

# UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



## FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

Tema: “Efecto de la suplementación energético-mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto de vacas Holstein Friesian”

Trabajo de titulación previa la obtención del  
título de Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Montaña Luna Diana Karolina

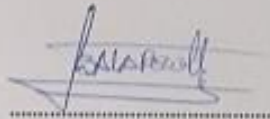
TUTOR: Balarezo Urresta Luis Rodrigo, PhD.

Tulcán, 2021

## CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante Montaña Luna Diana Karolina con el número de cédula 040149781-3 ha elaborado el trabajo de titulación: "Efecto de la suplementación energético-mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto de vacas Holstein Friesian"

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Balarezo Luis Rodrigo, PhD.  
**TUTOR**



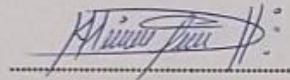
Campos Rolando Martin, MSc.  
**LECTOR**

Tulcán, Agosto de 2021

## AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en desarrollo integral agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Montaña Luna Diana Karolina con cédula de identidad número 0401449781-3 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



Montaña Luna Diana Karolina

**AUTORA**

Tulcán, Agosto de 2021

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Montaña Luna Diana Karolina declaro ser autor/a de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: "Efecto de la suplementación energético-mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto de vacas Holstein Friesian" y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



Montaña Luna Diana Karolina  
**AUTORA**

Tulcán, Agosto de 2021

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser el autor principal de mi existencia y el motor que guía mis pasos.

A mis queridos padres Sr. Adalberto Montaña y Sra. Mariela Luna quienes han sido mi apoyo durante todo este proceso, gracias por confiar en mí y darme ese ejemplo de lucha y tenacidad continua; a ustedes les debo la vida, pero ante todo les debo la formación de una mujer inquebrantable, llena de valores, con capacidad de resolver cualquier problema que se avecine. Gracias a ustedes por sus bendiciones siempre me protegen y me guían por el camino del bien.

A mis hermanos Diego y Daniel, ellos han sido mi pilar y el eje fundamental en el cumplimiento de mis sueños y anhelos, a ustedes todo mi amor y consideración.

De igual manera mis agradecimientos a la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la distinguida UPEC, a los docentes que impartieron sus enseñanzas a lo largo de los cinco años de carrera, en especial a mi tutor y amigo Dr. Luis Balarezo PhD, quien aparte de su paciencia y dirección en este trabajo de investigación supo brindarme su amistad para crecer cada día como una mejor profesional.

Gracias a ustedes por su respaldo y cariño.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo de investigación lo dedico con todo el amor y cariño.

A Dios que me colma de salud, inteligencia, sabiduría y que con sus bendiciones ha permitido que llegue a culminar esta importante etapa de formación profesional.

A mi querida familia padres y hermanos por su amor y apoyo incondicional, esta meta alcanzada refleja su dedicación y esmero continuo.

Asimismo, la autoría de este trabajo de investigación lo dedico al padre de mis amados hijos el señor Ab. Leandro Cadena, a ti por convertirte en mi mejor amigo y cómplice gracias por confiar en mí y apoyarme en todos y cada uno de los pasos que doy en mi vida, que sigamos creciendo juntos por el futuro de nuestros pequeños.

A mis hijos hermosos Sofy Analía y Leandro Josué; a ustedes que son la luz de mi vida y la razón de motivación y perseverancia. Los amo son mi amor, mi fuerza y mi ilusión; deseo pasar junto a ustedes una larga vida. Los amo.

## ÍNDICE

I. PROBLEMA .....	16
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. Objetivo General.....	18
1.4.2. Objetivos Específicos .....	18
1.4.3. Preguntas de Investigación.....	18
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	20
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	20
2.2. MARCO TEÓRICO .....	24
2.2.1. BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS.....	24
2.2.2. FACTORES DE RIESGO E IMPORTANCIA.....	24
2.2.3. ANESTRO POSTPARTO.....	31
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO .....	33
3.1.1. Enfoque.....	33
3.1.2. Tipo de Investigación .....	33
3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER .....	33
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	34
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS .....	35
3.4.1. Periodo de anestro posparto.....	35
3.4.2. Procedimiento .....	35
3.4.3. Análisis Estadístico .....	36
3.4.4. Variables por etapa de muestreo:.....	37

3.4.5. Análisis de homogeneidad y comportamiento reproductivo.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	40
4.1. RESULTADOS .....	40
4.1.1. ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD EN LOS PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA LOS GRUPOS DE COMPARACIÓN .....	40
4.1.2. VARIABLES .....	41
4.1.2.1. PESO VIVO .....	41
4.1.2.2. Alanina aminotransferasa (ALT o GPT).....	42
4.1.2.3. Nitrógeno ureico (BUN) .....	43
4.1.2.4. CALCIO (Ca).....	45
4.1.2.5. FÓSFORO (P).....	46
4.1.2.6. MAGNESIO (Mg) .....	47
4.1.2.7. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO .....	49
4.1.2.8. ANÁLISIS ECONÓMICO .....	49
4.2. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	61
5.1. CONCLUSIONES.....	61
5.2. RECOMENDACIONES .....	62
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	63
VII. ANEXOS.....	70



## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del efecto sobre el peso vivo ( $\text{kg UB}^{-1}$ ) del control (sin estimulante SE) y el tratamiento (con estimulante CE) en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018..... 42
- Figura 2.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del BUN ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018. .... 45
- Figura 3.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del Mg ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018. .... 48
- Figura 4.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del Mg ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) de la interacción entre los periodos de muestreo (E) y los tratamientos (Tr); control sin estimulante (SE) y con estimulante (CE) en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018. .... 48
- Figura 5.** Comportamiento del peso vivo ( $\text{kg UB}^{-1}$ ) durante las etapas de muestreo del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018. .... 51
- Figura 6.** Concentración de ALT ( $\text{UI L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia; del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018..... 52
- Figura 7.** Concentración de BUN ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018..... 53
- Figura 8.** Concentración de Calcio Ca ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018. 55

<b>Figura 9.</b> Concentración de Fósforo P (mmol L <sup>-1</sup> ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.	56
<b>Figura 10.</b> Concentración de Mg (mmol L <sup>-1</sup> ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.	58
<b>Figura 11.</b> Indicadores reproductivos relacionados a los días parto del grupo control sin estimulante (se) y con estimulante (ce); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.	59
<b>Figura 12.</b> Indicador reproductivo relacionado a los servicios por gestación entre el grupo control sin estimulante (se) y con estimulante (ce); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.	59
<b>Figura 13.</b> Rentabilidad de los tratamientos entre el grupo UB SE y UB CE; en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Valores mínimos y máximos de las especies químicas de interés.	29
<b>Tabla 2.</b> Metas para un programa de manejo reproductivo.	31
<b>Tabla 3.</b> Índices reproductivos y de manejo de UB en el hato ganadero.	32
<b>Tabla 4.</b> Definición y operacionalización de variables de la investigación.	34
<b>Tabla 5.</b> Cuadro de ADEVA de la investigación.	38
<b>Tabla 6.</b> Diseño de tratamientos en la investigación.	38
<b>Tabla 7.</b> Prueba T de Student – William Gosset pareado de los grupos de comparación de los pesos vivos iniciales (Kg UB <sup>-1</sup> ), para la investigación en vacas Holstein Friesian, Tulcán – 2018.	40
<b>Tabla 8.</b> Prueba no paramétrica de Friedman de los grupos de comparación de la condición corporal (CC) inicial, para la investigación en vacas Holstein Friesian, Tulcán – 2018.	41

<b>Tabla 9.</b> ADEVA del peso vivo (Kg UB <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	41
<b>Tabla 10.</b> ADEVA del ALT (UI L <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	43
<b>Tabla 11.</b> ADEVA del BUN (mmol L <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	44
<b>Tabla 12.</b> ADEVA del Ca (mmol L <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	45
<b>Tabla 13.</b> ADEVA del P (mmol L <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	46
<b>Tabla 14.</b> ADEVA del Mg (mmol L <sup>-1</sup> ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	47
<b>Tabla 15.</b> Indicadores reproductivos de los grupos en estudio durante el periodo evaluado en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.....	49
<b>Tabla 16.</b> Análisis económico de los grupos de comparación Tulcán, 2018.....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Certificado o Acta del Perfil de Investigación. ....	70
<b>Anexo 2:</b> Certificado del abstract por parte de idiomas.....	71
<b>Anexo 3:</b> Separacion de treinta y dos unidades bovinas (UB) homogeneizadas por estado de preñez en 8 meses, pesos vivos iniciales y condición corporal similar.....	73
<b>Anexo 4.</b> Identificación de una unidad bovina con suplementación energético-mineral.....	73
<b>Anexo 5.</b> Identificación de una unidad bovina sin suplementación energético-mineral.....	74
<b>Anexo 6.</b> Productos de suplementación energético-mineral. ....	74

## RESUMEN

Se evaluó el comportamiento reproductivo posparto y el estado metabólico en vacas Holstein Friesian con la dotación de una suplementación energético-mineral, en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, fueron evaluadas 32 unidades bovinas (UB) homogeneizadas por estado de preñez en ocho meses, pesos vivos iniciales y condición corporal  $\geq$  a 3,5; conformando dos grupos de observación de 16 UB seleccionadas al azar el primer grupo o control con manejo convencional, el grupo dos con suplementación energética (maíz molido 1 Kg-preparto y 2 Kg-postparto) y suplementación mineral complejo Cu, Zn, Se (2 ml 450 kg de peso vivo<sup>-1</sup>) y complejo toldimfós sódico, sulfato de cinc, selenito de sodio, ácido nicotínico, sulfato de manganeso, yoduro de potasio (20 ml 450 Kg de peso vivo<sup>-1</sup>) 30 días preparto y 30 días postparto, las variables evaluadas fueron evolución de peso vivo (Kg UB<sup>-1</sup>), otras fueron determinadas en el suero sanguíneo como marcación bioquímica de función hepática alanina aminotransferasa (ALAT) o transaminasa glutámico pirúvico (GPT) en unidades internacionales de efecto biológico por litro (UI L<sup>-1</sup>), marcación bioquímica de función renal nitrógeno ureico en la sangre (BUN) en mmol L<sup>-1</sup> y nutrientes de alta demanda metabólica Ca, P, Mg en mmol L<sup>-1</sup>, en el periodo de transición, 30 días antes del parto (DAP), 30 días después del parto (DDP) y 60 (DDP). Para el procesamiento de los datos, se utilizó un análisis de varianza de muestras repetidas en el tiempo (MRT). Los resultados obtenidos para la variable peso vivo en el periodo de transición de 30 DAP a 30 DDP se observó un descenso de 3,34 % en las UB sin estimulante (SE) y de 1,54 % en las UB con estimulante (CE), que pudo deberse a diferencias en el tamaño del ternero al ser alumbrado (parto distócico), en el periodo de 30 DDP – 60 DDP hubo una tendencia de pérdida de peso vivo de 4,84 % en las UB SE y una tendencia de recuperación del peso vivo en 0,88 % en las UB CE. Para la variable cantidad de ALAT de 30 DAP a 30 DDP hubo un incremento de 12,43% para las UB SE y de 14,52 % para las UB CE, en el periodo 30 DDP a 60 DDP bajó en 1,38 % en las UB SE y en 23,53 % en las UB CE que es benéfico fisiológicamente, para el BUN en el periodo 30 DAP a 30 DDP hubo un incremento de 33,51 % para las UB SE y de 55,58 % para las UB CE y en el periodo 30 DDP a 60 DDP se produjo un incremento en 3,76 % en las UB SE y en las UB CE hubo un descenso de 6,44 % que es benéfico fisiológicamente. En cuanto a los minerales de alta demanda fisiológica, para el Ca en el periodo 30 DAP – 30 DDP hubo un descenso del 18,21 % en las UB SE y para las UB CE fue de 7,56 % siendo menor, para el periodo de 30 DDP a 60 DDP hubo un aumento de 15,48 % para las UB SE y para las UB CE hubo una disminución de 2,20%, más estable dentro de los parámetros normales, para el P en el periodo de 30 DAP a 30 DDP para las UB SE hubo un aumento de 11,33 % y para las UB CE % y para las UB CE en 2,79 %, más estable dentro de los parámetros normales, para el Mg hubo un aumento en el periodo de 30 DAP a 30 DDP en las UB SE de 14,40 % y para las UB CE de 25,00 %, para el periodo de 30 DDP a 60 DDP se observa un descenso de 12,59 % para las UB SE de 12,54 %, para el periodo 30 DDP a 60 DDP para las UB SE hubo un incremento de 14,47 y para las UB CE hubo un aumento de 5,33 % que es beneficioso fisiológicamente. En cuanto al comportamiento reproductivo en las UB control SE incrementaron los intervalos de los indicadores reproductivos intervalo-parto-primer-servicio (IPPS), intervalo-parto-concepción (IPC), intervalo-parto-parto (IPP), servicio por gestación (S/G), mientras que en las UB tratamiento CE hubo disminución del intervalo de los indicadores productivos que resulta beneficioso para la productividad del hato ganadero y económicamente rentable.

**PALABRAS CLAVE:** suplementación, comportamiento reproductivo, rentable.

## ABSTRACT

Postpartum reproductive behavior and metabolic status were evaluated in Holstein Friesian cows with energy-mineral supplementation in Tulcan city, Carchi province, 32 bovine units were evaluated (BU) homogenized by pregnancy status in eight months, initial live weights and body condition  $\geq$  to 3.5; forming two observation groups of 16 BU randomly selected the first group or control with conventional management, group two with energy supplementation (ground maize 1 Kg-prepartum and 2 Kg-postpartum) and mineral supplementation complex Cu, Zn, Se (2 ml 450 kg live weight<sup>-1</sup>) and sodium toldimphos complex, zinc sulfate, sodium selenite, nicotinic acid, manganese sulfate, potassium iodide (20 ml 450 Kg body weight<sup>-1</sup>) 30 days prepartum and 30 days postpartum, the variables evaluated were evolution of live weight (Kg UB<sup>-1</sup>), others were determined in the blood serum as a biochemical marking of liver function alanine aminotransferase (ALAT) or pyruvic glutamic transaminase (GPT) in international units of biological effect per litre (IU L<sup>-1</sup>), biochemical marking of renal function urea nitrogen in the blood (BUN) in mmol L<sup>-1</sup> and nutrients of high metabolic demand Ca, P, Mg in mmol L<sup>-1</sup>, in the transition period 30 days before birth (DBB), 30 days after birth (DAB) and 60 DAB. For data processing, a timerepeated sample variance analysis was used (TRS). The results obtained for the variable weight live in the transition period from 30 DBB to 30 DAB was observed a decrease of 3.34 % in the BU without stimulant and 1.54% in the BU with stimulant, which could be due to differences in the size of the calf when it was lit (dystopian birth), in the period of 30 DAB – 60 DAB there was a trend of live weight loss of 4.84% in the BU without stimulant and a trend of recovery of the live weight in 0.88% in the BU with stimulant. For the ALAT quantity variable from 30 DBB to 30 DAB there was an increase of 12.43% for non-stimulant BU and 14.52 % for those with stimulant BU. In the period 30 DAB to 60 DAB, it fell by 1.38 % in non-stimulant BU and by 23.53 % in those with stimulant that is physiologically beneficial, for BUN in the period 30 DBB to 30 DAB there was an increase of 33.51 % for non-stimulant BU and 55.58 % for stimulant UDs and in the period 30 DDP to 60 D DP there was an increase of 3.76 % in the BU without stimulant and in BU with stimulant there was a decrease of 6.44 % that is physiologically beneficial. For minerals of high physiological demand, for Calcium in the period 30 DBB – 30 DAB there was a decrease of 18.21 % in non-stimulant BU if and for the BU with stimulant it was 7.56 % being lower, For the period from 30 DAB to 60 DAB there was an increase of 15.48 % for the non-stimulant BU and for the stimulant BU there was a decrease of 2.20%, more stable within the normal parameters, for phosphorus in the period from 30 DBB to 30 DAB for non-stimulant BU there

was an increase of 11.33 % and for those with stimulant 12.54 %, For the period 30 DAB to 60 DAB for non-stimulant BU there was an increase of 14.47 % and for those with stimulant in 2.79 %, more stable within the normal parameters, for magnesium there was an increase in the period from 30 DBB to 30 DAB in the non-stimulant BU of 14.40 % and for the BU with stimulant of 25.00 %, For the period from 30 DAB to 60 DAB a decrease of 12.59 % was observed for non-stimulant BU and for those with stimulant there was an increase of 5.33 % which is physiologically beneficial, In terms of reproductive behavior in the control BU, the intervals of the reproductive indicators were increased: Interval-birth-first-service (IBFS), interval-birth-conception (IBC), interval-birth-birth (IBB), pregnancy service (P/S), While in Cerium treatment there was a decrease in the range of productive indicators that is beneficial for livestock productivity and economically profitable.

**KEYWORDS:** supplementation, reproductive behavior, profitable.

## INTRODUCCIÓN

En el periodo de transición que comprende de tres a cuatro semanas preparto, hasta tres a cuatro semanas post-parto, se presentan en las unidades bovinas (UB) cambios y problemas del tipo fisiológico, metabólico, reproductivo y nutricional, como son el consumo bajo de alimento, condición corporal baja, disminución de la grasa y proteína en la leche, al inicio de la lactancia se presenta baja producción, variación de días al primer celo o siguiente; que están directamente relacionadas con el desempeño productivo-reproductivo y rendimiento, así como de la salud de los animales; que inciden directamente sobre la rentabilidad y sostenibilidad de la agroempresa o unidad productiva (Campos, Correa, Zambrano y Ospina, 2018)

Una característica que se destaca en el periodo de transición, es el bajo consumo de alimento que produce un desbalance entre el requerimiento nutricional y consumo de nutrientes; denominándose esto como balance energético negativo al inicio de la lactancia (García K. , 2015). El manejo adecuado de estos cambios incidirá directamente en la productividad de la lactancia, prevenir enfermedades metabólicas y función reproductiva post-parto; que se reflejará en el ciclo productivo de la vaca en lactancia. Este periodo presenta una alta demanda energética que no se cubre con la alimentación basada en forraje, lo que provoca la movilización de grasa de las reservas corporales para mantener la producción de leche afectando la condición corporal (Salado y Roskopf, 2017)

Por lo tanto, la implementación de un suplemento energético en el periodo de transición es de vital importancia para contrarrestar la carencia de nutrientes y mejorar la condición corporal de las UB. Estos suplementos energéticos pueden ser de origen vegetal, así como de origen mineral a base de Calcio (Ca), Fósforo (P), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Selenio (Se), Magnesio (Mg). El efecto beneficioso en vacas lecheras en el periodo de transición se relaciona con el aumento de la ingesta de energía, consumo de fibra con un mejoramiento continuo de los costos de producción; determinando el desempeño productivo, reactivando la función ovárica (Silva, 2019).

El monitoreo del comportamiento reproductivo de la UB es de vital importancia para diagnosticar el estado metabólico o balance y tomar acciones para superar los problemas reproductivos, este diagnóstico se hace a través del monitoreo de los indicadores reproductivos que están relacionados con los días en el periodo de transición, entre los indicadores de importancia se encuentran en primer lugar el intervalo parto primer servicio (IPPS), luego el

intervalo parto concepción (IPC), después el intervalo parto – parto (IPP) y por último los servicios por gestación (S/G), entre otros. Estos indicadores nos permiten diagnosticar el balance nutricional de la UB y que está directamente relacionado con la calidad de la dieta alimenticia que depende del manejo del hato ganadero.



## I. PROBLEMA

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Todavía persiste el problema de la producción deficiente del hato ganadero; siendo el tema de discusión en varios congresos mundiales (Changoluisa, 2017). El periodo de transición es muy importante en vacas lecheras, se caracteriza por una serie de cambios fisiológicos, metabólicos y endocrinos. “Si no se maneja un programa de alimentación adecuado, la vaca podría presentar varios problemas digestivos y metabólicos que afectan su producción lechera, salud y fertilidad” (García J. , 2017).

El efecto de los cambios metabólicos provocados por el balance energético negativo (BEN) de una dieta pobre en energía y proporcionada a vacas de alta producción, resulta en una baja fertilidad, así como, dietas con alto contenido de proteína (17 – 19%) en desequilibrio con el consumo de energía, pueden provocar disminución de la fertilidad, altas concentraciones de urea y amoníaco en la sangre, en los fluidos uterinos; afectando la viabilidad de la calidad de los espermatozoides, ovocitos y embriones. (Córdova, *et al.* 2016).

El interés parcial del seguimiento clínico y manejo de los marcadores bioquímicos de la función hepática como la ALP, GGT, ALAT y AST y renal como el BUN, Urea, Creatinina; entre otras, como indicadores del metabolismo de la salud del animal no es beneficioso para el manejo adecuado de la salud del hato ganadero porque, está relacionado íntimamente con la rapidez con las que actúan las reacciones metabólicas en el caso de los marcadores bioquímicos de la función hepática y en la excreción de productos metabólicos finales (bilirrubina, amoníaco y urea), desintoxicación de xenobióticos, síntesis de proteínas en el caso de los marcadores bioquímicos de la función renal (Beita y Elizondo, 2021).

El desconocimiento del manejo del metabolismo mineral incide directamente en la estabilidad nutricional de la UB, los minerales como el calcio (Ca), Fósforo (P) y magnesio (Mg) son importantes en el periodo de transición, porque sufren pronunciadas variaciones al comienzo de la lactancia. La respuesta de los órganos como intestino, riñones e hígado y el esqueleto es vital para la homeóstasis interna, donde las hormonas como la Calcitonina, Paratohormona (PTH), la 1, 25 dihidroxi colecalciferol (1, 25 (OH)<sub>2</sub> D3) y el grado de recepción de sus receptores específicos, para aumentar la reabsorción renal, la movilización del tejido óseo y la capacidad intestinal de absorción (Albornoz, *et al.*, 2017).

Definitivamente el manejo del parto en una vaca lechera es muy importante y está dirigido a reducir los días abiertos que está relacionado con los indicadores reproductivos y se direcciona en la optimización del ciclo estral (Ruíz, 2016). El manejo de la alimentación eficiente en el parto, ha adquirido importancia, porque ha tenido efecto sobre la condición corporal aceptable al momento del parto, tratando de mermar los problemas de partos distócicos, metritis, retenciones de placenta; que son las causas que inciden en la mayor duración de los días abiertos (Berneda, Noble y Rodríguez, 2019), en esta suplementación nutricional es posible obtener beneficio en condiciones óptimas de sanidad y manejo dando lugar a la involución rápida y sin complicaciones del útero y la recuperación de la actividad ovárica normal; complementando con una detección del celo precisa que optimice la monta controlada y con una alta concepción (Destefani, Goslino y Pons, 2018).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

El desequilibrio energético mineral de la vaca en el periodo de transición, ocasiona alteraciones en el comportamiento metabólico y reproductivo.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La producción de leche y el ciclo reproductivo en vacas lecheras están relacionados, por tal motivo el objetivo del ganadero se enfoca en llegar a índices rentables, como producir un ternero vivo y sano por vaca al año; es decir, conseguir un intervalo de parto-concepción adecuado (Destefani, Goslino y Pons, 2018). Siendo este el período más crítico, se ve la necesidad de proponer una alternativa de suplementación energética y mineral en el periodo de transición para mejorar el estado metabólico y disminuir el número de días abiertos, para con esto, incrementar el número de días productivos en el hato lechero y de esta forma generar beneficios económicos asociados al flujo financiero que contribuyan a la rentabilidad de los sistemas productivos de explotación, (Rosales, Chamba, Chávez, Pesántez y Benítez, 2017).

Esta estrategia de manejo en el campo reduce las posibilidades de tener animales enfermos, lo que potencialmente disminuye el uso de antibióticos, por tanto, el mantenimiento de la salud integral de las vacas, beneficia la calidad del suministro de productos lácteos saludables y

reduce los costos de producción. Los cuidados en esta fase son determinantes para que la vaca alcance con éxito las fases pico del ciclo de lactancia, período en el cual el potencial de rentabilidad es mayor con esto, la eficiencia reproductiva del ganado vacuno lechero se define como el intervalo; entre partos en la granja, por tanto, este intervalo tiene gran influencia sobre la vida productiva inicial de las vacas, que se encuentra alrededor de los primeros 120 días de producción. (Rosales, Chamba, Chávez, Pesántez y Benítez, 2017). Por último, una vaca en promedio produce 305 días; después del parto, esto equivale a 10 meses, lo cual implica que mientras más amplio sea el intervalo entre partos, más tiempo pasará el animal sin producir; adicionalmente del alimento que tendría que consumir, este será mayor en el mismo período de tiempo (Salamanca, Vélez y Bentez, 2017).

## **1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la suplementación energética y mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo posparto en vacas Holstein Friesian.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el estado metabólico renal y hepático de vacas Holstein Friesian (HF) sin y con suplementación energética y mineral durante el periodo de transición gestación – lactancia.
- Determinar el estado metabólico de micronutrientes de vacas Holstein Friesian (HF) sin y con suplementación energética y mineral durante el periodo de transición gestación – lactancia.
- Evaluar la suplementación energética y mineral durante el periodo de transición en el comportamiento reproductivo posparto de las vacas lecheras Holstein Friesian.
- Evaluar el impacto económico de suplementación energético mineral durante el periodo de transición de las vacas lecheras Holstein Friesian.

### **1.4.3. Preguntas de Investigación**

1. ¿Qué periodo de transición es la etapa correcta para administrar la suplementación energético mineral?

2. ¿Qué efecto fisiológico tendrá la suplementación energético mineral?
3. ¿Qué vía parenteral de administración de la suplementación mineral será la adecuada?
4. ¿Qué efecto tendrá en la duración del periodo anestro postparto la suplementación energético – mineral?
5. ¿Qué efecto tendrá en los intervalos de los indicadores reproductivos la suplementación energético – mineral?
6. ¿Qué impacto económico tendrá el uso de la suplementación energético – mineral?

## II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Matos, *et al.* (2017, pág. 1959) en sistemas convencionales las vacas secas eran confinadas en un área remota del establo porque no eran consideradas unidades bovinas productivas. Sin embargo, en investigaciones recientes se ha cambiado esta percepción y los productores actuales toman en cuenta la importancia de contar con un programa efectivo de vacas secas y de alimentación temprana post parto para el rendimiento de lactancia posterior, entonces se crearon programas de alimentación en vacas de transición que se enfocan específicamente en el manejo de los animales tres semanas antes del parto (“close-up”) y tres semanas después del parto (postparto).

Balarezo, *et al.* (2015, pág. 7) en la Provincia del Carchi se realizó una estimación de los parámetros; productivos reproductivos y nutricionales en la ganadería, para ofrecer una visión integral de los sistemas de producción existentes en la zona, para recomendar la adopción de técnicas de manejo por parte de los ganaderos. En el año de 1995 los parámetros productivos y reproductivos encontrados fueron: edad al primer servicio 852 días, edad al primer parto 1106,10 días, intervalo entre partos 431,3 días, días Abiertos 142,6. En la investigación se obtuvo los siguientes datos: edad al primer servicio de 548 días, edad al primer parto de 962 días, intervalo entre partos 391 días, días abiertos 125 días. Comparando los valores desde el año 1995 hasta el 2015 se observa que en veinte años hay mejora en los parámetros productivos y reproductivos, sin embargo, no se acercan a los parámetros ideales. En cuanto a los parámetros nutricionales y de manejo en esta investigación se obtuvo que el 85,20 % de las UPAS dividen los potreros, el 80,40 % utilizan cerca eléctrica, el 91,20 % realizan rotación de potreros, el 88,60 % dan balanceado a sus animales, el 4,1% utilizan heno, solo el 0,5% dan ensilaje y un 69,5% proporciona sales minerales, por tanto, se recomendó realizar cursos de actualización en el Manejo y Administración de fincas como un Curso de mayordomía y en base a la capacitación, seguir realizando estas evaluaciones en las distintas fincas de la provincia del Carchi y mejorar estos parámetros.

Changoluisa (2017, pág. 8) el rendimiento reproductivo en la vaca lechera de alto rendimiento ha disminuido severamente en los últimos 40 años. El objetivo de este estudio fue comparar la efectividad de 4 estrategias nutricionales para mejorar el rendimiento reproductivo de vacas lecheras. Se formuló la hipótesis de que ofrecer a las vacas una ración con alto contenido de

almidón al inicio de la lactancia mejoraría el inicio de la actividad lútea, y que la disminución de la severidad del balance energético negativo en el período de post parto temprano mejoraría los parámetros reproductivos. Se aplicaron regímenes nutricionales destinados a mejorar la fertilidad en 96 animales lecheros Holstein-Friesian. Después del parto, los animales fueron asignados de forma equilibrada a uno de los 4 tratamientos dietéticos. Las vacas primíparas se balancearon de acuerdo con el peso vivo, el puntaje de la condición corporal y la fecha de parto. Los animales múltiparos se balancearon según la paridad, el rendimiento de leche de lactancia anterior, el peso vivo, el puntaje de la condición corporal y la fecha de parto. El tratamiento 1 se basó en una dieta de mejores prácticas de la industria (control) para contener 170 g de proteína cruda / kg de materia seca. El tratamiento 2 fue una estrategia individual de alimentación de vacas, mediante la cual el balance de energía (EB) de los animales individuales se administró para alcanzar un perfil de EB diario objetivo predeterminado ( $\pm 10$  MJ / d). El tratamiento 3 fue un tratamiento combinado de alto contenido de almidón / grasa, en el que se ofreció una dieta insulínica (almidón alto) en la lactación temprana para estimular la ciclicidad y seguida por una dieta lipogénica (baja en almidón y alta en grasa) para promover el desarrollo embrionario. El tratamiento 4 fue una dieta baja en proteínas, que contenía 140 g de proteína cruda / kg de materia seca, complementada con metionina protegida a un nivel de inclusión de 40 g por animal por día. Las estrategias nutricionales implementadas en este estudio no tuvieron efectos estadísticamente significativos en las medidas de fertilidad de las vacas, que incluyeron el inicio de la actividad lútea, la tasa de concepción, la tasa de gestación y la incidencia de ciclos atípicos.

Changoluisa (2017, pg. 9) la estrategia individual de alimentación de las vacas mejoró la EB en la lactancia temprana, pero no tuvo ningún beneficio en la tasa de concepción hasta la primera inseminación. Sin embargo, la tasa de concepción a la segunda inseminación, la tasa de embarazo de 100 días (desde el comienzo de la reproducción) y la tasa general de embarazos tendieron a ser más altas en este grupo. El tratamiento con alto contenido de almidón / grasa tendió a disminuir la proporción de ovulaciones retrasadas y a aumentar la proporción de animales ciclando en d 50 post-parto. Los animales que no lograron concebir para la primera inseminación tuvieron una fase lútea significativamente más larga en el primer ciclo posparto y un intervalo interovulatorio más largo en el segundo ciclo posparto. Con respecto al comportamiento del estro, los resultados indican que a medida que aumentaba el tamaño del grupo sexualmente activo, también aumentaba la intensidad del estro y la expresión de montar

o intentar montar otra vaca. Además, las vacas que quedaron embarazadas mostraron un comportamiento estral más intenso que las vacas que no lograron en preñarse.

Silva (2019, pág. 5) la disminución del consumo de alimento durante la última gestación, así el parto y la lactogénesis tienen efectos negativos sobre el metabolismo en las vacas lecheras durante el período de transición que comprende desde las 3 semanas antes del parto hasta 3 semanas después del parto. Los aumentos en el NEFA plasmático ocurren durante los 10 días antes del parto y pueden preceder a la disminución en el consumo de alimento. Las concentraciones plasmáticas de NEFA son más altas al momento del parto y disminuyen rápidamente después del parto. La concentración plasmática de glucosa disminuye durante el período de transición, excepto por un aumento transitorio asociado con el parto. El glucógeno hepático se reduce y los lípidos aumentan durante el período de transición. El consumo de alimento por lo general disminuye de 30 a 35% durante el preparto final de 3 semanas, pero los equilibrios negativos de energía y proteína no son tan severos como durante la semana posterior al parto.

Silva (2019, pág. 6) el consumo alimenticio antes del parto tiene correlación positiva con el consumo de alimento posparto; por tanto, los esfuerzos para incrementar el consumo de alimento deben comenzar antes del parto. Así las vacas sobre condicionadas pueden tener más susceptibilidad a bajar el consumo de alimento en preparto. El incremento de la densidad de nutrientes de la dieta durante el período de transición puede mejorar el consumo de alimento. Proporcionar mayor cantidad de carbohidratos fermentables en el período de transición preparto puede beneficiar la población microbiana a las dietas de lactancia, favorecer el desarrollo de papilas ruminales, incrementar la absorción del epitelio ruminal y reducir la lipólisis al suministrar más precursor glucogénico al hígado y mejorar la insulina sanguínea. Suplementar la grasa a las dietas de transición no parece aliviar los problemas de salud asociados con el balance energético negativo. La mejora de la absorción de aminoácidos por parte de la vaca preparto puede mejorar el rendimiento y la salud de la lactancia, aunque no se han identificado mecanismos de acción.

Gómez y Campos (2016, pág. 148) el balance energético (BE) es un término muy utilizado en nutrición animal que se refiere a la relación cantidad de energía consumida / cantidad de energía requerida tanto para el mantenimiento como para la producción de carne o leche. Cuando la suma entre la energía necesaria para cubrir las necesidades vitales y la energía necesaria para

la producción de leche son mayores que la energía consumida, el metabolismo de las vacas consume sus reservas corporales. Las vacas experimentan un balance energético negativo (BEN) crítico entre los 10 y 20 días posparto; manteniéndose así hasta el día 80 en promedio. Es importante tener en cuenta que las vacas llegan a BEN en el posparto, pero tienen la capacidad de sobreponerse adaptándose a los cambios. Pero hay animales que no pueden adaptarse por causa de una mala alimentación, períodos secos largos resulten en la obesidad o partos distócicos.

Ulloa (2019, pág. 18) las enfermedades post parto, los desbalances metabólicos producidos por el BEN contribuyen al desarrollo de enfermedades que pueden afectar la producción, la reproducción y estado de salud de la vaca. Los trastornos en el metabolismo energético dan lugar a la incidencia de cetosis, hígado graso y acidosis metabólica, los trastornos en el metabolismo de los minerales causan hipocalcemia subclínica y clínica y edema de la ubre, mientras que la disminución de la inmunidad predispone a retención placentaria, metritis y mastitis. La aparición de problemas de salud durante el periodo de transición, es uno de los principales factores, que complican el rendimiento reproductivo de las vacas.

Roa, Ladino y Hernández (2017, págs. 144 – 151) en un estudio realizado para evaluar los indicadores metabólicos de bioquímica sanguínea en bovinos fistulados con suplemento nutricional a base *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae* con pastoreo de *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*, se determinó que los indicadores metabólicos Globulina, Albúmina, PT, Triglicéridos, colesterol, AST, ALAT, Creatinina, BUN, Glicemia se encontraron dentro de los parámetros normales en los bovinos suplementados, mientras que en los bovinos no suplementados hubo alteraciones metabólicas desfavorables, lo que indica que la suplementación nutricional cumplió un papel importante para la estabilidad y bienestar animal; lo cual indica un metabolismo proteico muy activo que es muy beneficioso desde el enfoque nutricional y reproductivo para las unidades bovinas. (Roa, Ladino, & Hernández, 2017)

García (2017, pág. 73) encontraron mejorías en parámetros reproductivos y química sanguínea de vacas que recibieron una inyección de 2 mL de CuSO<sub>4</sub> al 2,5%, con respecto al control, así como en la química sanguínea de sus crías, se destacó la reducción de un 16 % en el intervalo entre partos y de un 36 % en el periodo abierto. A su vez se presentaron menos celos silentes, por lo cual se mejoró la detección de celos en un 18%.



## **2.2. MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1. BUENAS PRÁCTICAS AGROPECUARIAS**

Se afirma que las buenas prácticas agropecuarias consisten en que a las vacas en preparto se les debe suministrar desde los ocho meses de gestación una ración diaria de dos kilogramos de un concentrado nutricional en pre-lactancia, con el fin de que la alimentación cumpla con los requerimientos nutricionales. Posteriormente quince días antes del parto se debe revisar las ubres y a tratar los cuartos que puedan estar afectados con mastitis, esta práctica se hace con el fin de recuperar cuartos perdidos en la lactancia anterior, por lo tanto, que la vaca este sana al momento del parto y durante la lactancia siguiente, esto da como resultado un animal más saludable y sin problemas; disminuyendo las tasas de descarte por temas reproductivos y de salud en la ubre, (Berneda, Noble y Rodríguez, 2019).

Complementando con una buena asistencia a la vaca en labor con la finalidad de que no tenga problema alguno, el suministro vital de calostro a la cría, monitoreando continuamente a la vaca en labor para evitar problemas de fiebre de leche, verificando la expulsión total de la placenta, a las dos horas del parto, hidratación vía intravenal, dosificación técnica de calcio, después una purga para que termine de expulsar los restos de placenta, líquidos uterinos y de persistir el problema, el criterio técnico de utilizar analgésicos para evitar las fiebres de leche y con antibiótico para evitar las infecciones. Así mismo el monitoreo médico del tamaño de la cría preparto, para evitar problemas al momento del parto. Lo importante es que una vaca tenga una involución normal del útero, procurando que la vaca esté preñada entre los primeros 90 días después del parto; haciendo eficiente el sistema productivo, (Berneda, Noble y Rodríguez, 2019).

### **2.2.2. FACTORES DE RIESGO E IMPORTANCIA**

#### *Estrategia de Suplementación*

El suplemento nutricional en la vaca seca depende de dos factores nutricionales. El primero, está referido al estado corporal de la vaca (suplementación con granos) y el segundo a la suplementación con sales aniónicas. Con respecto al primero, debe ser evaluado en el último mes de lactancia puesto que si se realiza cuando la vaca está seca difícilmente se puede solucionar problemas inherentes al estado corporal. Se sabe que la vaca es más eficiente para

transformar granos en tejidos cuando está lactando, por lo tanto, al secado la vaca deberá estar en buen estado corporal. En cuanto al segundo, se ha investigado que el período óptimo para la suplementación es de 30 días antes del parto, porque las sales son de baja palatabilidad y por tanto se necesita este período de acostumbramiento. (Gaona, Morales y Espinoza, 2020).

### *Energía*

Las vacas lecheras en posparto sufren cambios marcados en el estado energético antes de que retornen a los ciclos ováricos normales. El estado energético ha sido definido como el consumo de energía neta del animal menos la energía neta requerida para mantenimiento y menos la energía neta necesaria para la producción de leche. Los bovinos de leche sometidos a un periodo de nivel de energía negativo en la lactancia temprana debido a la pérdida de energía por la vía de la producción de leche; aumentan el consumo de energía en el alimento (Ulloa, Bustos, Rosero, Chamba y Lozada, 2021)

### *Periodo de Transición*

Este período se inicia a los 30 días preparto y se extiende hasta los treinta días post parto. Esta etapa es de gran importancia siendo vital; seguir ciertas normas nutricionales y de manejo que minimicen las enfermedades metabólicas que acompañan al período puerperal inmediato tales como: hipocalcemias postparto o coma puerperal, retención placentaria, desplazamiento del abomaso, cetosis, Como podemos observar, el mayor porcentaje de trastornos puerperales ocurren por una causa común, como son las patologías en el metabolismo del Calcio y del Fósforo. Podemos definir estas alteraciones en: enfermedades subclínicas, relacionadas al metabolismo del Calcio, como la Retención Placentaria y enfermedades clínicas, tales como la paresia post-parto hipocalcémica y la paresia pre-parto hipofosfatémica. El desplazamiento abomasal es otra patología específicamente relacionada a la hipocalcemia pre y postparto con inercia de los compartimentos gástricos, específicamente del cuarto estómago, seguida del suministro de una dieta alta en concentrados y baja en fibra. Son diversas patologías con graves consecuencias relacionadas a una alteración en el metabolismo mineral específicamente del calcio (Campos, Morales y Espinosa, 2020). El coma hipocalcémico es una de las enfermedades clínicas más comunes en las vacas de alta producción y la retención placentaria la más frecuente de las alteraciones subclínicas. Este desorden ocurre al iniciarse la lactación, cuando importantes cantidades de  $\text{Ca}^{+2}$  son drenadas de la sangre durante la producción del calostro y

de la leche (alrededor de 1,5gr/ Kg de leche) sin que el organismo pueda compensar las pérdidas fijas de este mineral. Generalmente las vacas se encuentran en un estado hipoparatiroideo y como consecuencia, eliminan grandes cantidades de calcio iónico por orina, reteniendo aniones fosfato los cuales agravan el cuadro hipocalcémico (De Luca, 2018)

### *Balance Energético*

El balance energético resulta de la diferencia entre las necesidades del animal y los aportes alimenticios. Durante el periodo de las 2 – 4 últimas semanas de gestación incrementa sustancialmente las necesidades energéticas para el desarrollo fetal y la síntesis de calostro. La respuesta metabólica obedece a una disminución en la ingesta de materia seca, que provocan un balance energético negativo que inicia semanas antes del parto (Ulloa, 2019) .

### *Balance energético negativo*

Después del parto la producción de leche se incrementa rápidamente, en este momento los requerimientos de nutrientes para el mantenimiento y la lactación, superan la capacidad de consumo (Lucy 2007). Este déficit de energía desencadena un balance energético negativo (BEN), que se presenta unos pocos días antes del parto y dura de 10 a 12 semanas (Butler 2003; Butler 2005). La lactación temprana en la vaca se caracteriza por un claro estado homeorrético con la activación de varios mecanismos endocrinológicos. Es clara la manifestación de la resistencia de la insulina en el tejido adiposo y el en músculo, que favorece el redireccionamiento de altas concentraciones de glucosa específicamente a la glándula mamaria (Lucy 2007), además promueve la movilización de los ácidos grasos no esterificados (AGNES) y aminoácidos (Leroy et al., 2008). Los ácidos grasos no esterificados (AGNES) son metabolizados a cuerpos cetónicos en el hígado principalmente a Beta hidroxibutirato (BHB) (Wathes et al., 2007), estos metabolitos son utilizados como fuentes alternativas de energía en varios tejidos del cuerpo. El uso de estas rutas metabólicas causa pérdida de peso, que se hace visible en la condición corporal de la vaca en lactación temprana (Hoedemaker et al., 2009). Este periodo se caracteriza por la disminución de receptores para GH en el hígado (Kobayashi et al., 1999), produciendo un desacoplamiento en el eje GH-IGF-1, causando niveles altos de GH, y bajas concentraciones de IGF-1 (Butler et al., 2003), esta situación favorece la gluconeogénesis y la lipólisis (Changoluisa, 2017).

Cuando la vaca supera el balance energético negativo (BEN) sus metabolitos se equilibran, sin embargo, los niveles de IGF-1 se mantienen bajos hasta los 95 días postparto (Taylor et al., 2004; Mañillo 2014). Las vacas de alto rendimiento lechero tienen un BEN más severo, este mayor estrés metabólico es uno de los principales factores que desencadenan un rendimiento reproductivo bajo (Horan et al., 2005) sobre todo en las vacas que son inseminadas dentro de los 70 y 100 días post parto (Diskin y Moris, 2008). Los bajos niveles de IGF-1 e insulina también son atribuidos por la disminución en la ingesta de materia seca (Butler 2006). Estas condiciones dan como resultado un perfil metabólico, con altos niveles de AGNES, BHB, GH y urea, y bajos niveles de glucosa, insulina e IGF-1 en el plasma sanguíneo. La calidad del líquido folicular va a depender de la concentración de nutrientes que contenga el plasma sanguíneo, por lo tanto, los efectos del BEN van a alterar la calidad de ovocito (Leroy et al., 2004). Existe evidencia de que bajos niveles de glucosa, insulina e IGF-1 en líquido folicular, afectan el desarrollo folicular y la maduración del ovocito, comprometiendo la calidad del embrión y su viabilidad (Leroy et al., 2008; Van Coeck et al., 2011). Las vacas con bajas concentraciones de IGF-1 antes y después del parto tienen menos probabilidad de concebir (Taylor et al., 2004) (Changoluisa, 2017).

#### *Metabolitos de función hepática y renal*

Los metabolitos de la función hepática son indicadores del estado fisiológico y salud animal que se utilizan para el diagnóstico veterinario y tomar las acciones necesarias para superar los problemas relacionados al estado funcional de las vías metabólicas (biotransformación) y que están determinadas por el tipo y la calidad de la alimentación, es por esto que un desbalance nutricional en cualquiera de las vías metabólicas incide directamente en el estado de la salud del animal y se refleja en el incremento o disminución de estos metabolitos. Las variaciones en los analitos (especie química, elemento, compuesto ion) dependen de distintos estados fisiológicos, nivel de producción, raza, gestación, época del año, edad, sexo, la cantidad y calidad de la alimentación (Amador, 2019).

Se conocen dos tipos de indicadores metabólicos convencionales y no convencionales. Los convencionales son las llamadas constantes hematoquímicas que son: el sodio (Na), potasio (K), magnesio (Mg), fósforo inorgánico (Pi), calcio (Ca) (*Tabla 1*), globulinas, albúminas, proteína total, urea, glucosa, hemoglobina, volumen globular aglomerado que están relacionadas con las vías metabólicas de la producción. Las concentraciones sanguíneas de

estos metabolitos están reguladas por el balance entre el aporte de la dieta nutricional y los productos o vías de eliminación. Entre los indicadores principales más utilizados está el beta-hidroxiobutirato, proteínas totales, la albúmina y el fósforo inorgánico que permite determinar el estado del metabolismo animal. Las no convencionales que se denominan indicadores hematoquímicos entre los que se encuentran los oligoelementos como cobre (Cu) y cinc (Zn), PBI (proteína binding iodine / proteína ligada al yodo) y tiroxina, indicadores de fundamento hepático como las transaminasas y la bilirrubina, colesterol, las glutación peroxidasas y los cuerpos cetónicos. Las concentraciones sanguíneas de los metabolitos no convencionales están relacionadas con el perfil metabólico y reflejan el equilibrio entre las salidas y entradas en la metabolización de los nutrientes en los diferentes tejidos, este equilibrio también se denomina homeostático en el que intervienen complejos mecanismos metabólico-hormonales y cuando es alterado este equilibrio produce una limitación en el rendimiento zootécnico (Coronado, 2016).

Los metabolitos de la función renal (*Tabla 1*) son los indicadores del estado de funcionamiento metabólico de los riñones, entre los indicadores más importantes están el Nitrógeno Ureico en Sangre (BUN) y la Creatinina. Cuando se encuentran elevados se presume de alteraciones en la orina (baja densidad específica y proteinuria) con una posible disfunción renal, lo que puede resultar en vacas hematóricas (sangre en la orina). En el caso del BUN en afecciones renales es el primero que aumenta y en el caso de la creatinina lo hace cuando más del 75% de lo nefrones (unidad estructural y funcional básica del riñón; responsable de la purificación de la sangre) están infuncionales; así que el BUN es el primero que se analiza (Hong Xuan, Tan Loc y Trong Ngu, 2018).

### *Enzimas biológicas*

También llamadas enzimas de interés clínico (*Tabla 1*) porque permiten que las reacciones metabólicas funcionen con rapidez, su función es en forma intracelular, expresándose en la circulación sanguínea cuando se produce algún daño a los tejidos por enfermedades o lesiones. La actividad enzimática varía de acuerdo con la ubicación del daño o ubicación celular, por lo tanto, el patrón de elevación enzimático sirve para detectar y diferenciar diversas enfermedades. Entre las más importantes se encuentran la AST, ALAT, GGT y ALP, donde la AST y ALAT se elevan más en afecciones hepatocelulares y la GGT y ALP indican con mayor frecuencia afecciones hepatobiliares. La ALAT denominada alanina aminotransferasa o también como GPT transamina glutámico pirúvica es una enzima que ayuda al hígado a transformar el alimento en energía, por lo tanto, la concentración alta del ALAT o GPT es una señal de que el

hígado puede estar lesionado o irritado y se expresan rebozando sobre las células hepáticas (Beita y Elizondo, 2021).

**Tabla 1.** Valores mínimos y máximos de las especies químicas de interés.

<b>Especie química</b>	<b>Valor mínimo</b>	<b>Valor máximo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fuente</b>
ALAT	14	40	UI L <sup>-1</sup>	Campos, Cubillos y Rodas, 2007
BUN	0,12	4,08	mmol L <sup>-1</sup>	Sánchez, <i>et al.</i> , 2004
Ca	1,25	2,50	mmol L <sup>-1</sup>	Campos, Cubillos y Rodas, 2007
P	-	1,71	mmol L <sup>-1</sup>	Campos, Cubillos y Rodas, 2007
Mg	0,70	1,32	mmol L <sup>-1</sup>	Campos, Cubillos y Rodas, 2007

#### *Importancia de la suplementación mineral*

Las deficiencias de minerales en el ganado bovino, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes el Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn); la demanda de minerales para bovinos depende adaptación del animal al suplemento, la raza, interrelación con otros minerales, especies químicas del elemento, edad de los animales tipo y nivel de producción (Salamanca, 2010). Los niveles minerales adecuados y el equilibrio de estos son importantes para el control de los problemas metabólicos, tanto clínicos como subclínicos. Un problema metabólico suele conducir a otros problemas metabólicos, baja producción y reproducción. (Huertas, 2019).

#### *Funciones generales de los minerales dentro del organismo del bovino*

- Conformación de la estructura ósea y dental (Ca, P y Mg).
- Equilibrio ácido-básico y regulación de la presión osmótica (Na, Cl y K).
- Sistema enzimático y transporte de sustancias (Zn, Cu, Fe y Se).
- Reproducción (P, Zn, Cu, Mn, Co, Se y I).
- Sistema inmune (Zn, Cu, Se y Cr).

#### *Funciones de los minerales con los microorganismos ruminales*

- Procesos energéticos y de reproducción celular (P).
- Son activadores de enzimas microbianas (Mg, Fe, Zn, Cu y Mb).

- Producción de vitamina B12 (Co).
- Digestión de la celulosa, asimilación de nitrógeno no proteico (NNP) y síntesis de vitaminas del complejo B (S).
- Procesos metabólicos (Na, Cl y K).

#### *Importancia de la suplementación energética*

El contenido de la grasa intramuscular de la carne es muy importante para la industria cárnica y está directamente relacionada con la calidad del producto. En cuestión a la constitución del animal o condición corporal juega un papel muy importante porque actúa directamente en la recuperación y estabilidad del peso vivo, por lo tanto, una UB en el periodo postparto necesita recuperar y estabilizar su peso vivo para que en este periodo de transición no sufra estrés extremo y no afecte la salud y bienestar de la UB en el contenido de grasa intramuscular y en la canal; asociado con la activación de genes como el *glut4* e *igf1* responsables de la expresión (Coria, Álvarez, Reineri y Palma, 2021). Existen diferentes tipos de suplementación energética, pero uno de los más importantes debido a varios estudios realizados en este campo, han demostrado que la suplementación energética a base granos de cereales ha tenido buenos resultados; como en el caso del maíz, porque en su composición botánica tiene 83% en peso de endospermo, 11 % en germen y 6% de pericarpio y le permite contener en su composición nutricional grasa como ácido linoleico 1,70% que es de interés para dotación de dietas alimenticias animales, proteína 8%, alto en carbohidratos como el almidón que corresponde 72 – 73% del grano y minerales como P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Mn y Zn (FAO, 2020).

#### *Importancia de la rentabilidad*

En los sistemas productivos el manejo de los costos es muy importante porque del tipo de inversión y la optimización de los recursos económicos depende la sustentabilidad y sostenibilidad del sistema agropecuario. En diferentes investigaciones se han realizado los análisis de los costos del manejo del sistema agropecuario donde lo más importante es llegar a la eficiencia del manejo de los recursos económicos para obtener una rentabilidad positiva. En este aspecto, la suplementación mineral – energética ha demostrado ser beneficiosa económicamente, porque está relacionado con la salud y bienestar del hato ganadero; es decir que la alimentación representa el principal costo de producción del engorde y la rentabilidad del sistema productivo (Mamani, 2021).

## Indicadores Reproductivos

Para la determinación de la eficiencia reproductiva de los bovinos se utilizan generalmente los indicadores (*Tabla 1*): Intervalo Parto-Concepción (IPC), Intervalo Parto-Parto (IPP), Intervalo Parto-Primer Servicio (IPPS) que determinan la eficiencia del manejo, calidad de alimentación y calidad de los programas de Inseminación Artificial (IA). El ineficiente desempeño reproductivo del hato ganadero, afecta la rentabilidad en el corto y mediano plazo; disminuyendo la producción láctea (García, Noval, Quiñones, Pérez y Hernández, 2019).

**Tabla 2.** Metas para un programa de manejo reproductivo

PARÁMETRO	META
Parto a primer celo	Menor a 45 días
Parto a primer servicio	Menor a 60 días
Parto a concepción	Menor a 100 días
Intervalo entre partos	Menor a 12,5 meses
Servicios por concepción	Menor a 2,0
Concepción al primer servicio	45 a 55%
Preñez general	88%
Réfugos por producción	8 a 12%

Fuente: (García, Noval, Quiñones, Pérez y Hernández, 2019)

### 2.2.3. ANESTRO POSTPARTO

Tanto la eficiencia reproductiva como la rentabilidad se maximizan cuando se puede obtener un parto por año. Negativamente los índices del actual desempeño reproductivo hacen que los intervalos entre partos excedan dicha meta. El manejo sistemático de los parámetros reproductivos (*Tabla 2*) es muy importante, porque se puede detectar problemas existentes y tomar acciones emergentes. El eficiente manejo evita pérdidas económicas como la baja fertilidad en el hato ganadero, incremento del periodo primer servicio posparto y celos perdidos (Chamba, Benítez y Pesántez, 2017).



**Tabla 3.** Índices reproductivos y de manejo de UB en el hato ganadero.

<b>Índice reproductivo</b>	<b>Valor óptimo</b>	<b>Valor que indica problemas</b>
Intervalo entre partos	12,5 – 13 meses	> 14 meses
Promedio de días al primer celo observado	< 40 días	> 60 días
Vacas observadas en celo entre los primeros 60 días postparto	> 90%	< 90 %
Promedio de días de vacía al primer servicio	45 – 60 días	> 60 días
Servicios por concepción	< 1,7	> 2,5
Índice de concepción al primer servicio en novillas	65 – 70 %	< 60 %
Índice de concepción al primer servicio en vacas en lactancia	50 – 60 %	< 40 %
Vacas que conciben con menos de 3 servicios	> 90%	< 90 %
Vacas con un intervalo entre servicios de 18 a 24 días	> 85%	< 85 %
Promedio de días abiertos	85 – 110 días	> 140 días
Vacas vacías por más de 120 días	< 10 %	> 15 %
Duración del periodo seco	50 – 60 días	< 45 ó > 70 días
Promedio de edad al primer parto	24 meses	< 24 ó > 30 meses
Promedio de abortos	< 5 %	> 10 %
Porcentaje de descarte por problemas reproductivos	< 10 %	> 10 %

Fuente: (INFOCARNE mx, 2021)

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO**

##### **3.1.1. Enfoque**

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, porque se obtiene datos numéricos donde se evalúa variables durante todo el transcurso de la investigación como costos, pesos de los bovinos y también determinamos el desarrollo bio-reproductivo al momento de la palpación en los tratamientos (al azar un animal por tratamiento), lo cual permitirá obtener resultados positivos o negativos en esta investigación.

##### **3.1.2. Tipo de Investigación**

###### **Investigación aplicada.**

Es de tipo aplicada ya que al momento de obtener los resultados permiten mejorar los problemas bio-reproductivos de las vacas lecheras Holstein con dicha información, permitiendo de esta manera encontrar una solución o una alternativa para resolver este tipo de problema que tienen los productores.

###### **Investigación de campo y experimental**

Es una investigación de campo y experimental ya que es llevado de acuerdo con un diseño experimental en donde se puso a prueba los diferentes tratamientos aplicados en la suplementación energética y mineral de las vacas lecheras Holstein en el periodo de transición.

#### **3.2. HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER**

**HA:** La suplementación energética y mineral durante el periodo de transición de la vaca Holstein favorece su estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto.

**HN:** La suplementación energética y mineral durante el periodo de transición de la vaca Holstein no favorece su estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto.

### 3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 4.** Definición y operacionalización de variables de la investigación.

HIPÓTESIS		VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
La suplementación energética y mineral durante el periodo de transición de la vaca Holstein favorece su estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto.	VD	VARIABLE DEPENDIENTE (1) Bioquímica	Se inicia tomando el peso del bovino en pie.  En el análisis de sangre la alanina aminotransferasa es una de las enzimas que ayudan al hígado a transformar el alimento en energía.  Y el nitrógeno ureico en la sangre es la cantidad circulando en forma de urea en el torrente sanguíneo	Peso vivo	Control de peso y CC 30 días antes y después del tratamiento	Observación sistemática	Fichas técnicas de campo Registros
				ALAT	PERFIL HEPÁTICO	Observación sistemática	Resultados de pruebas en sangre de laboratorio
				BUN	PERFIL PROTEICO (Transaminasas)	Observación sistemática	Resultados de pruebas en sangre de laboratorio
			VARIABLE DEPENDIENTE (2) Reproductiva	IPI	Intervalo Parto Primer Servicio  Intervalo Parto Concepción  Intervalo parto – parto  Servicios por Gestación	Parámetros reproductivos de bovinos	Observación sistemática
		VARIABLE DEPENDIENTE (3) Costos	Dólares	Actividad económica	Ahorro de dinero	Costo / Beneficio	Registro de cuentas
	VI	VARIABLE INDEPENDIENTE (1)	Suplementación energética  Ingestión de alimento triturado brinda las proteínas y energía que da el grano de este cereal, pero con mayor conversión de carne y leche por parte de los animales y tiene un 35 % de materia seca.	Maíz molido (morochillo)	PERFIL ENERGÉTICO Dosis: 1 kg en preparto y 2 Kg en postparto.	Observación sistemática	Fichas técnicas de campo Registros
		VARIABLE INDEPENDIENTE (2)	Suplementación energética  La ingestión de minerales por vía inyectable ayuda a cumplir procesos en el metabolismo y en procesos reproductivos de las UB.	Calcio Fósforo Magnesio	PERFIL MINERAL (Macroelementos)  Complejo (Cu, Zn, Se) 2 ml/450 kg de peso vivo.  Complejo vitamínico – mineral 20 ml/450 kg de peso vivo. 30 días antes y después del tratamiento	Observación Colorimetría	Resultados de pruebas en sangre de laboratorio

### **3.4. MÉTODOS UTILIZADOS**

#### **3.4.1. Periodo de anestro posparto**

La investigación se realizó en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, parroquia Tufiño, hacienda “La Concepción”. Inició en el mes junio 2018 y finalizó en diciembre 2018 (*Anexo 3 – 6*).

- Se seleccionaron 32 vacas Holstein con  $CC \geq 3,5$ , para homogeneizar en lo posible las unidades experimentales.
- Se conformó un grupo de 16 animales con tratamiento y los otros tomamos como control realizando la selección de forma aleatoria.
- En cuanto a la aplicación del método se señaló a los animales con un collarín azul y rojo para distinguir la cantidad de maíz que se debía suministrar 1,0 kg de MS por 30 días antes del parto y 2,0 kg de MS al inicio de lactancia por 30 días después del parto.
- Las etapas muestreadas corresponden a 30 y 60 días antes del parto, 30 días postparto y 60 días postparto.

#### **3.4.2. Procedimiento**

Se seleccionó e identificó las UB del hato ganadero en el que se realizó la investigación.

- Se seleccionó los bovinos que se encuentren en 8 meses de preñez, para homogeneizar en las unidades experimentales.
- Se tomó el peso y verificó la condición corporal (CC) del animal.
- Se suministró las dosis correctas de concentrado, suplemento mineral (Cu, Zn y Se) y complejo vitamínico – mineral (toldimfós sódico, sulfato de cinc, selenito de sodio, ácido nicotínico, sulfato de manganeso, yoduro de potasio) en los días que comprendieron el preparto.

Se tomó las muestras de sangre antes de empezar el experimento y durante el mismo.

- Se extrajo la sangre de la vena coxígea con material esterilizado.
- Se hizo el diagnóstico de laboratorio.

### 3.4.3. Análisis Estadístico

Se utilizó un modelo de ADEVA del tipo mixto de muestras repetidas en el tiempo (MRT), homogeneizando las unidades experimentales (UB) en la condición corporal ( $CC \geq 3,5$ ) y que estén en 8 meses de preñez; para realizar las observaciones.

Modelo Matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \pi_{j(i)} + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \beta\pi_{kj(i)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$\alpha_i$ : corresponde al efecto del grupo (con  $i= 1, 2$  correspondiendo al control y tratamiento; respectivamente).

$\pi_{j(i)}$ : al efecto del sujeto  $j$  ( $j= 1, 2, 3, \dots$ ) del grupo  $i$  (indicamos entre paréntesis que cada sujeto está exclusivamente – anidado – en un grupo  $i$ ).

$\beta_k$ : es el efecto del tiempo ( $k = 1, 2, 3, \dots$ )

$\alpha\beta_{ik}$  y  $\beta\pi_{kj(i)}$ : son las interacciones entre factores.

$\varepsilon_{ijk}$ : error experimental.

Descripción:

**Tipo de Diseño:** Muestras Repetidas en el Tiempo (MRT).

Factor en estudio:

**Factor A:** Estimulante fisiológico.

**Niveles:** 2

**a1:** sin estimulante, **a2:** con estimulante.

**Número de tratamientos:** 2

**Número de observaciones:** 16

**Análisis Funcional:** Se utilizó la prueba de Duncan al 5% para las fuentes de variación que resultaron significativas o altamente significativas.

#### 3.4.4. Variables por etapa de muestreo:

- **Peso vivo (Kg UB-1):** kilogramos de peso vivo por etapa de muestreo.
- **ALAT o GPT (UI L<sup>-1</sup>):** Alanina aminotransferasa ALAT o Transaminasa glutámico pirúvico GPT; marcador bioquímico de función hepática.
- **BUN (mmol L<sup>-1</sup>):** Nitrógeno ureico en la sangre BUN (Blood urea nitrogen); marcador bioquímico de función renal.
- **Calcio Ca (mmol L<sup>-1</sup>):** Nutriente esencial bovino que en deficiencia es indicador de problemas fisiológicos potenciales antes o inmediatamente después del parto (parálisis o paraplejia de la vaca parturienta o fiebre de leche).
- **Fósforo P (mmol L<sup>-1</sup>):** Nutriente esencial bovino que en deficiencia es indicador de problemas fisiológicos potenciales generalmente de 24 – 48 horas después del parto o días antes del parto (Hipofosforemia o síndrome de la vaca caída).
- **Magnesio Mg (mmol L<sup>-1</sup>):** Nutriente esencial bovino que en deficiencia es indicador de problemas fisiológicos potenciales generalmente de 24 – 48 horas después del parto (tetania hipomagnesémica, tetania de pastos, tetania de la lactancia y tetania del transporte).

**Unidad experimental:** Unidad Bovina Agropecuaria (UB).

**Contraste de Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (HA):**

**H0:**  $H_{0A} \equiv \alpha_1 = \alpha_2 = 0$       **HA:**  $H_{A} \equiv \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq 0$

**Características de la Unidad Experimental:** UB con condición corporal ( $CC \geq 3,5$ ) y que estén en 8 meses de preñez.

**Tabla 5.** Cuadro de ADEVA de la investigación.

<b>F de V</b>	<b>GL</b>
Total (T)	$(e \times r \times tr) - 1 = 95$
Periodo (E)	$e - 1 = 2$
UB dentro de los periodos (R)	$e \times (r - 1) = 45$
Tratamientos (Tr)	$tr - 1 = 1$
E x Tr	$(e - 1) \times (tr - 1) = 2$
Error Experimental (EE)	$e \times (r - 1) \times (tr - 1) = 45$

F de V: Fuente de variación, GL: Grados de libertad, UB: Unidades bovinas, E – e: Periodo o etapas, R – r: UB dentro de los periodos, Tr – tr: Tratamientos.

**Tabla 6.** Diseño de tratamientos en la investigación.

<b>Código</b>	<b>Tratamientos</b>	<b>Descripción</b>
T0	Sin estimulante (SE)	Manejo convencional
T1	Con estimulante (CE)	2 cc de suplemento mineral (Cu, Zn y Se) * <sup>1</sup> + 20 cc de suplemento vitamínico – mineral* <sup>2</sup>

\*<sup>1</sup> *Suplemento mineral (Cu, Zn y Se):* Cu 1,5g; Zn 5,0 g; Se 0,5 g (BROUWER.ar, 2018).

\*<sup>2</sup> *Suplemento vitamínico – mineral:* Toldimfós sódico: 28 mg; Sulfato de Cinc 1,10 mg; Selenito de Sodio 0,33 mg; Ácido nicotínico 5 mg; Sulfato de manganeso 1 mg; Yoduro de Potasio 20 mg (KYROVET.ar, 2018).

### 3.4.5. Análisis de homogeneidad y comportamiento reproductivo

Para el análisis tanto de homogeneidad peso vivo (Kg UB<sup>-1</sup>) como de comportamiento reproductivo de los indicadores reproductivos entre las UB SE y las UB CE:

- Intervalo Parto Primer Servicio (IPPS)\_días
- Intervalo Parto Concepción (IPC)\_días
- Intervalo Parto – Parto (IPP)\_días
- Servicios por Gestación (SPG)\_número

Se utilizó el estadístico “*t*” de Student de William Gosset para datos pareados:

$$\hat{t} = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}}} \quad S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum D^2 - \frac{(\sum D)^2}{n(n-1)}}{n(n-1)}} \quad \bar{d} = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2| \quad GL = n - 1$$

Donde:

$\hat{t}$  = es el estadístico “t” calculado.

$S_{\bar{d}}$  = es la desviación estándar combinada.

$\bar{d}$  = es la diferencia entre las medias de los grupos en valor absoluto.

GL: Grados de libertad.

### Contraste de Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (HA):

**H0:**  $H_0 \equiv \alpha_1 = \alpha_2 = 0$       **HA:**  $H_A \equiv \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq 0$

Para la prueba de homogeneidad en cuanto a los datos cualitativos de condición corporal UB se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman:

- No se dan los supuestos de normalidad y homocedasticidad.
- El nivel de medida de las variables es ordinal.

$$X_r^2 = \frac{12}{nJ(J+1)} \left( \sum R_j^2 \right) - 3n(J+1)$$

Distribución del estadístico de contraste: aproxima Ji Cuadrado con  $n - 1$  grados de libertad con muestras grandes ( $n > 15$  o  $J > 4$ ).

### Contraste de Hipótesis Nula (H0) y Alternativa (HA):

**H0:**  $H_0 \equiv \alpha_1 = \alpha_2 = 0$       **HA:**  $H_A \equiv \alpha_1 \neq \alpha_2 \neq 0$



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS

Se procesó el registro de los datos obteniéndose los siguientes resultados, en el suero sanguíneo de las UB en la investigación.

#### 4.1.1. ANÁLISIS DE HOMOGENEIDAD EN LOS PARÁMETROS CONSIDERADOS PARA LOS GRUPOS DE COMPARACIÓN

Para cumplir con los requisitos del ADEVA se procedió a realizar las pruebas de homogeneidad de las unidades experimentales (UB) *Tabla 6 y 7*, para procesar los datos cuantitativos se procedió con la prueba “t de Student” de datos pareados y para procesar los datos cualitativos se procedió con la prueba no paramétrica de Friedman.

**Tabla 7.** Prueba T de Student – William Gosset pareado de los grupos de comparación de los pesos vivos iniciales (Kg UB<sup>-1</sup>), para la investigación en vacas Holstein Friesian, Tulcán – 2018.

Concepto	Observación 1	Observación 2
Grupo	1	2
N:	16	16
Diferencia de medias Kg UB-1	43,44	
Medias	497,63	454,19
T cal vs T tab	1,64 < 1,75 <sub>0,05; 15</sub>	

**N:** número de datos por grupo, **T cal.:** valor t calculado, **T tab.:** valor t tabulado.

Se observó que el valor T cal. de 1,64 es menor al valor T tab. de 1,75 al 0,05 de significancia estadística y con 15 grados de libertad, lo que significa que los grupos de comparación son iguales en peso vivo (Kg UB<sup>-1</sup>), por tanto, se puede decir que las medias de los grupos son estadísticamente iguales.

**Tabla 8.** Prueba no paramétrica de Friedman de los grupos de comparación de la condición corporal (CC) inicial, para la investigación en vacas Holstein Friesian, Tulcán – 2018.

Grupo 1	Grupo 2	Valor – p
1,50	1,50	> 0,9999

Grupos	Suma (Rangos)	Media (Rangos)	n	Calificación
Grupo 1	24,00	1,50	16	A
Grupo 2	24,00	1,50	16	A

n: número de individuos.

Se observó que la condición corporal (CC) inicial de los grupos de comparación en la prueba no paramétrica de Friedman al 0,05 de significancia estadística son estadísticamente iguales, por tanto, no existen diferencias entre los grupos.

#### 4.1.2. VARIABLES

##### 4.1.2.1. PESO VIVO

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 8) de los datos registrados de los pesos vivos (Kg UB<sup>-1</sup>); obteniéndose los siguientes resultados:

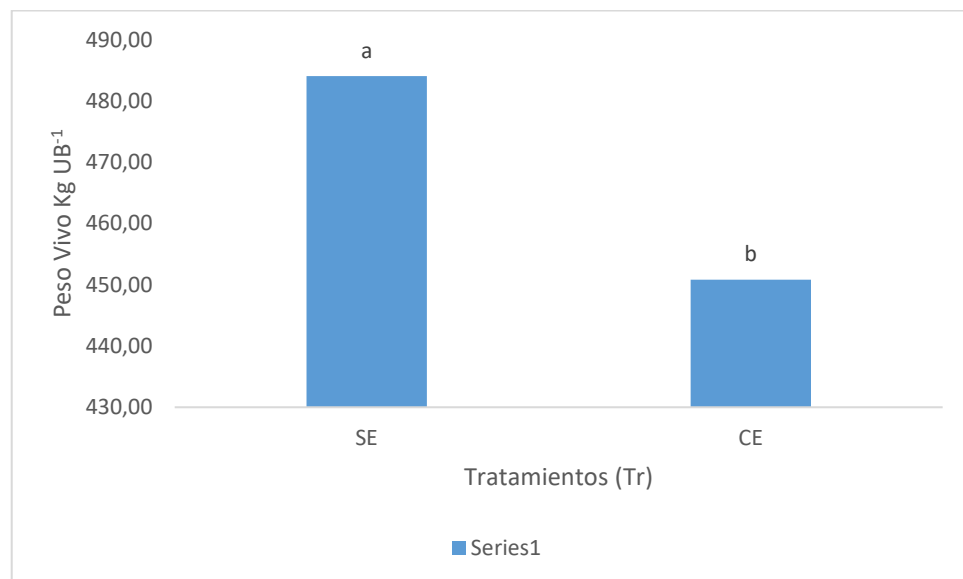
**Tabla 9.** ADEVA del peso vivo (Kg UB<sup>-1</sup>) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F Tab.		
						0,05	0,01	valor - p
T	95	415621,74						
E	2	3483,08	1741,54	0,43	NS	3,20	5,10	0,6551
UB > E	45	183557,16	4079,05	0,92	NS	1,62	1,98	0,6145
Tr	1	26500,26	26500,26	5,95	*	4,05	7,21	0,0187
E x Tr	2	1768,08	884,04	0,20	NS	3,20	5,10	0,8206
EE	45	200313,16	4451,40					
<b>n:</b>	96		<b>x:</b> 467,45			<b>CV%:</b> 14,27		

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor – p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación E, UB > E, E x Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), esto quiere decir, que no existen diferencias entre las medias. En el caso de la fuente de variación Tr; resultó significativa ( $p < 0,05$ ), por tanto, existen diferencias entre las medias de los tratamientos. La media general fue de 467,45 Kg UB<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación fue de 14,27 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

Se puede observar (*Figura 1*), que el efecto de la suplementación nutricional incidió en el peso vivo de la UB, siendo mayor en el manejo convencional con 484,06 Kg UB<sup>-1</sup> que tiene el rango mayor, seguido del tratamiento con suplementación nutricional con 450,83 Kg UB<sup>-1</sup> que posee el rango menor.



SE: Sin estimulante, CE: Con estimulante.

**Figura 1.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del efecto sobre el peso vivo (kg UB<sup>-1</sup>) del control (sin estimulante SE) y el tratamiento (con estimulante CE) en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

#### 4.1.2.2. Alanina aminotransferasa (ALAT o GPT)

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (*Tabla 9*) de los datos registrados de la Alanina aminotransferasa (UI L<sup>-1</sup>); obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 10.** ADEVA del ALAT (UI L<sup>-1</sup>) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F Tab.			
						0,05	0,01	valor - p	
T	95	2,650							
E	2	0,042	0,021	0,880	NS	.	3,20	5,10	0,4218
UB > E	45	1,074	0,024	0,726	NS	.	1,62	1,98	0,8566
Tr	1	0,024	0,024	0,730	NS	.	4,05	7,21	0,3974
E x Tr	2	0,031	0,015	0,469	NS	.	3,20	5,10	0,6286
EE	45	1,479	0,033						
<b>n:</b>		96	<b>x:</b>		33,85	<b>CV%:</b>			12,10

Transformación de datos Log<sub>10</sub>.

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor – p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación E, UB > E, Tr, E x Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), por tanto, no existen diferencias entre las medias. La media general fue de 33,85 UI L<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación fue de 12,10 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

#### 4.1.2.3. Nitrógeno ureico (BUN)

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 10) de los datos registrados del Nitrógeno ureico (mmol L<sup>-1</sup>); obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 11.** ADEVA del BUN ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

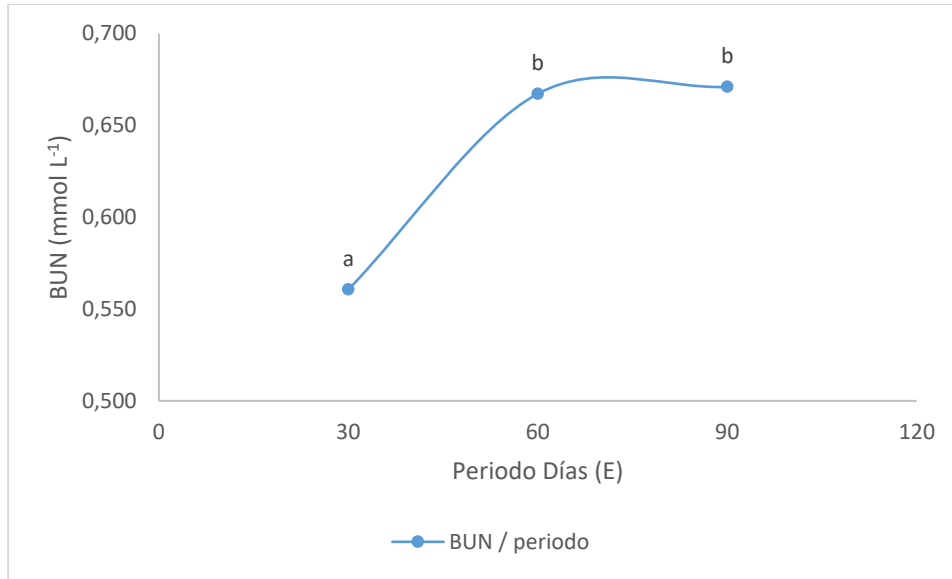
F de V	GL	SC	CM	F cal.	F Tab.				
					0,05	0,01	valor - p		
T	95	22,823							
E	2	2,121	1,061	6,625	*	*	3,20	5,10	0,0030
UB > E	45	7,204	0,160	0,537	NS	.	1,62	1,98	0,9801
Tr	1	0,001	0,001	0,004	NS	.	4,05	7,21	0,9505
E x Tr	2	0,090	0,045	0,152	NS	.	3,20	5,10	0,8597
EE	45	13,407	0,298						
n:	96	x-:	4,75				CV%:	25,68	

Transformación de datos  $\sqrt{x}$ .

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor - p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x-:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación UB > E, Tr, E x Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), por tanto, no existen diferencias entre las medias. Para la fuente de variación periodos (E), resultó altamente significativo ( $p < 0,01$ ), por tanto, existen diferencias entre las medias. La media general fue de  $4,75 \text{ UI L}^{-1}$  y el coeficiente de variación fue de 25,68 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

Se puede observar (*Figura 2*), que los niveles de BUN ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) fueron diferentes en los periodos de muestreo, siendo menor al inicio 30 días antes del parto con  $0,561 \text{ UI L}^{-1}$  que tiene el rango menor, seguido de  $0,667 \text{ UI L}^{-1}$  correspondiente al periodo de 30 días después del parto y  $0,671 \text{ UI L}^{-1}$  a 60 días después del parto; que comparten el rango mayor.



**Figura 2.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del BUN (mmol L<sup>-1</sup>) en los periodos de muestreo en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

#### 4.1.2.4. CALCIO (Ca)

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 11) de los datos registrados del Calcio (mmol L<sup>-1</sup>); obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 12.** ADEVA del Ca (mmol L<sup>-1</sup>) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F Tab.		
						0,05	0,01	valor - p
T	95	7,566						
E	2	0,332	0,166	1,964	NS	3,20	5,10	0,1521
UB > E	45	3,797	0,084	1,185	NS	1,62	1,98	0,2856
Tr	1	0,134	0,134	1,881	NS	4,05	7,21	0,1770
E x Tr	2	0,099	0,050	0,698	NS	3,20	5,10	0,5027
EE	45	3,204	0,071					
<b>n:</b>	96	<b>x:</b>	3,36			<b>CV%:</b>	14,72	

Transformación de datos  $\sqrt{x}$ .

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor - p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación E, UB > E, Tr, E x Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), por tanto, no existen diferencias entre las medias. La media general fue de 3,36 mmol L<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación fue de 14,72 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

#### 4.1.2.5. FÓSFORO (P)

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 12) de los datos registrados del Fósforo (mmol L<sup>-1</sup>); obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 13.** ADEVA del P (mmol L<sup>-1</sup>) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.	F Tab.				
					0,05	0,01	valor - p		
T	95	12,4730							
E	2	0,4209	0,2104	1,6522	NS	.	3,20	5,10	0,2030
UB > E	45	5,7315	0,1274	0,9217	NS	.	1,62	1,98	0,6072
Tr	1	0,0003	0,0003	0,0019	NS	.	4,05	7,21	0,9654
E x Tr	2	0,1019	0,0509	0,3686	NS	.	3,20	5,10	0,6938
EE	45	6,2185	0,1382						
<b>n:</b>	96	<b>x:</b>	3,41				<b>CV%:</b>	20,53	

Transformación de datos  $\sqrt{x}$ .

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor – p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación E, UB > E, Tr, E x Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), por tanto, no existen diferencias entre las medias. La media general fue de 3,41 mmol L<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación fue de 20,53 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

#### 4.1.2.6. MAGNESIO (Mg)

Se realizó el análisis de varianza (ADEVA) (Tabla 13) de los datos registrados del Magnesio ( $\text{mmol L}^{-1}$ ); obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 14.** ADEVA del Mg ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) del efecto de la suplementación nutricional en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

F de V	GL	SC	CM	F cal.		F Tab.			
						0,05	0,01	valor - p	
T	95	1,8455							
E	2	0,1781	0,089	5,041	*	.	3,20	5,10	0,0106
UB > E	45	0,7951	0,018	1,113	NS	.	1,62	1,98	0,3611
Tr	1	0,0528	0,053	3,324	NS	.	4,05	7,21	0,0749
E x Tr	2	0,1048	0,052	3,299	*	.	3,20	5,10	0,0460
EE	45	0,7147	0,016						
<b>n:</b>	96	<b>x:</b>	1,37				<b>CV%:</b>	10,85	

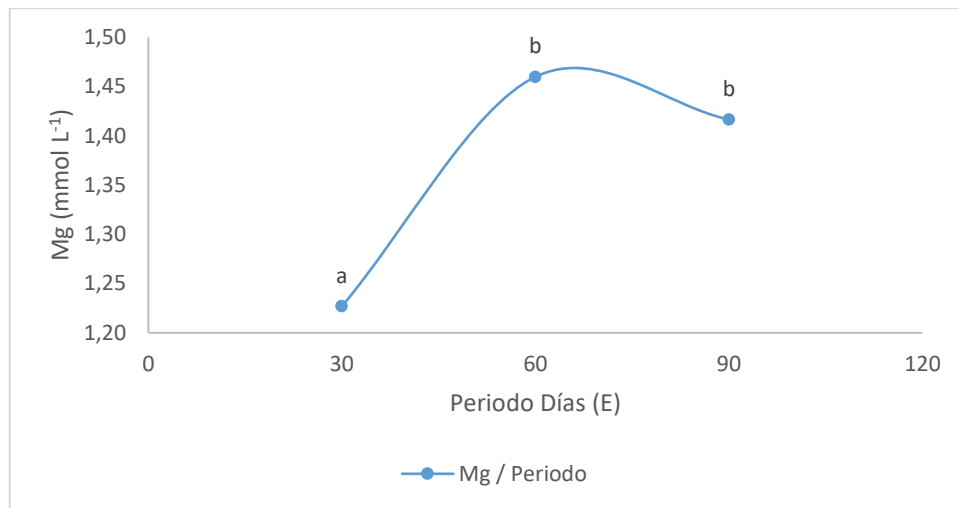
Transformación de datos  $\sqrt{x}$ .

**F de V:** Fuente de variación, **GL:** Grados de libertad, **SC:** Sumatoria de cuadrados, **CM:** Cuadrado medio, **F cal:** Valor Fisher calculado, **F Tab:** Valor Fisher tabulado, **Valor – p:** Valor de probabilidad, **T:** Total, **E:** Periodos o etapas, **UB > E:** Unidades bovinas dentro del periodo o etapa, **Tr:** Tratamientos, **E x Tr:** Periodos o etapas por tratamientos, **EE:** Error experimental, **n:** Numero de datos, **x:** Media general, **CV%:** Coeficiente de variación, **NS:** no significativo, \* y \*\*: significativo y altamente significativo; respectivamente.

Se puede observar las fuentes de variación UB > E, Tr, resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ), por tanto, no existen diferencias entre las medias. Para las fuentes de variación periodos (E) y E x Tr, resultaron significativas ( $p < 0,05$ ), por tanto, existen diferencias entre las medias. La media general fue de  $1,37 \text{ mmol L}^{-1}$  y el coeficiente de variación fue de 10,85 %; que es aceptable para este tipo de investigación.

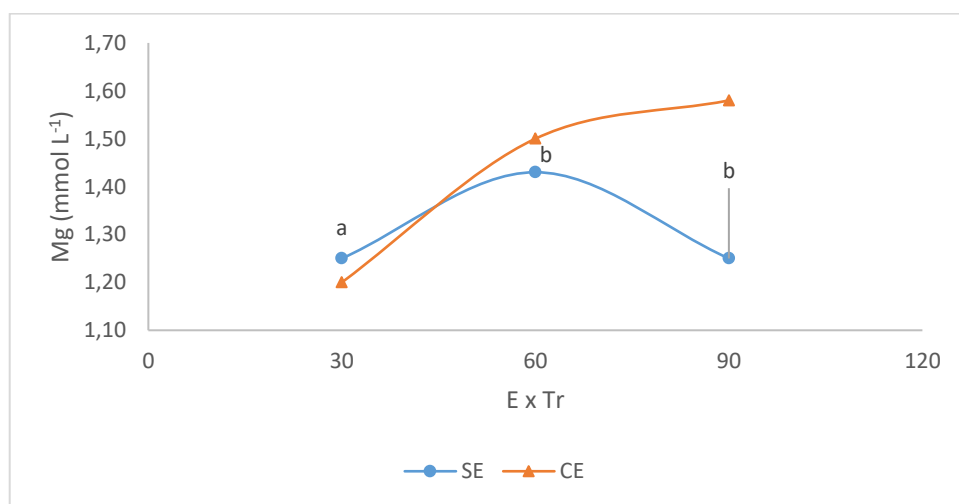
Se puede observar (Figura 3), que los niveles de Mg ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) difieren en los periodos de muestreo, siendo menor al inicio 30 días antes del parto con  $1,23 \text{ mmol L}^{-1}$  que tiene el rango menor, seguido de  $1,46 \text{ mmol L}^{-1}$  correspondiente al periodo de 30 días después del parto y  $1,42 \text{ mmol L}^{-1}$  a 60 días después del parto; que comparten el rango mayor.





**Figura 3.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del Mg (mmol L<sup>-1</sup>) en los periodos de muestreo en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se puede observar (*Figura 4*), que los niveles de Mg (mmol L<sup>-1</sup>) difieren entre periodos de muestreo y tratamientos; se observa una significativa interacción entre las líneas de tendencia, siendo menor al inicio 30 días antes del parto en el control y el tratamiento con 1,25; 1,20 mmol L<sup>-1</sup>; respectivamente que comparten el rango menor, seguido de 1,43; 1,50 mmol L<sup>-1</sup>; respectivamente, correspondiente al periodo de 30 días después del parto y 1,25; 1,58 mmol L<sup>-1</sup>; respectivamente a 60 días después del parto; que comparten el rango mayor.



**Figura 4.** Prueba Duncan al 5% de significancia estadística, del Mg (mmol L<sup>-1</sup>) de la interacción entre los periodos de muestreo (E) y los tratamientos (Tr); control sin estimulante (SE) y con estimulante (CE) en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

#### 4.1.2.7. COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

Del cálculo del estadístico “*t*” de Student para datos pareados se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 15.** Indicadores reproductivos de los grupos en estudio durante el periodo evaluado en el comportamiento potencial reproductivo en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

<b>IR</b>	<b>UB SE</b>	<b>UB CE</b>	<b>DM</b>	<b>t<sub>cal</sub></b>		<b>Valor p</b>
IPPS (días)	124,44	99,44	25,00	3,16	**	0,0065
IPC (días)	181,31	138,63	42,69	3,33	**	0,0046
IPP (días)	463,31	420,63	42,69	3,33	**	0,0046
S/G (U)	2,44	1,94	0,50	1,94	NS	0,0719

IR: Indicadores reproductivos, UB SE: Unidades bovinas sin estimulante, UB CE: Unidades bovinas con estimulante, DM: diferencia de medias, t<sub>cal</sub>: estadístico del t calculado, Valor P: Valor de probabilidad, IPPS: Intervalo Parto Primer Servicio, IPC: Intervalo Parto Concepción, IPP: Intervalo Parto-Parto, S/G: Servicios por Gestación, U: Unidad, \*\*: Altamente significativo, NS: No significativo.

Se puede observar (*Tabla 14*) que el valor de probabilidad de los indicadores reproductivos IPPS, IPC, IPP son altamente significativos ( $p < 0,01$ ), lo que significa que las medias son diferentes, en cambio el indicador reproductivo S/G resultó no significativo ( $p > 0,05$ ), lo que significa que no existen diferencias en las medias.

#### 4.1.2.8. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se separó, examinó y evaluó cuantitativa como cualitativamente, las interrelaciones que resultaron entre los dos grupos de comparación control (sin estimulante SE) y tratamiento (con estimulante CE) en la parte económica y la dinámica de los agentes económicos en los indicadores como la utilidad, tasa beneficio costo (B/C), así como, la rentabilidad; considerando la interacción tanto interna como externa que incidió en la investigación.

Se observa que la ganancia de peso vivo (GPV) en los grupos de comparación en la UB control SE disminuyó entre las etapas de transición de 30 DDP a 60 DDP, provocando una desvalorización económica de las UB en este grupo; resultando en una rentabilidad negativa de -8,90 USD, mientras que en las UB CE se obtuvo una rentabilidad de 0,84 USD (*Cuadro 16*).

**Tabla 16.** Análisis económico de los grupos de comparación Tulcán, 2018.

Tratamientos	Periodo	Productos	Unidades	Dosis	GPV Kg UB <sup>-1</sup>	Beneficio USD
Control (SE)	30 DDP - 60 DDP	SE	-	0,00	-7,44	-148,80
		Suplemento vitamínico – mineral	cc L <sup>-1</sup>	20,00		
Tratamiento (CE)	30 DDP - 60 DDP	Suplemento mineral (Cu, Zn y Se)	cc L <sup>-1</sup>	4,00	3,94	78,80
		Maíz	Kg UB <sup>-1</sup>	60,00		

Tratamientos	Costo Fijo USD	Costo variable USD	Costo total USD	Utilidad USD	Tasa B / C	Rentabilidad USD*
Control (SE)	18,83	0,00	18,83	-167,63	-7,90	<b>-8,90</b>
		2,60				
Tratamiento (CE)	18,83	0,40	42,83	35,97	1,84	<b>0,84</b>
		21,00				

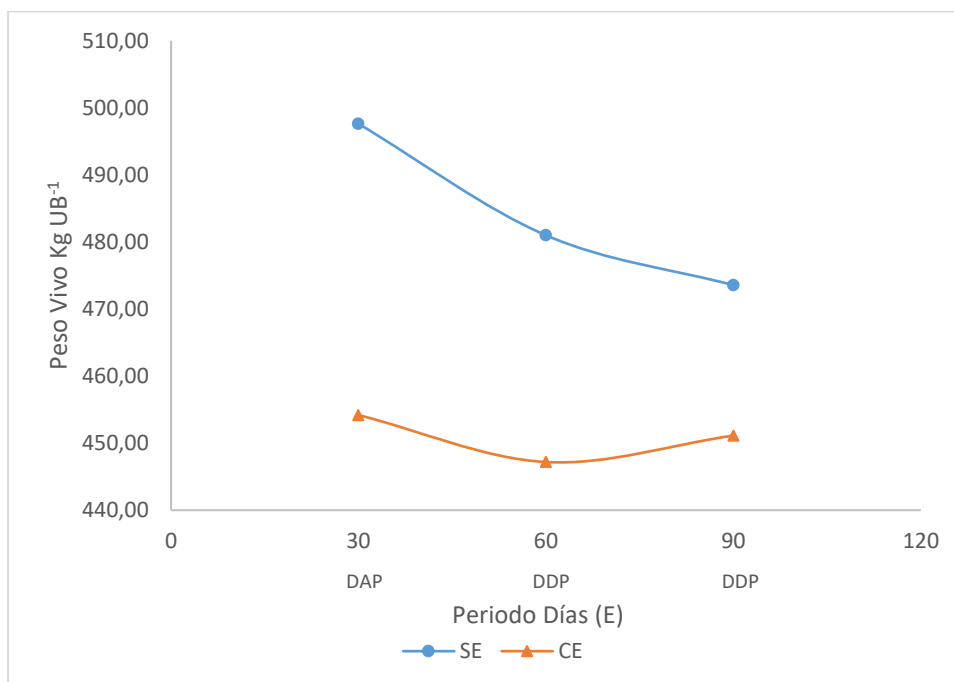
5. \*Rentabilidad (USD) por cada dólar invertido.

CE: (suplemento vitamínico – mineral) 20,00 cc + suplemento mineral (Cu, Zn y Se) 4,00 cc + Maíz 60 KgUB<sup>-1</sup>), GPV: Ganancia de peso vivo.

## 4.2. DISCUSIÓN

Se observa (*Figura 5*) que el comportamiento de la tendencia del peso vivo en el periodo de transición del control (sin estimulante SE) y tratamiento (con estimulante CE) difieren en la tendencia, en cuanto al control se observa que el descenso del peso de las UB (unidades bovinas) en los periodos es más marcado que las UB que recibieron el estimulante; que se ve más estable, así, en las UB SE bajó desde 30 DAP (días antes del parto) a 30 DDP (días después del parto) en 3,34 %; que pudo deberse a que el ternero en sus dimensiones y peso fue mayor, por tanto, su alumbramiento marcó una diferencia significativa con el peso de la madre y podría presentar problemas potenciales a la UB madre al momento del parto y a 60 DDP en 4,84 %; se ve una tendencia a pérdida del peso vivo de la madre; después del alumbramiento, en cambio en las UB CE bajó desde 30 DAP (días antes del parto) a 30 DDP (días después del parto) en 1,54 % que pudo deberse a que las dimensiones del ternero y peso no presentarían problemas potenciales al momento del parto a la UB madre y a 60 DDP en 0,67 % de pérdida de peso, se observa incluso que una tendencia de recuperación del peso vivo desde 30 DDP a 60 DDP en 0,88 %, esto se traduce en que las UB fisiológicamente fueron más estables sin problemas de estrés, que se

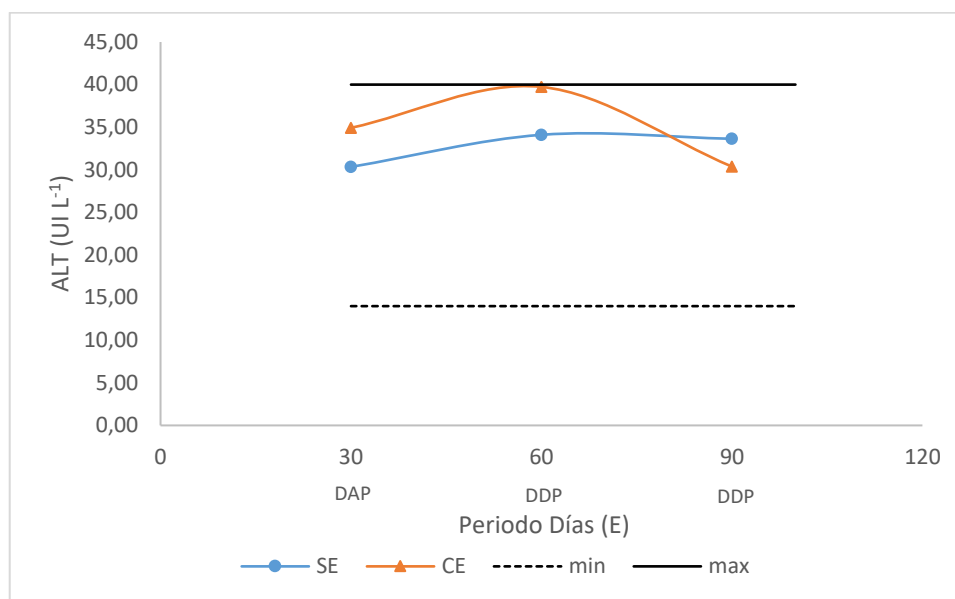
corroborar por lo expuesto por Urrutia, Insaugarat y Moscuza (2017) la suplementación nutricional en las etapas críticas del parto y posparto juegan un rol fundamental en la estabilidad del animal, es decir que la nutrición del animal preñado y su manejo al parto están directamente relacionados y pueden ser la causa de los partos distócicos como terneros de gran tamaño, fracaso de la dilatación vulvar y posiciones anormales del feto.



**Figura 5.** Comportamiento del peso vivo ( $\text{kg UB}^{-1}$ ) durante las etapas de muestreo del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa (*Figura 6*) un incremento del ALAT desde 30 DAP a 30 días DDP para el control en 12,43% ( $30,34 - 34,11 \text{ UI L}^{-1}$ ) y para el tratamiento en 14,52 % ( $34,93 - 39,73 \text{ UI L}^{-1}$ ); con tendencia similar; incluso las UB CE, su tendencia se aproxima al intervalo referencial de ALAT de  $40 \text{ UI L}^{-1}$ , pero en las etapas 30 DDP a 60 DDP se observa una tendencia a la baja en el control SE de 1,38 % ( $33,64 \text{ UI L}^{-1}$ ) y para el tratamiento CE en 23,53 % ( $30,38 \text{ UI L}^{-1}$ ) siendo mayor la reducción que el control y dentro de los parámetros normales, por tanto el suplemento nutricional tiene incidencia sobre la cantidad de ALAT en este periodo de transición, que se traduce en que las UB con ALAT más bajo, no tendrían problemas hepáticos latentes ya que en el periodo de permanencia del ALAT se reduce continuamente, en cambio en el control la permanencia del ALAT es más prolongada por tanto indicaría problemas potenciales hepáticos persistentes, por lo expuesto por Mussart y Coppo (2009), la ALAT como indicador de lesiones hepatocelulares o citólisis y más

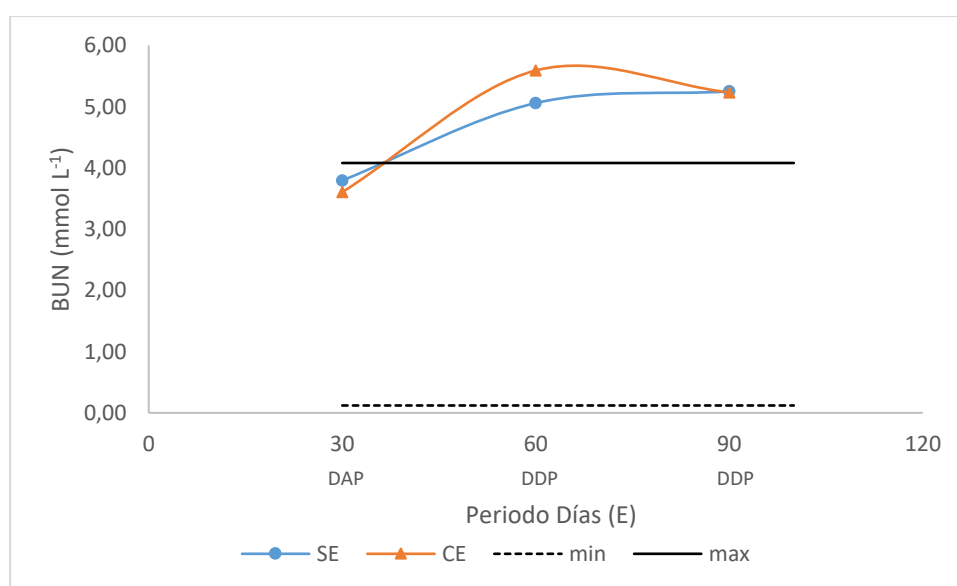
específica que AST, por su ubicación en el citosol del hematocito y su vida media es de 18 horas, por tanto este lapso de tiempo es un indicador de la permanencia de esta transaminasa y su persistencia indicaría la producción hepática continua. Investigaciones similares por (Campos, Cubillos y Rodas, 2007) de los indicadores metabólicos en diferentes razas bovinas lecheras donde la raza Holstein Friesian obtuvo 32,20 UI L<sup>-1</sup>; dentro de los parámetros normales.



**Figura 6.** Concentración de ALAT (UI L<sup>-1</sup>) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia; del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa (*Figura 7*) un incremento del BUN desde 30 DAP a 30 días DDP para el control en 33,51% (3,79 – 5,06 mmol L<sup>-1</sup>) y para el tratamiento en 55,28 % (3,60 – 5,59 mmol L<sup>-1</sup>); con tendencia similar; sobrepasando el intervalo referencial BUN de 4,08 mmol L<sup>-1</sup>; donde se presentaría problemas potenciales renales, así como del metabolismo proteico, fiebre; entre otras, pero en las etapas 30 DDP a 60 DDP se observa que la tendencia no cambia en el control SE, incluso se ve un incremento del BUN en 3,76 % (5,06 – 5,25 mmol L<sup>-1</sup>), en cambio en el tratamiento CE baja en 6,44 % (5,59 – 5,23 mmol L<sup>-1</sup>) siendo continua la reducción que el control y con tendencia a los parámetros normales, por tanto el suplemento nutricional tiene incidencia en la reducción de la cantidad de BUN en este periodo de transición, que se traduce en que las UB con BUN más bajo, no tendrían problemas potenciales de tipo renal, así como del metabolismo proteico, fiebre, infecciones o toxemias, por lo expuesto por Sigua (2019), la concentración de BUN y Urea aumenta en

cualquier situación que reduzca a la TFG, equilibrio de líquidos alterados, reducción del agua plasmática, problemas de deshidratación, isquemia renal, en el proceso metabólico proteico, catabolismo de proteínas tisulares, fiebres, politraumatismos, toxemias o infecciones, problemas hemorrágicos del tubo digestivo. En investigaciones similares de observaciones clínico patológicas en vacas con HEB (Hematuria Enzoótica Bovina), Sánchez, *et al.* (2004) se determinó que en una muestra de 10 vacas consideradas normales frente a una muestra de 29 vacas consideradas con problemas que los niveles de BUN fueron de  $3,09 \pm 0,06$  y de  $4,16 \pm 0,09$  mmol L<sup>-1</sup>; respectivamente.

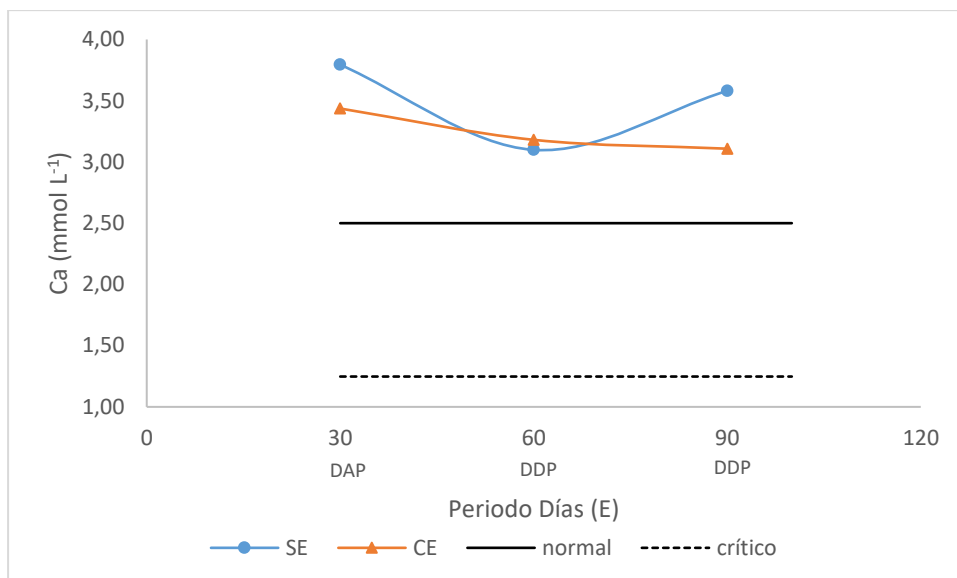


**Figura 7.** Concentración de BUN (mmol L<sup>-1</sup>) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa (*Figura 8*) un descenso del Ca desde 30 DAP a 30 días DDP para el control en 18,21% ( $3,79 - 3,10$  mmol L<sup>-1</sup>) y para el tratamiento en 7,56 % ( $3,60 - 5,59$  mmol L<sup>-1</sup>); siendo el porcentaje de pérdida de Ca menor en el tratamiento que en el control, es decir un 40,84 % menos por efecto de la suplementación, si bien se observa que los valores de Ca tanto para las UB SE como CE se encuentran dentro de los parámetros normales, se debe considerar que si las UB DAP no tienen suficientes reservas de Ca, serían propensas a sufrir problemas de hipocalcemia (parálisis o paraplejía de la vaca parturienta o fiebre de leche) con un descenso importante de Ca; sino se suplementa nutricionalmente antes, en cambio la estabilidad del Ca de las UB que recibieron el tratamiento CE sería necesaria; para que las UB no sufran estas descompensaciones que afectaría su salud integral, por lo expuesto

por IPNI. *et al.*, (2003), la hipocalcemia suele aparecer antes (caso más grave) o inmediatamente después del parto, es rara en vacas primerizas, pero sucede con frecuencia entre el tercero y décimo parto con sintomatología de presencia de temblores musculares, vacilación en la marcha, tropiezo al correr y la UB se deja caer, dobla la cabeza sobre la escápula y se ausenta del medio que la rodea, los valores normales en el suero es de 2,50 mmol L<sup>-1</sup> y crítico < 1,25 mmol L<sup>-1</sup> que puede producir la muerte de la UB. En investigaciones similares, Campos, Cubillos y Rodas (2007) se analizó el contenido del metabolismo mineral en siete razas bovinas donde se obtuvo las UB Holstein Friesian el contenido de Ca fue de 1,82 mmol L<sup>-1</sup>, igualmente, en otra investigación, Sánchez, *et al.* (2004), de la observación clínica patológica en vacas con HEB (Hematuria Enzoótica Bovina), se determinó que las vacas consideradas normales fue de 2,69 mmol L<sup>-1</sup> Ca y de vacas consideradas problema fue de 1,67 mmol L<sup>-1</sup> Ca.

En el periodo de 30 DDP a 60 DDP se observa un aumento del Ca en las UB control SE en 15,48 % (3,10 – 3,58 mmol L<sup>-1</sup>) que pudo deberse a la pérdida importante de Ca en el periodo de transición 30 DAP – 30 DDP, por tanto, las UB se vieron obligadas a consumir grandes cantidades de alimento para suplir esta descompensación o la necesidad en el manejo de suplir manualmente postparto Ca, por lo tanto, se observa en la tendencia positiva del contenido de Ca en el suero sanguíneo, en cambio, en las UB CE, por la suplementación DAP así como en DDP, las UB no sufrieron los efectos negativos de la descompensación de Ca, por tanto la estabilidad del animal se mantiene, incluso se observa una ligera disminución de Ca en 2,20 % (3,18 – 3,11 mmol L<sup>-1</sup>); pero se mantiene dentro de los parámetros normales, por lo expuesto por García (2015), los minerales de mayor actividad en el periodo de transición son el Zn, Se, Ca, P e I, los cuales deben ser suplementados por su limitación en la oferta o alta demanda metabólica, así 99% del Ca se encuentra en los huesos y dientes y el 1% es funcional en la fisiología del organismo como componente de la leche y el plasma sanguíneo, su deficiencia provoca reducción del apetito, producción lechera, eficiencia reproductiva, aprovechamiento del alimento y el aumento de enfermedades metabólicas.



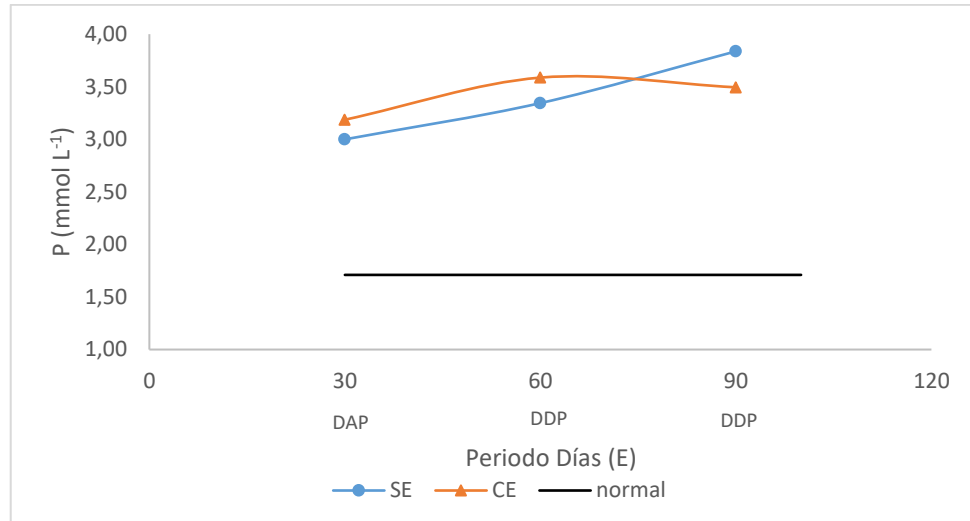
**Figura 8.** Concentración de Calcio Ca (mmol L<sup>-1</sup>) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa (*Figura 9*) un aumento del P desde 30 DAP a 30 días DDP para el control en 11,33% (3,00 – 3,34 mmol L<sup>-1</sup>) y para el tratamiento en 12,54 % (3,19 – 3,59 mmol L<sup>-1</sup>) siendo mayor por efecto del suplemento; si bien se observa que los valores de P tanto para las UB SE como CE se encuentran dentro de los parámetros normales, se debe considerar que si las UB DAP no tuvieran suficientes reservas de P, serían propensas a sufrir problemas de hipofosforemia cuya sintomatología se asocia a que la UB conserva su apetito, se mantiene alerta, sigue produciendo leche, pero se arrastra como foca y al intentar erguirse cae pesadamente produciendo daños irreversibles y que se opte por el sacrificio del animal, por lo expuesto por IPNI. ec (2003), la hipofosforemia suele aparecer de 24 a 48 horas después del parto o antes, luce normal en cuanto al apetito, alerta del entorno, pero no puede sostenerse en las patas traseras arrastrándose como foca, una solución emergente es adecuar una hamaca que se sostenga por el vientre de la UB para evitar que el peso descansa sobre los músculos de los cuartos posteriores y otra previniendo de 8 – 10 DAP aplicar una primera dosis de 50 ml de una solución de P y repitiendo la dosis después de 5 días, los valores normales se encuentran sobre el 1,71 mmol L<sup>-1</sup>. En investigaciones similares, Campos, Cubillos y Rodas (2007) se analizó el contenido del metabolismo mineral en siete razas bovinas donde se obtuvo las UB Holstein Friesian el contenido de P fue de 1,43 mmol L<sup>-1</sup>, igualmente, en otra investigación, Sánchez, *et al.* (2004), de la observación clínica patológica en vacas con HEB (Hematuria Enzoótica Bovina), se determinó que las vacas



consideradas normales fue de  $1,96 \text{ mmol L}^{-1} \text{ P}$  y de vacas consideradas problema fue de  $1,74 \text{ mmol L}^{-1} \text{ P}$ .

En el periodo de 30 DDP a 60 DDP se observa un aumento del P en las UB control SE en  $14,97 \%$  ( $3,34 - 3,84 \text{ mmol L}^{-1}$ ) que pudo deberse a que las UB consumieron grandes cantidades de alimento para suplir la necesidad de P en ausencia de suplemento o la pertinencia se suplir posparto P en el manejo, por lo tanto, se observa en la tendencia positiva del contenido de P en el suero sanguíneo, en cambio, en las UB CE, por la suplementación DAP así como en DDP, las UB no sufren efectos de descompensación, incluso se observa una ligera disminución de P en  $2,79 \%$  ( $3,59 - 3,49 \text{ mmol L}^{-1}$ ); pero se mantiene dentro de los parámetros normales, por lo expuesto por García (2015), los minerales de mayor actividad en el periodo de transición son el Zn, Se, Ca, P e I, los cuales deben ser suplementados por su limitación en la oferta o alta demanda metabólica, así  $80\%$  del P se encuentra en los huesos y dientes y el  $20\%$  es funcional en la fisiología del organismo como componente de la leche y el plasma sanguíneo, su deficiencia provoca reducción del apetito, producción lechera, eficiencia reproductiva, aprovechamiento del alimento y el aumento de enfermedades metabólicas.

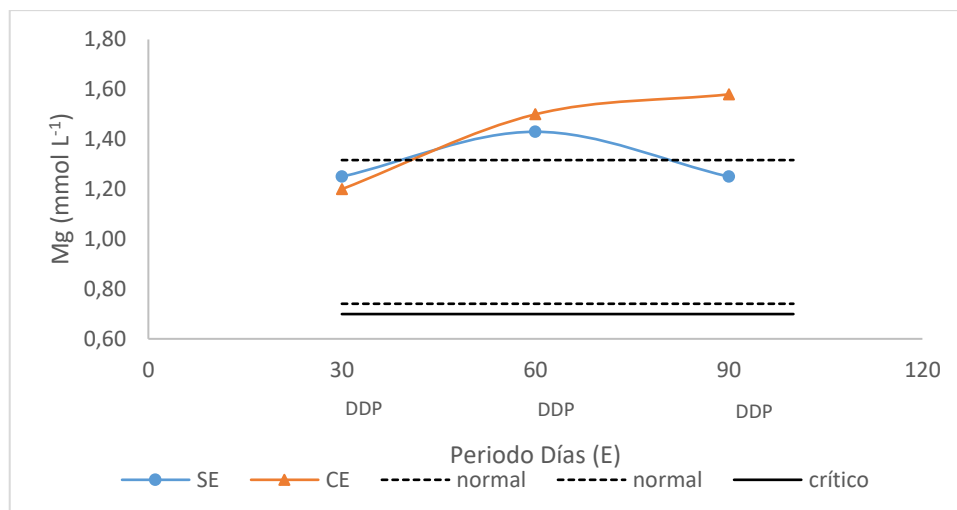


**Figura 9.** Concentración de Fósforo P ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa (*Figura 10*) que en el periodo de 30 DAP a 30 DDP se ve un aumento del contenido de Mg en el suero sanguíneo del control SE en  $14,40 \%$  ( $1,25 - 1,43 \text{ ml L}^{-1}$ ) y

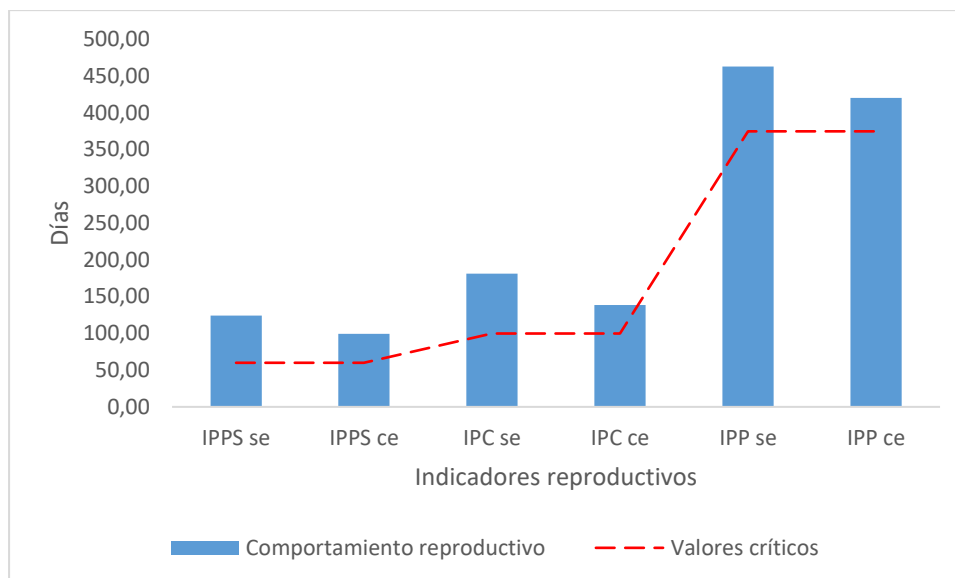
del tratamiento CE en 25,00 % ( $1,20 - 1,50 \text{ mmol L}^{-1}$ ) siendo mayor por el efecto de la suplementación, si bien los niveles de Mg tanto en las UB SE como en las CE se encuentran entre los niveles normales, se debe considerar que si las UB no poseen reservas suficientes de Mg se producirían problemas de hipomagnesemia y la sintomatología en deficiencia sería temblores musculares, disminución o supresión de la producción lechera, inapetencia, movimiento exagerado de las extremidades o pedaleo, orina espasmódica y defecación continua, por lo expuesto por IPNI. ec (2003), la hipomagnesemia se conoce como tetania hipomagnésica, tetania de los pastos, tetania de la lactancia y tetania del transporte, se presenta de 24 a 48 horas DDP y son inducidos por deficiencias de Mg en forrajes y pastos o en las mezclas minerales, o factores dietéticos que causen su reducción en el suero sanguíneo y su sintomatología se relaciona con espasmos musculares y pedaleo de extremidades, afectación e la producción de leche, espasmos al orinar y continua defecación, sus valores normales se encuentran entre  $0,74 - 1,32 \text{ mmol L}^{-1}$  y el valor crítico está en  $0,70 \text{ mmol L}^{-1}$ , en investigaciones similares, Campos, Cubillos y Rodas (2007) se analizó el contenido del metabolismo mineral en siete razas bovinas donde se obtuvo las UB Holstein Friesian el contenido de Mg fue de  $0,79 \text{ mmol L}^{-1}$ , igualmente, en otra investigación, Sánchez, *et al.* (2004), de la observación clínica patológica en vacas con HEB (Hematuria Enzoótica Bovina), se determinó que las vacas consideradas normales fue de  $0,739 \text{ mmol L}^{-1} \text{ Mg}$  y de vacas consideradas problema fue de  $0,657 \text{ mmol L}^{-1} \text{ Mg}$ .

En el periodo de 30 DDP a 60 DDP se observa un descenso de Mg en las UB control SE en 12,59 % ( $1,43 - 1,25 \text{ mmol L}^{-1}$ ) que pudo deberse a la falta de suplementación y a que el alimento de las UB consumido no tuvieron suficiente reserva de Mg; para suplir la necesidad fisiológica en este periodo, en cambio, en las UB CE, por la suplementación DAP así como en DDP, las UB no sufrieron descompensación, incluso se observa un aumento de los niveles de Mg en el suero sanguíneo en 5,33 % ( $1,50 - 1,58 \text{ mmol L}^{-1}$ ); manteniéndose dentro de los parámetros normales, por lo expuesto por IPNI. ec (2003), en hipomagnesemia la mortalidad bovina puede aumentar hasta un 30% en UB no tratadas y se reduce hasta en un 12% en UB tratados, el tratamiento recomendado consiste en la aplicación de Mg ( $\text{SO}_4$ )<sub>2</sub> al 5 % (500 ml para UB adultas) por vía endovenosa, en forma preventiva, se debe suministrar de 60 a 120 g día<sup>-1</sup> de MgO mezclados con melaza y en forma edáfica en pastos y forrajes, dependiendo del análisis foliar y suelo 30 Kg de Mg ( $\text{SO}_4$ )<sub>2</sub>, 15 – 20 días antes del pastoreo.



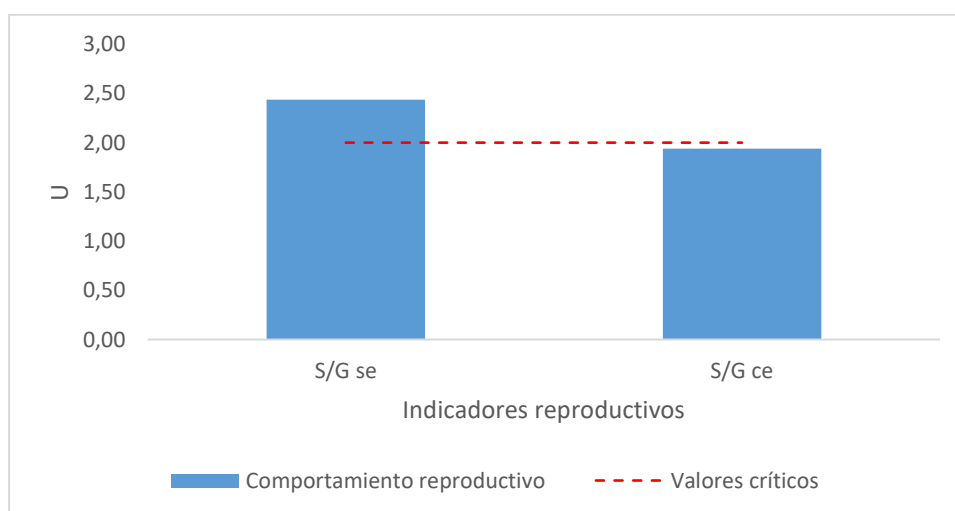
**Figura 10.** Concentración de Mg ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en los periodos de muestreo en comparación a los valores biológicos de referencia (VBR); del control (sin estimulante SE) y la suplementación nutricional (con estimulante CE); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Se observa en la *Figura 11* que las UB control SE para el indicador reproductivo intervalo parto primer servicio (IPPS) supera al valor crítico de  $< 60$  días en 107,40 % y las UB tratamiento CE superan al valor crítico en 65,73 %, lo que significa que la suplementación mineral es beneficiosa en el comportamiento reproductivo al reducir el intervalo limitando los problemas fisiológicos por lo expuesto por Córdova, *et al.* (2016) muchos de los fracasos y problemas en el comportamiento reproductivo podrían solucionarse con una suplementación mineral a base de microelementos y proteína vegetal. Para el indicador reproductivo intervalo parto concepción (IPC) en las UB control SE superó al valor crítico de  $< 100$  días en 81,31 % y las UB tratamiento CE superaron al valor crítico en 38,63 % lo que significa que es beneficioso en la reducción de este intervalo por lo expuesto por Ulloa (2019) el desbalance energético por falta de suplementación alimenticia retarda la reanudación de los ciclos estrales postparto y el intervalo parto concepción es mayor. Para el indicador intervalo parto – parto (IPP) las UB control SE superaron al valor crítico  $< 375$  días en 23,55 % y las UB tratamiento CE superaron en 12,17 % lo que es beneficioso en el comportamiento reproductivo por lo expuesto por (Silva, 2019) la sustitución de la sal común por un suplemento mineral completo incide directamente en el porcentaje de pariciones, reduciendo el intervalo parto – parto e incrementando este porcentaje entre el 10 al 50 %.



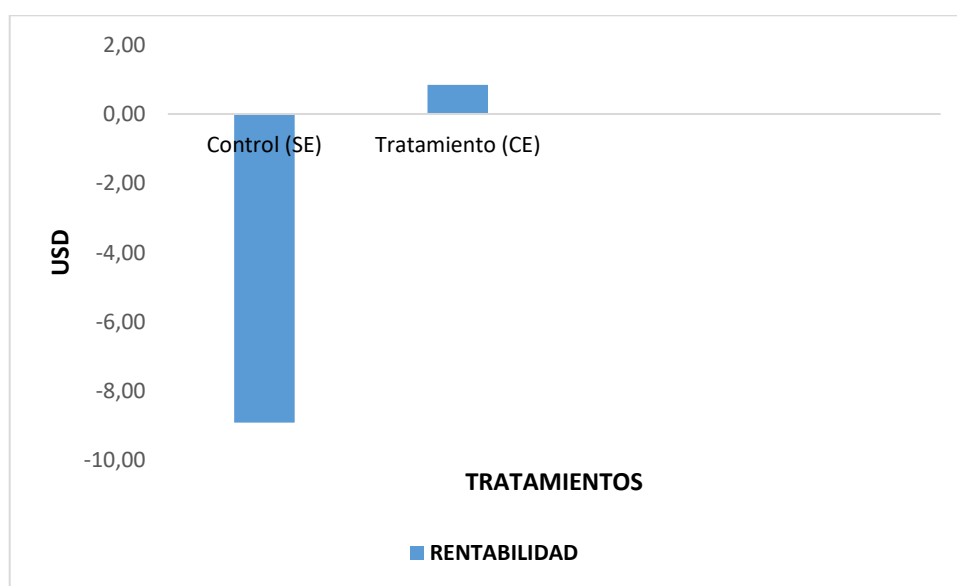
**Figura 11.** Indicadores reproductivos relacionados a los días parto del grupo control sin estimulante (se) y con estimulante (ce); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

Para el indicador reproductivo servicio por gestación (S/G) en la *Figura 12*, a pesar que los valores obtenidos son estadísticamente iguales entre el grupo control SE y el grupo tratamiento CE, las UB control SE superaron al valor crítico en 22,00 %, mientras que el grupo tratamiento CE incluso resultó menor al valor crítico en 3,09 %, lo que es beneficioso en el comportamiento reproductivo, porque significa que se necesita menos servicios para que la UB quede fecundada, por lo expuesto por Silva (2019) las vacas que han recibido en su alimentación algún tipo de suplemento nutricional sea este mineral u orgánico poseen mejor tasa de concepción y mejor transporte del espermatozoides por el incremento de las contracciones uterinas hacia el oviducto.



**Figura 12.** Indicador reproductivo relacionado a los servicios por gestación entre el grupo control sin estimulante (se) y con estimulante (ce); en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

En la *Figura 13*, se puede observar una rentabilidad negativa para las UB SE o control con -8,90 USD; debido a que las UB control perdieron peso en el periodo de transición, lo cual se convierte en peso negativo; es decir que a parte de la inversión realizada, se tiene que gastar recursos económicos adicionales para estabilizar la salud integral de las UB, lo cual no es viable económicamente; porque incrementa los costos de operación, mientras que las UB CE resultaron en una rentabilidad de 0,84 USD (*Cuadro 16*), es decir, que por cada dólar invertido se recupera 0,84 USD, por tanto, es conveniente económicamente optar por la suplementación energético mineral en los periodos de transición antes del parto (DAP) y postparto (DDP); por la estabilidad de la salud integral del hato ganadero y para que el sistema productivo pecuario sea sostenible y sustentable.



**Figura 13.** Rentabilidad de los tratamientos entre el grupo UB SE y UB CE; en vacas Holstein Friesian, Tulcán 2018.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

- El estado metabólico de las UB HF CE durante el periodo de transición de los 30 DAP a 30 DDP en las UB SE para la variable peso vivo ( $\text{Kg UB}^{-1}$ ) como indicador de la condición física descendió en mayor porcentaje que en las UB CE, en cuanto a la cantidad de ALAT y BUN en  $\text{UI L}^{-1}$  y  $\text{mmol L}^{-1}$ ; respectivamente como indicadores de la función hepática; en el suero sanguíneo, subieron en porcentaje similar en los dos grupos, en cuanto a la cantidad de los nutrientes ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) como indicadores de la fisiología mineral en el suero sanguíneo para el Ca en las UB SE descendió en mayor porcentaje que en las UB CE, para el P subió en porcentaje similar y para el Mg las UB SE subió en menor porcentaje que las UB CE.
- El estado metabólico en el comportamiento reproductivo posparto de las UB HF CE durante el periodo de transición de los 30 DDP a 60 DDP en las UB SE para la variable peso vivo ( $\text{Kg UB}^{-1}$ ) como indicador de la condición física, descendió en mayor porcentaje que en las UB CE incluso en este grupo hubo una tendencia de recuperación del peso vivo, en cuanto a la cantidad de ALAT en  $\text{UI L}^{-1}$  en el suero sanguíneo, como indicador de la función hepática de las UB SE hubo una tendencia de aumento y en las UB CE hubo descenso que es un buen indicador de ausencia de problemas fisiológicos de esta transaminasa, en el BUN así mismo como indicador de la función hepática en las UB SE hubo una tendencia de aumento y en las UB CE hubo una tendencia de descenso que es bueno fisiológicamente.
- En cuanto a la cantidad de los nutrientes como indicadores de la fisiología mineral ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) en el suero sanguíneo para el Ca en las UB SE incrementó en mayor porcentaje que en las UB CE que fue más estable, para el P en las UB SE subió en mayor porcentaje que en las UB CE que fue más estable, y para el Mg las UB SE descendió en mayor porcentaje que en las UB CE e incluso en este grupo hubo una tendencia de aumento, que es beneficioso fisiológicamente.

- En cuanto al comportamiento reproductivo se determinó que en las UB control SE se incrementó el intervalo en los indicadores productivos IPPS, IPC, IPP y S/G alejándose considerablemente de los valores críticos de normalidad, que resulta en problemas reproductivos, mientras que en las UB tratamiento CE estos indicadores reproductivos resultaron en una disminución de los intervalos; sin alejarse considerablemente de los valores críticos e incluso menor en el caso del indicador reproductivo S/G, lo que confirma la importancia que tiene la suplementación nutricional preparto y postparto para mermar los problemas reproductivos de las UB.
- En cuanto al impacto económico resultó que es conveniente optar por la suplementación energético mineral entre los periodos de transición desde antes del parto como después del parto, para que el sistema pecuario tenga sostenibilidad y sustentabilidad, así como por el beneficio en la estabilidad de la salud integral de las UB.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- Realizar estudios similares en otras razas lecheras de interés, para observar, el comportamiento metabólico en los periodos de transición y su respuesta a la suplementación energético – mineral para optimizar la vida productiva de las UB de carácter lechero.
- Realizar el seguimiento del comportamiento reproductivo mediante el registro de los indicadores reproductivos en el hato ganadero de forma continua para evaluar el estado nutricional de las unidades bovinas y tomar acciones preventivas que permitan evitar problemas posteriores y trabajar con índices rentables para llegar a obtener 1 ternero vivo / vaca / año.
- El análisis económico de los recursos que se inviertan en el manejo del hato ganadero debe ser primordial para evaluar los resultados obtenidos y realizar los ajustes necesarios que permitan la sostenibilidad y sustentabilidad del sistema productivo.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albornoz, L., Albornoz, J., Cruz, J., Fidalgo, L., Espino, L., Morales, M., . . . Verdes, J. (2017). Estudio comparativo de los niveles de Calcio, Fosforo y Magnesio durante el parto en vacas lecheras en diferentes sistemas de producción en Uruguay y España. *Veterinaria (Montevideo)*, 4-12. Obtenido de <http://www.scielo.edu.uy/pdf/vet/v53n205/v53n205a01.pdf>
- Amador, A. (2019). *Determinación de los valores del perfil metabólico durante los periodos parto y postparto en bovinos de alta producción*. Tambillo, Ecuador: Universidad de las Américas - UDLA. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/11610/1/UDLA-EC-TMVZ-2019-27.pdf>
- Balarezo, L., Montenegro, F., & Mora., R. (Junio de 2015). Obtención de parámetros productivos, reproductivos y nutricionales en explotaciones lecheras del Carchi. (O. Boroto, Ed.) *SATHIRI*(8), 9-18. Recuperado el 01 de 01 de 2018
- Beita, K., & Elizondo, J. (2021). Suplementación de vacas lecheras en producción con un complejo de vitaminas B recubierto. *Agronomía Mesoamericana*, 236-248. doi:10.15517/am.v32i1.39701
- Berneda, M., Noble, C., & Rodríguez, M. (2019). Efecto del nivel de alimentación parto sobre el reinicio de la actividad luteal de vacas lecheras a pastoreo. *Universidad de la República ur*, 1-36. Obtenido de repository.lasallista.edu.co REDUCCIÓN DE LOS DIAS ABIERTOS EN UN HATO LECHERO MEDIANTE EL MANEJO REPRODUCTIVO PLANIFICADO: <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/2329/FV-33770.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- BROUWER.ar. (2018). *Cobrexilin Plus*. Buenos Aires - Argentina. 2p: BROUWER S.A. Obtenido de <https://brouwer.com.ar/productos/cobrexilin-plus/>
- Campos, R., Correa, A., Zambrano, G., & Ospina, A. (2018). Alteraciones bioquímicas y metabólicas en el periodo de transición en vacas lecheras. *Revista de Investigación*



*Agraria y Ambiental - RIIA*, 165-179. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6512373>

Campos, R., Cubillos, C., & Rodas, Á. (2007). Indicadores metabólicos en razas lecheras especializadas en condiciones tropicales en Colombia. *Universidad Nacional de Colombia*, 1-8. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v56n2/v56n2a05.pdf>

Campos, R., Morales, J., & Espinosa, N. (2020). Efecto de la suplementación nutricional sobre el balance energético en vacas lecheras en trópico bajo. *Revista Lasallista de investigación*, 10-27. doi:<https://doi.org/10.22507/rli.v17n1a1>

Chamba, H., Benítez, E., & Pesántez, M. (2017). Estimación de los nacimientos y las pérdidas económicas por baja eficiencia reproductiva en rebaños lecheros. *Revista de Medicina Veterinaria*, 16-28. doi:<https://doi.org/10.19052/mv.4384>

Changoluisa, D. (04 de 2017). *Evaluación del efecto de dosis bajas de somatropina bovina recombinante sobre el porcentaje de concepción en vacas lecheras de alta producción al pastoreo en dos pisos altitudinales*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Obtenido de [www.dspace.uce.edu.ec: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10242/1/T-UCE-0014-018-2017.pdf](http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10242/1/T-UCE-0014-018-2017.pdf)

Córdova, A., Xolalpa, V., Espinoza, R., Córdova, C., Méndez, M., Huerta, R., . . . Guerra, J. (2016). Causas nutricionales que pueden provocar desórdenes reproductivos y baja fertilidad en vacas. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-2. Obtenido de [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar) CAUSAS NUTRICIONALES QUE PUEDEN PROVOCAR DESÓRDENES REPRODUCTIVOS Y BAJA FERTILIDAD EN VACAS: [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/244-Causas\\_nutricionales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/244-Causas_nutricionales.pdf)

Coria, M., Álvarez, M., Reineri, P., & Palma, G. (2021). Efecto de la suplementación con maíz sobre la expresión de genes asociados a grasa intramuscular. 1-7. doi:<https://doi.org/10.21897/rmvz.1995>

Coronado, J. (2016). *Histopatología del rumen por paramphistómidos y el efecto sobre los metabolitos sanguíneos en vacas lecheras*. Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca - UNC. Obtenido de

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1352/Histopatolog%20del%20Rumen%20y%20el%20efecto%20sobre%20los%20metabolitos%20%20sanguineos%20en%20vacas%20lecheras%20Cajamar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

De Luca, L. (2018). Vacas lecheras de alta producción: relación entre nutrición, metabolismo e inmunidad en el período de transición. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 1-9. Obtenido de [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/322-alta%20produccion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/322-alta%20produccion.pdf)

Destefani, J., Goslino, G., & Pons, M. (2018). Monitoreo del parto y estudio del efecto de la suplementación oral de Calcio sobre las enfermedades del parto en vacas lecheras. *Universidad de la República Uruguay*, 1-63. Obtenido de [www.scielo.org.pe:https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1406/FV-33722.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.scielo.org.pe:https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/bitstream/handle/123456789/1406/FV-33722.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

FAO. (01 de 01 de 2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Obtenido de El maíz en la nutrición humana: <http://www.fao.org/3/t0395s/T0395S00.htm#Contents>

Gaona, R., Morales, J., & Espinoza, N. (2020). Efecto de la suplementación nutricional sobre el balance energético en vacas lecheras en trópico bajo. *Revista Lasallista de Investigación*, 10-27. doi:<https://doi.org/10.22507/rli.v17n1a1>

García, J. (2017). Efecto de la suplementación parenteral de cobre Zinc y Manganeso en el tratamiento de la papilomatosis cutánea bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63649684014.pdf>

García, J., Cuesta, M., Pedroso, R., Rodríguez, J., Mollineda, A., Figueredo, J., & Quiñones, R. (2007). Suplementación parenteral de cobre en vacas gestantes: efecto sobre el postparto y terneros. *Nutrición Animal Tropical*, 1-11. Obtenido de <https://revistamvz.unicordoba.edu.co/article/view/419/487>

García, J., Noval, E., Quiñones, R., Pérez, A., & Hernández, M. (2019). Principales indicadores reproductivos y factores ambientales que afectan a vacas de los genotipos Siboney y Mambí de Cuba. *Revista de Producción Animal*, 34-43. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v31n2/2224-7920-rpa-31-02-34.pdf>

- García, K. (2015). *Suplementación mineral y vitamínica de vacas lecheras en trópico durante el periodo de transición*. Palmira - Colombia: Universidad Nacional de Colombia - UNC. Obtenido de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54252/1113636754.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gilmore, F., Young, D., Patterson, A., Wylie, R., Law, D., J. Kilpatrick, C., & . Elliott, C. (2011). An evaluation of the effect of altering nutrition and nutritional strategies in early lactation on reproductive performance and estrous behavior of high-yielding Holstein-Friesian dairy cows. (A. D. Association, Ed.) *Journal of Dairy Science*, Volume 94, Issue 7, 3510–3526. Recuperado el 04 de 12 de 2017, de [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(11\)00347-X/fulltext](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(11)00347-X/fulltext)
- Gómez, L., & Campos, R. (2016). Control del balance energético negativo y comportamiento productivo y metabólico en vacas doble propósito bajo suplementación energética. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 147-156. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6285697>
- Hong Xuan, N., Tan Loc, H., & Trong Ngu, N. (2018). Blood biochemical profiles of Brahman crossbred cattle supplemented with different protein and energy sources. *Veterinary World*, 1021-1024. doi:10.14202/vetworld.2018.1021-1024
- Huertas, E. (2019). Balance energético negativo. *Universidad Cooperativa de Colombia*, 1-20. Obtenido de [www.milkproduction.com](http://www.milkproduction.com): [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019\\_Balance\\_Energetico\\_Negativo.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14629/3/2019_Balance_Energetico_Negativo.pdf)
- INFOCARNE mx. (01 de 01 de 2021). *Manejo de la eficiencia reproductiva*. Obtenido de LA REPRODUCCION ES UN TEMA MULTIFACETICO: [https://www.infocarne.com/bovino/funcion\\_reproductiva.asp](https://www.infocarne.com/bovino/funcion_reproductiva.asp)
- IPNI. ec. (2003). *Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos*. Ottawa - Canadá: International Plant Nutrition Institute - IPNI. 94p.
- KYROVET.ar. (2018). *Kyrofosfan NF*. Buenos Aires - Argentina. 2p.: KYROVET S.A. Obtenido de <http://www.kyrovvet.com/es/vitaminas-y-minerales/kyrofosfan-nf-detalle>

- Mamani, C. (2021). *Efecto de la relación energía - proteína en el engorde intensivo de vacunos en el altiplano*. PUNO: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO - UNAP. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15588/Mamani\\_Ticono\\_Cesar\\_Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15588/Mamani_Ticono_Cesar_Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Matos, C., Pinheiro, F., Paes, J., Lima, E., & Campos, D. (2017). Avaliação do Potencial de Uso de Biofertilizante de Esterco Bovino Resultante do Sistema de Manejo Orgânico e Convencional da Produção de Leite. *Revista Virtual de Química*, 1957-1969. Obtenido de [www.ncbi.nlm.nih.gov:https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1080560/1/2017046.pdf](http://www.ncbi.nlm.nih.gov:https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1080560/1/2017046.pdf)
- Mussart, N., & Coppo, J. (2009). Indicadores sanguíneos de daño hepático en novillos cruza cebú parasitados por *Fasciola hepática*. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 81 - 85. doi:<http://dx.doi.org/10.30972/vet.2021854>
- Roa, M., Ladino, E., & Hernández, M. (2017). Indicadores de bioquímica sanguínea en bovinos suplementados con *Cratylia argentea* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Pastos y Forrajes*, 144-151. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n2/pyf08217.pdf>
- Rosales, C., Chamba, H., Chávez, R., Pesántez, M., & Benítez, E. (2017). Niveles de insulina y glucosa como indicadores de eficiencia reproductiva y productiva en vacas posparto. *REDVET*, 1-11. Obtenido de [www.produccion-animal.com.ar:https://www.redalyc.org/pdf/636/63651263009.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar:https://www.redalyc.org/pdf/636/63651263009.pdf)
- Ruíz, R. (31 de Mayo de 2016). *www.engormix.com*. Obtenido de [www.engormix.com:https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/las-vacas-lecheras-necesitan-t38957.htm](http://www.engormix.com:https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/las-vacas-lecheras-necesitan-t38957.htm)
- Salado, E., & Roskopf, P. (2017). Enfermedades del periodo de transición en vacas lecheras: monitoreo y prevención. *INTA ar*, 1-9. Obtenido de [https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8427/INTA\\_CRSantaFe\\_EEARafaela\\_Salado\\_EE\\_Enfermedades\\_periodo\\_transicion\\_vacas\\_lecheras.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8427/INTA_CRSantaFe_EEARafaela_Salado_EE_Enfermedades_periodo_transicion_vacas_lecheras.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Salamanca, A. (2010). Suplementacion de minerales en la produccion bovina. *Revista Electrónica de Veterinaria - REDVET*, 1-11. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63615732008>
- Salamanca, A., Vélez, M., & Bentez, J. (2017). Efectos no genéticos sobre reproducción en vacas mestizas con predominio *Bos indicus*. *Revista Investigación Veterinaria pe*, 1-9. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.11749>
- Sánchez, A., Arraga, C., García, D., Pino, D., Villarroel, R., & Boscán, J. (2004). Observaciones Clínico Patológicas en vacas con Hematuria Enzoótica Bovina (HEB). *Revista Científica FCV - LUZ*, 317 - 323. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Julio\\_Boscan-Ocando/publication/242663129\\_Observaciones\\_clinico\\_patologicas\\_en\\_vacas\\_con\\_hematuria\\_enzootica\\_bovina/links/56bbeb6a08ae2481ab6ae720.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Julio_Boscan-Ocando/publication/242663129_Observaciones_clinico_patologicas_en_vacas_con_hematuria_enzootica_bovina/links/56bbeb6a08ae2481ab6ae720.pdf)
- Sigua, J. (2019). *Determinación de valores referenciales en hemograma y química sanguínea en bovinos hembras de raza Holstein en condiciones de altitud*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana - Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18240/1/UPS-CT008663.pdf>
- Silva, R. (2019). *Efecto de un flushing energético-mineral para aumentar la tasa de fecundidad en vacas Brown Swiss x Bos indicus*. Puyo, Ecuador: Universidad Estatal Amazónica ec. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/370/1/T.AGROP.B.UEA.1120>
- Ulloa, L. (2019). *Efecto del balance energético negativo sobre el desarrollo ovárico en vacas lecheras post-parto*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://infolactea.com:8080/bitstream/123456789/13421/1/20T01293.pdf>
- Ulloa, L., Bustos, C., Rosero, M., Chamba, H., & Lozada, E. (2021). Efecto del balance energético negativo y niveles de insulina plasmática en sangre en desarrollo de estructuras ováricas de vacas lecheras en periodo posparto. *Agroecosistemas*, 37-44. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/418/396>
- Urrutia, J., Insaugarat, J., & Moscuza, C. (2017). *Complicaciones del parto y postparto en la hembra bovina*. Tandil ar: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos

Aires -UNCPBA. Obtenido de  
[https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1465/URRUTIA  
%2C%20JUAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/1465/URRUTIA%2C%20JUAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Vélez, M. (2018). Efectos no genéticos. *Investigaciones Veterinarias pe*, 1-9.  
doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v28i1.11749>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1: Certificado o Acta del Perfil de Investigación.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI**  
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERIA EN DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO



### ACTA

#### DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR:

**NOMBRE:** MONTAÑO LUNA DIANA KAROLINA  
**NIVEL/PARALELO:** 0

**CÉDULA DE IDENTIDAD:** 040149781-3  
**PERIODO ACADÉMICO:** Junio - Octubre 2021

**TEMA DEL TIC:** Efecto de la suplementación energético-mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto de vacas Holstein Friesian

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

**PRESIDENTE:** MSC. Ibarra Rosero Edison Marcelo

**DOCENTE TUTOR:** PHD. Balarzo Urresta Luis Rodrigo

**DOCENTE:** MSC. Campos Vallejo Rolando Martin

De acuerdo al artículo 32: Una vez entregados los documentos; y, cumplidos los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director/a de Carrera designará el Tribunal, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

**EDIFICIO DE AULAS:** 0      **AULA:** 0

**FECHA:** miércoles, 17 de marzo de 2021

**HORA:** 00H00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 4.80

2) Trabajo escrito 2.30

**Nota final de PRE DEFENSA 7.10**

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 36.- De los estudiantes que aprueban el informe final del TIC con observaciones.- Los estudiantes tendrán el plazo de 10 días para proceder a corregir su informe final del TIC de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros del Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el martes, 3 de agosto de 2021



Identificado digitalmente por:  
EDISON MARCELO  
IBARRA ROSERO -  
1002415873

MSC. Ibarra Rosero Edison Marcelo

**PRESIDENTE**



Identificado digitalmente por:  
LUIS RODRIGO  
BALARZO  
URRESTA

PHD. Balarzo Urresta Luis Rodrigo

**DOCENTE TUTOR**



Identificado digitalmente por:  
ROLANDO MARTIN  
CAMPOS VALLEJO

MSC. Campos Vallejo Rolando Martin

**DOCENTE**

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2: Certificado del abstract por parte de idiomas.



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL  
DEL CARCHI**

<b>ABSTRACT- EVALUATION SHEET</b>				
<b>NAME:</b> Diana Karolina Montaña Luna		<b>DATE:</b> 5 de agosto de 2021		
<b>TOPIC:</b> " Efecto de la suplementación energético-mineral en el estado metabólico y comportamiento reproductivo postparto de vacas Holstein Friesian"				
<b>REMARKS AWARDED</b>		<b>QUANTITATIVE AND QUALITATIVE</b>		
<b>VOCABULARY AND WORD USE</b>	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic <input checked="" type="checkbox"/>	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic <input type="checkbox"/>	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic <input type="checkbox"/>	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>WRITING COHESION</b>	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>ARGUMENT</b>	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>CREATIVITY</b>	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>SCIENTIFIC SUSTAINABILITY</b>	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2	GOOD: 1,5	AVERAGE: 1	LIMITED: 0,5
<b>TOTAL/AVERAGE</b>	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	<b>TOTAL 9</b>		





## UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

---

### Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

**Autor:** Diana Karolina Montaña Luna

**Fecha de recepción del abstract:** 5 de agosto de 2021

**Fecha de entrega del informe:** 10 de agosto de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

#### **Observaciones:**

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



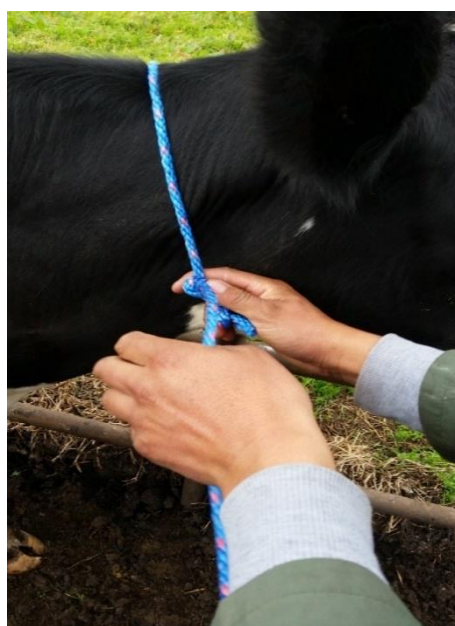
Firmado digitalmente por:  
EDISON BONERGES  
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñañiel Arcos MSc  
Coordinador del CIDEN

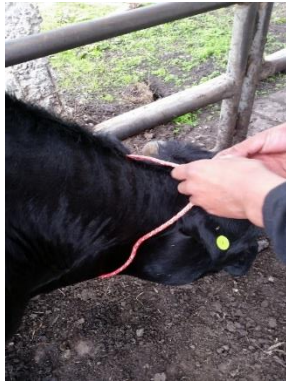
**Anexo 3:** Separación de treinta y dos unidades bovinas (UB) homogeneizadas por estado de preñez en 8 meses, pesos vivos iniciales y condición corporal similar.



**Anexo 4.** Identificación de una unidad bovina con suplementación energético-mineral.



**Anexo 5. Identificación de una unidad bovina sin suplementación energético-mineral.**



Referencia: Azul: con suplemento, Roja: sin suplemento

**Anexo 6. Productos de suplementación energético-mineral.**

