arlinda Ellen. La cual produjo 87 litros en solo un día, en el año 1975 (Cuéllar, 2021).

### **2.1.2. Jersey**

#### **Origen**

Las vacas de raza Jersey se originaron en una isla del mismo nombre, ubicada en el Canal de la Mancha entre Inglaterra y Francia. Su gran capacidad productiva les permitió adaptarse bien en los países de mayor producción como EEUU, Canadá o Nueva Zelanda (Asociación Jersey, 2021).

- **Fenotipo**

### **Exterior**

Las vacas Jersey son de tamaño pequeño comparado con las demás razas de leche. Se destaca su cabeza pequeña con ojos grandes, hendidura frontal, hocico oscuro. Respecto a su conformación se menciona que tiene ángulos refinados y que le dan excelentes proporciones (Cuéllar, 2021).

- **Peso**

Las vacas Jersey pesan en promedio 300-400Kg en su adultez; los toros pesan entre 400-500Kg (Chasi, 2011).

- **Altura**

La Jersey alcanza una altura a la cruz aproximadamente de 1,25 metros (Chasi, 2011).

- **Características**

Al igual que la Holstein, posee una buena conformación para sostener las ubres. Sus extremidades son delgadas conforme a su peso liviano. Tiene pelo corto. Es bastante dócil al manejo y se adapta bien a las zonas inclinadas por sus patas largas y peso liviano (Asociación Jersey, 2021).

- **Capacidad reproductiva**

La vaca Jersey es reconocida por producir una leche con altos valores de grasa, proteína y sólidos totales. Estos beneficios se traducen en una leche de mejor calidad y de mejor precio de venta. Estas ventajas productivas son mejor valoradas debido a su excelente conversión con dieta a base de forrajes o pastos. Además, la vaca Jersey se adapta muy bien a diversos tipos de suelo o de clima, siendo muy resistente al calor moderado.

Se reporta que puede llegar a una producción hasta de 10000 litros por lactancia. En condiciones tropicales y de sistema extensivo, oscila entre 5000 y 6000. Su leche

es rica en grasas, especialmente en glóbulos grasos lo que la hace una excelente fuente para productos lácteos derivados como quesos. Esta ventaja en algunos países se traduce en un mayor precio de venta (Cuéllar, 2021).

### **2.1.3. Normando**

- **Origen**

La raza Normando toma el nombre de su región de origen llamada Normandía, en Francia. La raza se obtuvo en el siglo XIX luego del cruce de varias razas ya desaparecidas. Se ha adaptado bien a los países tropicales de América. Es una raza doble propósito con enfoque en producción de leche (Asociación Normando, 2020).

- **Fenotipo**

#### **Exterior**

Su pelaje consiste en un color blanco con manchas o puntos de colores que van del castaño oscuro, al rojizo o amarillento. Tiene manchas alrededor de los ojos que le dan apariencia de anteojos y hocico oscuro. Su cabeza es grande (Chasi, 2011).

- **Peso**

Las hembras son de gran tamaño, pueden pesar entre 700-800Kg. Los machos pueden pesar entre 900 y 1100Kg. Esto se debe a su condición de doble propósito (Asociación Normando, 2020).

- **Altura**

Las vacas Normando pueden medir hasta 140 cm a la cruz de las hembras adultas. Los toros pueden tener una altura hasta de 155 cm (Cuéllar, 2021).

- **Características**

La raza Normando se caracteriza por ser amplia a nivel de pecho y abdomen, dándole una apariencia rectangular y sólida. Posee unos aplomos fuertes y una importante musculatura, ideal para la producción de carne. Su parte posterior es

amplia y sólida, brindándole buena adaptación a la producción de leche en grandes cantidades. Tiene una admirable rusticidad y comportamiento dócil (Chasi, 2011).

- **Capacidad productiva**

Las vacas de raza Normando pueden producir entre 6000-7000 Litros de leche por lactancia. Considerando su fenotipo de doble propósito, eso quiere decir que son buenas productoras de leche. Por otro lado, su leche es rica en componentes como la grasa y la proteína. Esto ofrece la ventaja de producción de mantequilla y queso, siendo la raza preferida para estos alimentos (Cuéllar, 2021).

#### **2.1.4. Pardo suizo**

- **Origen**

La raza Pardo Suizo se originó 2000 años A.C., en lo que es hoy Suiza, en su región central. Se considera la raza lechera más antigua del mundo. Además, es la segunda raza con mayor producción de leche por lactancia detrás de la raza Holstein. Se mejoró la raza a inicios del siglo XX en Estados Unidos hacia una mayor producción de leche (Asociación Pardo Suizo, 2021).

- **Fenotipo**

##### **Exterior**

Las vacas Pardo suizo se caracterizan, como su nombre lo indica, por tener un pelaje de color oscuro de tonalidad café. Su pelo es corto y fino. Tiene excelentes aplomos gracias a su adaptabilidad a los Alpes suizos, haciéndola rústica en terrenos de inclinación marcada (Cuéllar, 2021).

- **Peso**

Las vacas de Pardo suizo pesan entre 600-700Kg, considerándose medianas. Los machos pueden pesar entre 900 y 1000kg (Asociación Pardo Suizo, 2021).

- **Características**

Presenta una excelente adaptabilidad al ambiente donde esté, situándose entre 0 hasta los 3600 metros sobre el nivel del mar. Su conformación física le otorga una buena resistencia y soporte acorde a su alta producción (Chasi, 2011).

- **Capacidad reproductiva**

Las vacas de raza pardo suizo están cerca de la producción de la raza Holstein, son la segunda raza de mayor producción de leche en el mundo. Las vacas Pardo suizo pueden producir entre 10000 y 12000 litros de leche por lactancia. Además, son la raza bovina que produce leche con mayor cantidad de proteínas y sólidos totales. Esto presenta una ventaja económica en muchos países que otorgan bonos por esta característica. Tiene una excelente conversión alimenticia incluso cuando su dieta es a base de forrajes (Cuéllar, 2021).

## **2.2. Componentes del aparato digestivo**

El estómago de los bovinos divide en: rumen o panza, retículo o redcilla, omaso o librillo y abomaso o cuajar, donde el paso del alimento es por el orden indicado:

### **2.2.1. El rumen**

El rumen o panza es la cavidad más grande que poseen los rumiantes, mientras el animal es lactante el rumen es inactivo y más pequeño que el retículo; a partir de la ingestión de los alimentos como pastos, hierbas, heno, ensilaje donde el rumen empieza a desplegarse ocupando pronto el espacio que le corresponde (Sisson & Grossman, 1998).

### **2.2.2. El retículo**

El retículo o redcilla es más compacto que el rumen y muestra una fuerte musculatura, su membrana mucosa está dividida en cuadrículas, que le dan la apariencia de una red (Sisson & Grossman, 1998).

### **2.2.3. El omaso**

El omaso o librillos es la siguiente cavidad, por la cual pasa el alimento de los rumiantes, donde ostenta plegamientos delgados que parecen colgados hacia su interior, al igual de las páginas de un libro tendido horizontalmente por su espalda. Estos plegamientos, revestidos de una membrana mucosa muestran a la vez una serie de verrugas con una superficie muy áspera, que sirve para triturar el alimento (Sisson & Grossman, 1998).

### **2.2.4. Abomaso**

Abomaso o cuajar, es el único departamento gástrico que cuenta con glándulas que liberan sustancias y disolventes para la preparación del alimento donde es adsorbido por los intestinos.

El estómago no es el sitio donde se verifica la mayor parte de la digestión, sino es un recipiente, un almacén regulador del flujo de materia a digerir; a la vez incorpora secreciones adicionales a la más y mezcla homogéneamente dicha masa o alimento; También las glándulas estomacales incorporan a la mezcla diversos fermentos donde ayudan en la disgregación y el desdoblamiento de las proteínas; para esto se necesita una reacción ácida (Sisson & Grossman, 1998).

## **2.3. Producción láctea**

La leche es un producto alimentario de un gran valor nutritivo, que contiene vitaminas (A, B12, D) y minerales (fósforo, potasio, calcio, magnesio, selenio, yodo, zinc) y es muy necesario para la alimentación humana. El sector lácteo tiene como actividad principal la producción de leche y sus derivados (queso, yogur, mantequilla etc.).

En Ecuador se producen aproximadamente 6,15 millones de litros diarios de leche cruda, según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) (datos 2020). La producción lechera representa una fuente de ingresos para casi 1,2 millones de personas. La industria láctea representa alrededor del 4% del PIB Agroalimentario del país, teniendo un gran impacto económico y un alto potencial de exportación.

Conforme los datos del Servicio de Rentas Internas, en septiembre 2021 el sector lácteo tuvo un crecimiento de 10,92 %, comparando con el mismo mes del 2020 (Ionita, 2022).

#### **2.4. Calidad de la leche y factores que la pueden influenciar**

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes), y debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad sino de leche cruda de buena calidad. Producción de una leche y productos lácteos que sean inocuos e idóneos para los usos previstos. Para lograr esta calidad, se han de aplicar buenas prácticas de higiene a lo largo de toda la cadena láctea. Los productores de leche a pequeña escala encuentran dificultades para producir productos higiénicos por causas como la comercialización, manipulación y procesamiento informal y no reglamentada de los productos lácteos; la falta de incentivos financieros para introducir mejoras en la calidad, y el nivel insuficiente de conocimientos y competencias en materia de prácticas de higiene.

Como ejemplos de métodos de pruebas para evaluar la leche para los productores y procesadores de leche de pequeña escala de los países en desarrollo tenemos la prueba del sabor, olor y observación visual (o prueba organoléptica); las pruebas con densímetro o lactómetro para medir la densidad específica de la leche; la prueba del cuajo por ebullición para determinar si la leche es agria o anormal; la prueba de acidez para medir el ácido láctico en la leche, y la prueba de Gerber para determinar el contenido de grasa de la leche. El periodo seco puede ser la fase de mayor importancia con respecto al cuidado del hato lechero (FAO, 2022).

#### **2.5. Requerimiento de nutrientes**

Es el conjunto de sustancias químicas (nutrientes; agua, energía, proteína, minerales y vitaminas), que el animal requiere para cumplir con sus necesidades básicas y que

le permiten mantener su equilibrio con el medio ambiente. Se expresan como demanda diaria y están influenciados por una serie de factores como el peso, raza, edad, nivel de producción, relación entre nutrientes de la ración y consumo voluntario, clima, entre otros (Lanuza, 2018).

### **2.5.1. Agua**

En los sistemas de producción animal, en este caso en el ganado bovino lechero, el agua debe ser considerada como un alimento más ya que es esencial para el buen funcionamiento del organismo. Por ende, es necesario establecer la calidad del agua que consumen los bovinos.

El agua en la producción lechera es de suma importancia, siendo así, que la leche en su composición el 87% es agua. En el cuerpo del animal, el líquido elemento representa aproximadamente el 60 - 70% del peso corporal (en el recién nacido es el 80%) (Jiménez, 2020).

### **2.5.2. Energía**

La energía es proporcionada por los carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta; es un concepto que, en términos de nutrición animal, significa “calor”, la unidad de medida es la caloría (cal). La energía total de un alimento se denomina energía bruta (EB); de esta no toda se encuentra disponible para los animales, ya que una parte se pierde en las heces mientras que la restante que queda en el tracto digestivo es la energía digestible (ED).

Los requerimientos de energía, varían en función de algunos factores como: peso vivo, estado fisiológico, nivel de producción, etc. (Mosquera, 2014).

### **2.5.3. Proteína**

Las proteínas son muy importantes en la nutrición del rumiante, las utilizan las partes del cuerpo (sangre, músculos, etc.), sistemas enzimáticos, sistemas de producción de proteína bacteriana; están compuestas por cadenas nitrogenadas de aminoácidos, la proteína dietaria es degradada en el rumen a amoníaco y

compuestos carbonados, el amoníaco es usado por las bacterias para sintetizar sus propias proteínas (Criollo, 2017).

Son imprescindibles especialmente para animales que se encuentran en crecimiento y producción, las necesidades de proteína para los bovinos se expresan en proteína digestible (PD). Las vacas lecheras necesitan aproximadamente 70 a 100 gramos de proteínas digeribles por cada kilogramo de materia seca que consumen (Criollo, 2017).

#### **2.5.4. Lípidos**

Los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi el 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Solo pequeñas cantidades de lípidos se encuentran en forrajes y semillas, sin embargo, algunas plantas (algodón, soya) tienen semillas llamadas "oleaginosas" que acumulan más de 20% de lípidos. Los lípidos rinden 2.23 veces más energía que los carbohidratos, sin embargo, la mayor parte de energía en forrajes y muchos concentrados vienen principalmente de los carbohidratos; los alimentos para las vacas tienen menos de 5% de lípidos, pero 50-80% de carbohidratos (Mosquera, 2014).

#### **2.5.5. Carbohidratos**

Los carbohidratos contenidos en el alimento tales como, almidones, azúcares y pectinas son los mayores proveedores de energía, seguidos de la hemicelulosa y la celulosa digerible; forman el 75% de la materia seca de los forrajes esto incluye a los carbohidratos solubles y los carbohidratos de la fibra. Son la fuente más importante de energía y de los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca (Criollo, 2017).

#### **2.5.6. Minerales**

##### **Calcio y fósforo**

Las vacas en producción requieren de calcio entre 0.6 – 0.67 % como suplemento en el alimento. El nivel de fósforo necesitado en el alimento para vacas en

producción está entre 0.32 – 0.38 % y para vacas en seca entre 0.22 – 0.36 % (Costales, 2015).

### **Hierro**

En vacas lecheras la insuficiencia de hierro no constituye generalmente un problema debido a que la mayoría de los alimentos contienen más de los 50 ppm en el alimento que requiere el animal (Mosquera, 2014).

### **Cobalto**

Las necesidades de cobalto para vacas en producción y en período seco es de 0.1 ppm en el alimento (Criollo, 2017).

### **Manganeso**

Las vacas en producción demandan entre 13 - 14 ppm de manganeso en el alimento (Costales, 2015).

### **Cobre**

Los requerimientos para vacas en producción son de 11 ppm (Mosquera, 2014).

### **Zinc**

El requerimiento de zinc para vacas en producción es de 49 ppm en el alimento (Costales, 2015).

### **Yodo**

El requerimiento para vacas en producción está entre 0.4 – 0.6 ppm y para vacas secas entre 0.4 – 0.5 ppm en el alimento (Mosquera, 2014).

### **Selenio**

También se ha demostrado la efectividad de selenio para reducir la prevalencia y severidad de infección de ubres (mastitis), con suplementación de 0.3 ppm de

selenio en el alimento el cual es un nivel de suplementación recomendado para vacas en producción y en secas (Costales, 2015).

### **2.5.7. Vitaminas**

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 (Gamboa, 2021).

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 (betacaroteno 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 (Gamboa, 2021).

- **Hidrosolubles**

Estas vitaminas se denominan hidrosolubles, porque pueden ser disueltas en agua.

#### **Vitaminas del grupo B**

Intervienen en las células para la utilización de los nutrientes. Los microorganismos que viven en la panza de los animales fabrican gran cantidad de esta vitamina, por eso no se observa carencia de la misma. Las fuentes principales de esta vitamina son: la harina de pescado, carne, forrajes verdes, henos y ensilados (Mosquera, 2014).

#### **Vitamina C**

Es conocida como una vitamina de resistencia o antiescorbútica, la cual se produce en el organismo animal (Copa, 2010).

- **Liposolubles**

### **Vitamina A**

Llamada también vitamina del crecimiento, antifecciosa y de fertilidad. Tiene la función protectora de las mucosas del aparato respiratorio, digestivo y genital. La falta de esta vitamina puede entorpecer el crecimiento de los terneros; fácilmente pueden contraer infecciones respiratorias y digestivas, reduciendo su fertilidad. Esta vitamina está presente en la harina de pescado, zanahoria, forrajes verdes; la alfalfa y el calostro contienen gran cantidad de esta vitamina (Costales, 2015).

### **Vitamina D**

Conocida también como antirraquítica porque previene el raquitismo (enfermedad del crecimiento caracterizada por la deformación de los huesos en las articulaciones), tiene la función de fijar el Calcio y Fósforo en los huesos. Se encuentra en la piel del animal y se activa en presencia del Sol (Criollo, 2017).

### **Vitamina E**

Llamada también antioxidante, está presente en los forrajes verdes y en semillas de los cereales germinados. La falta de esta vitamina provoca parálisis parcial de los músculos de los terneros, lo que les dificulta permanecer de pie (Mosquera, 2014).

### **Vitamina K**

Se forma en el intestino grueso de los animales, es también llamada antihemorrágica, y es indispensable para la coagulación de la sangre. En los rumiantes la principal fuente de vitamina K es la proveniente de las bacterias ruminales. Las deficiencias de vitamina K en rumiantes son muy escasas debido a que los microorganismos ruminales son capaces de sintetizarla en cantidades suficientes; y solo se presentan en caso de consumo accidental de warfarina, comúnmente usado como raticida y dicumarol (Copa, 2010).

## **2.6. Parámetros productivos**

En estas variables, el principal producto de interés es la leche y algunos de los indicadores más importantes son:

### **2.6.1. Litros de leche/hato**

Son los litros de leche promedio producidos por todo el hato (Arboleda, 2020).

### **2.6.2. Producción total por lactancia (PTL)**

Es la sumatoria de la producción diaria en una lactancia, la cual va a estar determinada por la producción diaria del animal y la longitud de lactancia (Bulnes & Medina, 2018).

### **2.6.3. Longitud de lactancia (LL)**

La LL es el periodo en el cual la vaca está produciendo leche. La vaca ideal debe parir cada 365 días con un periodo seco de 60 días y una lactancia de 305 días, lo que asegurará la producción en el hato (Arboleda, 2020).

### **2.6.4. Producción promedio por día (PPD)**

La PPD es el nivel de leche que se ha obtenido de un animal en dos ordeños por día. La meta para el trópico es de 15 a 17 kg por día. El registro de la producción diaria es la forma más exacta para saber la producción de un animal, pero los costos en los que se incurre con esta práctica son altos, por lo que la pesa de leche se hace cada 28 días (Bulnes & Medina, 2018).

### **2.6.5. Días secos (DS)**

Los DS es el periodo sin producción que tiene el animal antes del parto, el cual puede variar en un rango de 60 a 80 días y puede influenciar en la producción de la siguiente lactancia. El periodo seco puede ser la fase de mayor importancia con respecto al cuidado del hato lechero (Elizondro, 2014).

### **2.6.6. Descartes voluntarios (DV)**

El descarte y reemplazo de una vaca lechera durante la etapa productiva puede ocurrir en cualquier momento, ya sea por razones involuntarias tales como enfermedad, mortalidad e infertilidad; o por razones voluntarias, tales como un bajo rendimiento productivo (Bulnes & Medina, 2018).

El descarte voluntario puede ser optimizado mediante la determinación del momento más adecuado para eliminar una vaca del hato de acuerdo con criterios bioeconómicos (Elizondro, 2014).

### **2.6.7. Mortalidad < 1 año (M)**

En la mortalidad menor a 1 año, se engloba a todos aquellos animales muertos cerca del parto, aquellos que han muerto durante el levante y crianza con edades que no superen el año de vida (Elizondro, 2014).

## **2.7. Pastoreo rotacional**

Se trata de una adaptación tropical del método Voisin. El sistema consiste en dividir el pasto en diversas áreas para que el ganado se alimente de forma secuencial, así el área es aprovechada en su totalidad además de descansar las áreas que no se estén alimentando al ganado. El objetivo del sistema rotacional consiste en cargas altas por periodos cortos de permanencia para que el ganado no tenga oportunidad de escoger su pasto que está comiendo, así se aprovecha toda la pastura. (Acosta & Olivo, 2017).

El científico André Voisin las denominó como "Leyes Universales De Pastoreo", las cuales son base primordial para un productor (Martínez, 2020).

### **2.7.1. Ley de reposo**

Para que un pasto produzca el máximo provecho posible, es necesario que el tiempo de reposo sea el suficiente para que las plantas almacenen reservas en sus raíces y realicen la llamada de crecimiento (Acosta & Olivo, 2017).

### **2.7.2. Ley de ocupación**

El tiempo de ocupación debe ser el menor tiempo posible para evitar que el animal coma el rebrote. Desde el punto de vista práctico, el hombre definirá este tiempo de acuerdo a la época del año y a la carga animal (Mondino, 2018).

### **2.7.3. Ley de rendimientos máximos**

Es importante ayudar a los animales a que puedan cosechar la mayor cantidad de pasto y que este sea de la mejor calidad posible. Una pastura que tenga de 15 a 25 cm de altura es la que proporciona la cantidad máxima de pasto de la mejor calidad (Martínez, 2020).

### **2.7.4. Ley de rendimiento regular**

Un animal puede lograr su máximo rendimiento en el primer día de pastoreo y su desempeño va disminuyendo en la medida en la que el tiempo de permanencia en cada parcela aumenta. A medida que la pastura va siendo comida hasta abajo, el animal cosechará cada vez menor cantidad de pasto y de menor valor nutritivo (Mondino, 2018).

## **2.8. Sistemas de pastoreo**

Los sistemas de pastoreo son alternativas de uso de los pastizales por los animales en pastoreo. La finalidad de un sistema de pastoreo es mantener y producir forrajes de calidad durante el mayor período de tiempo. Además, un sistema de pastoreo busca mantener balances favorables entre las especies forrajeras presentes en el terreno y así lograr su eficiente utilización y por ende una producción ganadera rentable (Terán, 2015).

### **2.8.1. Sistema de pastoreo rotativo convencional**

Este sistema de pastoreo consiste en la división del área de pastoreo para los animales en 3 o más potreros donde los periodos de permanencia y descanso permiten el rebrote apropiado para la especie forrajera. La división de los lotes permite una optimización en la uniformidad de cosecha del pastizal. Cabe recalcar

que una de las desventajas de este sistema es que se requieren de más fuentes de agua ya que en cada potrero debe de existir acceso al agua para los animales (Terán, 2015).

### **2.8.2. Sistema pastoreo racional voisin (PRV)**

Este sistema no solo es más económico, sino que también es considerado amigable con el medioambiente, muchos de los ganaderos que comienzan a implementar la práctica buscan mejorar la rentabilidad de las explotaciones. La implementación del pastoreo rotacional adaptativo conlleva en un plazo aproximado de dos años una reducción de los costes de insumos externos, principalmente los derivados de la alimentación de los animales. Asimismo, los productos tendrán un mayor valor añadido por lo que podrán suponer un mayor precio si se diferencian en el mercado (Terán, 2015).

## **2.9. Suplemento alimenticio**

El objetivo principal de la suplementación es aumentar el consumo total de MS y el consumo de energía respecto de aquellos que se pueden alcanzar con sólo pastoreo.

- Aumentar la producción de leche por vaca.
- Aumentar la carga y la producción de leche por unidad de superficie.
- Mejorar el uso de las praderas a través de mayores cargas.
- Aumentar el largo de las lactancias en épocas de producción de MS limitada.
- Aumentar el contenido de proteína en la leche a través de la suplementación energética.

Se considerarán como vacas de alta producción, aquellas cuyas producciones alcanzan los 25 kg/d o más en la lactancia temprana y 20 kg/d o más en lactancia tardía (Mella, 2018).

## **2.10. Selenio orgánico**

El selenio está reconocido como un elemento esencial para la producción animal desde hace medio siglo debido a sus propiedades antioxidantes, teniendo un impacto positivo en factores de crecimiento relevantes, como la ganancia de peso y la velocidad de crecimiento, en diferentes animales de producción. La vitamina E es otro importante micronutriente con propiedades antioxidantes naturales tanto en humanos como animales, ayudando a mantener la homeostasis mediante la prevención del estrés oxidativo y el daño de los radicales libres, además mantiene la bioactividad en la membrana celular, preservando las cadenas de ácidos grasos poliinsaturados. La suplementación de selenio y vitamina E en algunas dietas animales produce un efecto sinérgico, mejorando tanto la producción como la calidad de la carne (Telles et. al 2022).

### **2.10.1. Descripción**

Estudios realizados en los últimos 20 años, demuestran que la forma del selenio en el alimento balanceado es clave para su eficiencia. Esto ha llevado a que todo el sector agropecuario opte hoy por formas orgánicas y más seguras de selenio, en vez de la forma inorgánica habitual del selenito de sodio. Su alta toxicidad, sus propiedades pro-oxidantes y su baja biodisponibilidad han provocado que la industria cuestione el uso del selenito (Manella, 2021).

El selenio es la forma orgánica de levadura de selenio Alltech. Es una fuente de selenio para las dietas, elaborada a semejanza de la forma que está presente en la naturaleza. El selenio es más seguro y con mayor capacidad para satisfacer los mayores requerimientos de los animales para un rápido crecimiento, desempeño y salud (Guerrero, 2020).

Es biológicamente más activo y disponible que cualquier presentación inorgánica de selenio, puede utilizarse en todas las especies y es el primer producto de su tipo en ser autorizado por la FDA y la Comunidad Económica Europea, CEE (Fernández, 2013).

### **2.10.2. Propiedades**

El selenio orgánico en la forma de selenio-aminoácido forma parte de la proteína y como tal no causa riesgo de deficiencia de selenio. Es el único selenio orgánico aprobado por la UE y revisado por la FDA. Todas las especies de animales pueden ser alimentadas con selenio sin incidentes. Adicionalmente demostró que el selenio requiere de una cepa de levadura específica para su formación y fue aprobado a 0.5 ppm (Quizhpe & Ezequiel, 2010).

### **2.10.3. Beneficios en animales de crecimiento**

- Más ganancia de peso vivo.
- Mejora la eficiencia del alimento
- Mayor resistencia al estrés
- Aumenta la sobrevivencia post-destete
- Más transferencia del selenio mejor defensa antioxidante y resistencia a las enfermedades.
- Mejor retención en el músculo y el tejido.
- Mejora la estabilidad del color de la carne
- Extiende la vida en anaquel
- Mas rendimiento de carne porque hay menos perdida por goteo

Es importante tener en cuenta que el selenio debe administrarse en cantidades adecuadas, ya que tanto la deficiencia como el exceso de selenio pueden ser perjudiciales para la salud de los animales. Es recomendable consultar a un veterinario o especialista en nutrición animal para determinar las dosis adecuadas de selenio para cada especie y etapa de crecimiento (Quizhpe & Ezequiel, 2010).

Según Feijoo (2018), al utilizar un promotor natural como el selenio (0,3g/kg de alimento) en, desarrollo reporto ganancias de peso en la fase de crecimiento. Se debe recalcar que la característica en esta etapa es que no existe un pronunciado incremento de pesos, evento que deja de ser importante, porque la nutrición y capacidad fisiológica del animal tiende a metabolizar los nutrientes para favorecer el desarrollo del sistema reproductivo.

#### 2.10.4. Beneficios en los rumiantes

- Incidencias reducidas de retención de placentas
- Mejores tasas de concepción (es decir primer servicio)
- Número reducido de días abiertos
- Calidad de la carne optimizada
- El selenio es compatible al transferir al tejido muscular
- Estado antioxidante optimizado

Es importante destacar que los rumiantes tienen una mayor capacidad para acumular selenio en sus tejidos en comparación con otros animales. Sin embargo, también pueden verse afectados por la toxicidad del selenio si se suministra en exceso. Por lo tanto, es fundamental equilibrar adecuadamente la ingesta de selenio en la dieta de los rumiantes y seguir las recomendaciones de un veterinario o especialista en nutrición animal (Choct, et al, 2020).

En cuanto a los beneficios, el uso de selenio disminuye la oxidación lipídica, dando como resultado una menor concentración de los niveles de MDA (Malondialdehído). Sin embargo, la concentración permaneció en niveles de aceptación (< de 1 a 2 mg MDA/kg) (González et al., 2018).

La suplementación con selenio no logró disminuir la oxidación proteica ( $p > 0,05$ ). Una vez que comienzan las reacciones oxidativas, los cambios en la oxidación de los lípidos progresaría más rápido que la degradación oxidativa de las proteínas miofibrilares. Debido a esto, los radicales e hidroperóxidos formados a partir de los lípidos insaturados pueden atacar a las cadenas de aminoácidos susceptibles y producir carbonilos. Los niveles de oxidación lipídica encontrados fueron bajos y quizás no fueron suficientes para desencadenar a posteriori las reacciones de oxidación de proteínas (Franco et al., 2020).

**Oxidación lipídica:** La oxidación lipídica es un proceso químico no deseado que ocurre en los lípidos (grasas) presentes en los alimentos y tejidos biológicos, incluyendo la carne. Esta oxidación ocurre cuando los lípidos reaccionan con el oxígeno presente en el ambiente, resultando en la formación de compuestos

oxidados. La oxidación lipídica puede ser acelerada por factores como la exposición al aire, la luz, el calor y los metales catalíticos. También puede ser promovida por la presencia de radicales libres, que se generan durante ciertos procesos metabólicos o como resultado de la contaminación o el estrés oxidativo (Domínguez, 2022).

**Oxidación proteica:** Es un proceso químico que ocurre cuando las proteínas presentes en los alimentos o en los tejidos biológicos se ven expuestas a condiciones que favorecen la reacción con especies reactivas de oxígeno, conocidas como radicales libres. Esta reacción puede resultar en la formación de compuestos oxidados en las proteínas. La oxidación proteica puede ocurrir durante la producción, el procesamiento, el almacenamiento y la cocción de los alimentos, así como en los tejidos biológicos debido a factores como el estrés oxidativo, la inflamación y la exposición a agentes oxidantes externos (Xiong, 2019).

#### **2.10.5. Minerales traza orgánicos para el ganado de leche**

La vaca lechera promedio no alcanza su potencial genético. Para lograrlo hay que comenzar alimentándolas de manera correcta en cada ciclo de vida, especialmente antes del nacimiento. Incluir un suplemento de selenio en el alimento balanceado es fundamental para la rentabilidad del animal. Una deficiencia de selenio en las vacas está relacionada con diversas enfermedades, junto con una disminución del desempeño productivo y reproductivo (Manella, 2021).

#### **2.10.6. Beneficios del selenio orgánico para las vacas lecheras**

- Mejora los procesos metabólicos
- Mantiene la salud reproductiva y la longevidad animal
- Actúa como antioxidante
- Protege la integridad de los tejidos
- Protege los músculos de la degeneración
- Previene enfermedades
- Mejora las tasas de fertilidad

Es importante tener en cuenta que la dosis y el tipo de suplemento de selenio orgánico deben ajustarse de acuerdo con las necesidades y las condiciones

específicas de cada rebaño de vacas lecheras. Se recomienda trabajar con un veterinario o un nutricionista especializado en ganado lechero para determinar la dosificación adecuada y el programa de suplementación de selenio orgánico (Manella, 2021).

La utilización de selenio en vacas lecheras aumenta el estado de selenio del ganado y proporciona una protección antioxidante óptima. Esto garantiza el rendimiento de vacas lecheras, terneros, especialmente durante períodos de estrés.

Se ha demostrado que la suplementación con selenio orgánico en ganado vacuno mejora la calidad de la carne. En condiciones desafiantes, mantiene un mayor nivel de productividad y calidad de la leche. Con excelente inmunidad, el ganado que recibe selenio puede mostrar una reducción de metritis, recuento de células somáticas, incidencia de mastitis subclínica, así como una mejor fertilidad. Cuando una vaca tiene mayores reservas corporales de selenio, puede pasar más al ternero mediante transferencia placentaria y vía leche y calostro. Esto mejora la inmunidad de los terneros, ayudándoles a enfrentar desafíos y promoviendo su crecimiento. Ayudando a todo el ganado a alcanzar su máximo potencial (Castro, 2019).

#### **2.10.7. Minerales traza orgánicos para el ganado de carne**

La mayoría de las zonas agropecuarias del mundo se encuentran en regiones donde el alimento balanceado y los forrajes tienen niveles subóptimos de selenio. Esta deficiencia de selenio en el ganado de carne puede provocar serios problemas respiratorios o en la salud de la pezuña, enfermedades y mastitis; lo que puede afectar la rentabilidad en general. Se han desarrollado proteínatos minerales como fuentes orgánicas de zinc, cobre, manganeso y cobalto. Los minerales proteínados, mezclan quelatos de aminoácidos individuales y quelatos de péptidos de cadena corta. Los minerales trazan orgánicos para el ganado de carne, como el selenio orgánico, el cobre orgánico, el zinc orgánico y el manganeso orgánico, han ganado popularidad debido a su mayor biodisponibilidad y capacidad de ser utilizados de manera más eficiente por el organismo del ganado en comparación con las formas inorgánicas. (Olejua, 2020).

### **2.10.8. Minerales traza orgánicos para el ganado de carne**

- Apoya el estado antioxidante
- Mantiene una función reproductiva normal
- Mejora la calidad y el valor nutricional de la carne
- Promueve una salud reproductiva adecuada
- Mejora la respuesta a los problemas respiratorios y a las enfermedades

Es importante destacar que el suministro adecuado de minerales traza es esencial para prevenir deficiencias y mantener la salud del ganado de carne. Consulta a un especialista en nutrición animal o a un veterinario para obtener recomendaciones específicas sobre las necesidades de minerales traza de tu ganado en particular y cómo incluirlos en la dieta (Olejua, 2020).

### **2.10.9. Toxicidad**

Cuatro ppm puede ocasionar toxicidad, cinco ppm ocasiona la muerte. Si la concentración en agua y leche es mayor a 5 mg/kg, el consumo es peligroso para los animales domésticos (Fernández, 2013).

La toxicidad por selenio, conocida como seleniosis, puede ocurrir cuando se proporciona una cantidad excesiva de selenio en la dieta del ganado. Los síntomas de la seleniosis en las vacas pueden variar y dependen de la cantidad de selenio consumida. Algunos de los signos y síntomas comunes incluyen:

- Pérdida de apetito.
- Pérdida de peso.
- Problemas en la reproducción, como abortos o dificultades en el parto.
- Retardo del crecimiento en los terneros.
- Debilidad muscular y dificultad para moverse.
- Pérdida de pelo o cambios en la textura del pelaje.
- Problemas en las pezuñas y cojeras.
- Daño al hígado y otros órganos.

Es importante tener en cuenta que los niveles seguros de selenio en la dieta del ganado varían según la región geográfica, ya que algunos suelos contienen niveles naturales más altos de selenio. Por lo tanto, es fundamental trabajar con un veterinario o un especialista en nutrición animal para determinar las necesidades específicas de selenio de tu ganado y garantizar que se proporcionen las cantidades adecuadas sin exceder los límites seguros. La suplementación de selenio debe realizarse de manera cuidadosa y siguiendo las recomendaciones de expertos, ya que una dosis excesiva puede tener consecuencias negativas para la salud del ganado (Valladares, 2018).

#### **2.10.10. Importancia del selenio en la dieta**

El selenio está implicado en varias funciones biológicas y su suplementación es necesaria para los animales. Se puede proporcionar en fuentes orgánicas o inorgánicas. La concentración de ser en los alimentos debe cumplir los requisitos mínimos del ganado, del orden de 0,05 - 0,1 mg/kg de materia seca (MS). Se pueden esperar efectos tóxicos en la ingesta crónica de alimentos que superen aproximadamente 1 mg/kg de MS. (Costanzo & Ravecca, 2017).

#### **2.10.11. Metabolismo del selenio**

El metabolismo del selenio orgánico en animales sigue un proceso similar al del selenio inorgánico, pero con algunas diferencias debido a la forma química en la que se encuentra el selenio orgánico y cómo se procesa en el cuerpo. El selenio orgánico generalmente se encuentra en forma de selenometionina y selenocisteína, que son aminoácidos que contienen selenio en lugar de azufre (Rovers, 2017).

Aquí se describe el metabolismo del selenio orgánico en animales:

**Absorción:** La selenometionina y la selenocisteína, presentes en fuentes alimenticias como plantas y organismos marinos, son absorbidas por el tracto gastrointestinal de los animales. Estas formas orgánicas se absorben mediante sistemas de transporte específicos, lo que permite una mayor eficiencia en comparación con las formas inorgánicas (Hefnawy & Pérez, 2018).

**Transporte:** Una vez absorbido, el selenio orgánico se transporta en la sangre hacia varios tejidos y órganos, similar al selenio inorgánico. La selenoproteína P también está involucrada en el transporte de selenio orgánico en la sangre (Hefnawy & Pérez, 2018).

**Metabolismo intracelular:** Dentro de las células, la selenometionina y la selenocisteína se incorporan a las proteínas durante la síntesis proteica normal. La selenometionina puede reemplazar la metionina en las proteínas, y la selenocisteína puede incorporarse en las selenoproteínas específicas mediante el mismo mecanismo mencionado anteriormente (Hefnawy & Pérez, 2018).

**Selenoproteínas:** Al igual que con el selenio inorgánico, el selenio orgánico es esencial para la síntesis y el funcionamiento de diversas selenoproteínas en el organismo. Estas selenoproteínas desempeñan roles críticos en la protección contra el estrés oxidativo, la función tiroidea, el sistema inmunológico y otros procesos metabólicos (Hefnawy & Pérez, 2018).

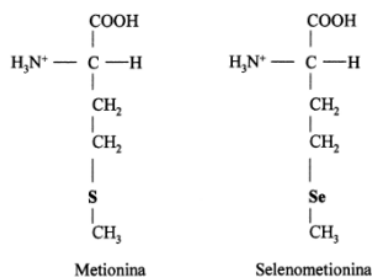
**Eliminación:** El selenio en forma orgánica que no es utilizado por el organismo se excreta principalmente a través de la orina, al igual que el selenio inorgánico. La excreción se regula para mantener un equilibrio adecuado de selenio en el cuerpo (Hefnawy & Pérez, 2018).

En este contexto, el metabolismo del selenio orgánico en animales implica la absorción, el transporte, la incorporación en proteínas y la participación en selenoproteínas esenciales, al igual que el selenio inorgánico. El selenio orgánico, en forma de selenometionina y selenocisteína, juega un papel vital en la salud y el funcionamiento adecuado de los sistemas biológicos de los animales (Rovers, 2017).

## **2.11. Selenometionina**

La selenometionina (SeMet) conocida comúnmente como selenoproteína, denominada así por la incorporación de una molécula de selenio en lugar de la molécula de azufre en la proteína (metionina), con una función antioxidante capaz de neutralizar especies reactivas de oxígeno. Además de las propiedades químicas

y a los beneficios que la SeMet puede darle al animal por su mayor disponibilidad, enriquece a la leche con selenio. Se sabe que más del 90% de la selenometionina, como forma principal de selenio en la dieta, se absorbe por el mismo mecanismo que la metionina (Navarro & López, 2000).



A pesar de que la selenometionina no puede ser sintetizada por el organismo, esta se obtiene de la dieta. El uso de este almacén de selenio en el tejido animal se da cuando se interrumpe su ingesta. La disponibilidad de selenio depende de la absorción intestinal y de su conversión en sus distintas formas biológicamente activas. Las diferentes formas de selenio siguen rutas metabólicas diferentes. La selenometionina puede almacenarse al incorporarse aleatoriamente en las proteínas, en lugar de metionina (Katsuhiko et al., 2000).

## 2.12. Selenometionina

La selenocisteína (SeCys), es considerada como el aminoácido número 21 entre los aminoácidos proteicos o canónicos. A diferencia de las mayorías de los elementos traza, que cumplen una función específica como cofactores enzimáticos, el selenio en las proteínas está presente bajo la forma de un aminoácido: la selenocisteína análogo de la cisteína (Cys), que contiene selenio en lugar de azufre (S). Entre las dos antes mencionadas la diferencia más importante dentro de sus características fisicoquímicas es su pKa. Siendo que la sustitución del átomo de Se por el de S le confiere una mayor capacidad nucleofílica, en un rango más amplio de pH, y por tanto una mayor reactividad. Además de que las enzimas que contiene la SeCys en el sitio activo, son por norma, catalíticamente más eficiente en comparación a sus homologas en la Cys (Valdiviezo, 2016).

### **2.13. Selenito de sodio**

Selenito de sodio ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ ), es la fuente de este mineral más usado para suplementar las dietas de animales. Esta forma inorgánica fue aprobada por la FDA. Es así que las limitaciones del uso del selenio inorgánico (selenito, selenato, selenuro y forma metálica) son bien conocidas: Su toxicidad, ya que actúa como prooxidante cuando se adiciona en altos niveles en la dieta (Martínez et al., 2012, interacciones con otros minerales, tienen baja eficiencia de transferencia de la leche y carne y el mantenimiento de las reservas del organismo, y como consecuencia una elevada proporción del elemento es excretada (Surai, 2006)

### **2.14. Vitamina de E**

La vitamina E fue descubierta en 1923 por Herbert Evans y Katherine Bishop, quienes observaron que su deficiencia causaba reabsorción fetal en las ratas e incapacidad reproductiva crónica. La vitamina E o tocoferol es un nutriente antioxidante para la célula. Existen cuatro estructuras químicas  $\beta$ -,  $\alpha$ -,  $\gamma$ - y  $\delta$ -. El isómero alfatocoferol posee la mayor actividad en los animales. La exposición a la luz, calor y la peroxidación de la membrana celular la degrada fácilmente. Esta es una vitamina liposoluble que se disuelve en grasa y resulta esencial para el organismo dado que es un antioxidante que ayuda a proteger los ácidos grasos. Se encuentra principalmente en la yema de huevo, aceites vegetales (soya, cacahuate, arroz, algodón y coco), los vegetales de hojas verdes, cereales y pan integral. En el tejido animal la forma predominante es  $\alpha$ - tocoferol El término vitamina E en la actualidad se utiliza como un descriptor genérico de tocol y derivados de tocotrienol, que muestra la actividad biológica del  $\alpha$ -tocoferol y a su vez los tocoferoles sirven como sinónimo para todos los metil-tocol (Valdiviezo, 2016).

### **2.15. Importancia de la suplementación macro y micromineral en bovinos**

Las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes. En general, los bovinos requieren de unos quince elementos minerales, con la finalidad de garantizar una adecuada nutrición y asegurar una eficiente productividad. Estos

son considerados como el tercer grupo de nutrientes limitantes en la producción animal, debido a que su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo. De forma general sus funciones dentro del organismo son: 1) conformación de la estructura ósea y dental (Ca, P y Mg) 2) equilibrio ácido-básico y regulación de la presión osmótica (Na, Cl y K) 3) sistema enzimático y transporte de sustancias (Zn, Cu, Fe y Se) 4) reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se y I) 5) sistema inmune (Zn, Cu, Se y Cr) (Montero, 2006).

## **2.16. Metabolismo y absorción mineral en ganado lechero**

Los minerales son esenciales para los procesos metabólicos, la formación de huesos y la producción de leche. Los principales elementos minerales requeridos por el ganado lechero son: calcio, fósforo, magnesio, potasio, sodio, cloro, yodo, hierro, cobre, cobalto, manganeso, zinc y selenio, siendo todos esenciales para el funcionamiento productivo y reproductivo (Valdiviezo, 2016).

Existen diferencias en: absorción, transporte, excreción, tasa de renovación de los tejidos y control homeostático, entre los elementos minerales. Estos procesos están en equilibrio mediante las distintas formas en que el elemento pueda presentarse y están influenciadas por el pH de los fluidos del organismo, o por la presencia de otros minerales, secreciones hormonales o la adición de quelatos. La absorción mineral se da principalmente en el tracto digestivo, aparato respiratorio y piel. El transporte y la tasa de renovación de los minerales, se da una vez absorbido a través del plasma combinados con compuestos orgánicos. Las vías de excreción son las heces, orina (Na, K, P, S, Fe, Y Co), sudor (Na, Cl y K) y respiración. Cerca del 50% de las enzimas corporales requieren de un mineral para su funcionamiento, interviniendo en el metabolismo de proteínas, aminoácidos, carbohidratos, lípidos, vitaminas, así como de otros minerales. Como se mencionó anteriormente, el selenio juega un papel muy importante en la acción antioxidante, sin embargo, la absorción, metabolismo y utilización depende de la forma química de este. Las fuentes de selenio que se adicionan a la dieta del animal se pueden encontrar en dos formas, selenio inorgánico y selenioproteínas. La absorción del selenio ocurre en el intestino delgado, y mientras el SeMet es absorbido mediante el sistema

transportador de metionina, después de la absorción este es incorporado de forma no específica en las proteínas generales del cuerpo en lugar de la metionina y puede actuar como una piscina biológica (pool intracelular) de selenio, la cual puede ser utilizada durante periodos de ingesta subóptima de selenio (Suzuki, 2002) . Por otro lado, la absorción del selenio inorgánico como el selenito de sodio, es menos eficiente y ocurre principalmente por difusión pasiva. Por el contrario, las fuentes inorgánicas que son absorbidos por el intestino delgado se utilizan ya sea metilado y posteriormente excretados. La excreción del exceso de ser en el organismo se realiza por medio de compuestos metilados de selenio y selenio azúcares (Chumpitaz, 2013)

### **2.17. Periodo de transición**

El periodo de transición, que abarca desde las tres semanas previas al parto hasta tres semanas después, es una fase crítica para las vacas lecheras, caracterizada por diversos desafíos fisiológicos (Kaesler, 2024).

Durante este periodo, las vacas enfrentan un mayor riesgo de trastornos en la homeostasis del calcio, lo que puede desencadenar parecía postparto. Además, la baja ingesta alimenticia tras el parto, sumada a una elevada demanda de energía para la producción de calostro y leche, genera un balance energético negativo. Esto provoca una intensa movilización de la grasa corporal, lo que puede derivar en cetosis y enfermedad hepática si no se controla. Los desequilibrios metabólicos, especialmente la deficiencia de calcio postparto, suelen abrir la puerta a otras patologías metabólicas (Matiller, 2021).

El calcio es fundamental para diversas funciones metabólicas, como la formación ósea, la transmisión de impulsos nerviosos, el movimiento muscular, la coagulación sanguínea y la actividad enzimática, incluyendo la regulación de la insulina. Al inicio de la lactancia, la demanda de calcio aumenta considerablemente. Hacia el final de la gestación, el feto requiere entre 4 y 5 gramos diarios de calcio, mientras que un litro de leche contiene aproximadamente 1,25 g de calcio y el calostro entre 2 y 2,5 g. Los mecanismos reguladores enfrentan un desafío significativo para mantener los niveles de calcio en sangre dentro de los parámetros normales. La regulación del calcio depende principalmente de la parathormona, producida por las glándulas paratiroides, la calcitonina de la glándula tiroides y la vitamina D3

(calcitriol). Es importante señalar que la parecía hipocalcémica postparto no se debe a una carencia de calcio en sí, sino a una alteración en la regulación de estos mecanismos. Dado que el calcio también está implicado en la regulación de la insulina, la hipocalcemia postparto puede facilitar la aparición de otras enfermedades metabólicas (Portilla et al., 2021).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Materiales

- **Localización de la investigación**

---

<b>País:</b>	Ecuador
<b>Provincia:</b>	Pichincha
<b>Cantón:</b>	Mejía
<b>Parroquia</b>	Cutuglagua
<b>Sector:</b>	Estación Experimental Santa Catalina

---

- **Situación geográfica y climática**

---

<b>Altitud:</b>	3050 msnm
<b>Latitud</b>	00° 22' 00" S
<b>Longitud</b>	78° 33' 00" W
<b>Humedad relativa promedio anual</b>	86.62%
<b>Precipitación promedio anual</b>	1400 mm
<b>Temperatura máxima</b>	20.7 °C
<b>Temperatura media</b>	11.7 °C
<b>Temperatura mínima</b>	2.7 °C

---

**Fuente:** (Estación meteorológica INIAP Santa Catalina, 2022)

- **Zona de vida**

De acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida desde el punto de vista ecológico en consecuencia a un estilo de vida diferente según Leslie Holdrige el sitio del experimento corresponde a bosque húmedo montano (Bh-M).

## 3.2. Metodología

### 3.2.1. Material en estudio

- 16 bovinos
- Suplemento de selenio orgánico

### 3.2.2. Factores en estudio

A1: Suplemento con selenio orgánico

- A1: Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.2g por cabeza/día
- A2: Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.4g por cabeza/día
- A3: Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.6g por cabeza/día
- A4: Testigo absoluto, alimentación normal (balanceado)

### 3.2.3. Tratamientos

**Tabla 1**

*Tratamientos*

<b>Tratamiento</b>	<b>Detalle</b>
T1	Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.2g por cabeza/día
T2	Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.4g por cabeza/día
T3	Suplemento con selenio orgánico a dosis 0.6g por cabeza/día
T4	Testigo absoluto, alimentación natural (balanceado)

### 3.2.4. Tipo de diseño experimental o estadístico

Se realizará un Diseño Bloques Completos al Azar (DBCA) con tres repeticiones.

### **3.2.5. Manejo de la investigación**

- **Selección de animales**

Se seleccionaron cuatro animales para cada tratamiento, donde cada animal fue una repetición, dando un total 16 vacas raza de biotipos de cruces Holstein, Brown Swiss y Jersey, los mismos se encontraron en estado de gestación, de dos semanas antes del parto y dos semanas después del parto, las mismas que en este período fueron alimentadas a base a forraje, balanceado y sales minerales.

- **Identificación de animales**

Además del número de arete que dispone los animales, cada vaca se identificó con cintas de colores alrededor del cuello, de acuerdo con el tratamiento al que pertenecen, con el objetivo de evitar confusiones. La identificación de las vacas estuvo dividida de la siguiente manera: T1: color azul, T2: color verde, T3: color rojo y T4: color amarillo.

- **Preparación de comederos y bebederos**

En las vacas pre y post parto, los equipos que se utilizaron fueron desinfectados, lavados con agua y jabón antes, durante y después del trabajo de campo.

- **Elaboración de las dietas con el suplemento**

Las dietas se elaboraron de acuerdo a los tratamientos que se emplearon en los animales con sus respectivas formulaciones, se realizaron dosis de acuerdo los tratamientos.

- T1: Suplemento con selenio orgánico a dosis (0.2 g por animal/día)
- T2: Suplemento con selenio orgánico a dosis (0.4 g por animal/día)
- T3: Suplemento con selenio orgánico a dosis (0.6 g por animal/día)
- T4: Testigo absoluto, alimentación natural (balanceado).

- **Suministro del suplemento**

El suministro del suplemento se realizó en el momento del ordeño (tarde o mañana) en las vacas que se encuentran en pre y post parto. La suplementación se realizó por un período de 15 dap + 15 ddp= 30 días. Además, se suministró sal mineral y alimento balanceado en base al manejo del Programa de Ganadería y Pastos del INIAP.

- **Producción de leche**

La medición de producción de leche por animal y por ordeña se realizó durante un período de 90 días para poder establecer el incremento, decremento y estabilización de la producción, y a la vez, con esta información se realizaron los análisis estadísticos. Cabe indicar que será un ordeño mecánico a las 4:00 am y 16:00 pm.

- **Relación beneficio/costo**

Para determinar la relación beneficio: costo en cada tratamiento, se consideraron los costos y cantidad del suplemento alimenticio suministrado por grupo de animales según el tratamiento asignado (Gallego, 2017).

### **3.2.6. Métodos de evaluación (Variable respuesta)**

- **Producción de leche lt (PI)**

Se evaluó diariamente desde el inicio de la lactancia hasta el primer trimestre de la lactancia.

- **Peso del animal (PA)**

El peso se determinó con la ayuda de una cinta bovino métrica, la misma que esta expresada en kilogramos (Kg), se evaluó 15 dap 15 ddp.

- **Condición corporal (CC)**

Esta variable es un sistema que clasifica a las vacas según la apreciación visual y palpación manual de su nivel de reservas corporales y se realizó al inicio y al final de la investigación, según la siguiente escala:

**Tabla 2**

*Escala de condición corporal*

<b>Condición corporal (1 - 5)</b>	<b>Descripción</b>
1	Emaciada
2	Flaca
3	Promedio
4	Grasosa
5	Obesa

Fuente: (López, 2006)

- **Partos normales (PN)**

Se registró la cantidad de partos normales que presentarán los bovinos, por medio de observación directa.

- **Partos distócicos (PD)**

Los bovinos lecheros son los animales con más frecuencia presentan problemas de distocia, de esta manera se registró la cantidad de partos distócicos que presentarán en el parto, por medio de observación directa.

- **Sobrevivencia de periparto (SP)**

Durante el parto se dio un límite de 48 horas para considerar crías vivas o natimortos. De esta manera se registró la cantidad de crías vivas que resulten posterior al parto, por medio de observación directa.

- **Peso de la cría (PC)**

Se procedió a registrar el peso de las crías posterior al parto, los datos fueron registrados en kg.

- **Retención de placenta (RP)**

Mediante la observación se evaluó la presencia de retención de placenta, posterior al parto. Considera RP después de las 24 horas del parto (Córdova, 2020).

- **Presencia de mastitis (PM)**

Evaluación MSC; CMT, CMT electrónico (a partir del 5to día)

MC: Síntomas

Se evaluará la presencia de mastitis por medio de observación directa, de acuerdo a la siguiente escala:

**Tabla 3**

*Escala de presencia de mastitis*

<b>Escala</b>	<b>Significado</b>	<b>Descripción</b>
1	Negativo	No se presenta síntomas
2	Positivo	Se presenta síntomas de la enfermedad.

- **Presencia de hipocalcemia (PH)**

HPSC, se evaluó mediante los signos clínicos que presenten los bovinos, por medio de estudio clínico (observación directa) (Ortega, 2018).

- **Retorno a la ciclicidad ovárica (RCO)**

Se evaluó por medio de observación directa de acuerdo a la relación con la edad, el peso y la raza. 18-21 días ciclo estro (signo celo) 0= no 1= si

### 3.2.7. Análisis de datos

Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

**Tabla 4**

*Análisis de varianza*

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos (t-1)	3
Repeticiones (r-1)	3
Error experimental(t-1) (r-1)	9
Total (t x r) – 1	15

- Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios entre los tratamientos
- Análisis de correlación y regresión lineal simple
- Análisis económico relación beneficio/costo.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Interpretación de resultados

##### 4.1.1. Producción de leche por lt (Plt)

**Tabla 5**

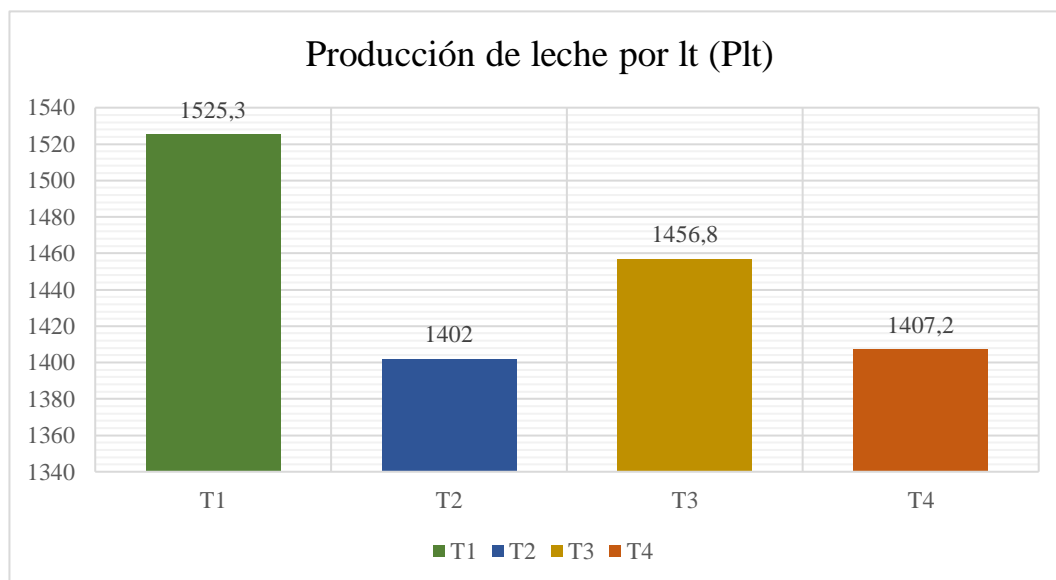
*Prueba de Tukey al 5% en la producción de leche por lt (Plt)*

Producción de leche por lt (Plt) (ns)		
TRAT	PROM	RANGO
1	1525.3	A
2	1402.0	A
3	1456.8	A
4	1407.2	A
<b>Media general: 1472.8 lt</b>		
<b>CV: 16.15</b>		

*Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Figura 1**

*Valores promedio de la variable producción de leche por lt (Plt)*



Los resultados indican que la producción de leche no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, ya que todos los promedios caen dentro del mismo rango estadístico (Rango A). Esto sugiere que las variaciones en los tratamientos aplicados no tuvieron un impacto notable en la cantidad de leche producida por las vacas. La media general de 1,472.8 litros sugiere un nivel de producción homogéneo a través de los tratamientos, y el coeficiente de variación de 16.15% indica una variabilidad moderada en los datos. En esta variable de estudio existió diferencias numéricas importante no más estadística.

La consistencia en la producción de leche sugiere que los factores controlados en el estudio, tales como la alimentación, manejo y condiciones ambientales, se mantuvieron estables, permitiendo que los tratamientos no introdujeran variaciones significativas. Esto podría implicar que las diferencias en la producción de leche podrían estar más influenciadas por factores individuales de los animales o por variables no controladas en el estudio.

Comparando estos resultados con estudios previos, se observa una tendencia similar en la producción de leche cuando se introducen variaciones en el manejo y la suplementación. Por ejemplo, un estudio realizado por Campos et al., (2020) encontraron que la suplementación con diferentes tipos de minerales no mostró diferencias significativas en la producción de leche, con promedios de producción muy similares a los observados en esta investigación. Otro estudio de López (2022) también reportó que las diferencias en la alimentación suplementaria no resultaron en cambios significativos en la producción diaria de leche.

Estas comparaciones sugieren que, en condiciones controladas, la producción de leche puede ser bastante resiliente a ciertas variaciones en el manejo y la suplementación. Esto refuerza la idea de que los factores individuales de las vacas y las condiciones ambientales específicas podrían tener un mayor impacto en la producción que los cambios en los tratamientos aplicados en el estudio.

#### 4.1.2. Peso del animal (PA)

**Tabla 6**

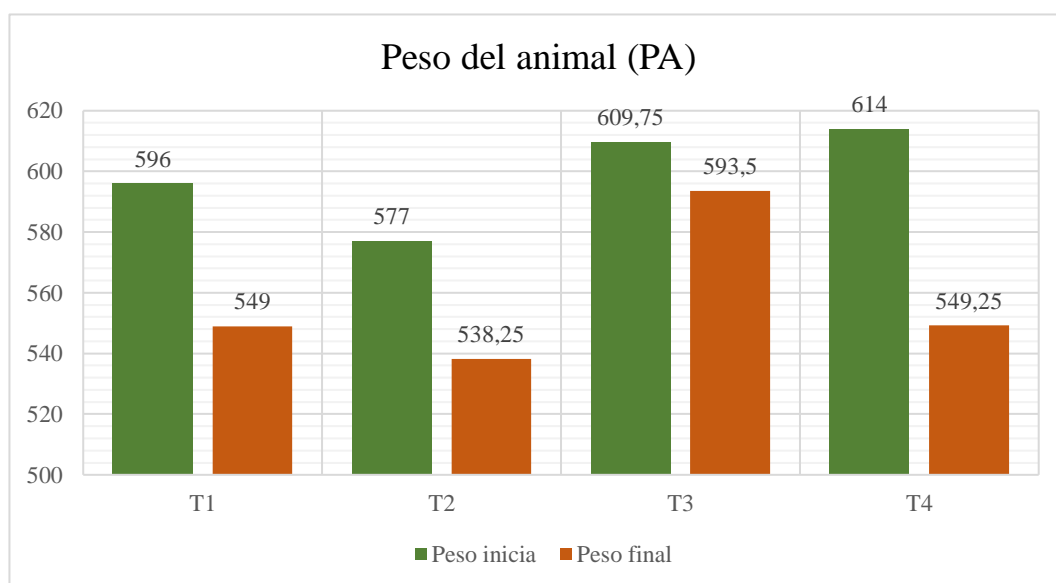
*Prueba de Tukey al 5% en el peso del animal (PA) al inicio y final de la investigación*

Peso del animal (PA)				
Trat	Peso inicial (ns)		Peso final (ns)	
N°	Promedio	Rango	Promedio	Rango
1	596.00	A	549.00	A
2	577.00	A	538.25	A
3	609.75	A	593.50	A
4	614.00	A	549.25	A
<b>Media G</b>	599.19 kg		557.63 kg	
<b>CV</b>	14.79		14.08	

*Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Figura 2**

*Valores promedio de la variable peso del animal (PA)*



La media general del peso inicial fue de 599.19 kg, mientras que la media general del peso final fue de 557.63 kg, lo que indica una pérdida promedio de 41.56 kg por animal. Esta reducción de peso puede estar asociada con el balance energético negativo típico durante la lactancia, donde la alta demanda energética para la producción de leche no siempre es completamente compensada por la ingesta de alimentos, incluso con suplementación.

Los resultados muestran una disminución en el peso de los animales al final del estudio en comparación con el inicio para todos los tratamientos. Sin embargo, las diferencias en los pesos iniciales y finales no son estadísticamente significativas (Rango A), lo que indica que los diferentes niveles de suplementación con selenio orgánico no tuvieron un impacto notable en el mantenimiento del peso corporal durante el periodo de estudio. Se presentaron resultados numéricos significativos, aunque no estadísticamente relevantes.

El coeficiente de variación (CV) similar para ambos pesos (inicial y final) sugiere que la variabilidad entre los animales fue consistente a lo largo del estudio. Esto indica que las diferencias individuales en el metabolismo y la eficiencia de conversión alimenticia podrían haber influido en los resultados.

Comparando estos resultados con estudios previos, se observa una tendencia similar en la pérdida de peso durante periodos de lactancia intensiva, incluso con suplementación. Altamirano & Flores (2021) encontraron que la suplementación con minerales no impidió la pérdida de peso en vacas lecheras debido a la alta demanda energética para la producción de leche. De manera similar, (Sanmartín & Tirado (2019) reportaron que, a pesar de la suplementación con selenio, las vacas lecheras experimentaron una pérdida de peso debido a un balance energético negativo.

Estos estudios refuerzan la idea de que, aunque la suplementación con selenio orgánico es beneficiosa para otros aspectos de la salud y la productividad de las vacas, no siempre es suficiente para prevenir la pérdida de peso durante la lactancia. Esto subraya la importancia de una estrategia de manejo integral que incluya no

solo la suplementación, sino también la optimización de la dieta y la gestión del estrés para minimizar la pérdida de peso en vacas lecheras.

#### 4.1.3. Condición corporal (CC)

**Tabla 7**

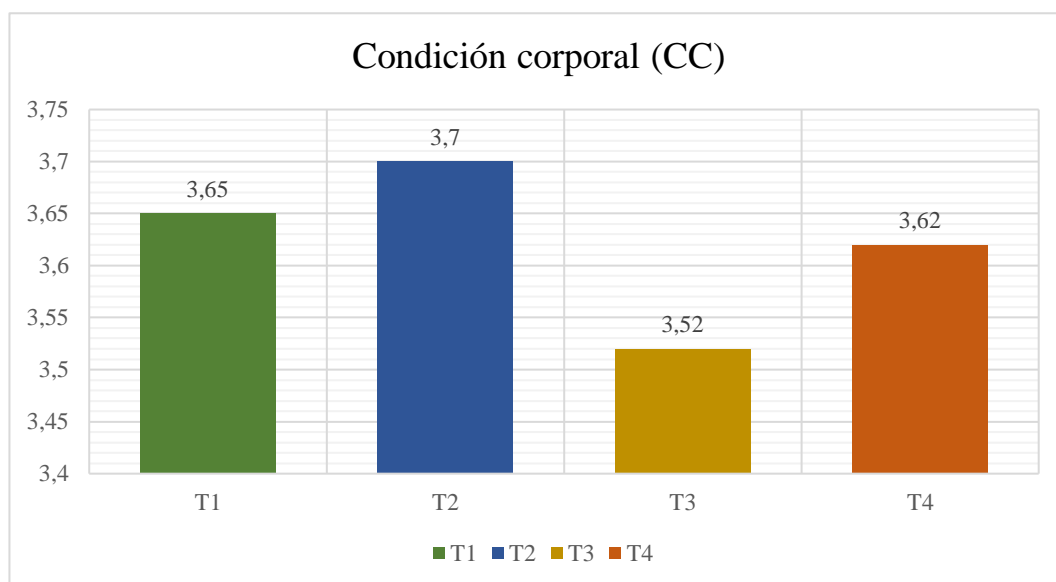
*Prueba de Tukey al 5% en el peso del animal (PA) al inicio y final de la investigación*

Condición corporal (CC) (ns)		
TRAT	PROM	RANGO
1	3.65	A
2	3.70	A
3	3.52	A
4	3.62	A
<b>Media general: 3.62</b>		
<b>CV: 8.67 %</b>		

*Nota:* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 3**

*Valores promedio de la variable condición corporal (CC)*



Los resultados indican que la condición corporal de los animales no mostró diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, ya que todos los promedios caen dentro del mismo rango estadístico (Rango A). De acuerdo con la escala utilizada, los promedios obtenidos (3.52 a 3.70) sugieren que todos los animales se encuentran en una condición corporal entre moderado y gordo. Este rango es adecuado y deseable, indicando que los animales no presentaron ni deficiencias ni excesos nutricionales significativos.

El T2, con una suplementación de 0.4g de selenio orgánico por cabeza/día, mostró el mejor promedio de condición corporal (3.70), situando a los animales más cerca del rango de gordo en la escala, lo que sugiere que esta dosis específica pudo haber ofrecido un balance óptimo entre la suplementación y la absorción de nutrientes, contribuyendo a una mejor condición corporal.

El coeficiente de variación (CV) del 8.67% indica una variabilidad baja en la condición corporal entre los animales, lo que sugiere que las diferencias individuales fueron mínimas y que la suplementación con selenio, independientemente de la dosis, no tuvo un impacto negativo en la condición corporal.

Estos resultados con estudios previos, encontramos que la suplementación con selenio orgánico a diferentes dosis puede influir en la condición corporal de los animales, aunque las diferencias no siempre son significativas. Un estudio de Cabrera et al., (2019) se encontró que la suplementación con 0.4g de selenio orgánico mejoró ligeramente la condición corporal en comparación con dosis más bajas o más altas, lo que coincide con los resultados de este estudio donde el T2 mostró el mejor promedio de condición corporal.

Aunque todos los tratamientos mantuvieron una condición corporal adecuada, el T2 (0.4g de selenio orgánico por cabeza/día) fue el más efectivo, mostrando el mejor promedio de condición corporal. Esto sugiere que esta dosis específica puede ofrecer un equilibrio óptimo para la suplementación en vacas lecheras, contribuyendo a una mejor condición física sin causar efectos adversos.

#### 4.1.4. Partos normales (PN)

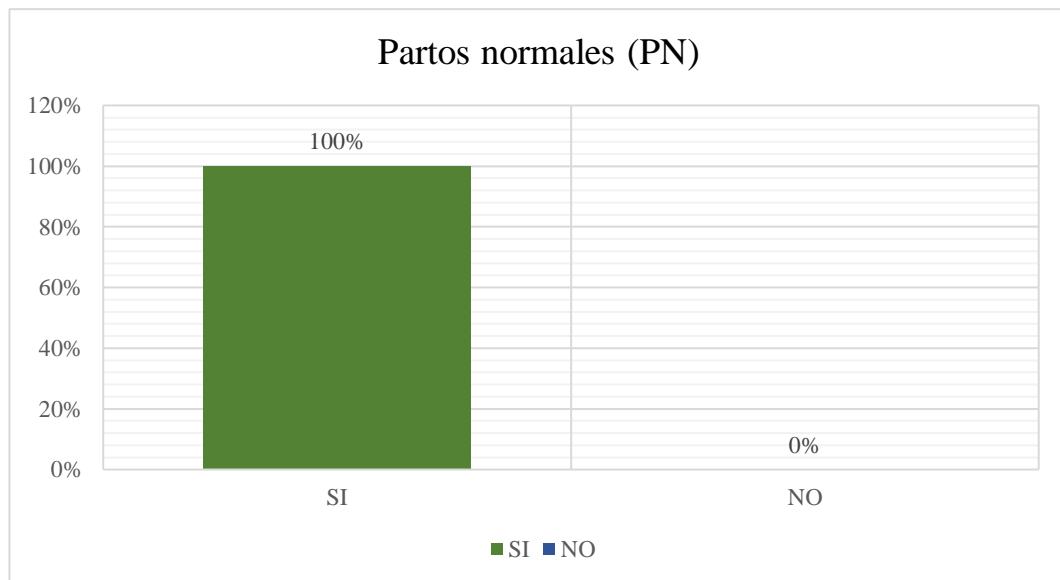
**Tabla 8**

*Resultados promedios de la variable partos normales (PN)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	16	100%
No	0	0%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

**Figura 4**

*Valores promedio de la variable partos normales (PN)*



Los resultados muestran que todos los animales en el estudio experimentaron partos normales, con una frecuencia de 16 y un porcentaje del 100%. Esto indica que ninguno de los animales sufrió complicaciones durante el parto, independientemente del tratamiento recibido.

El hecho de que el 100% de los partos fueran normales sugiere que la suplementación con selenio orgánico, en cualquiera de las dosis estudiadas (0.2g, 0.4g, y 0.6g por cabeza/día), así como la alimentación natural balanceada, no tuvo

un efecto negativo en la capacidad de las vacas para tener partos normales. Esto es significativo, ya que el selenio es conocido por su papel crucial en la reproducción y la salud general del ganado.

Estudios previos, encontramos que la suplementación con selenio orgánico tiene un impacto positivo en la salud reproductiva de las vacas. Aguilar (2021) encontró que la suplementación con selenio redujo la incidencia de complicaciones en el parto y mejoró la tasa de partos normales en vacas lecheras.

Estos estudios refuerzan la conclusión de que la suplementación con selenio orgánico puede contribuir significativamente a mejorar la salud reproductiva del ganado, lo que se alinea con los resultados de este estudio. La ausencia de complicaciones en todos los tratamientos sugiere que la suplementación con selenio, incluso en dosis más altas, no presenta riesgos adicionales para el parto y puede ser beneficiosa.

La suplementación con selenio orgánico en las dosis estudiadas, así como la alimentación balanceada, fueron efectivas para asegurar partos normales en todas las vacas del estudio. Esto subraya la importancia del selenio en la dieta del ganado para mantener una salud reproductiva óptima.

#### **4.1.5. Partos distócicos (PD)**

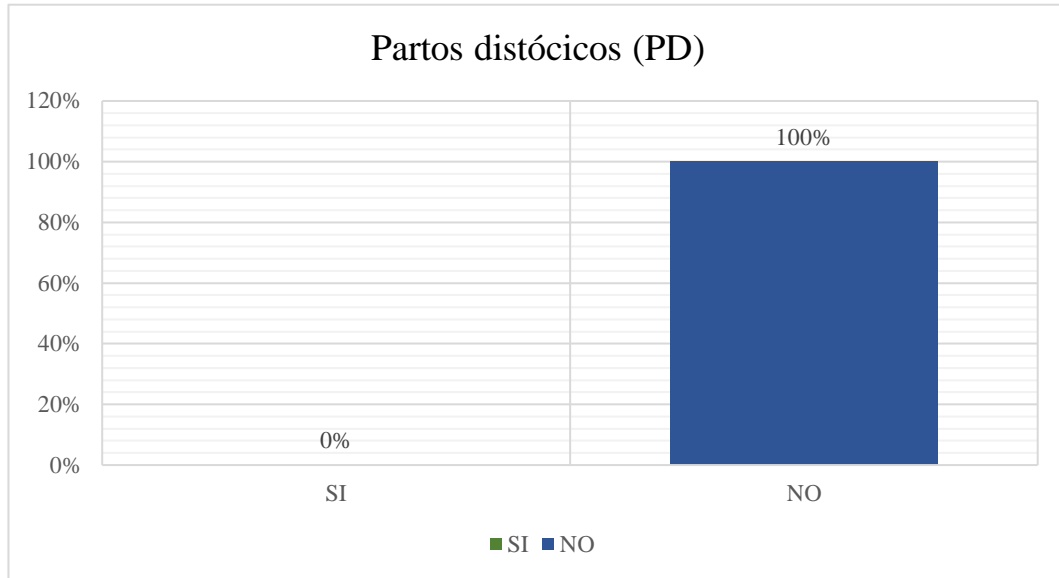
**Tabla 9**

*Resultados promedios de la variable partos distócicos (PD)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Si	0	0%
No	16	100%
<b>Total</b>	16	100%

## Figura 5

Valores promedio de la variable partos distócicos (PD)



Los resultados muestran que ninguno de los animales en el estudio experimentó partos distócicos, lo que significa que todos los partos fueron normales y sin complicaciones. Esto es un indicador positivo de la salud reproductiva de las vacas y sugiere que la suplementación con selenio orgánico en las dosis estudiadas, así como la alimentación natural balanceada, no tuvo un impacto negativo en el proceso de parto.

La ausencia de partos distócicos en el 100% de los casos sugiere que las condiciones de manejo y la nutrición de los animales fueron adecuadas para prevenir complicaciones durante el parto. El selenio es conocido por su papel en la reproducción y el desarrollo muscular, y estos resultados apoyan la idea de que la suplementación con selenio orgánico puede ayudar a mantener la salud reproductiva y prevenir problemas durante el parto.

La suplementación con selenio orgánico puede reducir la incidencia de partos distócicos. Gamboa (2021) encontró que vacas suplementadas con selenio orgánico tuvieron menos incidencias de partos distócicos en comparación con aquellas que no recibieron suplementación. De manera similar, Vallejo (2023) reportó una

reducción significativa en las complicaciones del parto en vacas que recibieron selenio orgánico, destacando la importancia de este mineral en la salud reproductiva.

Estos estudios refuerzan los resultados presentados ya que coincide con la ausencia de partos distócicos en todos los tratamientos sugiere que las dosis de selenio orgánico utilizadas, así como la dieta balanceada, fueron efectivas para mantener una salud reproductiva óptima.

#### 4.1.6. Natalidad (Na)

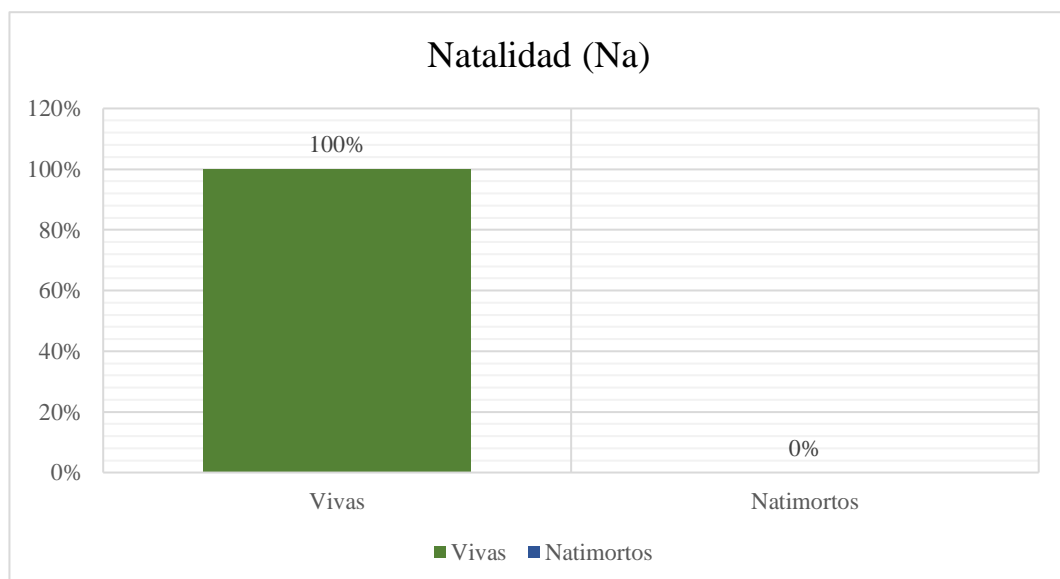
**Tabla 10**

*Resultados promedios de la variable natalidad (Na)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Vivas	16	100%
Natimortos	0	0%
<b>Total</b>	16	100%

**Figura 6**

*Valores promedio de la variable natalidad (Na)*



Los resultados muestran que el 100% de los animales en el estudio sobrevivieron el parto, sin ningún caso de natimortos. Esto es un excelente indicador de la salud y el manejo del ganado, sugiriendo que las condiciones nutricionales y de manejo fueron óptimas para garantizar la sobrevivencia durante este período crítico.

La ausencia de natimortos en todos los tratamientos indica que la suplementación con selenio orgánico, en las dosis estudiadas (0.2g, 0.4g y 0.6g por cabeza/día), así como la alimentación natural balanceada, no tuvo efectos negativos en la vitalidad de los animales al momento del parto. El selenio es conocido por su papel crucial en la función inmune y antioxidante, y estos resultados apoyan la noción de que una suplementación adecuada puede mejorar la salud general y la viabilidad de los animales.

Estudios previos, encontramos que la suplementación con selenio orgánico puede tener un impacto positivo en la sobrevivencia perinatal. Ramírez (2021) encontró que la suplementación con selenio orgánico redujo significativamente la mortalidad perinatal en comparación con un grupo control sin suplementación.

Este estudio refuerza coincide con los resultados de este estudio donde no se observaron casos de natimortos. La ausencia de natimortos en todos los tratamientos sugiere que las dosis de selenio orgánico utilizadas, así como la dieta balanceada, fueron efectivas para mantener una salud óptima y asegurar la sobrevivencia durante el parto.

Podemos decir que la suplementación con selenio orgánico en las dosis estudiadas, así como la alimentación balanceada, fueron efectivas para asegurar la total sobrevivencia de los animales durante el parto. Esto subraya la importancia del selenio en la dieta del ganado para mantener una salud reproductiva óptima y asegurar la vitalidad de los animales durante el nacimiento.

#### 4.1.7. Peso de la cría (PC)

**Tabla 11**

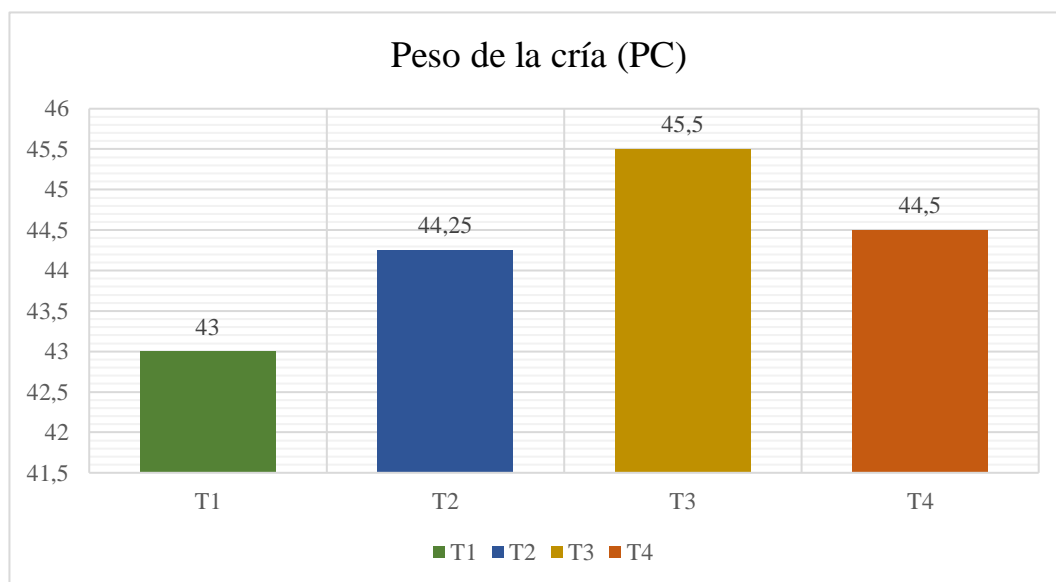
*Prueba de Tukey al 5% en la variable peso de la cría (PC)*

Peso de la cría (PC) (ns)		
TRAT	PROM	RANGO
1	43.00	A
2	44.25	A
3	45.50	A
4	44.50	A
Media general: 44.31 kg		
CV: 9.18%		

*Nota:* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Figura 7**

*Valores promedio de la variable peso de la cría (PC)*



Los resultados indican que no hubo diferencias significativas en el peso de las crías entre los diferentes tratamientos, ya que todos los promedios caen dentro del mismo rango estadístico (Rango A). El promedio general de 44.31 kg es un buen indicador de un peso saludable para las crías al nacer, sugiriendo que la suplementación con

selenio orgánico en las dosis estudiadas, así como la alimentación natural balanceada, no tuvo un impacto negativo en el peso al nacer de las crías. Los resultados muestran diferencias numéricas notables, no más estadísticas.

El T3, con una suplementación de 0.6g de selenio orgánico por cabeza/día, mostró el promedio más alto de peso de las crías (45.50 kg), lo que sugiere que una mayor dosis de selenio podría estar relacionada con un ligero incremento en el peso al nacer. Esto sugiere que esta dosis específica podría ser la más efectiva en términos de maximizar el peso al nacer de las crías, aunque las diferencias no fueron lo suficientemente grandes como para ser estadísticamente significativas. Sin embargo, las diferencias no son estadísticamente significativas, indicando que todas las dosis estudiadas fueron igualmente efectivas para mantener un peso saludable en las crías.

El coeficiente de variación (CV) del 9.18% indica una variabilidad moderada en el peso de las crías, es decir que, aunque hubo algunas diferencias individuales, estas no fueron lo suficientemente grandes como para afectar significativamente los resultados generales.

Montalvo (2021) encontró que la suplementación con selenio orgánico mejoró ligeramente el peso al nacer en comparación con un grupo control sin suplementación. De manera similar, Polilla et al., (2021) reportó un incremento en el peso al nacer en terneros cuyas madres fueron suplementadas con selenio, destacando la importancia de este mineral en el desarrollo fetal.

Ambos estudios fortalecen los resultados obtenidos la conclusión indicando que la suplementación con selenio orgánico puede ser beneficiosa para mejorar el peso al nacer de las crías, lo que coincide con los resultados de este estudio donde el tratamiento con la mayor dosis de selenio mostró el peso promedio más alto. Sin embargo, la falta de diferencias significativas sugiere que incluso las dosis más bajas de selenio son suficientes para mantener un peso saludable al nacer.

#### 4.1.8. Retención de la placenta (RP)

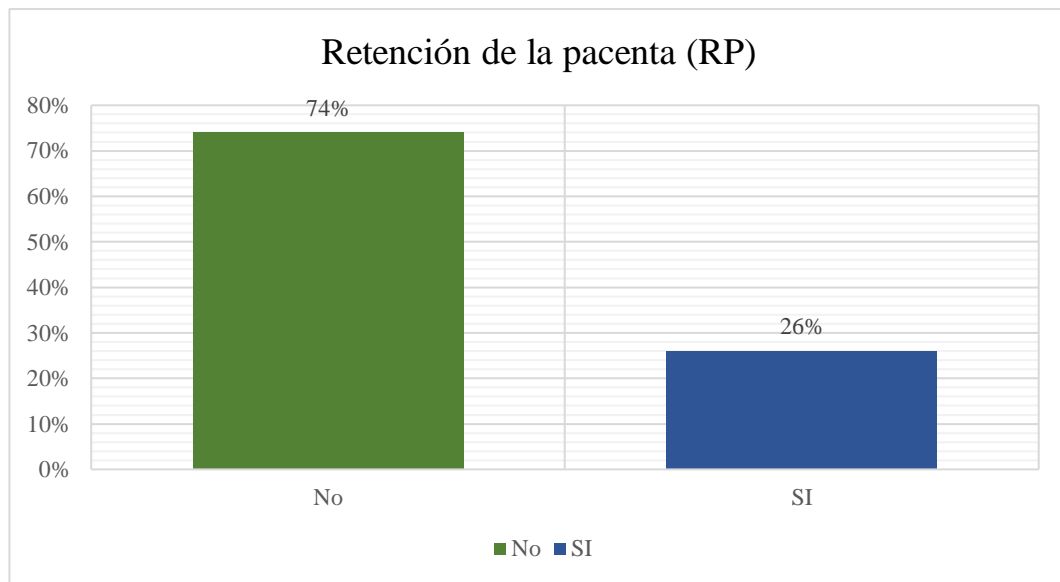
**Tabla 12**

*Resultados promedios de la variable retención de la placenta (RP)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No	12	74%
Si	4	26%
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>

**Figura 8**

*Valores promedio de la variable retención de la placenta (RP)*



Los resultados de la investigación muestran que el 26% de las vacas lecheras suplementadas con selenio orgánico experimentaron retención de placenta, mientras que el 74% no presentó este problema. Cabe recalcar que de acuerdo a nuestra base de datos el T4 (con el 100% del tratamiento) fue el más efectivo para prevenir la retención de placenta, destacando el efecto positivo de la suplementación con selenio en este parámetro reproductivo en particular

Esta alta incidencia sugiere una asociación entre la suplementación con selenio orgánico y un mayor riesgo de retención de placenta durante el período de transición al pastoreo. Por otro lado, la incidencia observada en el grupo control alimentado con una dieta balanceada fue del 26%, indicando una diferencia notable en comparación con los grupos suplementados.

Bianchini et al., (2019) reportaron una incidencia significativamente menor de retención de placenta en vacas suplementadas con selenio en condiciones similares, con solo un 30% de los casos. Esta discrepancia podría sugerir que otros factores ambientales o de manejo podrían estar influyendo en los resultados, además de la dosis y tipo de suplemento de selenio utilizado. Es crucial considerar estas variaciones al interpretar los datos, destacando la necesidad de investigaciones adicionales para comprender mejor los mecanismos detrás de esta relación y optimizar las prácticas de manejo en ganado lechero durante la transición al pastoreo.

La importancia de monitorear de cerca la salud reproductiva y los efectos de la suplementación mineral en el ganado lechero, especialmente en períodos críticos como el parto y la transición al pastoreo, para asegurar el bienestar y la productividad óptima de las vacas y sus crías.

#### **4.1.9. Presencia de mastitis (PM)**

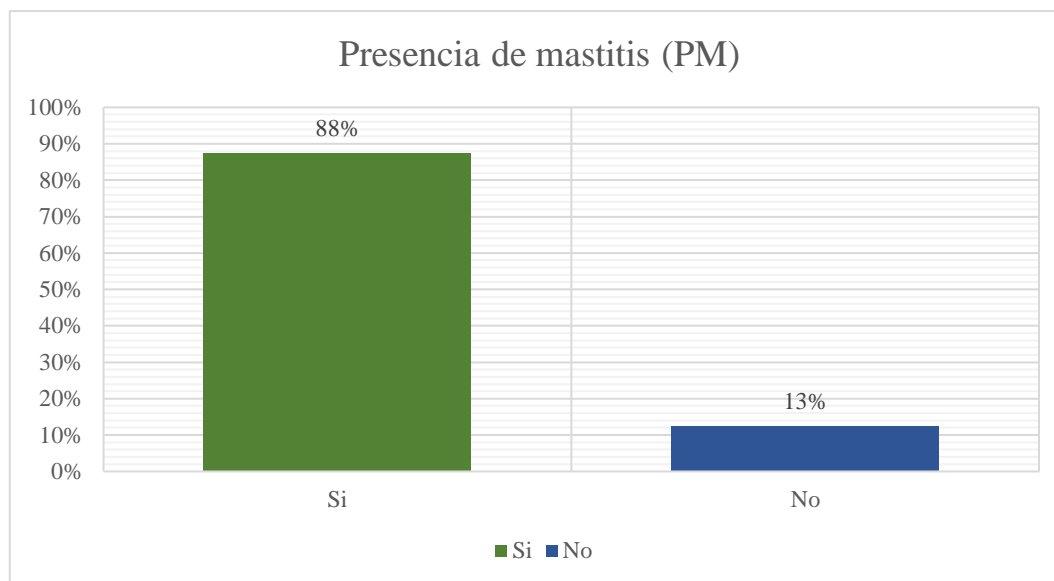
**Tabla 13**

*Resultados promedios de la variable presencia de mastitis (PM)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Negativo	14	87.5%
Positivo	2	12.5%
<b>Total</b>	16	100%

**Figura 9**

*Valores promedio de la variable presencia de mastitis (PM)*



Los resultados de la investigación muestran que el 87.5% de las vacas lecheras evaluadas no presentaron mastitis (PM negativo), mientras que el 12.5% sí mostró signos de mastitis (PM positivo). Dentro de esta variable los tratamientos que presentaron el 100% sin presencia de mastitis fueron el T3 y T4, siendo

Esta prevalencia indica una baja incidencia de mastitis entre las vacas suplementadas con selenio orgánico durante el período de transición al pastoreo.

Altamirano & Flores (2021) han reportado incidencias variables de mastitis en ganado lechero suplementado con minerales, incluyendo el selenio. Los autores en mención encontraron una incidencia del 20% en vacas suplementadas con selenio, lo que sugiere que la suplementación puede tener un efecto protector moderado contra la mastitis.

Estos resultados con investigaciones similares, se observa una tendencia hacia una menor incidencia de mastitis en vacas suplementadas con selenio orgánico, lo que podría indicar beneficios potenciales de este mineral en la salud mamaria del ganado lechero. Sin embargo, es importante considerar que las diferencias en los

métodos de manejo, la genética del ganado y las condiciones ambientales pueden influir en los resultados observados.

Finalmente los resultados sugieren que la suplementación con selenio orgánico podría estar asociada con una reducción en la incidencia de mastitis en vacas lecheras durante el período crítico de transición al pastoreo. Esto respalda la importancia de considerar el manejo nutricional como una herramienta integral para mejorar la salud y la productividad del ganado lechero en sistemas de producción intensiva.

#### 4.1.10. Presencia de hipocalcemia (PH)

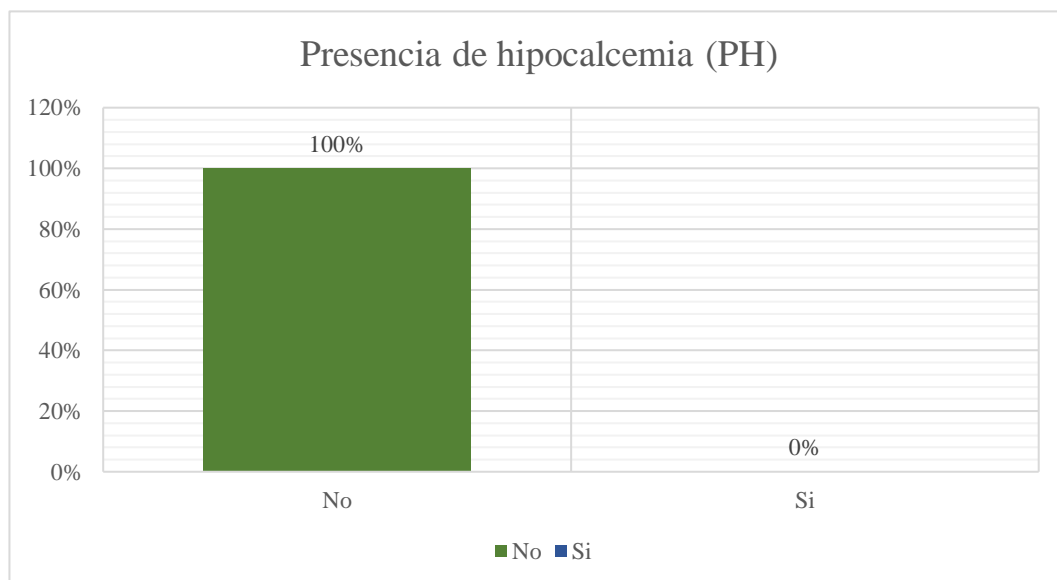
**Tabla 14**

*Resultados promedios de la variable presencia de hipocalcemia (PH)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No	16	100%
Si	0	0%
<b>Total</b>	16	100%

**Figura 10**

*Valores promedio de la variable presencia de hipocalcemia (PH)*



Los resultados de la investigación indican que el 100% de las vacas lecheras evaluadas no presentaron hipocalcemia (PH negativo), mientras que ninguna vaca mostró síntomas de hipocalcemia (PH positivo). Esta ausencia de casos de hipocalcemia entre las vacas suplementadas con selenio orgánico durante el período de transición al pastoreo sugiere una eficacia potencial de la suplementación en la prevención de esta condición metabólica.

Los resultados muestran que la incidencia de hipocalcemia varía según las prácticas de manejo nutricional y la genética del ganado. Investigaciones anteriores, como la de Aguilar (2021), han demostrado que la suplementación con minerales, incluido el selenio, es crucial para mantener el equilibrio mineral y metabólico en vacas lecheras durante el período periparto, encontrando una incidencia del 10% de hipocalcemia en vacas no suplementadas con selenio, lo que destaca su potencial beneficio preventivo.

Estos datos subrayan la importancia de considerar la suplementación con selenio como parte integral del manejo nutricional para prevenir la hipocalcemia en vacas lecheras durante el período crítico de transición al pastoreo. Los resultados sugieren que la suplementación con selenio orgánico puede jugar un papel significativo en la prevención de hipocalcemia en vacas lecheras durante el período periparto, respaldando la importancia de prácticas nutricionales adecuadas para mantener la salud metabólica y reproductiva del ganado lechero.

#### **4.1.11. Retorno a la ciclicidad ovárica (RCO)**

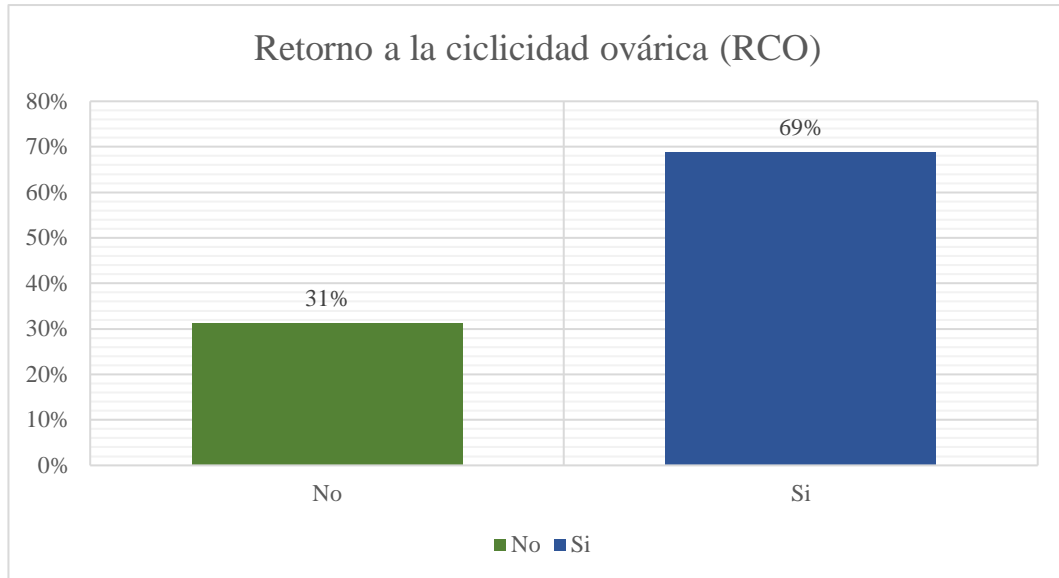
**Tabla 15**

*Resultados promedios de la variable retorno a la ciclicidad ovárica (RCO)*

<b>Resultados</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
No	5	31.25%
Si	11	68.75%
<b>Total</b>	16	100%

**Figura 11**

*Valores promedio de la variable retorno a la ciclicidad ovárica (RCO)*



Los resultados de la investigación muestran que el 68.75% de las vacas lecheras evaluadas mostraron un retorno a la ciclicidad ovárica (RCO positivo), mientras que el 31.25% no mostró este retorno (RCO negativo). Entre los tratamientos evaluados el T3 muestra un 100% de retorno de cíclica ovárica. En esta variable se observaron diferencias numéricas significativas, aunque no estadísticamente relevantes.

Este resultado sugiere que la mayoría de las vacas estudiadas fueron capaces de recuperar su ciclo estral después del parto durante el período de transición al pastoreo y la suplementación con selenio orgánico.

Comparando estos resultados con estudios previos, se observa una variabilidad en la tasa de retorno a la ciclicidad ovárica en vacas lecheras suplementadas con minerales como el selenio. Investigaciones anteriores han demostrado que la suplementación mineral puede influir en la regularidad del ciclo estral y la salud reproductiva del ganado lechero. Aguiar (2021) encontraron una tasa de retorno del 60% en vacas suplementadas con selenio, destacando la importancia de este mineral en la recuperación temprana de la función ovárica postparto.

Estos resultados subrayan la relevancia de la suplementación con selenio orgánico como parte de las prácticas de manejo nutricional para promover una recuperación eficiente de la función reproductiva en vacas lecheras durante la transición al pastoreo. No obstante, es crucial considerar factores adicionales como la genética del ganado, el manejo del pastoreo y las condiciones ambientales que pueden influir en los resultados observados.

Estos datos sugieren que la suplementación con selenio orgánico puede mejorar el retorno a la ciclicidad ovárica en vacas lecheras durante el período postparto, respaldando la importancia de estrategias nutricionales adecuadas para optimizar la salud reproductiva y la productividad del ganado lechero.

#### 4.1.12. Relación beneficio costo B/C

**Tabla 16**

*Relación beneficio costo*

Concepto	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
<b>Producción de leche</b>	1.525,30	1.502,00	1.456,80	1.407,20
<b>Ingreso Bruto</b>	869,42	856,14	830,38	802,10
<b>A. COSTOS VARIABLES</b>	<b>\$ 124,93</b>	<b>\$ 126,79</b>	<b>\$ 128,65</b>	<b>\$ 117,50</b>
Guantes	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00	\$ 3,00
Mascarillas	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50	\$ 2,50
Arete	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00	\$ 12,00
Comedero	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Bebedero	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00	\$ 40,00
Vitamina	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00
Selenio orgánico	\$ 7,43	\$ 9,29	\$ 11,15	\$ 0,00
<b>B. COSTOS FIJOS</b>	<b>\$ 12,49</b>	<b>\$ 12,68</b>	<b>\$ 12,87</b>	<b>\$ 11,75</b>
10% DE IMPROVISIO	\$ 12,49	\$ 12,68	\$ 12,87	\$ 11,75
<b>COSTO TOTAL (A + B)</b>	<b>\$ 137,42</b>	<b>\$ 139,47</b>	<b>\$ 141,52</b>	<b>\$ 129,25</b>
<b>INGRESO NETO</b>	\$ 732,00	\$ 716,67	\$ 688,86	\$ 672,85
<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	\$ 6,33	\$ 6,14	\$ 5,87	\$ 6,21
<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	\$ 5,33	\$ 5,14	\$ 4,87	\$ 5,21

El análisis costo-beneficio es una herramienta crucial para evaluar la viabilidad económica de diferentes tratamientos de suplementación en la producción lechera. Este estudio compara cuatro tratamientos: tres con diferentes dosis de selenio orgánico (T1, T2, T3) y uno con alimentación balanceada sin selenio (T4). Los resultados se muestran en términos de producción de leche, ingreso bruto, costos variables y fijos, ingreso neto, y las relaciones ingreso/costo (RI/C) y beneficio/costo (RB/C).

El T1 (suplementación con 0.2g de selenio orgánico por cabeza/día) se demostró como el más rentable en términos de producción de leche y retorno económico. La

suplementación con selenio orgánico en la dosis de 0.2g por día no solo mejoró la producción de leche, sino que también mantuvo los costos relativamente bajos, resultando en la mejor relación beneficio/costo. Lo que quiere decir que por cada dólar invertido el ganadero gana \$ 5,33.

El T4, con alimentación balanceada sin selenio, mostró ser el segundo más eficiente en términos de costos, con una relación beneficio/costo competitivo en relación con los otros tratamientos evaluados. Esto sugiere que, aunque la suplementación con selenio puede mejorar la producción, una dieta balanceada sin selenio aún puede ser una estrategia económica viable para la producción lechera.

#### **4.2.Comprobación de hipótesis**

Los resultados del estudio indican que, aunque no hubo diferencias en la producción de leche entre los tratamientos, la suplementación con selenio orgánico tuvo un impacto positivo en términos económicos y de salud del ganado. El T1, con la dosis de 0.2g de selenio orgánico por cabeza/día, mostró la mejor producción de leche, es decir la mejor relación beneficio/costo (RB/C) y el mayor ingreso neto, la suplementación con selenio contribuyó a una mejor salud del ganado y una mayor tasa de retorno a la ciclicidad ovárica.

Estos resultados justifican la aceptación de la hipótesis alterna (H1) de que la suplementación con selenio orgánico influye favorablemente en los parámetros productivos durante el periodo de transición de bovinos lecheros al pastoreo, y el rechazo de la hipótesis nula (H0).

## CAPÍTULO IV

### 5.1.CONCLUSIONES

En base a los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el estudio sobre la suplementación con selenio orgánico en bovinos lecheros durante el periodo de transición al pastoreo, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- Los resultados de la investigación confirman que la suplementación con selenio orgánico, particularmente en una dosis de 0,6g por cabeza/día (T3), tuvo un efecto positivo en los parámetros productivos de los bovinos lecheros durante el periodo de transición al pastoreo. Este tratamiento mantuvo una estabilidad en la producción de leche, demostrando ser una herramienta eficaz para el manejo nutricional.
- La suplementación con selenio orgánico influyo positivamente en los parámetros reproductivos de los bovinos, como la reducción de la retención de placenta y el retorno a la ciclicidad ovárica. Este efecto fue más pronunciado en los animales que recibieron la dosis 0,6g por día, destacando la importancia de ajustar la suplementación de selenio según las necesidades fisiológicas del biotipo. Estos resultados indican que el selenio desempeña un papel clave en la mejora de la eficiencia reproductiva durante el periodo de transición, ayudando a prevenir problemas comunes en esta etapa crítica.
- El análisis económico realizado muestra que la suplementación con selenio orgánico, particularmente en la dosis de 0,2g por cabeza/día, es económicamente viable. La reducción de problemas reproductivos, como la retención de placenta y la mejora general de los parámetros productivos resultan en menores costos veterinarios y una mejor rentabilidad para los productores. Este análisis respalda la recomendación de incluir el selenio orgánico en la dieta de los bovinos lecheros durante el periodo de transición.

## 5.2.RECOMENDACIONES

En base a lo analizado en este estudio se presentan las diferentes recomendaciones

- Basado en los resultados obtenidos, se recomienda adoptar la dosis de 0.6g de selenio orgánico por cabeza/día como práctica estándar en el manejo nutricional de vacas lecheras durante el período de transición. Este tratamiento fue el más efectivo en la prevención de la retención de placenta, mejorando la salud reproductiva de los animales.
- Durante la implementación de la suplementación con selenio, es fundamental llevar a cabo un seguimiento riguroso del estado de salud de las vacas, especialmente en términos de su equilibrio mineral y posibles complicaciones metabólicas. Esto permitirá ajustar la dosis según las necesidades particulares del rebaño, optimizando los resultados.
- Para maximizar los beneficios de la suplementación con selenio, es necesario capacitar a los productores y encargados del manejo del ganado sobre la importancia de administrar la dosis adecuada (0.6g por cabeza/día). Una correcta dosificación es clave para evitar tanto deficiencias como excesos, que podrían afectar negativamente la salud de los animales.
- Se recomienda realizar un análisis económico detallado de la implementación del T3, considerando los costos de la suplementación frente a los beneficios en términos de reducción de problemas reproductivos y mejora de la productividad. Esto ayudará a los productores a determinar la viabilidad económica del uso prolongado de selenio orgánico.
- Aunque el tratamiento con 0.6g de selenio mostró ser el más eficaz en este estudio, es recomendable seguir investigando su efectividad en diversas condiciones ambientales y genéticas del ganado. Esto garantizará que la suplementación siga siendo una herramienta eficaz para prevenir la retención de placenta y otros problemas metabólicos en diferentes contextos productivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, A., & Olivo, A. (2017). *Diseño, construcción y automatización de un sistema de pastoreo rotacional mediante logo 230 RC para incrementar la leche del ganado bovino con el objetivo de aumentar la producción de quesos en la finca Las Silvanitas en la ciudad de Riobamba*. Riobamba, Ecuador.
- Aguilar, E. (2021). Incremento de la capacidad reproductiva de vacas en etapa post parto con la adición a la dieta de diferentes niveles de seleniato de sodio. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14667>
- Altamirano, D., & Flores, L. (2021). Elaboración de bloques nutricionales a base de dos fuentes de selenio (quelatado y no quelatado) para vacas lecheras. Obtenido de <http://repositorio.utC.edu.ec/handle/27000/8003>
- Arboleda, M. P. (2020). *Comparación de algunos parámetros productivos y reproductivos de vacas Holstein y sus cruces con Jersey y Gyr en un hato lechero en trópico alto colombiano*. Caldas-Antioquia.
- Asociación Jersey. (2021). *Origen de la raza jersey*. Obtenido de <https://www.asojersey.com/la-raza-jersey/origen/>
- Asociación Normando. (2020). *La Raza Normando, una Raza Milenaria*. Obtenido de <https://www.asonormando.com/nuestra-raza/>
- Asociación Pardo Suizo. (2021). *Pardo Suizo*. Obtenido de [https://www.asopardocolombia.co/\\_files/ugd/2a6bdc\\_400e0147b31148e384bf2752b650b621.pdf](https://www.asopardocolombia.co/_files/ugd/2a6bdc_400e0147b31148e384bf2752b650b621.pdf)
- Beggs, D., Jongman, E., Hemsworth, P., & Fisher, A. (2019). The effects of herd size on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal- and resource-based indicators. *J Dairy Sc*, 3406-3420. doi:<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14850>
- Bianchini, G., Savia, C., Marquez, N., Rinaudo, A., & Marini, P. (2019). Efecto de glutatión peroxidasa en la salud uterina y performance productiva de vacas lecheras suplementadas con selenio. Obtenido de <https://notablesdelaciencia.conicet.gov.ar/handle/11336/152937>



- Choct, et al. (2020). *Sel-plex. A fuente superior de selenio orgánico*. Obtenido de <https://www.alltech.com/sites/default/files/2020-07/SelIPlex-AllSpecies%20Flyer%202020.pdf>
- Chumpitaz, C. (2013). El selenio, un elemento poco conocido con un rol biológico importante. *Revista de Química*, 29-33.
- Copa, A. (2010). *Nutrición y alimentación del ganado lechero*. Bolivia.
- Costales, C. (2015). *Evaluación del comportamiento productivo y reproductivo fosfo - quelatos*. Riobamba, Ecuador.
- Costanzo, A., & Ravecca, G. (2017). *Efecto de la suplementación con selenio orgánico a vaquillonas, terminadas en confinamiento sobre la calidad de la carne y vida media en Góndola*. Montevideo, Uruguay.
- Criollo, M. (2017). *Evaluación del efecto de cuatro niveles de inclusión de palmiste en raciones para vacas en producción, en la finca punzara de la UNL*. Loja.
- Cuéllar, J. (2021). *Razas bovinas especializadas en leche*. Obtenido de <https://www.veterinariadigital.com/articulos/razas-bovinas-especializadas-en-leche/#Holstein>
- Dávalos, G. (2016). *APLICACIÓN DE DIFERENTES ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN VACAS LECHERAS HOLSTEIN BAJO PASTOREO ROTATIVO*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24014/1/Tesis%2064%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20428.pdf>
- Domínguez, A. (2022). *El problema de la oxidación lipídica en carnes*. Obtenido de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33523/1/N\\_45\\_22\\_Oxidacion\\_lipidica.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/33523/1/N_45_22_Oxidacion_lipidica.pdf)
- Elizondro, M. F. (2014). *Análisis de parámetros reproductivos y productivos de hatos lecheros en Chiriquí, Panamá*. Zamorano, Honduras.
- FAO. (2022). Calidad y evaluación. *Portal lácteo*, 1.

- Feijo, A. (2018). *Utilización de promotor natural SEL-PLEX (P.3/kg de alimento ) en cria*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/1261>
- Fernandez, C. (2013). *NIVELES DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO EN LA ALIMENTACIÓN DE CUYES MEJORADOS (Cavia porcellus L.) EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO Y ENGORDE EN EL CANTÓN SALCEDO. QUEVEDO-LOS RIOS-ECUADOR*.
- Franco, J., Simeone, A., Beretta, V., Realini, C., Saadoun, A., Terevinto, A., . . . Bentancur, O. (2020). Efecto de la suplementación con selenio orgánico sobre la calidad de la canal y la vida útil de la carne de vaquillonas terminadas en feedlot. *SciELO*. Obtenido de [http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1688-48092020000201502#B17](http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-48092020000201502#B17)
- Galicia, R. (2020). *Caracterización y Esterilización de micro y nanopartículas del Sel-Plex para la prevención de mastitis*. Montecillo, México: Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Gamboa, M. (2021). *“Efecto de Calfovit® (premezcla vitamínico mineral) sobre el índice reproductivo parto-concepción en vacas lecheras mestizas del Cantón Quero - provincia de Tungurahua”*. Cevallos-Ecuador.
- González, M., Mesa, C., & Quintero, O. (2018). Estimación de la vida útil de almacenamiento de carne de res y de cerdo con diferente contenido graso. *Vitae*, 201-210.
- Guayasamín, J. (2020). *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE TIPO Y PRODUCCIÓN EN GANADO HOLSTEIN DEL CRIADERO PACAGUAN*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/14231/1/17T01621.pdf>
- Guerrero, J. (2020). *SEL-PLEX 1000. Soluciones para el Periodo Seco y la Lactancia Temprana*. Obtenido de <https://aditivosagropecuarios.com/selplex-1000/>

- Hefnawy, A., & Pérez, J. (2018). Selenio y salud animal. Importancia, deficiencia, suplementación y toxicidad. *Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar*, 153-165. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/276548229.pdf>
- Ionita, E. (2022). La producción de leche en Ecuador. *Veterinaria Digital*, 1-2.
- Jiménez, J. (2020). El agua en la producción lechera . *Agrovet MARKET*.
- Kaesler. (2024). Período de transición en vacas lecheras. Obtenido de <https://www.kaesler-nutrition.com/es/especies/rumiantes/periodo-de-transicion-en-vacas-lecheras#:~:text=La%20fase%20que%20va%20desde,que%20plantea%20numerosos%20retos%20fisiol%C3%B3gicos>.
- Katsuhiko, N., TomofunI, O., & Tatsuya, H. (2000). *Metabolism of selenoaminoacids and contribution of selenium methylation to their toxicity J. of Health Source*.
- Lanuza, F. (2018). *Requerimientos de Nutrientes, según estado Fisiológico en bovinos de leche*. INIA Remehue.
- López, E. (2022). Evaluación del índice de producción lechera en vacas mediante dos sistemas de pastoreo con/sin suplementación de diatomeas. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/handle/123456789/36372>
- Manella, M. (2021). *Una fuente superior de selenio orgánico*. Obtenido de <https://www.alltech.com/es-mx/sel-plex>
- Martínez, F. (2020). Leyes universales de Pastoreo rotacional Voisin. *Info pastos y forrajes*, 1-4.
- Martínez, N., Domínguez, A., Morales, E., Lugo, J., Mariezcurrena, M., & Berasain, D. (2012). Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*.
- Matiller, V. (2021). Evaluación del flujo sanguíneo y de factores angiogénicos en el hígado y su relación con procesos inflamatorios durante el período de

- transición en vacas lecheras. Obtenido de <https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar/handle/11185/5963>
- Mella, C. (2018). *Suplementación de vacas lecheras de alta producción a lecheras*. Argentina .
- Mondino, R. (2018). Pastoreo racional voisin (PRV). *Agricultura Familiar de la Nación*, 1-18.
- Montalvo, J. (2021). Comprobar dos tipos de manejo (tradicional y mejorado) en crianza de novillas Holstein mestiza de un año hasta los 18 meses de edad en la Hacienda La Cofradía. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1031>
- Montero, R. (2006). *Suplementacion mineral en bovinos*. Obtenido de <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/suplementacion-mineral-bovinos-t919/p0.htm>
- Mosquera, J. (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 <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7669/1/CD-5631.pdf>
- Navarro, A., & López, M. (2000). *Essentiality of selenium in the human body: relationship. The science of the total environment*.
- Olejua, L. (2020). *Sel - Plex®*, la solución de Alltech para las épocas de disrupción. Obtenido de <https://www.avicultura.mx/destacado/Sel%7CPlex%C2%AE,-la-solucion-de-Alltech-para-las-epocas-de-disrupcion>
- Portilla, E., Reyes, B., Cardona, J., & Montero, D. (2021). Relación calcio, fosforo, magnesio y selenio sobre la reproducción en vacas lecheras durante el periodo de transición. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 72-79. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2027-42972021000200072&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2027-42972021000200072&script=sci_arttext)
- Quizhpe, R., & Ezequiel, M. (2010). *Utilización de promotores naturales Sel-Plex en el engorde de pollos parrilleros*. Riobamba, Ecuador.

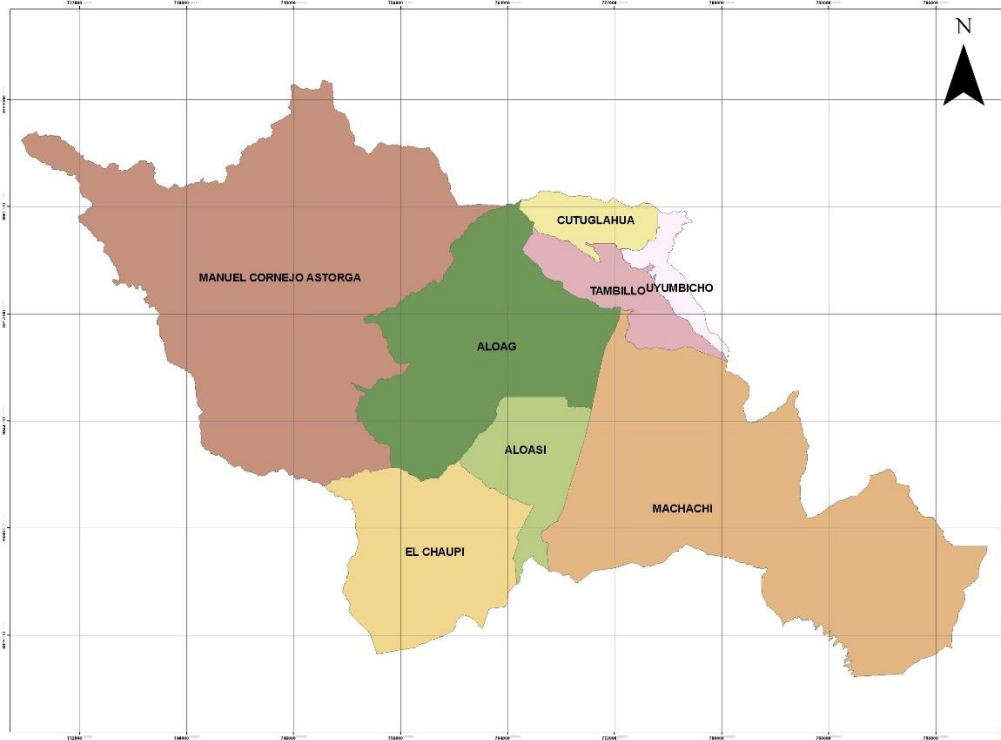
- Ramírez, M. (2021). “Evaluación de los efectos de la suplementación con selenio sobre la actividad de amamantamiento y la producción de leche durante la lactancia, así como su relación con estrés por el destete en cabras. Obtenido de <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000814388/3/0814388.pdf>
- Rovers, M. (2017). *Nueva generación de selenio orgánico para la alimentación animal*. Obtenido de <https://nutrinews.com/nuevo-selenio-organico-para-alimentacion-animal/>
- Sanmartín, D., & Tirado, J. (2019). Evaluación de complementos alimenticios en base a levadura *Saccharomyces cerevisiae* y selenio orgánico en dietas balanceadas para alevines de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/37454/1/IASA-TT-0088.pdf>
- Sisson, S., & Grossman, J. (1998). *Anatomía de los animales domésticos* (Quinta edición ed.). Barcelona.
- Surai, P. (2006). *Selenium in nutrition and health. United kingdom, nottingham university*.
- Suzuki, K. (2002). Metabolic pathway for selenium in the body: speciation by HPLC-ICP MS with enriched Se. *Food Additives & Contaminants*, 974-983.
- Tapia, B. (2020). *Situación de la industria láctea: producción, precios y comercio exterior*. Chile: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias –Odepa. Ministerio de Agricultura.
- Telles, R., Ramos, L., Flores, H., Rodríguez, H., & Padilla, M. (2022). Efecto de la suplementación de selenio orgánico y vitamina E sobre parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *REVISTA DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRONOMICAS Y VETERINARIA, ALFA*, 6(18).

- Terán, J. M. (2015). *Evaluación entre dos sistemas de pastoreo para ganado lechero (Bos taurus) en Machachi, Pichincha*. Quito.
- Valdiviezo, L. (2016). *Caracterización, cinética de liberación y evaluación de la toxicidad (DL50) de micro y nanocápsulas de selplex, selenito de sodio y vitamina E en vacas*.
- Valladares, B. (2018). *Intoxicación por Selenio*. Obtenido de [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108280/secme-11840\\_1.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/108280/secme-11840_1.pdf?sequence=1)
- Vallejo, J. (2023). Evaluación del efecto del agua de mar como potenciador mineral en la etapa parto en vacas Holstein mestizas. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33825>
- Xiong, Y. (2019). *¿Sabe lo que es la oxidación de las proteínas?* Obtenido de <https://www.foodnewlatam.com/3732-%C2%BFsabes-lo-que-es-la-oxidaci%C3%B3n-de-las-prote%C3%ADnas.html#:~:text=Qu%C3%ADmicamente%2C%20la%20oxidaci%C3%B3n%20de%20prote%C3%ADnas,a%20carbonilo%20y%20otros%20derivados>.

# **ANEXOS**

## Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación

### MAPA POLITICO CANTON MEJIA



**Anexo 2 Base de datos**

Codificación INIAP	TRA	REP	PL	PA		CC	PN	PD	SP	PC	RP	PM	PH	ROC
				Inicio	Final									
5095 Azul	1	1	1339	551	530	3.8	1	0	1	44	1	1	1	0
3170 Verde	2	1	1295	480	496	3.5	1	0	1	38	1	2	1	0
2893 Rojo	3	1	1280	530	496	3.5	1	0	1	48	1	1	1	1
3135 Amarillo	4	1	1433	669	587	3.7	1	0	1	43	2	1	1	1
5074 Azul	1	2	1262	504	438	3	1	0	1	41	1	1	1	1
7910 Verde	2	2	1442	578	496	3.7	1	0	1	47	1	1	1	1
2864 Rojo	3	2	1399	721	690	3.8	1	0	1	51	2	1	1	1
2833 Amarillo	4	2	1560	669	630	3.5	1	0	1	49	1	1	1	0
2915 Azul	1	3	1787	608	608	4	1	0	1	42	1	1	1	1
2876 Verde	2	3	1454	560	540	3.6	1	0	1	42	1	1	1	1
2832 Rojo	3	3	1753	658	658	3.8	1	0	1	41	1	1	1	1
2852 Amarillo	4	3	1598	504	504	3.6	1	0	1	41	1	1	1	1
2867 Azul	1	4	1713	721	621	3.8	1	0	1	45	2	2	1	0
3193 Verde	2	4	1817	690	621	4	1	0	1	50	1	1	1	0
7909 Rojo	3	4	1395	530	530	3	1	0	1	42	1	1	1	1
7912 Amarillo	4	4	1038	61	477	3.7	1	0	1	44	2	1	1	1

## Anexo 3 Manejo de campo

I. NOVIEMBRE color			II. NOVIEMBRE color		
7 T1	3095	(13 Nov - 02 Dic) azul	2 T1	3096	(13 Nov - 02 Dic) azul
4 T2	3097	(11 Nov - 03 Dic) verde ✓	4 T2	3098	(10 Nov - 12 Dic) verde ✓
5 T3	3098	(11 Nov - 03 Dic) rojo ✓	5 T3	3099	(10 Nov - 12 Dic) rojo ✓
5 T4	3099	(13 Nov - 02 Dic) amarillo ✓	9 T4	3100	(10 Nov - 12 Dic) amarillo ✓

III. DICIEMBRE			IV. DICIEMBRE color		
10 T4	3105	(13 Nov - 05 Dic) azul	1 T1	3101	(13 Dic - 01 Ene) azul
8 T2	3106	(13 Nov - 05 Dic) verde	7 T2	3102	(14 Dic - 02 Ene) verde
7 T3	3107	(13 Nov - 05 Dic) rojo	7 T3	3103	(14 Dic - 02 Ene) rojo
7 T4	3108	(13 Nov - 05 Dic) amarillo	7 T4	3104	(14 Dic - 02 Ene) amarillo

Indicadores  
 T1 = 0.2 mg  
 T2 = 0.4 mg  
 T3 = 0.6 mg  
 T4 = Testigo

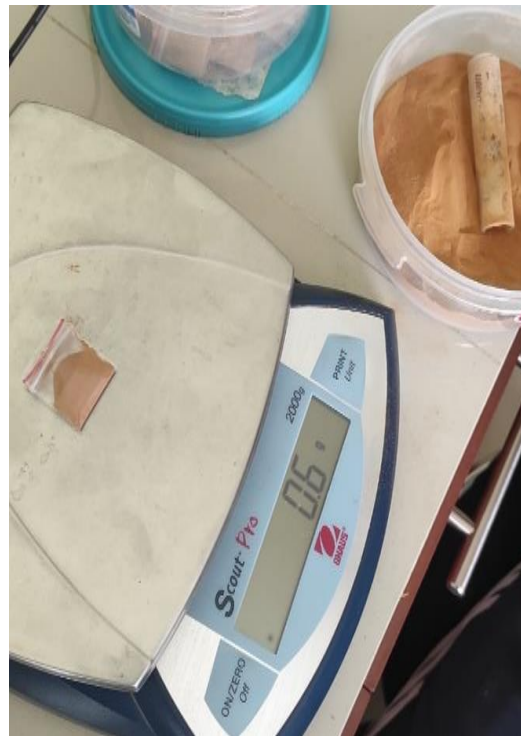
Codificación de las unidades experimentales (16 animales)



Peso del T1 (Selenio orgánico a dosis de 0.2 g)



Peso del T2 (Selenio orgánico a dosis de 0.4 g)



Peso del T3 (Selenio orgánico a dosis de 0.6 g)



Suplementación de Selenio orgánico con las dosis respectivas en cada tratamiento



Toma y registro de datos de la variable peso y condición corporal.



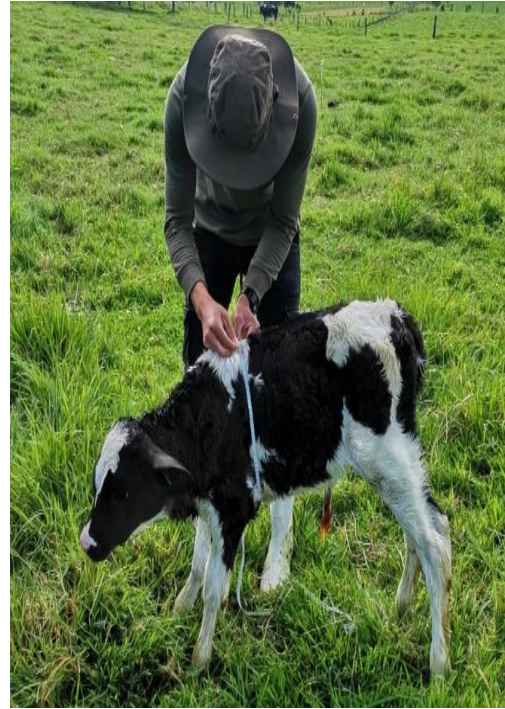
Colocación de cinta distintiva de acuerdo a la distribución aplicada



Suplementación del alimento a los animales de acuerdo a los tratamientos descritos



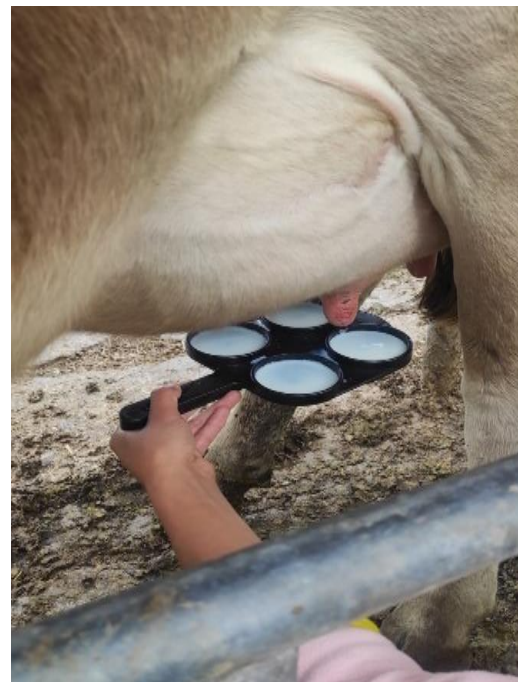
Proceso del parto y registro de variable



Toma y registro de la variable peso de la cría.



Evaluación y registro de retención de placenta 24 horas pos parto.



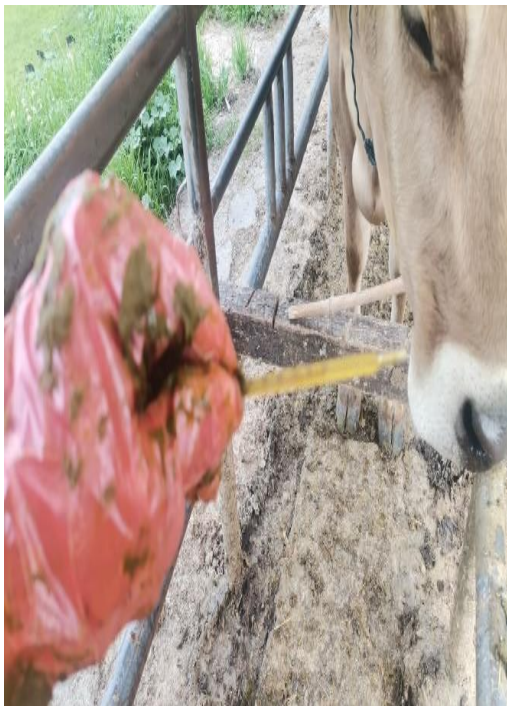
Evaluación de Mastitis sub clínica al quinto día pos parto, de acuerdo al método CMT.



Registro de la producción de leche al quinto día pos parto.



Evaluación de Metritis mediante palpación rectal al octavo día pos parto.



Toma y registro de dato de la temperatura rectal, junto con la evaluación de Metritis.



Toma y registro de dato de la variable peso, al término de la suplementación de Selenio.

#### Anexo 4. Formato de ficha de recolección de datos

<b>Ficha de recolección de datos</b>			
Nombre:		Número:	
Raza:		Edad:	
Institución:		Lugar:	
Dirección:		Fecha:	
		Firma	
Partos			
Condición corporal			
Media de producción			
Peso:			

## **Anexo 5. Glosario de términos técnicos**

**Biotipo:** es la forma típica que posee un animal o planta, y que es considerado el modelo de su especie, variedad o raza.

**Calostro:** Es la primera leche producida luego del parto, que posee una composición y textura significativamente diferente. El calostro es rico en anticuerpos, los que pueden proteger al ternero de las enfermedades durante el comienzo de su vida.

**Fenotipo:** La expresión del genotipo en función de un determinado ambiente, los rasgos fenotípicos cuentan con rasgos tanto físicos como conductuales.

**Fotoperiodo:** Duración del día, especialmente a medida que cambia con la estación en las latitudes del Norte o Sur.

**Genotipo:** Se refiere a la información genética que posee un organismo en particular, en forma de ADN.

**Hemicelulosas:** Son heteropolisacáridos (polisacárido compuesto por más de un tipo de monómero), formados por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su vez formados por dos tipos de monosacáridos unidos por enlaces  $\beta$  (1-4) (fundamentalmente xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, glucosa y ácido glucurónico), que forman una cadena lineal ramificada.

**Lípidos:** Sustancias grasas o de apariencia grasa que, como una fuente de energía nutritiva, contienen 2.25 veces la energía de los hidratos de carbono.

**Método de Gerber:** Es una prueba química primaria e histórica para determinar el contenido de grasa de la leche y otras sustancias.

**Micotoxinas:** Las micotoxinas son metabolitos secundarios tóxicos, de composición variada, producidos por organismos del reino fungi, que incluye setas, mohos y levaduras.

**Pasteurización:** Es un proceso térmico que es realizado en líquidos (generalmente alimentos) con la intención de reducir la presencia de agentes patógenos.

**Topografía:** Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la tierra, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.