



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

MAESTRÍA EN REPRODUCCIÓN ANIMAL

Tema:

“Efecto del uso de un aditivo en la alimentación de vacas lecheras en la etapa post-parto en dosis crecientes sobre la involución, salud uterina, actividad ovárica.”

**Tesis previa a la obtención del título de
Magister en reproducción animal.**

AUTOR: Dr. Adán Trinidad Gualpa Lema. MVZ.

CI: 0301125969

DIRECTOR: MVZ. Carlos Ulises Íñiguez Gutiérrez. MSc.

CI: 0301856928

CUENCA, ECUADOR

2017



RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de dosis crecientes (7g, 15g y 21g) de un aditivo (Roughage Mate™) administrado a vacas lecheras en la etapa de posparto sobre la involución y salud uterinas, y actividad ovárica. Se plantearon 4 tratamientos con 10 repeticiones dando un total de 40 unidades experimentales (vacas). Los tratamientos fueron: G1.- 7 gramos de aditivo; G2.- 15 gramos; G3.- 21 gramos; y, G4.- testigo. Se preseleccionaron 64 animales con 15 días preparto considerado como periodo de adaptación ruminal al aditivo, CC de 3,25 a 3,50; de 3 a 7 años; 1 a 3 partos; clínicamente sanas. Luego del parto fueron seleccionadas por sorteo y eliminación manual las 40 vacas necesarias para la investigación divididas en 4 grupos por designación aleatoria. Se evaluó involución uterina por palpación rectal a los 21 y 40DPP; salud uterina por citología endometrial mediante cytobrush a los 34 y 47DPP; y, retorno a la actividad ovárica por ultrasonografía a los 15, 22, 29, 36 y 43DPP. Los datos fueron analizados mediante la prueba de Chi-Cuadrado y prueba de significación de H de Kruskall-Wallis. Hasta los 36DPP no se obtuvieron diferencias significativas generadas por los tratamientos en ninguna variable ($P>0,05$); sin embargo, al día 43 pospartos los tratamientos influenciaron ($P<0,05$) en la presencia de folículos clase III ($G3=G4>G1=G2$) y reinicio a la actividad ovárica. Se concluye que para mejorar el efecto biológico del aditivo se debe cubrir las necesidades básicas de los elementos traza y utilizar fuentes orgánicas.

Palabras Clave: Aditivo, periodo de transición, elementos trazas, cobalto.



ABSTRACT

The aim of the present research was to evaluate the effect of increasing doses (7g, 15g and 21g) of an additive (Roughage Mate™) administrated to dairy cows in the postpartum period on involution and uterine health, and ovarian activity. 4 treatments were proposed with 10 replicates giving a total of 40 experimental units (cows). The treatments were: G1.- 7g of additive; G2.- 15g; G3.- 21g; and, G4.- control group. Sixty-four animals were pre-selected with 15 days anteparts, considered as period of ruminal adaptation to the additive, BCS of 3.25 to 3.50; from 3 to 7 years; 1 to 3 calving; clinically healthy. After delivery, 40 cows needed for the research were selected and divided into four groups by random designation. Uterine involution was evaluated by rectal palpation at 21 and 40PPD; uterine health by endometrial cytology using cytobrush at 34 and 47PPD; and, return to ovarian activity by ultrasonography at 15, 22, 29, 36 and 43PPD. Data were analyzed using the Chi-Square test and Kruskal-Wallis H-significance test. Up to 36PPD no significant differences were generated by treatments in any variable ($P > 0.05$); however, at day 43 postpart the treatments influenced ($P < 0.05$) in the presence of follicles class III ($G3 = G4 > G1 = G2$) and restart to ovarian activity. It is concluded that to improve the biological effect of the additive, the basic needs of the trace elements must be met and organic sources must be used.

Keywords: Additive, transition period, trace elements, cobalt.



ÍNDICE

RESUMEN.....	2
ABSTRACT	3
LISTA DE TABLAS.....	6
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Objetivo general.....	15
1.2. Objetivos específicos.....	15
1.3. Hipótesis.....	16
CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Periodo de Transición.....	17
2.1.1. Alimentación de la vaca en transición.....	18
2.2. Eventos normales del sistema reproductivo en el posparto.....	19
2.2.1. Involución uterina y regeneración endometrial.....	19
2.2.2. Eliminación de la contaminación bacteriana.....	20
2.2.3. Retorno a la actividad ovárica.....	20
2.3. Salud Uterina.....	22
2.3.1. Enfermedades inflamatorias del tracto reproductivo.....	23
2.3.2. Diagnóstico de las enfermedades inflamatorias.....	24
2.4. Nutrición mineral de la vaca en transición.....	26
2.4.1. Macrominerales.....	27
2.4.2. Microminerales.....	29
2.5. Uso de aditivos en la alimentación de la vaca en transición.....	32
2.5.1. Antioxidantes.....	32
2.5.2. Prebióticos y probióticos.....	33
2.5.3. Microminerales.....	34



2.6.	Roughage Mate™.....	34
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....		36
3.1.	Materiales.	36
3.1.1.	Materiales Físicos.	36
3.1.2.	Materiales Químicos.	36
3.1.3.	Materiales Biológicos.	36
3.2.	Métodos.	37
3.2.1.	Ubicación.	37
3.2.2.	Caracterización de la unidad de análisis.	37
3.2.3.	Caracterización del aditivo empleado.	37
3.2.4.	Diseño Experimental	38
3.2.5.	Tratamientos	3839
3.2.6.	Manejo de los animales.	39
3.2.7.	Manejo de la alimentación de los animales.	41
3.2.8.	Manejo de las dosis del aditivo Roughage Mate™	43
3.2.9.	Variables de estudio.	44
3.2.10.	Evaluación de la involución uterina.	45
3.2.11.	Salud uterina.	45
3.2.12.	Actividad ovárica.	46
3.2.13.	Análisis estadísticos	¡Error! Marcador no definido.47
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		48
4.1.	Involución Uterina (IU).	48
4.2.	Salud Uterina (SU).....	48
4.3.	Actividad Ovárica (AO): Folículos, Cuerpo lúteo y Retorno.	49
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		55
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.		61



ANEXOS.....	71
-------------	----

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Peso y consumo de materia seca. Promedios estimados de las vacas gestantes seleccionadas 15 días antes de la fecha probable de parto y 24 horas posparto.....	40
Tabla 2. Aporte de materia seca y energía de las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en la investigación, para las vacas 15 días preparto y lactancia temprana.	42
Tabla 3. Necesidades energéticas en Mcal/EN _L /día de vacas gestantes 15 días preparto y en lactación temprana.	43
Tabla 4. Macro y microminerales aportados por el aditivo Roughage Mate TM según las dosis propuestas.....	44
Tabla 5. Involución uterina evaluada por palpación rectal de acuerdo a la posición del útero en la pelvis y la simetría de los cuernos uterinos a los 21 y 40DPP.	48
Tabla 6. Salud uterina de las vacas de los diferentes tratamientos a los 34 y 47DPP (animales sin Endometritis Subclínica).....	49
Tabla 7. Actividad ovárica a los 15DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).	50
Tabla 8. Actividad ovárica a los 22DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).	50
Tabla 9. Actividad ovárica a los 29DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).	51
Tabla 10. Actividad ovárica a los 36DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).	51



Tabla 11. Actividad ovárica a los 43DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).	52
Tabla 12 Actividad ovárica en los diferentes días posparto. Presencia de cuerpo lúteo.....	53
Tabla 13 Retorno a la actividad ovárica (RAO) de las vacas incluidas en la investigación.....	54



CLÁUSULA DE LICENCIA Y AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Adán trinidad Guallpa Lema en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Efecto del uso de un aditivo en la alimentación de las vacas lecheras en la etapa de post parto en dosis crecientes sobre la involución, salud uterina, actividad ovárica”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca 14 de noviembre del 2017

Adán trinidad Guallpa Lema

C.I: 0301125969



CLÁUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Adán trinidad Guallpa Lema, autor/a del trabajo de titulación “Efecto del uso de un aditivo en la alimentación de las vacas lecheras en la etapa de post parto en dosis crecientes sobre la involución, salud uterina, actividad ovárica”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca 14 de noviembre del 2017

Una firma manuscrita en tinta azul sobre un fondo blanco, que parece ser la del autor. Debajo de la firma hay una línea horizontal que sirve como subrayado.

Adán trinidad Guallpa Lema

C.I: 0301125969



AGRADECIMIENTOS

Un eterno agradecimiento a mi director Dr. Ulises Iñigues. MgSc., por brindar su capacidad y experiencia científica sin límites, por su confianza y aporte al aprendizaje hacia mi persona.

De la misma manera, quiero agradecer al Dr. Juan Pablo Garzón Prado MgSc investigador agropecuario quien fue la guía que brindó su apoyo y confianza, y Dr. Andrés Galarza Lucero MgSc quien brindo su apoyo en el análisis de la información obtenida.

A la empresa Ralco Nutrition, por su intermedio el Dr. David Serrano, quienes fueron un pilar fundamental para el desarrollo de la investigación, con su entusiasmo confiaron y apoyaron en las ideas de lo propuesto.

A los docentes y personal administrativo de la Universidad de Cuenca – Facultad de Ciencias Agropecuarias – Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia un agradecimiento eterno.

A mis padres, hermanos que, a pesar de la distancia, siempre estuvieron con su apoyo incondicional.

Adán Guallpa



DEDICATORIA

A Dios por brindarme la vida, y a mis padres Isaías y Margarita a mis hermanos José, Judith, Armando, Ángel+, Miguel, Sandra y Teresa, a mis hijos, quienes fueron fuente de apoyo e inspiración.

Adán Gualpa.



ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

AGV: ácidos grasos volátiles.

AO: actividad ovárica.

BEN: balance energético negativo.

CC: condición corporal.

CMS: consumo de materia seca.

DCAD: Diferencia catión-anión dietaria.

DEL: días en leche.

DAP: días antes del parto.

DPP: días post-parto.

ES: endometritis subclínica.

GE: grupo experimental.

GC: grupo control.

IgG e IgM: Inmunoglobulina

IPC: Intervalo parto concepción.

IPP: Intervalo parto parto.

IP1S: Intervalo primer servicio.

mm: milímetros.

MS: Materia Seca.

PVE: período voluntario de espera.

SA: salud uterina.

SOD: Superoxido dismutasa

TC: Tasa de concepción.



CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La producción lechera en el Cantón Biblián, así como en todo el altiplano austral ecuatoriano, enfrenta problemáticas desafiantes durante el periodo de transición. Las alteraciones de tipo nutricional, metabólico, inmunológico y reproductivo que se presentan en las vacas durante esta etapa son más acentuadas en los sistemas lecheros con base pastoril (Ortuño & Loja , 2016) y con mayores exigencias nutricionales dadas por la constante mejora genética (Gautam et al., 2010; Meikle et al., 2013). Además del aumento progresivo de la producción láctea hacia el pico de lactancia, se suman la involución uterina, el retorno a la ciclicidad y el pronto establecimiento de una nueva gestación, eventos que demandan un propicio manejo nutricional (Madoz, 2012; Meikle et al., 2013).

Los desórdenes metabólicos durante el posparto temprano se asocian con retrasos en el reinicio de la actividad ovárica o retraso en la involución uterina alterándose la dinámica folicular posparto que consecuentemente genera un impacto económico negativo por el deterioro de los índices reproductivos de importancia (Domínguez, et al., 2008) como el intervalo parto-primer servicio, intervalo parto-concepción e intervalo interpartal (Ferguson, 1991; Hincapié et al., 2008; Madoz, 2012). No obstante, aunque muchos de los desórdenes metabólicos se observan en el posparto, los impactos (de mayor o menor grado) que estos eventos generen en la producción láctea y el performance reproductivo dependen del manejo de la vaca en transición (García, 2009).

El objetivo del manejo de la vaca en transición es prevenir la aparición de disfunciones metabólicas, nutricionales, sanitarias, productivas y especialmente reproductivas (Beever, 2006), las cuales son el resultado del desajuste del proceso de transición dado por la inadaptación a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas al que se enfrenta la vaca al final de la gestación e inicio de la lactancia (periodo de transición) (Calsamiglia, 2000; Correa, 2004).

Como es de conocimiento, la nutrición es de vital importancia en la modulación de la reproducción del ganado lechero y se puede considerar como uno de los factores limitantes de la expresión del potencial genético de los animales. Así como los



minerales (macrominerales y microminerales o elementos traza) y vitaminas son necesarios para el desarrollo animal y la producción, de la misma manera lo son para la reproducción (Bach, 2001; Bindari et al., 2013). Se sabe que los minerales son esenciales para el normal funcionamiento del organismo animal (mantenimiento de la salud, inmunidad, producción, etc.); sin embargo, los elementos traza, aunque se requieren en ínfimas cantidades menor que 100mg/kg de MS (Yatoo et al., 2013), tienen igual importancia como los macrominerales y que su suplementación oral ha mostrado efectos positivos sobre la reproducción como la aparición del primer celo en menor tiempo e incremento en la tasa de concepción (Campbell et al., 1999; Valdivieso, 2015).

En las unidades de producción lechera de cualquier sistema de explotación láctea (tradicional, semitecnificado y tecnificado) frecuentemente intentan suplir las necesidades de los macroelementos (Ca, P, Mg, S, Na, Cl, K) sin tomar en cuenta la necesidad de los elementos traza, de esta manera la deficiencia de los minerales traza (cobre, hierro, zinc, cobalto, yodo, manganeso y selenio) reduce la resistencia e incrementa la susceptibilidad a las enfermedades predisponiendo a las células al estrés oxidativo al no ser neutralizada la oxidación y que además reduce la producción de hormonas de importancia en la reproducción (hormonas esteroideas y tiroideas) (Rabiee et al., 2010; Yatoo et al., 2013). Estudios realizados por (Hidiroglou, 1979; Rico, 1998) establecen que la deficiencia de los elementos traza, sobre todo de cobre, cobalto, yodo, manganeso, zinc y selenio están relacionados con situaciones de infertilidad en los bovinos. Se ha demostrado que la insuficiente cantidad de elementos traza en la dieta como el cobalto y el manganeso dan lugar a ciclos estrales irregulares, una prolongación del retorno del primer celo posparto (Orihuela, 2000), o una reducida involución uterina (Kumar et al., 2011).

Aunque se ha demostrado que los microminerales o elementos traza forman parte importante de la ración diaria para el normal funcionamiento del organismo animal, la legislación de la Unión Europea considera a estos elementos como aditivos y con un valor máximo de inclusión en la dieta cuyo sustento legal es la protección de la salud del consumidor, de los animales y del medio ambiente (Bach & Devante, 2004).

Para poder suministrar los aditivos microminerales es necesario considerar, a más



de las formas biodisponibles, las asociaciones con fracciones fibrosas y la interacción entre los propios microminerales las cuales pudieran alterar la disponibilidad de los elementos afectando su asimilación y metabolismo, situación dada por la formación de complejos iónicos no absorbibles en el intestino, competencia de iones similares por las mismas vías metabólicas, y la inducción de proteínas unidas a metales inespecíficos (Bach & Devante, 2004). Pese a las dificultades antes mencionadas que se pudieren generar en la adición de aditivos microminerales en la formulación de las raciones alimenticias para las vacas lecheras, se ha podido observar que varios de los compuestos que contienen elementos traza han sido capaces de reducir el estrés oxidativo (Aurousseau et al., 2006), mejorar las manifestaciones de celo y mejorar las tasas de concepción incrementando la eficiencia reproductiva de vacas lecheras (Campbell et al., 1999).

En el presente trabajo se intentó demostrar que la inclusión de un aditivo comercial de microminerales a la dieta basal de las vacas de tipo lechero del altiplano austral en diferentes dosis en el periodo de transición influye positivamente en la involución, salud uterina y el retorno a la actividad ovárica dentro de los primeros 45 días posparto, periodo óptimo de espera voluntario para bovinos lecheros en pastoreo.

1.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de dosis crecientes de un aditivo (Roughage Mate) administrado a vacas lecheras en la etapa de pos-parto en la involución, salud uterina, y actividad ovárica.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto del aditivo Roughage Mate™ sobre la involución uterina por palpación a los 21 y 40 días post parto.
- Evaluar la salud uterina mediante la técnica de cytobrush en vacas lecheras con el aditivo entre 34 y 47 dpp.
- Valorar el efecto de la suplementación con el aditivo Roughage Mate™ en el retorno a la actividad ovárica (15 a 45 días post parto una vez por semana).



1.3. Hipótesis.

- **Ha.-** A Mayor dosis del aditivo (Roughage Mate) por día, en la dieta basal existen mejores resultados en la involución, salud uterina, actividad ovárica.



CAPÍTULO II: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Periodo de Transición.

Se considera como periodo de transición, aquel periodo que transcurre desde 21 días pre-parto hasta 21 días pos-parto (Esposito et al., 2013), tiempo en el que ocurren modificaciones endocrinológicas dramáticas debido al parto y la lactogénesis (Cavestany et al., 2006 Baek, 2012), y que además están relacionadas con el estado nutricional del animal el cual apoya antes del parto al crecimiento fetal y después del parto a la involución uterina (Córdoba & Quintero, 2014). Durante este periodo el animal experimenta un periodo de eventos muy estresantes (Neave et al., 2017) debiendo adaptarse a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas (Ha et al., 2017) que le exigen el paso de un estado de gravidez y sin producir leche a un estado de no grávida y produciendo leche (Frias et al., 2011; Baek, 2012). En este periodo se generan las principales alteraciones productivas y patológicas de la vaca lechera como la cetosis, desplazamiento abomasal, retención de placenta, mastitis, metritis, hipocalcemia, la reducción de la producción y rendimiento reproductivo disminuido (Calsamiglia, 2000).

El rápido desarrollo fetal al final de la gestación y la producción de cantidades altas de calostro y leche al inicio de la lactación resulta en un aumento metabólico tanto del feto antes del parto como de la madre a partir del parto, dando lugar a un aumento de la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS) y que están relacionadas directamente con las enfermedades metabólicas propias de este periodo (Aurousseau et al., 2006; Celi & Gabai, 2015).

Esencialmente todas las vacas peri-parturientas experimentan: un periodo de resistencia a la insulina, reducción del consumo de alimento, balance energético negativo, lipólisis, y pérdida de peso en la lactancia temprana; hipocalcemia; función inmune reducida antes y después del parto; y, contaminación bacteriana uterina (Chagas et al., 2007; Leblanc, 2010), situaciones que dan lugar el estrés oxidativo (OS) siendo más afectadas las vacas de alta producción lechera (Celi & Gabai, 2015).



Se sabe que el sistema de defensa de las vacas se altera en el periodo de transición por lo que la actividad inmunológica de la vaca se ve disminuida alrededor del parto, los niveles circulantes de IgG e IgM declinan, la función de los neutrófilos y la respuesta linfocítica están alterados así como la respuesta de los anticuerpos y la producción de citoquinas, apareciendo también neutrofilia y eosinopenia; todas estas situaciones dadas en el sistema inmune son la razón por la alta prevalencia de infecciones en el periodo de transición y que se favorecen por el balance energético negativo, la hipocalcemia y otros trastornos metabólicos (Esposito et al., 2013).

2.1.1. Alimentación de la vaca en transición.

Las alteraciones endócrinas, fisiológicas y metabólicas que sufre la vaca en el periodo de transición reducen el consumo de alimento en el momento que mayor elementos nutricionales se requiere para el crecimiento fetal e inicio de la lactación (glucosa, amino-ácidos, ácidos grasos poli-insaturados y calcio) (Baek, 2012), y cuyas demandas energéticas pudieran llegar hasta el 50% más de los requerimientos de mantenimiento (Hernández & Díaz, 2011).

Durante el periodo de transición la vaca debe ser alimentada con raciones con un tenor de energía de 1,54 Mcal ENL/kg MS, recomendaciones que tienen limitaciones en los sistemas lecheros pastoriles (Grigera & Bargo, 2005). Aunque la condición corporal (CC) es una herramienta aproximada y subjetiva para la medición de las reservas corporales de la vaca, es de mucha utilidad en los sistemas pastoriles. Se estima que la valoración de la CC permite diagnosticar deficiencias nutricionales (Rhodes et al., 2003).

La CC al parto en vacas lecheras no debe ser inferior a 2,75 ni superiores a 3,5 (escala de 1 a 5); vacas con baja CC tienen grandes probabilidades de sufrir infecciones del tracto reproductivo, trastornos metabólicos, disminución en el performance reproductivo y reducción en la producción de leche; además, vacas con excesiva condición corporal tienden a movilizar mayor cantidad de reservas corporales presentando desórdenes reproductivos más profundos (Roche, 2006).



Una nutrición apropiada es un requisito para el exitoso funcionamiento del aparato reproductor bovino, la pérdida de las reservas corporales durante el periodo de transición y las variaciones en el consumo de materia seca puede afectar de manera negativa el reinicio de la actividad ovárica y la tasa de concepción (Córdoba et al., 2014).

2.2. Eventos normales del sistema reproductivo en el posparto.

Luego de que una vaca haya parido y antes de volver a preñar es necesario que se produzca la involución uterina junto con la reducción del tamaño (Heppelmann et al., 2013); la regeneración del endometrio; la eliminación de la contaminación bacteriana del útero; y, el retorno de la actividad ovárica cíclica, siendo el parto el estímulo inicial para que se den estos eventos (Sheldon et al., 2008). Sin embargo, las enfermedades del tracto reproductivo (retención de placenta, metritis) y los desórdenes metabólicos (cetosis e hipocalcemia) en el posparto generan un efecto negativo sobre la involución uterina (Heppelmann et al., 2015; Machado & Bicalho, 2015).

2.2.1. Involución uterina y regeneración endometrial.

Conocer la involución uterina normal es clave para poder clasificar a los hallazgos como patológicos o fisiológicos. Se ha podido observar que la involución del cérvix es más lenta que la del útero; y que, la involución completa de un útero en situaciones normales puede durar hasta 50 días (LeBlanc, 2008).

La involución uterina involucra contracción física del útero; necrosis y desprendimiento de las carúnculas; y, la regeneración del endometrio. Una vez que se ha perdido el alantocorion, se da la necrosis de las carúnculas uterinas y empieza el desprendimiento en forma de descargas loquiales (loquios, fluidos fetales y sangre del cordón umbilical) por procesos de autólisis y licuefacción responsables de la coloración marrón-rojizo-oscuro o negra de las descargas completándolo a los 12 a 15 DPP (Noakes et al., 2001; Sheldon et al., 2008).



Una vez completado el proceso la regeneración del endometrio termina con la re-epitelialización de las carúnculas alrededor de los 28 días. La necrosis y el desprendimiento de las carúnculas son procesos que ayudan a la rápida reducción del peso del útero posparto. A medida que se va dando la involución uterina, la regeneración del endometrio empieza en las áreas intercarunculares, y luego por crecimiento centripetal de las células en las carúnculas, completando la regeneración a los 25 días posparto, sin embargo, las capas de tejido más profundas no se recuperan totalmente sino hasta las 8 semanas posparto (Sheldon et al., 2008).

2.2.2. Eliminación de la contaminación bacteriana

El medioambiente del lumen uterino en el posparto soporta el crecimiento de bacterias aerobias y anaerobias, muchas de ellas son removidas por una serie de mecanismos de defensa del útero. Sin embargo, las infecciones uterinas están asociadas con *Escherichia coli*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Fusobacterium necrophorum*, actuando sinérgicamente y aumentando el riesgo de presentar endometritis (Sheldon et al., 2008).

El principal mecanismo implicado en la eliminación de las bacterias es la fagocitosis por los leucocitos migratorios; no obstante, la persistencia de contracciones uterinas, el desprendimiento de tejido caruncular y las secreciones uterinas ayudan a la expulsión física de las bacterias. El regreso temprano a la actividad cíclica es importante ya que el útero estrógeno-dominado es más resistente a las infecciones (Noakes et al., 2001).

Luego del parto la capacidad funcional de los fagocitos uterinos es baja contribuyendo al establecimiento de las bacterias e invaden el útero temporalmente que son eliminadas por mecanismos naturales (barreras anatómicas y procesos fisiológicos) y que es influenciada por hormonas ováricas como la progesterona y los estrógenos (Singh et al., 2008).

2.2.3. Retorno a la actividad ovárica



La reanudación de la actividad ovárica es esencial en las vacas lecheras posparto por el objetivo de asegurar la siguiente preñez y la rentabilidad del hato, la duración de la anovulación posparto en vacas lecheras es variable, en promedio, la primera ovulación posparto se produce en 30 días (Dubuc et al., 2012)

Las ondas foliculares anovulatorias ocurren periódicamente durante la preñez con la emergencia de folículos de hasta 6mm. Debido al prolongado periodo de inhibición durante la gestación, dado por una constante retroalimentación negativa de la progesterona luteal y placentaria, la pituitaria (aunque eventualmente se recupera con el tiempo) es refractaria en el posparto reduciendo o anulando la producción de gonadotropinas que le vuelven al ovario relativamente inactivo y la vaca entra en una fase de anestro el cual se ve más afectado por el amamantamiento y en las vacas lecheras de alta producción (Noakes et al., 2001).

En el periodo posparto inmediato el estradiol y la progesterona se encuentran disminuidos. En este momento la pituitaria anterior es capaz de liberar FSH durante los primeros días posparto con un aumento gradual y sostenido gracias a la liberación esporádica de GnRH endógena. Luego de 7 a 10 días, la concentración de FSH plasmática es suficiente para dar lugar a la primera onda folicular. La capacidad de la pituitaria para liberar LH es mucho más lenta, y a pesar que la liberación temprana de GnRH causa algún aumento en la LH, rápidamente regresa a los niveles basales (Noakes et al., 2001; Ball & Peters, 2004).

Un folículo dominante puede emerger de la primera onda folicular, pero la ovulación ocurrirá sólo si el folículo dominante produce suficiente estradiol para estimular la secreción adecuada de LH en forma de un pulso por hora; si esto ocurre, entonces hay una primera ovulación a los 21 días vacas lecheras. El factor de crecimiento tipo insulínico (IGF-1) también está implicado en el inicio temprano de la foliculogénesis y la ovulación, estimulando la actividad de la aromatasa en las células foliculares de la granulosa y por consiguiente la síntesis de estradiol (Noakes et al., 2001; Singh et al., 2008).

Después de la ovulación, hay una fase lútea que puede ser de longitud normal con un retorno al celo después de 18-24 días, sin embargo, esta fase luteal puede ser



mucho menor (14 días o menos) probablemente debido a un desarrollo preovulatorio inadecuado del folículo pudiendo luteinizarse en ausencia de la ovulación o debido a una luteinización inadecuada del cuerpo lúteo, siendo más frecuentes cuando más pronto la actividad ovárica retorna a la normalidad. Sin embargo, el primer signo de celo no siempre es un reflejo verdadero del inicio de la actividad cíclica debido a que el sistema nervioso central (SNC) requiere exposición previa a la progesterona para provocar signos conductuales de estro. Además del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal, el útero ejerce una influencia sobre la ovulación al liberar prostaglandinas por lo que la mayoría de las ovulaciones posparto ocurren en el ovario contralateral al cuerno previamente grávido (Noakes et al., 2001).

Varios eventos se producen en todas las vacas después del parto, dependientemente de deficiencias en la dieta, enfermedad uterina o medio ambiente, sin embargo, el primer folículo dominante tiene tres posibles destinos: la ovulación acompaña con la formación del primer cuerpo lúteo (retorno de actividad cíclica de ovario), la atresia con la aparición de una o más ondas foliculares sin ovulación (anestro), y por último la formación de un quiste folicular ovárico (Sheldon et al., 2009). Wiltbank., et al 2002 manifiesta que hay tres sucesos fisiológicos que pueden ser detectados por ecografía durante el crecimiento folicular: la emergencia de la onda folicular (~4 mm de diámetro), la desviación folicular (~9 mm de diámetro), y la ovulación (10 a 20 mm de diámetro).

La corteza suprarrenal juega un papel importante en la influencia del retorno al estro postparto. La hormona adrenocorticotrófica (ACTH) y la administración de corticosteroides suprimen la secreción de LH. La estimulación del pezón y el ordeño provocan un aumento de los glucocorticoides. La lactancia retrasa el retorno de la actividad cíclica ovárica por efecto de la modificación de la liberación tónica de GnRH y LH mediante la liberación de opioides endógenos (Noakes et al., 2001).

2.3. Salud Uterina.

El monitoreo de la salud de las vacas en transición es muy importante para la detección temprana de las enfermedades propias de este período, acciones que se



deberían ejecutar intensamente durante los primeros 14 días posparto (Frias et al., 2011). Es sabido que luego del parto la contaminación bacteriana del útero es inminente dando lugar a un proceso de inflamación, necesario para la involución uterina, a pesar de las diferentes barreras naturales y fisiológicas las bacterias llegan al tracto reproductivo, útero, produciendo una inflamación que puede deteriorar la fertilidad; no está claro todavía si la inflamación excesiva o persistente es provocada por el tipo de bacteria o el volumen de infección bacteriana, o por factores metabólicos que influyen sobre la función y regulación inmune, o por ambos; sin embargo, al parecer la inflamación sistémica ex-situ (movilización adiposa y función hepática) es tan importante como las interacciones locales entre las bacterias y la respuesta inflamatoria en el tracto reproductivo evidenciando la presencia de endometritis sin infección bacteriana concurrente y en espera de ser cuantificada su contribución (LeBlanc, 2015).

Las infecciones microbianas en el tracto reproductivo de la vaca hacen que tenga un crecimiento más lento de los folículos dominantes, bajas concentraciones de estradiol y de progesterona en plasma, y son menos propensos a ovular (Sheldon et al., 2009).

2.3.1. Enfermedades inflamatorias del tracto reproductivo.

Tanto la metritis como la endometritis son enfermedades inflamatorias que se generan durante la lactancia. Mientras que la metritis, una enfermedad sistémica manifiesta debido a una infección uterina, pudiera aparecer hasta el 20 o 21% de las vacas posparto en las primeras 4 o 5 semanas de lactancia; la endometritis, inflamación subclínica del útero y/o cuello uterino, aparece entre el 30 al 50% de las vacas a las 4 a 8 semanas después del parto y que está significativamente relacionada con una reducción de la capacidad reproductiva, volviéndose costosa para los rebaños lecheros a nivel mundial ya que reduce las tasas de concepción (Rinaudo, 2012; LeBlanc, 2015; Opsomer, 2015).

La metritis ocurre comúnmente dentro de los primeros 10 DPP pudiendo alargarse su presentación hasta los 21 DPP y es caracterizada por la presencia de un útero agrandado, con eliminación de secreciones de coloración rojo-marrón y consistencia



acuosa o viscosa con olores fétidos; en casos severos de metritis puede haber signos sistémicos de infección como fiebre, letargo, reducción en la producción, etc.; con respecto a la endometritis clínica, esta es una enfermedad caracterizada por la presencia de descargas uterinas purulentas o mucopurulentas detectables en la vagina 21 o 26 DPP. Su diagnóstico se basa en la característica de moco cervical; en cuanto a la endometritis subclínica, caracterizada por la inflamación del endometrio, es asociada presumiblemente con la recuperación de los tejidos luego de una endometritis clínica, traumatismos, u otras enfermedades (Sheldon et al., 2009).

La endometritis subclínica está definida por la presencia excesiva de neutrófilos polimorfonucleares entre 5,5 y 10% en muestras colectadas por diferentes métodos (lavado uterino, cytobrush) a las cinco semanas posparto y que de acuerdo a los diferentes puntos de corte, la prevalencia se ubica entre 37% y 74% (Sheldon et al., 2009), valores que pueden variar según el sistema de manejo y explotación (Madoz, 2012; De la Sota et al., 2014).

Se han descrito factores de riesgo asociados en mayor o menor medida con las enfermedades inflamatorias uterinas dentro de las que destacan el estado metabólico en el periodo preparto, y problemas antes y después del parto (distocia y retención de placenta), hipercetonemia, partos gemelares (Dubuc et al., 2010), balance energético negativo (Giuliodori et al., 2013).

2.3.2. Diagnóstico de las enfermedades inflamatorias.

Tanto en la metritis como en la endometritis clínica los signos y síntomas que las vacas pueden presentar favorecen su fácil diagnóstico, las descargas uterinas anormales o purulentas y/o fétidas representan el signo patognomónico de estas infecciones (Sheldon et al., 2009; Machado & Bicalho, 2015); sin embargo, al hablar de la endometritis subclínica ésta no presenta síntomas clínicos (descargas uterinas) de procesos infecciosos por lo que para su diagnóstico se hace necesario el estudio de la respuesta inflamatoria mediante la citología uterina o endometrial, buscando la presencia de células polimorfonucleares (neutrófilos) en la luz uterina y valorados en tasas (Palmer, 2008; Madoz, 2012; de la Sota et al., 2014).



Las investigaciones realizadas han demostrado que para el diagnóstico efectivo de la endometritis subclínica es necesario confrontar los hallazgos celulares con la eficiencia reproductiva, reflejándose en la afección de índices como: tasa de preñez relativa, intervalo parto-primer servicio, intervalo parto concepción, tasa de preñez al primer servicio, servicios por preñez y la tasa de preñez general (Palmer, 2008).

Existen varios métodos para el diagnóstico de las endometritis como la palpación rectal del aparato reproductor, vaginoscopía, metricheck, citología uterina, biopsia y ultrasonografía variando su sensibilidad y especificidad; así, los métodos mayormente empleados para el diagnóstico de patologías del aparato reproductor (específicamente del útero) en condiciones clínicas son: el análisis por vaginoscopía y el análisis de las secreciones vaginales por arrastre con un dispositivo vaginal conocido como Metricheck™ (Pleticha et al., 2009; de Boer et al., 2014) mientras que para el diagnóstico de la endometritis subclínica la biopsia uterina sería lo recomendado, pero su practicidad en campo es dificultosa, dejando la opción al empleo de la citología uterina (endometrial) obtenida por varios métodos como lavados uterinos, hisopado y cepillado endometrial o cytobrush, siendo este último el que mejores resultados ofrece para la detección de endometritis en estados subclínicos (mayor sensibilidad y especificidad) (Palmer, 2008; Rinaudo, 2012).

El análisis citológico (citología endometrial) es un método innovador que ayuda a la evaluación de la salud uterina. La técnica de análisis citológico es rápida, específica, sensible y económica con alta eficiencia en los resultados obtenidos con respecto al diagnóstico de la endometritis subclínica realizadas en estudios en Ecuador (Garzón et al., 2017).

Se ha descrito al Citocepillo (Cytobrush) como la mejor técnica para la obtención de la citología endometrial en vacas debido a su seguridad y la falta de distorsión celular como suele suceder con el lavaje uterino (Kasimanickam et al., 2005; Barlund et al., 2008). Aunque la citología uterina es la herramienta principal para el diagnóstico de endometritis clínicas y subclínicas, existen divergencias en cuanto a la tasa de polimorfonucleares que se considera como valor referencial para el diagnóstico de la endometritis subclínica. Tales divergencias en cuanto a los valores



de referencia de los puntos de corte pueden deberse probablemente a factores asociados con el sistema de explotación, la raza de las vacas, paridad, edad, etc., requiriéndose clarificar el contexto en el que se desenvuelven los animales (de Boer et al., 2014), y el tiempo de período posparto en que se encuentren las vacas (Madoz, 2012; Rutter, 2013).

Investigaciones han demostrado que los puntos de corte con respecto de la tasa de PMN necesarios para generar un problema reproductivo y ser considerado como endometritis son variables. (Rúter, 2013) señala que al transcurrir los días posparto a partir del día 21 la tasa de presencia de PMN disminuye por lo que se ha clasificado en diferentes momentos para la consideración de los puntos de corte al momento de diagnosticar ES. En sistemas lecheros con estabulación permanente y suministro de raciones totalmente mezcladas, el porcentaje referencial de PMN entre los 21 y 33 DPP es de >18%, a los 34 a 47 DPP los PMN son >10%, y para los 48 a 60 DPP el valor es de >5% (Kasimanickam *et al.*, 2004). En sistemas lecheros con base pastoril, los valores de puntos de corte cambian: desde el 21 al 33 DPP la tasa de PMN es de >8%, para los días 33 a 47 DPP es de >6% PMN, y para los días 48 a 60DPP el valor de PMN es de >4% (Madoz, 2012; de la Sota *et al.*, 2014).

2.4. Nutrición mineral de la vaca en transición.

Todos los minerales necesarios para el crecimiento y producción son de igual importancia para la reproducción. Los macro minerales como el calcio, fósforo, magnesio, azufre, sodio potasio y algunos elementos traza (Selenio, cobre, zinc, cobalto, cobalto, yodo, manganeso) son de relevancia especial en la función reproductiva (Bach & Devante, 2004). La deficiencia mineral o su desbalance frecuentemente son considerados como una de las causas para la pobre reproducción del ganado, y así mismo las ingestas excesivas pueden ser perjudiciales (Bindari et al., 2013).

Investigadores han desarrollado una ecuación para establecer el balance de los macrominerales y que está dado por la diferencia catión-anión en la dieta (DCAD). La DCAD mide el nivel de los cationes sodio (Na^+), potasio (K^+) y de los aniones cloro (Cl^-) y azufre (S^-), siendo la ecuación la siguiente (Bindari et al., 2013):



$$(Sodio + Potasio) - (Cloro + Azufre) = DCAD \text{ en mEq /100g MS de la ración}$$

Cuando la DCAD es negativa antes del parto ayuda a las vacas a disminuir la incidencia de trastornos metabólicos posparto (Hipocalcemia) por aumentar el flujo de calcio (Grünberg et al., 2011); por el contrario, cuando la DCAD es positiva genera un estado de hipocalcemia subclínica y fiebre de leche (Goff et al., 2014). Aumenta también la producción en la lactancia temprana; y además, ayuda a las vacas a mitigar los desafíos del período de transición manteniendo la integridad reproductiva para futuras lactancias (Bindari et al., 2013).

A pesar que la ecuación indicada provee una base teórica para la manipulación del estado ácido-básico de la dieta, hay que considerar que puede volverse más compleja al incluir calcio, magnesio, fósforo y amonio pero lamentablemente faltan datos experimentales que permitan asignar un coeficiente corrector de absorción a cada uno de estos iones dietéticos cuando se alimenta a la vaca en transición (Goff, 2004). Sin embargo, se estima que los valores de DCAD para raciones preparto sea de -50 a -100 mEq/kg (Calsamiglia, 2000).

2.4.1. Macrominerales.

Los macrominerales de mayor importancia involucran al calcio, fósforo, magnesio y potasio, sin dejar a un lado el cloro, el sodio y el azufre. La diferencia de estos minerales o su desequilibrio conducen a problemas funcionales que afectan los nervios y músculos provocando que la vaca pierda la capacidad para levantarse en el peor de los casos, o bien puede reducir la ingesta, mermar la producción, etc., (Goff, 2004).

La cantidad de calcio en la dieta de las vacas no debe superar el 1% de la materia seca, el exceso de este elemento interfiere con el aprovechamiento del fósforo, magnesio, zinc, cobre y otros elementos necesarios para la reproducción. Cantidades de calcio inferiores al 0,65% de la MS puede alterar la ovulación ya que interviene en la liberación de LH luego de ser estimulada por la GnRH (Bach & Devante, 2004).



La (NRC, 2001) considera que las necesidades de fósforo se encuentran alrededor de 0,35% de la MS, siendo suficiente para una buena función reproductiva; sin embargo, es preciso aumentar las dosis de calcio y fósforo en animales longevos. Se ha podido demostrar que en vacas lactantes y novillas la alteración de la relación calcio/fósforo no genera ningún problema reproductivo, pudiendo trabajarse raciones con relaciones 1,5: 1 a 2,5:1 (Bindari et al., 2013) e incluso mucho más altas 4:1 u 8:1 sin efectos sobresalientes sobre la producción o reproducción. No obstante, es importante asegurar la ingesta adecuada de los requerimientos dietéticos de cada elemento para promover el buen funcionamiento animal (NRC, 2001).

En cuanto al magnesio, este elemento es el mayor catión intracelular, es un cofactor necesario para las reacciones enzimáticas vitales para cada vía metabólica principal. El Mg extracelular es vital para la normal conducción nerviosa, función muscular y la formación mineral del hueso. La concentración plasmática de este mineral en las vacas es de 1,8 a 2,4mg/dl (0,75 a 1,0mmol/L) y su mantenimiento depende totalmente de la dieta (Goff, 2004). Las investigaciones realizadas han demostrado que el suministro de Mg no debe superar el 0,40% de la materia seca de la ración diaria. Aunque el Mg no es potencialmente tóxico, cantidades excesivas de este elemento pueden generar problemas relacionados con la reducción de la ingesta de alimentos, además de promover diarreas agudas con mucus en las heces, pueden también demostrar una apariencia letárgica; concentraciones de 1,4% o más reduce la digestibilidad de la materia seca (NRC, 2001).

El potasio (K) juega un rol importante en el mantenimiento del equilibrio osmótico intra y extracelular y el mantenimiento del balance ácido-básico; además, el K es un cofactor de enzimas involucradas en la síntesis de proteína y el metabolismo de los carbohidratos (Goff, 2004). De acuerdo a investigaciones realizadas, la ración diaria de una vaca lactante mantenida en ambientes termo neutrales debe contener 0,8 al 1% de K con respecto a la materia seca por lo que es necesario conocer la cantidad de potasio ofrecido en la dieta para su correcta suplementación (NRC, 2001).

El azufre, elemento esencial para muchas funciones de los animales. Se encuentra en algunos aminoácidos (metionina, cisteína, cistina, homocisteína y taurina) y



algunas vitaminas del complejo B (tiamina y biotina). La vaca necesita azufre para generar un sustrato adecuado para el crecimiento microbiano del rumen. Las concentraciones sugeridas de azufre en la dieta fluctúan entre 0,20 y 0,40% con relación a la materia seca pudiendo llegar a 0,5% en dietas para vacas secas cuando se requiere disminuir la diferencia cationes-aniones dietética (DCAD). El consumo excesivo de este elemento interfiere con la absorción de cobre y selenio, puede observarse diarreas (Schingoethe et al., 2009).

2.4.2. Microminerales.

Llamados también elementos traza por sus pequeñas cantidades requeridas en la dieta, pero de igual importancia como los macrominerales. Actualmente se conoce que existen alrededor de veinte y dos elementos que interfieren en el óptimo rendimiento reproductivo de los animales (Kumar et al., 2011; Yattoo et al., 2013). Los microelementos principales considerados como interventores en el normal ciclo de la vida y particularmente en el performance reproductivo de las hembras y el adecuado crecimiento de los animales jóvenes incluyen el selenio (Se), cobalto (Co), cobre (Cu), yodo (I), zinc (Zn) y manganeso (Mn). De acuerdo a su forma de suministro, su acción puede durar desde varias semanas hasta varios meses (Grace & Knowles, 2012).

Desde hace varias décadas se ha venido estudiando la importancia de los elementos traza sobre la reproducción animal y es así que (Hidiroglou, 1979) a finales de los años 70's manifiesta que son mucho más comunes las deficiencias de los microminerales en forma combinada antes que en formas simples y que sus estrechas interrelaciones con diversas funciones y procesos metabólicos complica la situación deficitaria dado que el desequilibrio en la ingesta de un elemento puede cambiar los requerimientos de otros y que pueden influenciar el performance reproductivo de los rumiantes.

Se ha reportado que la suplementación de los elementos traza mejoran las tasas de concepción en el ganado, estudios muestran que la actividad ovárica de los rumiantes es influenciada por el aporte de microminerales por estar involucrados en la síntesis de hormonas importantes para la reproducción (hormonas tiroideas y



esteroideas) (Yatoo et al., 2013). Las evidencias existentes indican que los elementos traza modulan el metabolismo oxidativo y la función inmune en el ganado de leche y particularmente en el periodo de transición y lactación temprana (Overton & Yasui, 2014).

El selenio actúa como un poderoso antioxidante que protege a las células del estrés oxidativo (Bindari et al., 2013). La suplementación de selenio puede modular el impacto de los factores estresantes fisiológicos sobre el metabolismo energético (Overton & Yasui, 2014). Las deficiencias de selenio en los animales pueden producir abortos, o crías débiles e incapaces de amamantarse, además retención de placenta, inmunosupresión y mastitis (Neumann et al., 2016).

El zinc es un elemento traza esencial siendo componente integral de más de 300 enzimas involucradas en el metabolismo y en procesos de curación en la vaca lechera. La absorción del zinc disminuye con la paridad, además está involucrado en procesos catalíticos, estructurales y regulatorios de la queratinización a través de sus roles en las metaloenzimas (Wilde, 2006). El zinc junto con el cobre interviene en la regulación de la producción de progesterona por las células luteales al reorganizar los folículos ováricos (Yatoo et al., 2013). Se ha determinado que el zinc interviene en los procesos de proliferación, diferenciación y apoptosis celular.

La insuficiente cantidad de cobalto en la dieta causa ciclos estrales irregulares (Orihuela, 2000). El cobalto es el componente fundamental de la vitamina B₁₂. Los rumiantes no son dependientes de una fuente dietaria de vitamina B₁₂ ya que los microorganismos ruminales son capaces de sintetizarla a partir del cobalto dietario. Los requerimientos de Co en el ganado vacuno fluctúan entre 0,07 a 0,11mg/kg (Spears, 2002). La depleción de Co y vitamina B₁₂ al parto causa reducción en la producción y calidad de calostro y leche. Los inadecuados niveles de cobalto en la dieta están relacionados con un incremento de mortalidad de los terneros. La deficiencia de Co resulta en la deficiencia de vitamina B₁₂ (Bindari et al., 2013).

El cobre es un elemento que activa muchos sistemas enzimáticos; el rol fisiológico del cobre en el organismo se involucra con la respiración celular, formación del hueso, desarrollo de tejido conectivo, y esencial cofactor catalítico de algunas



metaloenzimas cobre-dependientes (Vázquez et al., 2011). El estado del cobre puede afectar el balance oxidante-antioxidante en las vacas lecheras porque es componente de la enzima superóxido-dismutasa (SOD) y la ceruloplasmina y pueden ser involucrados en el metabolismo de las vitaminas A y E (Overton & Yasui, 2014).

El manganeso (Mn) es componente esencial de enzimas involucradas en: la función inmune y nerviosa; la protección antioxidante como componente esencial de la enzima SOD; y, el metabolismo de los carbohidratos y lípidos (Overton & Yasui, 2014). El (NRC, 2001) considera que con el suministro de Mn en la dieta esta alrededor de 20 a 40mg/kg de MS consumida. Inadecuados niveles de manganeso prolonga el retorno al estro posparto y dependiendo de la severidad puede llegar a generar anestros y tasas reducidas de gestación (Orihuela, 2000). Se ha podido establecer que el Mn es necesario para la síntesis del colesterol necesario para la síntesis de esteroides, estrógenos, progesterona y testosterona. La insuficiente producción de estas hormonas resulta en espermatozoides anormales en los machos y ciclos estrales irregulares en las hembras (Bindari et al., 2013).

El cromo ha demostrado influenciar sobre la función inmune y el metabolismo energético del ganado; vacas lecheras alimentadas con Cr en el periodo de transición y lactación temprana mejoran la función inmune, incrementan la producción de leche y reduce la endometritis (Overton & Yasui, 2014).

El yodo está presente en la dieta como yoduro; es necesario para la síntesis de la hormona tiroidea necesaria para regular el metabolismo energético. Es necesario para el desarrollo del feto y el mantenimiento del metabolismo basal. La glándula tiroidea está involucrada en la estimulación de la adenohipófisis para la secreción de gonadotropinas. La deficiencia de yodo altera el funcionamiento de la glándula tiroidea pudiendo relacionarla con desordenes reproductivos, partos adelantados, retención de placenta, infecciones genitales posparto, entre otras (Kumar et al., 2011)



2.5. Uso de aditivos en la alimentación de la vaca en transición.

Los aditivos utilizados en la alimentación animal deben asegurar su eficacia y seguridad, tanto para las especies animales a las que se destinan como para los consumidores y el medio ambiente. Así, los aditivos deben cumplir funciones como influir positivamente en las características del alimento, satisfacer las necesidades alimenticias de los animales, influir positivamente en la producción, la actividad o el bienestar animal, entre otros aspectos más (Carro et al., 2006).

El Reglamento (CE) Nro. 1831 del Parlamento Europeo clasifica a los aditivos en: a) tecnológicos.- que incluyen conservantes, antioxidantes, emulgentes, estabilizantes, espesantes, gelificantes, ligantes, antiaglomerantes, reguladores de acidez, aditivos para ensilajes y desnaturalizantes; b) organolépticos.- colorantes y aromatizantes; c) nutricionales.- vitaminas, oligoelementos, aminoácidos, urea; d) zootécnicos.- digestivos, estabilizadores de la flora ruminal, sustancias que influyen positivamente en el medio ambiente; e) coccidiostáticos e histomonóstatos (Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, 2003).

Existen estudios relacionados con el empleo de aditivos para mejorar la eficiencia de utilización de los nutrientes ofrecidos a los animales. Se ha comprobado que al incluir zeolita natural al 1% en relación a la MS de la dieta, mejora el valor nutritivo de los ensilajes de gramíneas al incrementar la celulosis ruminal; además, incrementa la actividad del complejo enzima-celulasa y mejora el equilibrio microbiano gracias al poder de intercambio catiónico que posee y que también permite regular el medio interno (Gutiérrez, 2015). Esta capacidad de intercambio catiónico de la zeolita permitió demostrar también que cuando se administra a una concentración del 2% con relación a la materia seca (MS) favorece a la involución y salud uterina, al retorno de la actividad ovárica y mejora la condición corporal en vacas en transición (Garzón et al., 2017).

2.5.1. Antioxidantes.

El estrés oxidativo conduce a la degradación de las funciones reproductivas, fisiológicas y metabólicas aumentando las especies reactivas de oxígeno (ROS) y la



reducción de los mecanismos de protección antioxidante (Omur et al., 2016). Se ha demostrado que las vitaminas y ciertos oligoelementos como el selenio son eficaces para contrarrestar el estrés oxidativo (OS) a través de un efecto antioxidante directo y/o mediante el aumento de la respuesta inmune (Abuelo et al., 2015; Sordillo, 2016). La vitamina E y el Se son probablemente los antioxidantes más ampliamente incluidos solos o en combinaciones en la dieta del ganado lechero. Aunque los antioxidantes pueden ser sintetizados en el cuerpo, derivados de la dieta o administrados parenteralmente, frecuentemente la suplementación extra de antioxidantes se da en momentos de más alta demanda de nutrientes y aumento del metabolismo como en el periodo de transición y alrededor del parto (Abuelo et al., 2015).

La administración de vitaminas antioxidantes (A, D y E) y elementos traza (Cu, Mn, Se, Zn) en el periodo de transición influye positivamente en el metabolismo. La provisión de micronutrientes antioxidantes dietéticos como la vitamina E y el selenio es una forma efectiva de controlar el estrés oxidativo (Omur et al., 2016). La vitamina E es un potente antioxidante, es soluble en lípidos y previene la propagación de radicales libres en las membranas y lipoproteínas plasmáticas mientras que las funciones antioxidantes del selenio se atribuye a la acción como cofactor para las selenoproteínas y su papel directo en contrarrestar el estrés oxidativo y la regulación de la inmunidad en el ganado lechero alrededor del parto (Abuelo et al., 2015).

Otro aditivo considerado como antioxidante es la zeolita (clinoptilolita) gracias a sus propiedades fisicoquímicas con características particulares como la capacidad de intercambio catiónico, absorción y tamiz molecular (Ipek et al., 2012) mejorando el performance reproductivo de las vacas en transición en estudios realizados en Ecuador (Garzón et al., 2017)

2.5.2. Prebióticos y probióticos.

Los prebióticos y probióticos pueden ser considerados como estabilizadores de la flora intestinal. Mientras que los prebióticos son sustancias indigeribles con capacidad de mejorar el estado sanitario de los animales mediante la estimulación



del crecimiento y/o de la actividad de determinados micro-organismos beneficiosos del tracto digestivo y, posiblemente, impidiendo la adhesión de los patógenos; los probióticos son cultivos microbianos que se administran como suplementos alimenticios favoreciendo al hospedador al modificar la población microbiana de su tracto digestivo (Carro et al., 2006).

Aunque no se ha encontrado investigaciones en donde se haya comprobado que el uso de prebióticos y probióticos mejora el performance reproductivo de las vacas lecheras, sí se ha podido encontrar investigaciones en donde el uso de probióticos en el ganado de leche mostró una mejora del performance productivo y que los más notables efectos del uso de estos aditivos involucran el incremento del consumo de materia seca y la producción de leche, el pH ruminal, la concentración de ácidos grasos volátiles y la digestibilidad de la fibra (Czarnecki, 2008; Gaggia et al., 2010; Uyeno et al., 2015).

2.5.3. Microminerales.

Los elementos traza han sido considerados como elementos aditivos (Bach & Devante, 2004); sin embargo, su suplementación ha sido considerada como uno de los puntos clave para el normal desenvolvimiento de los animales. La suplementación de los microelementos como aditivos se ha basado en el suministro de cantidades adecuadas de minerales como Cobalto, Zinc, Selenio, Iodo, Hierro, Molibdeno, Cromo, entre otros, ya sea en forma de premezclas, en el agua de bebida, en inyecciones de dosis únicas, etc., y considerando el tiempo que dure su efecto (Grace & Knowles, 2012).

Varios de los microelementos (Co, Se, Cu) han sido incluidos en la formulación de desparasitantes orales y vacunas pudiendo, su efecto, durar unas pocas semanas como en el caso del Co, hasta varios meses como en el caso del Cu. Sin embargo, los avances tecnológicos han permitido crear productos con efecto de liberación lenta para evitar problemas de toxicidad (Grace & Knowles, 2012).

2.6. Roughage Mate™.



Es un aditivo que en su composición tiene microelementos de tipo orgánico (Cu, Zn, Co, Mn) creado para mezclar con los alimentos balanceados o las sales minerales. Las recomendaciones de la fórmula indican el suministro de 7 gramos/animal/día. Cuando este aditivo se mezcla con los líquidos ruminales, los microminerales contenidos en éste se tornan disponibles para las bacterias en el intestino delgado, así como el incremento de la digestibilidad de la fibra. Dentro de sus ingrediente activos se encuentran: Magnesio-mica, óxido de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc, óxido de zinc, carbonato de calcio, sulfato de manganeso, aceites minerales, dihidroyoduro de Etilendiamina, yoduro de potasio, complejo aminoácido de zinc, complejo aminoácido de manganeso, complejo cúprico de aminoácidos, carbonato de cobalto, ácido láctico, entre otros componentes (Burgos & Jacho, 2014; Pilaguano & León , 2014; Valdivieso & Almeida, 2015).



CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales.

3.1.1. Materiales Físicos.

- **Materiales de Campo.-** 1 Cinta bovinométrica, 1 espéculo vaginal, 1 pistola de inseminación, 80 vainas y 80 fundas sanitarias para inseminación, 80 citocepillos (Cytobrush), 1 ecógrafo (Ibex Pro portátil, LCD), 1 transductor lineal de 6,5 MHz, 80 portaobjetos, 80 guantes ginecológicos, 80 pares de guantes de inspección, 4 pares de botas, 4 overoles.
- **Materiales de Laboratorio.-** 3 cubetas para tinción, 1lt de agua destilada, 1 rollo de papel secante, 1 microscopio óptico CX31 marca Olympus, 1 frasco de 50ml de aceite de inmersión.

3.1.2. Materiales Químicos.

- **Materiales de campo.-** 2 l de gel lubricante, 50 ml de fijador celular.
- **Materiales de laboratorio.-** 100 ml de Tinción Wright,

3.1.3. Materiales Biológicos.

- 40 Vacas Holstein Friesian mestizas.
- 80 Muestras de citología endometrial
- 2 sacos de 25kg de Roughage Mate TM.
- 25 hectáreas de pasturas de mezcla forrajera de raygrass, trébol blanco, trébol rojo, y kikuyo (*Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, y *Pennisetum clandestinum*).
- 60 sacos de 40kg de concentrado.
- 14 sacos de 20 kg de Ganasal®.



3.2. Métodos.

3.2.1. Ubicación.

El trabajo investigativo se realizó en la hacienda “La Esmeralda” ubicada en el sector de Galuay perteneciente a la parroquia Biblián, cantón Biblián, la provincia del Cañar en las coordenadas UTM 17M 729500N, 9706516E y 3118 msnm (Datos GPS AndroiTS), con una temperatura promedio de 14°C (mínima de 8,1°C y máxima 19,9°C). Pluviosidad anual promedio de 894,6 mm (Prefectura del Cañar, 2014). El análisis de las muestras para citología endometrial se realizó en el laboratorio clínico, microbiológico e inmunológico “C&S Laboratorios” de la ciudad de Azogues.

3.2.2. Caracterización de la unidad de análisis.

Los animales empleados para esta investigación fueron vacas Holstein Friesian mestizas gestantes estudiadas desde 15 días antes del parto (DAP) (periodo de adaptación) hasta 45 días pos parto (DPP), de 3 a 7 años de edad, de 1 a 3 partos, con una condición corporal al secado de 3,25 a 3,50 (Grigera & Bargo, 2005), clínicamente sanas al examen objetivo general (EOG), e identificadas por grupo de estudio con cinta de colores y número de animal con caravanas aplicadas en el pabellón auricular; todas bajo un mismo sistema de explotación. No fueron consideradas para continuar el estudio vacas que presentaron parto distócico o algún problema posparto como: enfermedades metabólicas, retención placentaria y enfermedades de características clínicas (metritis y endometritis).

3.2.3. Caracterización del aditivo empleado.

Roughage Mate™ es un aditivo creado para mezclar con los alimentos balanceados o minerales; incrementa considerablemente la fermentación de la fibra resultando en una mayor digestibilidad de la misma con mayor producción de ácidos grasos volátiles (AGV) acetato, propionato y butirato, indispensables para el buen funcionamiento fisiológico del animal. *Roughage Mate™* se administra en una cantidad de 7 gramos/animal/día. Cuando *Roughage Mate™* se mezcla con los líquidos ruminales, se torna disponible para todas las bacterias ruminales y del



intestino anterior volviéndolas más productivas con capacidad de descomponer mejor la fibra y de manera más rápida. Roughage Mate™ está compuesto por: Magnesio-mica, granos destilados de maíz deshidratados, granos secos de cebada, óxido de manganeso, sulfato de cobre, sulfato de zinc, óxido de zinc, carbonato de calcio, sulfato de manganeso, suero seco, harina de algas secas (Fucáceas, Bangiaceae, Ulvaceae), cáscara de la semilla de Psyllium, aceites minerales, Sabor del extracto de fenogreco, ajo, raíz de la achicoria, tierra de diatomeas (agente de flujo), Extracto de Yuca Schidigera, Dihidroyoduro de Etilendiamina, pimienta roja, yoduro de potasio, Lactobacillus Acidophilus, Bifidobacterium longum, Bifidobacterium thermophilum, Enterococcus Faecium, sacarina de sodio, clavo de olor, aceite de anís, extracto de Hemicelulosa, Aceite de Orégano, Aceite de limón, Complejo Aminoácido de Zinc, Complejo Aminoácido de Manganeso, Complejo cúprico de aminoácidos, Carbonato de Cobalto, Ácido Láctico. (Ralco Animal Nutrition).

3.2.4. Diseño Experimental

Para el presente estudio se planteó un Diseño Completo al Azar (DCA) con 4 tratamientos y 10 repeticiones dando un total de 40 unidades experimentales, siendo considerada cada vaca como una unidad experimental. El modelo estadístico tuvo un enfoque unifactorial al analizar únicamente la influencia de 3 dosis del aditivo Roughage Mate™ frente a un control o testigo, explicado en la siguiente ecuación:

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

- En donde:
- Y_{ij} : es la observación ij-esima.
- μ : es la media general de los tratamientos.
- t_i : efecto del tratamiento i-esimo.
- ε_{ij} : es el error generado por la variabilidad natural de los tratamientos y las repeticiones.

3.2.5. Tratamientos.



Antes de seleccionar los animales para su inclusión en la investigación se consideró aspectos que pudieran presentarse en el parto (distocias) y en el posparto inmediato (enfermedades metabólicas, infecciosas, inflamatorias, retención placentaria, etc.) por lo que se seleccionó un número mayor de ejemplares (64) que los planificados (40). Estos animales fueron divididos en 4 grupos, uno por tratamiento que inicialmente estaba conformado por 16 animales y que inmediatamente posterior al parto los animales fueron reducidos a 10 individuos por grupo. La asignación a cada grupo experimental se la realizó de manera aleatoria en el momento de iniciar el estudio. De los 16 animales que conformaron cada grupo en el parto, fueron seleccionados solamente 10 ejemplares en el posparto descartando principalmente a las vacas que presentaron alguno de los problemas indicados anteriormente y eliminados por aleatorización. Los tratamientos planificados para esta investigación se describen a continuación:

- **Tratamiento 1 (G1).**- Suplementación con 7g de Roughage Mate™.
- **Tratamiento 2 (G2).**- Suplementación con 15g de Roughage Mate™.
- **Tratamiento 3 (G3).**- Suplementación con 21g de Roughage Mate™.
- **Tratamiento 4 (GC).**- Sin suplementación, grupo control o testigo alimentado solo con dieta basal.

3.2.6. Manejo de los animales.

Como se indicó anteriormente, los animales fueron seleccionados inicialmente en una cantidad mayor a la planificada con la finalidad de contar con suficientes ejemplares que cumplan los criterios de inclusión propuestos y descartar algunos ejemplares por posibles complicaciones en el parto (distocias, retención de placenta, cetosis y/o hipocalcemia, metritis y endometritis clínica). Sobre los 40 animales planteados fueron incluidos 6 animales por factor distocia (16% de prevalencia de distocia según De León & Pérez, 2012); 2 animales por factor cetosis (6% de prevalencia de cetosis clínica según Saborío & Sánchez, 2013); 2 animales por factor retención de placenta (3% de prevalencia de retención de placenta según Cui et al., 2014) y, 14 animales por factor endometritis clínica (34% de prevalencia de EC según Pleticha et al., 2009) dando un total de 64 animales seleccionados. A todos los animales partos se les mantuvo bajo alimentación de base pastoril y



suministro de sales minerales en el caso del grupo control, mientras que los grupos experimentales recibieron también el aditivo Roughage Mate™ en las cantidades propuestas para los tratamientos e identificados con cintas por cada tratamiento. Los animales fueron pesados con ayuda de una cinta bovinométrica para calcular los requerimientos de consumo de materia seca 15 días antes de la fecha prevista del parto. La conformación de los grupos para el experimento se los realizó de forma aleatoria inicialmente con 16 individuos por grupo (G1, G2, G3, GC); sin embargo, luego del parto fueron seleccionados solo 10 animales por grupo para continuar con la investigación de acuerdo a lo planificado. El ordeño se lo realizó dos veces al día con sistema de ordeño mecánico a intervalos de 12 horas.

Tabla 1. Peso y consumo de materia seca. Promedios estimados de las vacas gestantes seleccionadas 15 días antes de la fecha probable de parto y 24 horas posparto.

	Grupos Experimentales							
	G1		G2		G3		GC	
	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.	Media	Desv Est.
Peso en kg estimado de las vacas 15 días antes de la fecha probable de parto (n=64).	566,1	±40,6	575,7	±46,7	571,8	±52,9	561,1	±37,7
Consumo estimado de Materia Seca preparto* (n=64)	10,19	±0,73	10,36	±0,84	10,29	±0,95	10,10	±0,68
Peso en kg estimado de las vacas 24 horas posparto (n=40).	510,2	±40,9	512,9	±42,9	520,5	±50,1	498,7	±34,4
Consumo estimado de MS Inicio lactancia** (n=40)	14,80	±1,19	14,87	±1,24	15,09	±1,45	14,46	±1,00

G1.- Suministro de 7g/animal/día de Roughage Mate™; G2.- Suministro de 15g/animal/día de Roughage Mate™; G3.- Suministro de 21g/animal/día de Roughage Mate™. GC.- Grupo control, sin suministro de Roughage Mate™. *- Calculado en base al 1,8% de consumo de MS con respecto al peso corporal (Grummer et al., 2004; Andresen, 2008). **.- Calculado en base al 2,9% de consumo de MS con respecto al peso corporal (NRC, 2001).

Elaboración: Autor.

De los 64 animales seleccionados en preparto, 1 vaca presentó fiebre de leche, 3 vacas con retención de placenta y 4 vacas presentaron metritis. Sin embargo, de acuerdo a lo planificado para la investigación, por sorteo dentro del grupo y la presencia de vacas con los problemas indicados, se seleccionaron los 10 animales requeridos para proseguir con el estudio, los mismos que fueron pesados con la



cinta bovinométrica 24 horas después del parto para estimar su consumo de MS (ver Anexo 2).

3.2.7. Manejo de la alimentación de los animales.

La dieta basal de todos los animales incluidos en el experimento 15 días antes del parto, estuvo compuesta por 99% de pasturas de mezcla forrajera de Raygrass, trébol blanco, trébol rojo y kikuyo (proteína 20,41%; extracto etéreo 2,46%; fibra 27,54%; cenizas 13,23%; calculados en base a la materia seca del pasto) y 1% de suministro de sales minerales y vitaminas. Después del parto, una vez seleccionados los animales que continuarían en el estudio, la alimentación estuvo compuesta por 90% de pasturas de mezcla forrajera con las mismas especies forrajeras indicadas anteriormente pero con diferente contenido de nutrientes por el estado fenológico propicio para el consumo (proteína 23,74%; extracto etéreo 2,42%; fibra 24,40%; cenizas 12,59%; calculados en base a la materia seca del pasto), 8% de concentrado comercial (proteína 12,78%; Extracto etéreo 3,44%; fibra 17,29%; ceniza 10,19%), 1% de silo de raygrass (proteína 8,41%; extracto etéreo 2,36%; fibra 33,64%; ceniza 15,78%;) y 1% de suministro de sales minerales y vitaminas. Los resultados de los análisis bromatológicos se muestran en el Anexo 1.

El manejo del pastoreo antes y después del parto se lo realizó de manera controlada mediante el uso de cercas eléctricas. La mezcla de sales minerales y vitaminas a los animales preparto se ofreció en un saladero techado. En cuanto al suministro de concentrado, silo y mezcla de sales minerales más vitaminas a las vacas posparto, estos fueron ofrecidos al momento del ordeño. Antes y después del parto el consumo de agua fue *Add libitum*. La información de la cantidad de materia seca y el aporte energético ofrecidos en las dieta de los animales 15 días antes del parto y al inicio de la lactancia se muestran en la Tabla 2.



Tabla 2. Aporte de materia seca y energía de las diferentes fuentes de nutrientes empleadas en la investigación, para las vacas 15 días antes del parto (DAP) y vacas 60 días pos parto (DPP).

Fuente de nutrientes	Vacas 15 DAP		Vacas 60 DPP	
	Peso promedio 568,7±44,1 kg CEMS= 10,24±0,8 kg		Peso promedio 510,2±39,5 kg CEMS= 14,80±1,20 kg	
	Kg/MS/Día	MCal/EN _L /día	Kg/MS/Día	MCal/EN _L /día
Pasto para vacas producción+	0	0,00	13,33	21,00
Pasto para vacas secas*	10,13	15,61	0	0,00
Silo++	0,00	0,00	0,15	0,21
Concentrado**	0,00	0,00	1,18	2,08
Total de aportación	10,13	15,61	14,66	23,30

CEMS.- Consumo Estimado de Materia Seca calculado en base a los pesos promedio de las vacas 15 días antes y 24 horas después del parto. **MS.-** Materia Seca. **+-** Pasto para las vacas en lactación con aporte del 90% de la ración diaria. ***.-** Pasto para las vacas 15 días preparto (secas) con aporte del 99% de la ración diaria. **++.-** Silo destinado a las vacas en lactación con un aporte del 1% de la ración diaria. ****.-** Concentrado destinado a las vacas en lactación con un aporte del 8% de la ración diaria.

Elaboración: Autor

En la tabla 2, no se incluyen las premezclas de sales minerales y vitaminas, ni el aditivo en estudio ya que son elementos que no aportan una cantidad de energía significativa a la ración diaria de los animales. Los valores obtenidos fueron calculados en función del resultado de los análisis bromatológicos.

Los requerimientos nutricionales para las vacas estudiadas fueron calculados en función del estado y del peso corporal promedio de los animales: vacas secas y vacas en lactación temprana (568,7 y 510,2 kg p/v respectivamente). Para las vacas secas con 265 días de gestación se estimó el requerimiento de energía para mantenimiento, actividad física, regulación térmica y gestación (peso estimado del ternero al nacimiento: 32 kg). Por otro lado, para las vacas en lactación se calculó la EN_L según los requerimientos: producción de leche (18lt/día) y su tenor de grasa (3,5%), la actividad física (pastoreo y 2 km de movilización diario), y las condiciones térmicas medioambientales (14°C). En la tabla 3 se muestran las necesidades energéticas de los animales investigados.



Tabla 3. Necesidades energéticas en Mcal/EN_L/día de vacas gestantes 15 días preparto y en lactación temprana.

Requerimiento Mcal/EN _L /día	Vacas 15 DAP	Vacas 60 DPP
	Peso promedio en kg	
	568,7	510,6
Mantenimiento*	9,32	8,59
Producción*	0,00	6,54
Actividad física*	4,09	4,14
Control térmico*	2,39	2,14
Preñez*	2,63	0,00
Total	18,43	21,41

*.- Los requerimientos energéticos fueron calculados para el peso promedio de las vacas antes y después del parto de acuerdo al (NRC, 2001).

Elaboración: Autor.

3.2.8. Manejo de las dosis del aditivo Roughage Mate™.

El suministro del aditivo Roughage Mate™ a los grupos experimentales 15 días antes del parto (DAP) se realizó paulatinamente para acostumbrar a los animales al consumo de este producto hasta alcanzar las dosis experimentales al momento del parto (adaptación ruminal). Se emplearon comederos individuales para garantizar el consumo del aditivo en su dosis completa. Las dosis experimentales del aditivo fueron suministradas a los animales desde el parto hasta los 45 días post parto (DPP) en el ordeño de la mañana, una vez al día conjuntamente con el concentrado y la premezcla de sales minerales y vitaminas.

Las dosis de aditivo suministradas a los animales no fueron calculadas en base al consumo de materia seca sino de acuerdo a las recomendaciones del fabricante siendo la dosis recomendada 7g/animal/día; mientras que, las dosis de 15g/animal/día y 21g/animal/día fueron las dosis experimentales propuestas. En la tabla 4 se muestran los aportes de macro y microminerales del aditivo Roughage Mate™ calculados en base a su composición (Anexo 3).



Tabla 4. Macro y microminerales aportados por el aditivo Roughage Mate™ según las dosis propuestas.

Adición Aditivo g/animal	Macrominerales				Microminerales			
	Ca	Na	K	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
	g				mg			
G1: 7	0,18	0,04	0,13	0,48	1,81	240,29	6,05	6,50
G2: 15	0,38	0,08	0,27	1,04	3,89	514,91	12,97	13,92
G3: 21	0,53	0,11	0,38	1,45	5,44	720,88	18,15	19,49

Ca: Calcio; **Na:** Sodio; **K:** Potasio; **Mg:** Magnesio; **Cu:** Cobre; **Fe:** Hierro; **Mn:** Manganeso; **Zn:** Zinc. **g:** gramos. **mg:** miligramos.

Elaboración: Autor

3.2.9. Variables de estudio.

Las variables de estudio fueron analizadas en función del impacto sobre la reproducción que pudieran generar las dosis experimentales del aditivo empleado en la investigación.

- Variable independiente.

- Tratamientos.- Dosis del aditivo Roughage Mate™: 7 g (G1); 15 g (G2); 21 g (G3); y, 0 g (Grupo Control – G4).

- Variables dependientes.

- Involución uterina.- evaluada por palpación rectal al 21 y 40 DPP del útero analizando: Posición del útero con relación a la pelvis; y, simetría de los cuernos uterinos:
 - Útero sobre la pelvis y cuernos simétricos.- útero involucionado.
 - Útero sobre la pelvis y cuernos asimétricos.- útero no involucionado.
 - Útero por delante de la pelvis y cuernos simétricos.- útero no involucionado.
 - Útero por delante de la pelvis y cuernos asimétricos.- útero no involucionado.



- Salud uterina.- Evaluada por citología endometrial mediante la técnica de cytobrush a los 34 y 47 DPP cuantificando porcentualmente el número de polimorfonucleares y valorando en función de los puntos de corte para el diagnóstico de endometritis subclínica en ese periodo de tiempo (Según Rutter B., 2015) en ganado lechero a pastoreo en:
 - PPMN >6%.- Vacas con Endometritis subclínica positiva (ES).
 - PPMN ≤6%.- Vacas Sanas sin ES.

- Actividad ovárica.- Evaluada por imágenes obtenidas por ultrasonografía semanalmente desde el día 15 hasta el día 43 posparto observando:
 - Tamaño folicular.
 - Clase de folículo.- 1) Clase I: folículos ≤ 5mm; 2) Clase II: Folículos > 5 mm y <10mm; Clase III: ≥10 mm
 - Retorno a la actividad ovárica.- si se parecía folículos de clase III.
 - Presencia de cuerpo lúteo.

3.2.10. Evaluación de la involución uterina.

La evaluación de la involución uterina fue realizada por medio de la técnica de palpación rectal, apoyado en el conocimiento anatómico y topográfico de los órganos reproductivos internos. Aunque este método de evaluación es muy subjetivo, para controlar el error por factor humano, la evaluación fue realizada por un solo profesional en los momentos indicados para determinar el estado de involución del útero a los 21 y 40 DPP.

3.2.11. Salud uterina.

La evaluación de la salud uterina (SU) se realizó para los grupos en estudio (experimentales y control) a los 34 y 47DPP. La recolectar de las muestras de



citología uterina, se realizó mediante la técnica descrita por (Madoz, 2012). Utilizando cepillos ginecológicos cérvico-uterinos descartables adosados en una pistola de inseminación, protegido con una vaina descartable, y recubierto por una camisa sanitaria. Este aditamento fue introducido por vía vaginal hasta el lumen uterino empleando la técnica y los movimientos de la inseminación artificial. Una vez en la luz uterina, se expuso el citocepillo y con movimientos rotatorios sobre el endometrio se tomó la muestra respectiva. Luego de tomar la muestra, se retrajo el cepillo dentro de la vaina descartable y se procedió a retirar el aditamento del animal.

La muestra obtenida fue adherida a un portaobjetos mediante movimientos circulares sobre la placa y dejando que se seque a temperatura ambiente sin la aplicación de fijador celular. Luego de recolectado todas las muestras y fijados en portaobjetos, éstos fueron llevados al laboratorio para su respectiva tinción y evaluación del porcentaje de polimorfonucleares. Una vez teñidas las muestras con tinción de Wright, se observó al microscopio a 400 aumentos, contando un número total de 200 células y diferenciando a los polimorfonucleares para obtener una tasa (%PMN). Para la interpretación del estado de salud uterina se utilizó el punto de corte encontrado para vacas en sistemas lecheros de base pastoril por (Madoz, 2012) y (De la Sota, 2014) en el periodo comprendido entre 34 – 47 DPP siendo el valor de referencia como positivo a endometritis subclínica $>6\%$ PMN (ES).

3.2.12. Actividad ovárica.

La actividad ovárica (ovario izquierdo y derecho) fue evaluada mediante imágenes ultrasonográficas de la presencia de folículos (tamaño y clase) y cuerpos lúteos (tamaño) a partir de los 15DPP y posteriormente cada 7 días volviendo a evaluarse los días 22, 29, 36 y 43DPP. Para el efecto se utilizó un ecógrafo portátil (Ibex Pro portátil, LCD) equipado con una sonda transrectal lineal de 6,5 MHz. Los folículos fueron medidos y clasificados en folículos de clase I, II o III como se detalló anteriormente. Se estableció como Retorno a la actividad ovárica cuando una vaca presentó estructuras ováricas de tamaño ovulatorio (folículos ≥ 10 mm de diámetro) y acompañada de cuerpo lúteo de apariencia normal; o, presentó manifestaciones de celo.



3.2.13. Análisis estadísticos.

Los datos obtenidos de las variables analizadas: Involución Uterina, Salud Uterina y Actividad Ovárica fueron no paramétricos y se los analizó con el paquete estadístico SPSS *versión 22,0* empleando la prueba estadística "H de Kruscall Wallis" y prueba de Chi-cuadrado. El valor de significancia fue 5% ($P < 0,05$) para los tratamientos.



CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Involución Uterina (IU).

El análisis de la involución uterina indica que, de acuerdo a la posición del útero y la simetría de los cuernos uterinos, las vacas respondieron de similar manera ante los tratamientos aplicados frente al control ($P>0,05$). Globalmente el análisis estadístico indica que a los 21 DPP el 52,5% de las vacas estudiadas ya presentaron involución uterina, mientras que a los 40DPP la IU alcanzó al 82,5% del total de vacas estudiadas (40 animales). En la tabla 5 se muestran los resultados de la variable involución uterina.

Tabla 5. Involución uterina evaluada por palpación rectal de acuerdo a la posición del útero en la pelvis y la simetría de los cuernos uterinos a los 21 y 40DPP.

		Involución Uterina			
		21 DPP		40 DPP	
		Involucionado		Involucionado	
		Recuento	%	Recuento	%
Tratamientos	G1	5/10	50,0%	9/10	90,0%
	G2	5/10	50,0%	8/10	80,0%
	G3	5/10	50,0%	9/10	90,0%
	G4	6/10	60,0%	7/10	70,0%
	Total	21/40	52,5%	33/40	82,5%

^{a, b, c.} - Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P<0,05$). **DPP.**- días posparto. **G1.**- Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.**- Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.**- Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.**- Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor

4.2. Salud Uterina (SU).

Al realizar los análisis respectivos para la variable Salud Uterina se determinó que no existe diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) en cuanto a la presencia de endometritis subclínica (ES) en los diferentes tratamientos manteniendo tasas similares de animales sin ES en los periodos de evaluación propuestos. Los resultados arrojan que a los 34 DPP el 100% de los animales se encontraban sin ES; sin embargo, a pesar de no haber diferencia estadística alguna entre los tratamientos con respecto a la presencia de ES, se pudo apreciar que en el grupo 4



el 97,5% de los animales mantuvieron la salud uterina mientras que el 2,5% enfermó (una vaca desarrollo ES). Los resultados del análisis de la salud uterina se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Salud uterina de las vacas de los diferentes tratamientos a los 34 y 47DPP (animales sin Endometritis Subclínica).

	Salud Uterina (sin ES)				
	34DPP		45DPP		
	Recuento	%	Recuento	%	
Tratamientos	G1	10/10	100,0%	10/10	100,0%
	G2	10/10	100,0%	10/10	100,0%
	G3	10/10	100,0%	10/10	100,0%
	G4	10/10	100,0%	9/10	90,0%
	Total	40/40	100,0%	39/40	97,5%

a, b, c.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). **ES.**- Endometritis subclínica. **DPP.**- días posparto. **G1.**- Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.**- Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.**- Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.**- Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor

4.3. Actividad Ovárica (AO): Folículos, Cuerpo lúteo y Retorno.

La actividad ovárica (cuerpo lúteo y folículos) de las vacas incluidas en la investigación en cada tratamiento en los días propuestos, se muestran en las tablas 7, 8, 9, 10, 11 y 12. Los análisis realizados indican que la actividad ovárica de las vacas de acuerdo a la clase de folículos a los días 15, 22, 29 y 36DPP se comportan de similar manera entre los tratamientos ($P > 0,05$), mientras que en el 43DPP el comportamiento muestra diferencias significativas ($P < 0,05$).

La actividad ovárica a los 15DPP mostró que el 17,5% de los animales presentan folículos de características ovulatorios ($\geq 10\text{mm}$) y que probablemente hayan reiniciado la actividad ovárica aumentando este valor en los días posteriores (Ver tablas 8, 9, 10, 11). Aunque estadísticamente no hay diferencias significativas, el grupo 3 (G3) presentó una mayor cantidad de animales con folículos de clase III (4/10).



Tabla 7. Actividad ovárica a los 15DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).

		Actividad Ovárica 15 DPP					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
Tratamientos	G1	4/10	40,0%	5/10	50,0%	1/10	10,0%
	G2	3/10	30,0%	5/10	50,0%	2/10	20,0%
	G3	2/10	20,0%	4/10	40,0%	4/10	40,0%
	G4	3/10	30,0%	7/10	70,0%	0/10	0,0%
	Total	12/40	30,0%	21/40	52,5%	7/40	17,5%

a, b, c.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). DPP.- días posparto. **G1.-** Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.-** Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.-** Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.-** Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor.

La reducción de vacas con presencia de folículos clase I (25,0%) y II (47,5%); y, el aumento de folículos de clase III (27,5%) a los 22 DPP indican la recuperación paulatina de la actividad ovárica. De la misma manera que en el 15DPP, en este periodo de tiempo (22 DPP) el grupo control presenta mayor cantidad de vacas con folículos de clase II (8/10) con respecto a los demás tratamientos aunque estadísticamente no se muestra diferencias estadísticas ($P > 0,05$).

Tabla 8. Actividad ovárica a los 22 DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).

		Actividad Ovárica 22 DPP					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
Tratamientos	G1	2/10	20,0%	5/10	50,0%	3/10	30,0%
	G2	2/10	20,0%	4/10	40,0%	4/10	40,0%
	G3	4/10	40,0%	2/10	20,0%	4/10	40,0%
	G4	2/10	20,0%	8/10	80,0%	0/10	0,0%
	Total	10/40	25,0%	19/40	47,5%	11/40	27,5%

a, b, c.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). DPP.- días posparto. **G1.-** Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.-** Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.-** Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.-** Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor.

En el 29 DPP la cantidad de vacas con folículos clase I se redujo drásticamente a un mínimo de 5%, mientras que las vacas con folículos de clase II y III llegaron al 60,0% y 35,0% respectivamente. Los valores del número de vacas en cada tratamiento con respecto a la clase de folículo fueron similares (ver tabla 9).



Tabla 9. Actividad ovárica a los 29 DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).

		Actividad Ovárica 29 DPP					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
Tratamientos	G1	0/10	0,0%	6/10	60,0%	4/10	40,0%
	G2	1/10	10,0%	6/10	60,0%	3/10	30,0%
	G3	1/10	10,0%	5/10	50,0%	4/10	40,0%
	G4	0/10	0,0%	7/10	70,0%	3/10	30,0%
	Total	2/40	5,0%	24/40	60,0%	14/40	35,0%

a, b, c.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). DPP.- días posparto. **G1.-** Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.-** Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.-** Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.-** Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor.

Los análisis estadísticos realizados (prueba de Chi-cuadrado) indican que, de la misma manera como en los días posparto 15, 22 y 29, la actividad ovárica de los animales empleados para esta investigación no dependió de los tratamientos (dosis de aditivos suministrados); así mismo, los valores del número de vacas en cada tratamiento con respecto a la clase de folículos fueron similares. En este periodo de tiempo la presencia de vacas con folículos de clase I fue del 5%; de clase II, 52,5%; y, de clase III, 42,5% siendo el tratamiento G3 el que presentó mayor número de vacas con folículos de tamaño ovulatorio.

Tabla 10. Actividad ovárica a los 36DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).

		Actividad Ovárica 36 DPP					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Recuento	%	Recuento	%	Recuento	%
Tratamientos	G1	1/10	10,0%	6/10	60,0%	3/10	30,0%
	G2	0/10	0,0%	7/10	70,0%	3/10	30,0%
	G3	0/10	0,0%	4/10	40,0%	6/10	60,0%
	G4	1/10	10,0%	4/10	40,0%	5/10	50,0%
	Total	2/40	5,0%	21/40	52,5%	17/40	42,5%

a, b, c.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). DPP.- días posparto. **G1.-** Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.-** Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.-** Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.-** Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor.

En el día 43 posparto los análisis estadísticos demostraron que en esta investigación



los tratamientos influenciaron sobre la actividad ovárica existiendo diferencias estadísticas ($P < 0,05$). En este periodo de tiempo las evaluaciones ultrasonográficas no mostraron animales con folículos de clase I; el 35% de los animales mostraron folículos de clase II y el 65% de los animales presentaron folículos de clase III. En cuanto a la influencia de los tratamientos sobre la actividad ovárica se estableció que en este estudio los grupos 3 (21g de aditivo) y 4 (control) demostraron generar mayor cantidad de animales con actividad ovárica para desarrollar folículos ovulatorios sobre los demás tratamientos.

Tabla 11. Actividad ovárica a los 43 DPP. Distribución de las vacas de acuerdo a la clase de folículo presente en la evaluación (I, II, III).

		Actividad Ovárica 43 DPP					
		Clase I		Clase II		Clase III	
		Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila
Tratamientos	G1	0/10	0,0%	5/10	50,0%	5/10 ^b	50,0%
	G2	0/10	0,0%	7/10	70,0%	3/10 ^b	30,0%
	G3	0/10	0,0%	1/10	10,0%	9/10 ^a	90,0%
	G4	0/10	0,0%	1/10	10,0%	9/10 ^a	90,0%
	Total	0/40	0,0%	14/40	35,0%	26/40	65,0%

^{a, b}.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). **DPP**.- días posparto. **G1**.- Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2**.- Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3**.- Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; **G4**.- Testigo o Control: 0 g/día de aditivo.

Elaboración: Autor.

En cuanto al cuerpo lúteo, los análisis demostraron que la presencia de esta estructura ovárica en los animales que formaron parte de esta investigación, no se vieron afectados por los tratamientos comportándose de similar manera ($P > 0,05$) desde el 15DPP hasta el 43DPP. De manera global, al final de la investigación se obtuvo vacas con cuerpos lúteos a partir de los 22DPP con un 2,5% (1 vaca presentó cuerpo lúteo). La presencia de vacas con cuerpo lúteo a los 29DPP alcanza un 10% al igual que en el día 36 posparto (10%). No obstante, se pudo apreciar que ya en el día 43 posparto el 45% de los animales presentaron cuerpo lúteo.



Tabla 12 Actividad ovárica en los diferentes días posparto. Presencia de cuerpo lúteo.

	Presencia de Cuerpo Lúteo									
	15DPP		22DPP		29DPP		36DPP		43DPP	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
G1	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(2/10)	20,0%	(2/10)	20,0%	(5/10)	50,0%
G2	(0/10)	0,0%	(1/10)	10,0%	(2/10)	20,0%	(2/10)	20,0%	(5/10)	50,0%
Tratamientos G3	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(5/10)	50,0%
G4	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(3/10)	30,0%
Total	(0/40)	0,0%	(1/40)	2,5%	(4/40)	10,0%	(4/40)	10,0%	(18/40)	45,0%

^{a, b, c.} - Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). **DPP.**- días posparto. **G1.**- Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2.**- Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3.**- Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4.**- Testigo o Control: 0 g/día de aditivo. **n.**- número de casos (recuento).

Elaboración: Autor.

El retorno a la actividad ovárica (RAO) fue analizado a partir del 15DPP hasta el 43DPP mediante ultrasonografía, para esto fue considerado la presencia de folículos clase III, presencia de cuerpo lúteo y/o manifestaciones de celo. Desde el día 15 al 36 posparto los resultados de la influencia de los tratamientos sobre el retorno a la actividad ovárica normal muestran igual comportamiento dentro de esta investigación. Sin embargo al día 43 posparto el comportamiento del RAO en los grupos de vacas analizados muestran diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) favoreciendo a los tratamientos G3 y G4 con 100% y 90% respectivamente, frente a los tratamientos G2 (60%) y G1 (50%). El análisis también señala que el RAO a los 43DPP se da en el 75% de los animales del experimento. Los resultados se aprecian en la tabla 13.



Tabla 13 Retorno a la actividad ovárica (RAO) de las vacas incluidas en la investigación.

		Retorno a la actividad ovárica									
		15DPP		22DPP		29DPP		36DPP		43DPP	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tratamientos	G1	(1/10)	10,0%	(3/10)	30,0%	(4/10)	40,0%	(3/10)	30,0%	(5/10) ^b	50,0%
	G2	(2/10)	20,0%	(4/10)	40,0%	(5/10)	50,0%	(4/10)	40,0%	(6/10) ^b	60,0%
	G3	(4/10)	40,0%	(4/10)	40,0%	(4/10)	40,0%	(6/10)	60,0%	(10/10) ^a	100,0%
	G4	(0/10)	0,0%	(0/10)	0,0%	(3/10)	30,0%	(5/10)	50,0%	(9/10) ^a	90,0%
	Total	(7/40)	17,5%	(11/40)	27,5%	(16/40)	40,0%	(18/40)	45,0%	(30/40)	75,0%

^{a, b, c}.- Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa ($P < 0,05$). **DPP**.- días posparto. **G1**.- Tratamiento 1: 7 g/día de aditivo; **G2**.- Tratamiento 2: 15 g/día de aditivo; **G3**.- Tratamiento 3: 21 g/día de aditivo; y, **G4**.- Testigo o Control: 0 g/día de aditivo. **n**.- número de casos (recuento).

Elaboración: Autor.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Los análisis mostraron que hasta el día 21 posparto la involución uterina se dio en el 52,5% (21/40) de los animales estudiados en esta investigación; mientras que en el día 40 posparto esta involución uterina fue alcanzada por el 82,5% (33/40) de las vacas, sin tener influencia de los tratamientos. Estudios realizados han determinado que la involución uterina se da alrededor del día 26 posparto en hembras bovinas multíparas de tipo lechero según lo reportado por Quintela et al., (2003)

Aunque no existió influencia de los tratamientos sobre la salud uterina, los resultados reportados indican que a los 34DPP el 100% de los animales mostraron salud uterina al encontrarse por debajo de 6% de PMN, punto de corte establecido para ganado en pastoreo a partir de este periodo de tiempo por Madoz (2012), De la Sota (2014) y Rutter (2015); sin embargo, en el día 47 posparto el 2,5% de los animales (1 vaca) desarrollo endometritis subclínica (ES) superando los valores de corte mencionados, situación que pudo deberse a las maniobras realizadas para la toma de muestra conforme lo explicado por (Thomé *et al.*, 2013) y (De Boer et al., 2014). En forma general los altos valores de salud uterina pudieran deberse al factor genotipo ya que en esta investigación se trabajo con animales mestizos (Holstein x Criollo) que, como se conoce, presentan mayor resistencia y rusticidad, dictamen apoyado por (Reátegui et al., 2016) quienes encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en cuanto a la presencia de endometritis subclínica en animales de dos genotipos diferentes: Holstein Friesian (59,57%) vs Jersey (27,66%).

Se sabe que después de la primera ovulación posparto se genera un cuerpo lúteo de corta duración (8 a 10 días) (Roche, 2006) por lo que las vacas que tuvieron folículos de características ovulatorias a los 15DPP, en el caso de que hayan ovulado, el CL formado pudo ser detectado a los 22DPP.

Los resultados obtenidos demuestran que de todas las vacas con folículos ovulatorios presentes en el día 15 posparto (7/40; 17,5%), solo 1 animal perteneciente al G2 ovuló (14,28% de los animales con folículos clase III; 10% del grupo; 2,5% del global) verificado por la presencia de cuerpo lúteo en el 22DPP.



Según (Roche, 2006), de todas las vacas que presentan folículos de características ovulatorias dentro de los primeros 15 días posparto, del 30 al 80% ovulan, 15-60% sufren atresia y 1-5% desarrollan quistes foliculares. Los datos en este estudio, aunque entre los tratamientos no hubo diferencias significativa ($P>0,05$), globalmente son inferiores a los señalados permitiendo manifestar que hasta el día 22 después del parto la primera ovulación pospartal solo se dio en el 2,5% de todos los animales estudiados marcando el reinicio de la actividad ovárica solo en un animal. Estos datos también son inferiores a los registrados por (Gautam et al., 2010) en un estudio realizado con el fin de observar el efecto de ciertos factores que reducen la fertilidad de las vacas lecheras, encontrando que la primera ovulación se dio después del día 21 y antes del 28 posparto en el 62,2% de los animales en estudio. Esto nos permite discernir que a pesar del desarrollo de folículos de tamaño ovulatorio tempranamente, mientras no se genere una ovulación y posterior formación de cuerpo lúteo, no se puede considerar que una vaca ha retornado a la actividad ovárica normal.

Del total de vacas con folículos de clase III encontrados en el día 22 y considerando los resultados hallados a los 15DPP, se encontró 27,5% (11/40) de animales con folículos ovulatorios confirmándose la ovulación a los 29DPP con la presencia de cuerpo lúteo en 4 vacas sin ser afectado por los tratamientos ($P>0,05$) (36,36% de los animales con folículos ovulatorios; 10% del global). Resultados similares a los del día 22 posparto se encontraron en el 29DPP, 14 de los 40 animales estudiados (35,0%) presentaron folículos de tamaño ovulatorio. Al realizar la evaluación del cuerpo lúteo a los 36DPP se observó que de los 14 animales con folículos clase III, 4 presentaron CL (28,6% de los animales con folículo ovulatorio; 10% del global) y que no dependió de los tratamientos ($P>0,05$). Estos valores son indicativos de que el 90% de los animales de esta investigación tuvieron retardo en la actividad ovárica de acuerdo a lo concluido por (Gautam et al., 2010) encontrando un 34,9% de vacas que ovularon hasta el día 36 posparto, muy superior a los valores obtenidos en este trabajo que apenas fue del 10%.

En el día 36 posparto la cantidad de animales con folículos clase III fue del 42,5% representado por 17 de los 40 animales estudiados. Sin embargo, las vacas que presentaron CL a los 43DPP (resultado de la ovulación de los folículos de tamaño



ovulatorio encontrados en el día 36 posparto y probablemente de algún folículo reclutado antes de este día) fueron 18 de las 40 incluidas en la investigación y que representa el 45% de todos los animales del ensayo. Esta cantidad de animales con cuerpo lúteo resultó proporcionalmente mayor al número de vacas con folículos en el día 36 posparto pudiendo deberse a que las vacas que presentaron CL en el día 22 y 29 posparto retornaron a la ciclicidad. Revisando los resultados observamos que de los animales de los grupos 3 y 4 hasta antes del día 43 posparto ninguno presentó cuerpos lúteos, indicando que su actividad ovárica reinició a los 36DPP con la presencia de folículos que ovularon y que formaron el primer cuerpo lúteo posparto.

Sumado las vacas de los grupos 3 y 4 que mostraron cuerpo lúteo no antes del día 43 posparto y que juntas suman el 20% (8/40), más las que presentaron CL en el día 22 posparto (2,5%; 1/40) y las que presentaron CL en el día 29 posparto (10%; 4/40), dan como resultado que hasta el día 43 posparto (última evaluación del cuerpo lúteo) el 47,5% (19/40) de los animales pudo retornar a la actividad ovárica.

La actividad ovárica con respecto a los folículos ovulatorios en el día 43 posparto fue afectada por los tratamientos. 9 de los 10 animales de los grupos 3 y 4 presentaron folículos clase III, así como 5 de los 10 animales del grupo 1, y 3 de los 10 animales del grupo 2. Al someter al análisis respectivo, se pudo observar que el grupo 3 y el grupo control generaron mayores tasas de vacas con folículos ovulatorios (90%) frente a las del grupo 1 (50%) y las del grupo 2 (30%), marcando diferencias significativas ($P < 0,05$). Se desconoce si estos folículos ovularon o no ya que no se evaluó la presencia de CL posteriormente.

Finalmente, el retorno a la actividad ovárica fue analizado también en función de la presencia de folículos dominantes de tamaño ovulatorio, la presencia de cuerpo lúteo y/o las manifestaciones de celo, en un mismo periodo de tiempo (15, 22, 29, 36 y 43DPP) resultando que hasta el día 36 posparto no existió influencia de los tratamientos sobre el retorno a la actividad ovárica; sin embargo, en el día 43 posparto, el retorno a la actividad ovárica analizado bajo los contextos indicados fue influenciado significativamente ($P < 0,05$) por los tratamientos respondiendo con mayores tasas de RAO el grupo 3 (100%) y grupo 4 (90%), sobre los demás grupos.

Dr. Adán Trinidad Gualpa Lema. 57



Estos resultados son parecidos a los obtenidos por (Hackbart et al., 2010) que obtuvieron 93,5% de retorno a la actividad ovárica en el grupo experimental y 90,3% en el grupo control al suplementar con elementos traza a vacas lecheras gestantes durante todo el periodo seco hasta 90 días posparto, sin embargo, al terminar el estudio concluyeron que la suplementación con elementos traza no generó efectos sobre la función reproductiva, discrepando con el estudio realizado por (Griffiths et al., 2007) en el que sugieren que la suplementación con elementos traza mejoran la eficiencia reproductiva y aunque no haya diferencias significativas en el retorno a la actividad ovárica, el rendimiento reproductivo es más efectivo al reducir el número de vacas a las que se les administró progesterona exógena para iniciar un proceso de sincronización de celo simulando un cuerpo lúteo. (Rabiee et al., 2010) en un meta-análisis concluyeron que la inclusión de elementos traza orgánicos en las dietas de las vacas lecheras podría mejorar la producción, la reproducción y la salud.

Al considerar que el grupo 4 fue el tratamiento control y que el grupo 3 fue el tratamiento con la más alta dosis de aditivo (21g de Roughage Mate™), resulta difícil explicar porque actuaron de similar manera en cuanto a la generación de folículos de clase III y RAO al día 43 posparto. Quizás la explicación estaría relacionada con la cantidad del aditivo consumido, ya que al observar las tablas en todos los análisis el tratamiento 3 (G3) resulta numéricamente superior a los demás tratamientos aunque estadísticamente no se aprecie diferencias en la mayoría de los análisis, por lo que se considera que probablemente las dosis empleadas no fueron las adecuadas y que recién a partir de los 21g suministrados pudiera manifestar efectos positivos debido a que los microelementos en la alimentación basal pudieron haber sido mucho menor a los esperados (no se realizó análisis bromatológico para los elementos traza) como lo indican (Siciliano et al., 2008) que suministraron de fuentes orgánicas 360mg de Zn, 200mg de Mn, 125mg de Cu y 12mg de Co a 250 vacas en el periodo de transición mejorando las tasas de concepción al primer servicio, y como se aprecia son cantidades de microelementos mucho más altas que las ofrecidas a los animales de esta investigación a través del aditivo propuesto.

Aunque mucha de la literatura discrepa entre los efectos positivos o nulos de la adición de elementos traza en la dieta, se ha visto que la diferencia de resultados también depende del tipo de elemento traza incluido en la ración es así que (Kellogg Dr. Adán Trinidad Gualpa Lema.



et al., 2003) demuestra que la inclusión de elementos traza de carácter orgánico mejora el rendimiento reproductivo en comparación de los elementos traza de carácter inorgánico. Del mismo modo lo demostró (Nocek et al., 2006) al obtener similitudes ($P>0,05$) entre dos fuentes de minerales traza: orgánica e inorgánica pero con el 75% de la dosis recomendada por la (NRC, 2001) para la fuente orgánica versus el 100% de la dosis total en elementos de fuentes inorgánicas. Además, investigaciones señalan que el tiempo de duración del suministro de los elementos traza puede afectar la respuesta de los elementos traza según lo reportó (Hackbart et al., 2010) quienes suministrando 75mg de Zn, 65mg de Mn, 15mg de Cu y 1,1mg de Co (en forma orgánica e inorgánica) por cuatro meses sin encontrar efectos significativos sobre la reproducción ($P>0,05$) asegurando que se requeriría más tiempo de ofrecimiento de estos minerales antes de observar un efecto biológico.



CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El suministro del aditivo propuesto en las dosis planteadas no mejoró el performance reproductivo hasta los 36 días posparto; sin embargo, al día 43 posparto el tratamiento 3 mostró los mejores resultados en cuanto a la cantidad de vacas con retorno a la actividad ovárica evaluada en función de folículos clase III y presencia de cuerpo lúteo; y que, para mejorar el efecto biológico se requiere aumentar la dosis del aditivo y suministrados por periodos de tiempo más largos.

Considerando los resultados obtenidos, las conclusiones a las que llegaron varios autores, y la tendencia actual en la producción animal se recomienda que al suministrar aditivos de elementos traza, éstos sean de carácter orgánicos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Abuelo, A., Hernández, J., Benedito, J. L., & Castillo, C. (2015). The importance of the oxidative status of dairy cattle in the periparturient period: revisiting antioxidant supplementation. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 99(6), 1003-1016.
2. Andresen, H. (2008). La Vaca en transición. Sitio Argentino de producción animal., 10 pp. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/126-transicion.pdf
3. Aurousseau, B., Gruffat, D., & Durand, D. (2006). Gestation linked radical oxygen species fluxes and vitamins and trace mineral deficiencies in the ruminant. *Reproduction Nutrition Development*, 46(6), 601-620
4. Bach, A. (2001). La reproducción del vacuno lechero: Nutrición y fisiología. XVII Curso de Especialización FEDNA (pp. pag. 105-130). Purina: FEDNA. http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2001
5. Bach, A., & Devante, M. (2004). Microminerales en al nutricion del rumiante: Aspectos técnicos y consideraciones legales. XX Curso de Especialización FEDNA (p. 17). Barcelona: FEDNA. http://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2004
6. Baek, J. M. (2012). Transición de la vaca lechera. Nevos criterios nutricionales que desafian nuestros paradigmas. Sitio Argentino de Producción Animal, 11. http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/metabolicas/metabolicas_bovinos/53-transicion.pdf
7. Ball, P. J., & Peters, A. R. (2004). *Reproduction in Cattle*. Great Britain: T.J. International Ltd.
8. Barlund, C. S., Carruthers, T. D., Waldner, C. L., & Palmer, C. W. (2008). A comparison of diagnostic techniques for postpartum endometritis in dairy cattle. *Theriogenology*, 69(6), 714-723..
9. Beever, D. E. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal reproduction science*, 96(3), 212-226..
10. Bindari, Y. R., Shrestha, S., Shrestha, N., & Gaire, T. N. (2013). Effects of nutrition on reproduction-A review. *Advances in Applied Science Research*, 4(1), 421-429.



11. Burgos, J. D., & Jacho, G. (2014). Efectos de aditivos y levadura *Saccharomyces cerevisiae* en el incremento de peso en terneras Holstein Friesian, de 3 a 6 meses de edad. tumbaco, Pichincha. Tesis, 88 pp. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.
12. Calsamiglia, S. (2000). Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca en el parto. Sitio Argentino de producción animal, 12. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/56-alimentacion_y_manejo_vaca_parto.pdf
13. Campbell, H. M., Miller, J. K., & Schrick, F. N. (1999). Effect of Additional Cobalt, Copper, Manganese, and Zinc on Reproduction and Milk Yield of Lactating Dairy Cows Receiving Bovine Somatotropin. *Journal of Dairy Science*, Vol. 82(Nro. 85), pag 1019-1025.
14. Carro, M. D., Ranilla, M. J., & Tejido, M. L. (2006). Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. XXXI Jornadas Científicas y X Internacional de la SEOC , pR 7, pp. pag. 26-37. Zamora.
15. Cavestany, D., La Manna, A., Mendoza, A. F., Albanell, F., Belassi, S., Olariaga, F., . . . Silva, A. (2006). Efecto de diferentes dietas durante el periodo de transición (PT) sobre la producción y calidad de leche y el inicio de la actividad ovárica de vacas lecheras en pastoreo. *Jornada Técnica de Lechería*, (pp. 9 -16). Florida.
16. Celi, P., & Gabai, G. (2015). Oxidant/antioxidant balance in animal nutrition and health: the role of protein oxidation. *Frontiers in Veterinary Science*, Vol. 2(Nro. 48), pag 1-13.
17. Chagas, L. M., Bass, J. J., Blache, D., Burke, C. R., Kay, J. K., Lindsay, D. R., . . . Webb, R. (2007). Invited Review: New Perspectives on the Roles of Nutrition and Metabolic Priorities in the Subfertility of High-Producing Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 90(Nro. 9), pag. 4022–4032.
18. Córdoba, D. J., & Quintero, A. D. (2014). Efecto del suministro de aceite de linaza sobre la ciclicidad de vacas lecheras en posparto temprano en el municipio de Pasto-Colombia. *Especialidad en reproducción bovina*, 30 pp. Cali, Colombia.
19. Correa, H. J. (2004). La Vaca en Transición: Metabolismo y Manejo Nutricional. Seminario Nacional de Lechería Especializada: Bases Nutricionales y su Impacto en la Productividad. (pp. pag. 141 – 152). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
20. Cui, D., Li, J., Wang, X., Xie, J., Zhang, K., Wang, X., . . . Yang, Z. (2014). Efficacy of herbal tincture as treatment option for retained placenta in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, Vol. 145, pag. 23-28.



21. Czarnecki, G. L. (2008). Effect of dietary modulation of intestinal microbiota on reproduction and early growth. *Theriogenology*, Vol. 70, pag. 286–290.
22. De Boer, M. W., LeBlanc, J., Dubuc, J., Meier, S., Heuwieser, W., Arit, S., & Gilbert, R. O. (2014). Systematic review of diagnostic tests for reproductive-tract infection and inflammation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97(No. 7), pag. 3983–3999.
23. De la Sota, R. L., Madoz, L. V., Jaureguiberry, M., Dominguez, G., Migliorisi, A. L., Albarracín, D., & Álvarez, E. (2014). Endometritis Subclínica en vacas de tambo: Diagnóstico, Prevalencia e Impacto sobre la Eficiencia Reproductiva. *Spermova*, Vol. 4(No. 2), 105 - 111.
24. De León, F., & Pérez, P. A. (2012). Estudio de las distocias y mortalidad al parto en el ganado lechero uruguayo. Tesis de Doctorado., 51 pp. Paysandú, Uruguay: Universidad de la República.
25. Domínguez, C., Ruiz, A., Pérez, R., Martínez, N., Drescher, K., Pinto, L., & Aráneda, R. (2008). Efecto de la Condición Corporal al Parto y del Nivel de Alimentación sobre la Involución Uterina, Actividad Ovárica, Preñez y la Expresión Hipotalámica y Ovárica de los Receptores de Leptina en Vacas Doble Propósito. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Venezuela*, Vol. 9(No. 1), pag. 23-36.
26. Dubuc, J., Duffield, T. F., Leslie, K. E., Walton, J. S., & LeBlanc, S. J. (2010). Risk factors for postpartum uterine diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 93 (No. 12), pag. 5764-5771.
27. Esposito, G., Irons, P. C., Webb, E. C., & Chapwanya, A. (2013). Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 12 pp.
28. Ferguson, J. D. (1991). Nutrition and Reproduction in Dairy Cows. *Dairy Nutrition Management; Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, Vol. 7.(Nro. 2), pag. 483-507.
29. Frías, M., Landi, H., Montes, D., & Palma Parodi, F. (2011). Análisis comparativo de la salud y costo en el período vaca parida en rodeos lecheros. *In. Vet*, Vol. 13(Nro. 2), pag. 17-23.
30. Gaggía, F., Mattarelli, P., & Biavati, B. (2010). Probiotics and prebiotics in animal feeding for safe food production. *International Journal of Food Microbiology*, Vol. 141(Sup. 1), pag. S15–S28.
31. García, Á. (2009). Alimentación preventiva de la vaca en transición. *SDSU Extension Open Public Research Access Institutional*, 1(1), 5 pp.



32. García, K. (2012). Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico. Retrieved octubre 01, 2017, from <http://www.bdigital.unal.edu.co/7136/1/206518.2012.pdf>
33. Garzón Prado J P, Barrera Mosquera V H, Galarza Lucero D A, Soria Parra M E, Rodríguez Saldaña D F, López Crespo G E y Marini P R 2017: Efecto de la zeolita sobre retorno de la actividad ovárica, involución y salud uterina en vacas lecheras postparto criadas en pastoreo. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 29, Article #45. Retrieved October 28, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd29/3/garz29045.html>
34. Gautam, G., Nakao, T., Yamada, K., & Yoshida, C. (2010). Defining delayed resumption of ovarian activity postpartum and its impact on subsequent reproductive performance in Holstein cows. *Theriogenology*, Vol. 73, pag. 180–189.
35. Giuliadori, M. J., Magnasco, R. P., Becu-Villalobos, D., Lacau-Mengido, I. M., Risco, C. A., & de la Sota, L. R. (2013). Clinical endometritis in an argentinean herd of dairy cows: Risk factors and reproductive efficiency. *Journal of Dairy Science*, Vol. 96(Nro. 1), pag. 210-218.
36. Goff, J. P. (2004). Macromineral disorders of the transition cow. *Veterinary Clinics. Food Animal Practice*, Vol. 20, pag. 471-494.
37. Goff, J. P., Liesegang, A., & Horst, R. L. (2014). Diet-induced pseudohypoparathyroidism: A hypocalcemia and milk fever risk factor. *Journal of Dairy Science*, Vol. 97(No. 3), pag: 1520-1528.
38. Grace, N. D., & Knowles, S. O. (2012). Trace Element Supplementation of Livestock in New Zealand: Meeting the Challenges of Free-Range Grazing Systems. *Veterinary Medicine International*, 8 pp.
39. Griffiths, L. M., Loeffler, S. H., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & Johnson, A. B. (2007). Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Animal Feed Science and Technology*, Vol. 137, pag. 69–83.
40. Grigera, J., & Bargo, F. (2005). Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. *Sitio argentino de producción animal*, 9.
41. Grummer, R. R., Masheck, D. G., & Hayirli, A. (2004). Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics Food Animal Practice*, Vol. 20, pag. 447–470.
42. Grünberg, W., Donkin, S. S., & Constable, P. D. (2011). Periparturient effects of feeding a low dietary cation-anion difference diet on acid-base, calcium, and



- phosphorus homeostasis and on intravenous glucose tolerance test in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 94(No. 2), pag 727–745.
43. Guáqueta, H., Zambrano, J., & Jiménez, C. (2014). Factores que afectan la reactivación ovárica postparto en vacas Holstein, en el trópico alto. EBSCO, pag. 3970-3983.
44. Gutiérrez, O. (2015). La fisiología digestiva del rumiante, objeto de investigación en el Instituto de Ciencia durante cincuenta años. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 49(Nro. 2), pag. 179-188.
45. Ha, N. T., Sharafi, A. R., Heise, J., Schlather, M., Schnuder, U., Gross, J. J., . . . Simianer, H. (2017). A reaction nomr sire model to study the effect of metabolic challenge in early lactation on the functional . *Journal of Dairy Science* , 100(No. 5), 1-12.
46. Hackbart, K. S., Ferreria, R. M., Dietsche, A. A., Socha, M. T., Shaver, R. D., Wiltbank, M. C., & Fricke, P. M. (2010). Effect of dietary organic zinc, manganese, copper, and cobalt supplementation on milk production, follicular growth, embryo quality, and tissue mineral concentrations in dairy cows. *Journal of Animal Science*, Vol. 88, pag. 3856-3870.
47. Heppelmann, M., Brömmling, A., Weinert, M., Piechotta, M., Wrenzychi, C., & Bollwein, H. (2013). Effect of postpartum suppression of ovulation on uterine involution in dairy cows. *Zurich Open Repository and Archive*, 7 pp.
48. Heppelmann , M., Krach, K., Krüger, L., Benz, P., Herzog, K., Piechotta, M., . . . Bollwein, H. (2015). Technical note: The use of a sonomicrometry system for monitoring uterine involution in pospartum dairy cow. *Journal of Dairy Science*, Vol. 98(No. 3), pag. 1862–1869.
49. Hernández, R., & Díaz, T. (2011). Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en ruminates. In C. González, M. Madrid, & E. Soto, *Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito* (pp. 333-343). Astro Data S.A.
50. Hidiroglou, M. (1979). Trace Element Deficiencies and Fertility in Ruminants: a Review. *Journal of Dairy Science.*, Vol. 62, pag. 1195-1206.
51. Hincapié, J. J., Pipaon, E., & Blanco, G. (2008). *Trastornos Reproductivos en la Hembra Bovina*. Tegucigalpa: Litocom.
52. Ipek, H., Avci, M., Aydilek, N., & Yerturk, M. (2012). The effect of zeolite on oxidant/antioxidant status in healthy dairy cows. *Journal of the University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences in Brno*, Vol. 81, pag. 43–47.
53. Kasimanickam, R., Duffield, T. F., Foster, R. A., Gartley, C. J., Leslie, K. E., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2004). Endometrial cytology and



- ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, 62, 9–23.
54. Kasimanickam, R., Duffield, T. F., Foster, R. A., Gartley, C. J., Leslie, K. E., Walton, J. S., & Johnson, W. H. (2005). A comparison of the cytobrush and uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinically normal postpartum dairy cows. *Can Veterinary Journal*, Volume 46, 255-259.
55. Kellogg, D. W., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & Johnson, A. B. (2003). Effects of Feeding Cobalt Glucoheptonate and Metal Specific Amino Acid Complexes of Zinc, Manganese, and Copper on Lactation and Reproductive Performance of Dairy Cows. *The professional animal Scientist.*, Vol. 19, pag. 1-9.
56. Kumar, S., Kumar, A., Razzaque, W. A., & Kumar, D. (2011). Importance of micro minerals in reproductive performances of livestock. *Journal of Veterinary World*, Vol.4 (No.5), pag. 230-233.
57. LeBlanc, S. (2008). Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*, Vol. 176, pag. 102-114.
58. Leblanc, S. (2010). Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of reproduction and development.*, Vol. 56, pag. 29-35.
59. LeBlanc, S. (2015). Efecto de la salud durante el periodo de transición sobre el rendimiento reproductivo de las vacas lecheras. In G. A. Bó (Ed.), XI Simposio Internacional de Reproducción Animal – IRAC 2015 (pp. pag. 73-87). Córdoba: INSTITUTO DE REPRODUCCION ANIMAL CORDOBA.
60. Machado, V. S., & Bicalho, R. C. (2015). The infectious disease epidemiologic triangle of bovine uterine diseases. *Animal Reproduction*, Vol. 2(Nro.), pag.450-464.
61. Madoz, L. V. (2012). Endometritis subclinica en vacas de tambo: Diagnóstico, prevalencia e impacto sobre la eficiencia reproductiva. 112 pp. La Plata, Argentina.
62. Meikle, A., Cavestany, D., Carriquiry, M., Adrien, M., Artegoitia, V., Pereira, I., . . . Chilbroste, P. (2013). Avances en el conocimiento de la vaca lechera durante el período de transición en Uruguay: un enfoque multidisciplinario. *Agrociencia Uruguay*, Vol. 17(No. 1), 141-152.
63. Neave, H. W., Lomb, J., von Keyserlingk, M. A., Behnam-Schabahang, A., & Weary, D. M. (2017). Parity differences in the behavior of transition dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 100(Nro. 1), pag. 1-14.
64. Neumann, J., Ceballos, A., Chiuailaf, R., Böhmwald, H., Sepúlveda, M., Witter, F., & Quiroz, E. (2016). Efecto de la suplementación preparto con selenio



levadura oral o selenato de bario parenteral en las concentraciones sanguíneas de selenio en vacas lecheras y sus crías. Archivos de Medicina Veterinaria; Scielo, Vol. 48, pag. 37-42.

- 65.Noakes, D. E., Parkinson, T. J., & England, G. C. (2001). Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics (8va Edición. ed.). China: Elsevier.
- 66.Nocek, J. E., Socha, M. T., & Tomlinson, D. J. (2006). The Effect of Trace Mineral Fortification Level and Source on performance of dairy cattle. Journal of Dairy Science., Vol 89(Nro. 7), pag. 2679-2693.
- 67.NRC (Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council). (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle (Seventh Revised Edition ed.). Washington, D.C, United States: National Academy of Sciences.
- 68.Omur, A., Kirbas, A., Aksu, E., Kandemir, F., Dorman, E., Kaynar, O., & Ucar, O. (2016). Effects of antioxidant vitamins (A, D, E) and trace elements (Cu, Mn, Se, Zn) on some metabolic and reproductive profiles in dairy cows during transition period. Polish Journal of Veterinary Sciences, Vol. 19(No. 4), pag. 697–706.
- 69.Opsomer, G. (2015). Metritis and endometritis in high yielding dairy cows. Revista Brasileira de Reproducción Animal, Vol. 39(Nro. 1), pag. 164-172.
- 70.Orihuela , A. (2000). Some factors affecting the behavioural manifestation of oestrus in cattle: a review. Applied Animal Behaviour Science, Vol. 70, pag. 1-16.
- 71.Ortuño, C. L., & Loja , J. S. (2016). Efecto de la grasa sobrepasante en el reinicio de la actividad ovárica y su relación con la glucosa y colesterol en vacas en período de transición., 85. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- 72.Overton, T. R., & Yasui, T. (2014). Practical applications of trace minerals for dairy cattle. Journal Animal Science; American Society of Animal Science, Vol. 92, pag. 416–426.
- 73.Palmer, C. (2008). Endometritis en vacas lecheras.
- 74.Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. (2003, 10 18). Reglamento (CE) No 1831/2003 Del Parlamento Europeo y del Consejo, 15 pp. Diario Oficial de la Unión Europea.
- 75.Pilaguano, E. F., & León , V. (2014). Efecto de dos aditivos y jabón cálcico con melaza más urea, en el incremento de peso y condición corporal en vaconas de media Holstein Friesian, Tumbaco, Pichincha. Tesis, 87 pp. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Central del Ecuador.



76. Pleticha, S., Drillich, M., & Heuwieser, W. (2009). Evaluation of the Metricheck device and the gloved hand for the diagnosis of clinical endometritis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 92 (No. 11), pag. 5429-5435.
77. Prefectura del Cañar. (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia del Cañar 2015 - 2019. Azógues.
78. Quintela, L. A., Garcia, M. E., Peña, A. I., Diaz, C., Barrio, M., Becerra, J. J., & Herradón, P. G. (2003). Asociación entre el perfil sérico bioquímico y la duración de la involución uterina en hembras bovinas de producción láctea. *Archivos de Zootecnia*, Vol. 52, pag. 419-429. .
79. Rabiee, A. R., Lean, I. J., Stevenson, M. A., & Socha, M. T. (2010). Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*, Vol. 93 (No. 9), pag: 4239–4251.
80. Reátegui, J., Aquisé, G., Fernández, F., Cuadros, S., Cáceres, A., Bernardi, S., & Marini, P. (2016). Citología endometrial como indicador de endometritis subclínica en vacas lecheras Holstein Friesian vs Jersey. *Spermova*, Vol. 6(Nro. 2), pag. 137-139.
81. Rhodes, F. M., McDougall, S., Burke, C., Verkerk, G. A., & McMilla, K. L. (2003). Treatment of Cows with an Extended Postpartum Anestrous Interval. *Journal of Dairy Science*, Vol. 86(No. 6), pag. 1876–1894.
82. Rico, J. A. (1998). Utilización de aditivos en piensos para ruminates: Minerales forma orgánica, levaduras, enzimas, ionóforos y otros. XIV Curso de Especialización: Avances en nutrición y alimentación animal. (p. 25 pp). Barcelona: FEDNA.
83. Rinaudo, A. (2012). Endometritis subclínica en vacas lecheras: Diagnóstico, tratamiento e incidencia productiva y reproductiva. 119 pp. Casilda, Argentina: Universidad Nacional de Rosario.
84. Roche, J. F. (2006). The effect of nutritional management of the dairy cow on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science*, 96, 282–296.
85. Rutter, B. (2015). Diagnóstico de endometritis subclínica en vacas lecheras. *Revista Científica Maskana*, 6 (Núm. Especial), 131-142. Disponible en <http://www.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/655/572>
86. Saborío, A., & Sánchez, J. (2013). Prevalencia y factores de riesgo relacionados con la cetosis clínica y subclínica tipo I y II en un hato de vacas Jersey en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, Vol. 37(Nro. 2), pag. 17-19.
87. Schingoethe, D., García, A., Hippen, A., & Kalschuer, K. (2009). El azufre en los granaos de destilería para el ganado lechero. *Public Research Access*



- Institutional Repository and Information Exchange (PRAIRIE), Paper 587, 4 pp.
88. Sheldon, I. M., Cronin, J., Goetze, L., Donofrio, G., & Schuberth, H.-J. (2009). Defining Postpartum Uterine Disease and the Mechanisms of Infection and Immunity in the Female Reproductive Tract in Cattle. *Biology of Reproduction*, Vol. 81, pag. 1025–1032.
89. Sheldon, I. M., Williams, E. J., Miller, A. N., Nash, D. M., & Herath, S. (2008). Uterine diseases in cattle after parturition. *The Veterinary Journal*, Vol. 176, pag. 115-121.
90. Siciliano, J. L., Socha, M. T., Tomlinson, D. J., & DeFrain, J. M. (2008). Effect of Trace Mineral Source on Lactation Performance, Claw Integrity, and fertility of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Vol. 91(Nro. 5), pag. 1985-1995.
91. Singh, J., Murray, R. D., Mshelia, G., & Woldehiwet, Z. (2008). The immune status of the bovine uterus during the peripartum periodo. *The Veterinary Journal*, Vol. 175, pag. 301–309.
92. Sordillo, L. M. (2016). Nutritional strategies to optimize dairy cattle immunity. *Journal of Dairy Science*, Vol. 99, pag. 1-16.
93. Spears, J. W. (2002). Overview of Mineral Nutrition in Cattle: The Dairy and Beef. *Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, (pp. pp 113-126). Florida.
94. Thomé, H. E., Martins, B. M., Paes, R., Guimarães, K., Sussai, A. C., de Carvalho, J. C., . . . Carvalho, E. (2013). Métodos de diagnóstico da resposta inflamatória uterina em vacas. *Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.*, Vol. 11(No.1), p. 11-16.
95. Uyeno, Y., Shigemori, S., & Shimosato, T. (2015). Effect of Probiotics/Prebiotics on Cattle Health and Productivity. *Microbes Environ.*, Vol. 30 (No. 2), pag. 126-132.
96. Valdivieso, C. G., & Almeida, F. A. (2015). Utilización de cobalto orgánico como fuente de minerales en la producción de leche en vacas mestizas. Tesis, 177 pp. Riobamba, Chimborazo, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Chimborazo.
97. Vázquez-Armijo, J., & Rojo, R., & López, D., & Tinoco, J., & González, A., & Pescador, N., & Domínguez-Vara, I. (2011). TRACE ELEMENTS IN SHEEP AND GOATS REPRODUCTION: A REVIEW. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14 (1), 1-13.
98. Wilde, D. (2006). Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 96(3), 240-249.



99. Wiltbank, M. C., Gümen, A., & Sartori, R. (2002). Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology*, 57(1), 21-52.
100. Yattoo, M. I., Saxena, A., Deepa, P. M., Habeab, B. P., Devi, S., Jatav, R. S., & Dimri, U. (2013). Role of trace elements in animals: a review. *Veterinary World*, 6(12), 963-967.



ANEXOS

Anexo 1. Análisis Bromatológicos realizados en el Instituto Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental Santa Catalina.

MO-LSAIA-2201-04

INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA
DEPARTAMENTO DE NUTRICION Y CALIDAD
LABORATORIO DE SERVICIO DE ANALISIS E INVESTIGACION EN ALIMENTOS
Panamericana Sur Km. 1, Cotacajana Tels. 2660001-3007134 Fax 3007134
Casilla postal 17-01-240

INFORME DE ENSAYO No: 17-036

NOMBRE PETICIONARIO: Dr. Juan Pablo Garzón DIRECCION: Cuzco FECHA DE EMISION: 10 de marzo de 2017 FECHA DE ANALISIS: Del 27 de febrero al 10 de marzo de 2017	INSTITUCION: INIAP EE AUSTRO ATENCION: Hoda La Esmeralda FECHA DE RECEPCION: 24/02/2017 HORA DE RECEPCION: 15H65 ANALISIS SOLICITADO: Proximal
--	---

ANALISIS	HUMEDAD	CENIZAS ¹	E.E. ²	PROTEINA ³	FIBRA ⁴	E.L.N. ⁵	IDENTIFICACIÓN
METODO	MO-LSAIA-01.01	MO-LSAIA-01.02	MO-LSAIA-01.03	MO-LSAIA-01.04	MO-LSAIA-01.05	MO-LSAIA-01.06	
METODO REF.	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	U. FLORIDA 1970	
UNIDAD	%	%	%	%	%	%	
17-C287	89,87	12,90	2,42	23,74	24,40	36,96	Pasto 1
17-C288	85,48	13,23	2,46	20,41	27,54	36,37	Pasto 2
17-C289	77,06	15,78	2,36	8,41	33,64	39,90	Silo
17-C290	10,87	10,19	3,44	12,76	17,29	56,30	Balanceado comercial

Los ensayos marcados con ¹ se reportan en base seca.
 OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE TÉCNICO

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.
 Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo.
 NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al solicitante y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este documento no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibida. La entidad ha redactado este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo canal y adjunte la información.

- Pasto 1: Corresponde al pasto proveniente de los potreros de la dieta basal para las vacas lactantes
- Pasto 2: Corresponde al pasto proveniente de los potreros de la dieta basal para las vacas secas.
- Silo: corresponde al silo de pasto de mezcla forrajera de la dieta basal de vacas productoras de leche.
- Balanceado: corresponde a Balanceado comercial de la dieta basal de vacas lactantes.



Anexo 2. Peso promedio y consumo de materia seca general de los animales, incluidos en la investigación 15 días antes del parto y 24 horas posparto.

Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Peso estimado de las vacas 15 días antes de la fecha probable de parto	64	510,0	670,0	568,7	44,1
Consumo estimado de MS preparto	64	9,2	12,1	10,2	0,8
Peso estimado de las vacas 24 horas posparto	40	458,0	601,0	510,6	41,6
Consumo estimado de MS Inicio lactancia	40	13,3	17,4	14,8	1,2
N válido (según lista)	40				



Anexo 3. Resultados y Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado de la variable involución uterina a los 21 y 40 DPP.

Tabla personalizada

	Involución Uterina 21 DPP				Involución Uterina 40 DPP			
	Involucionado		No involucionado		Involucionado		No involucionado	
	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila
G1	5	50,0%	5	50,0%	9	90,0%	1	10,0%
G2	5	50,0%	5	50,0%	8	80,0%	2	20,0%
Tratamientos G3	5	50,0%	5	50,0%	9	90,0%	1	10,0%
G4	6	60,0%	4	40,0%	7	70,0%	3	30,0%
Total	21	52,5%	19	47,5%	33	82,5%	7	17,5%

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

		Involución Uterina 21 DPP	Involución Uterina 40 DPP
Chi cuadrado		,301	1,905
Tratamientos	gl	3	3
	Sig.	,960 ^a	,592 ^a

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías de cada subtabla más al interior.

a. Más del 20% de las casillas de esta subtabla esperaban frecuencias de casilla inferiores a 5. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.



Anexo 4. Resultados y Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado de la variable Salud Uterina a los 34 y 45 DPP.

Tabla personalizada

	Salud Uterina 34DPP				Salud Uterina 45DPP			
	Sin ES		Con ES		Sin ES		Con ES	
	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila	Recuento	% de la fila
G1	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%
G2	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%
Tratamientos G3	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%
G4	10	100,0%	0	0,0%	9	90,0%	1	10,0%
Total	40	100,0%	0	0,0%	39	97,5%	1	2,5%

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

		Salud Uterina 34DPP	Salud Uterina 45DPP
	Chi cuadrado	.	3,077
Tratamientos	Gl	.	3
	Sig.	.	,380 ^{a,b}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías de cada subtabla más al interior.

a. Más del 20% de las casillas de esta subtabla esperaban frecuencias de casilla inferiores a 5. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

b. Las frecuencias esperadas de casilla mínimas en esta subtabla son inferiores a uno. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.



Anexo 5. Resultados y Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado y prueba de significación de H de Kruskal-Wallis de la variable Actividad ovárica a los 15, 22, 29, 36 y 43 días DPP.

	Actividad Ovárica 15DPP						Actividad Ovárica 22DPP						Actividad Ovárica 29DPP						Actividad Ovárica 36DPP						Actividad Ovárica 43DPP					
	Clase I		Clase II		Clase III		Clase I		Clase II		Clase III		Clase I		Clase II		Clase III		Clase I		Clase II		Clase III		Clase I		Clase II		Clase III	
	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tratamientos G1	4	40,0%	5	50,0%	1	10,0%	2	20,0%	5	50,0%	3	30,0%	0	0,0%	6	60,0%	4	40,0%	1	10,0%	6	60,0%	3	30,0%	0	0,0%	5	50,0%	5	50,0%
G2	3	30,0%	5	50,0%	2	20,0%	2	20,0%	4	40,0%	4	40,0%	1	10,0%	6	60,0%	3	30,0%	0	0,0%	7	70,0%	3	30,0%	0	0,0%	7	70,0%	3	30,0%
G3	2	20,0%	4	40,0%	4	40,0%	4	40,0%	2	20,0%	4	40,0%	1	10,0%	5	50,0%	4	40,0%	0	0,0%	4	40,0%	6	60,0%	0	0,0%	1	10,0%	9	90,0%
G4	3	30,0%	7	70,0%	0	0,0%	2	20,0%	8	80,0%	0	0,0%	0	0,0%	7	70,0%	3	30,0%	1	10,0%	4	40,0%	5	50,0%	0	0,0%	1	10,0%	9	90,0%
Total	12	30,0%	21	52,5%	7	17,5%	10	25,0%	19	47,5%	11	27,5%	2	5,0%	24	60,0%	14	35,0%	2	5,0%	21	52,5%	17	42,5%	0	0,0%	14	35,0%	26	65,0%

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

	Actividad Ovárica 15DPP	Actividad Ovárica 22DPP	Actividad Ovárica 29DPP	Actividad Ovárica 36DPP	Actividad Ovárica 43DPP
Chi cuadrado	6,571	9,056	2,619	4,874	11,868
Tratamientos gl	6	6	6	6	3
Sig.	,362 ^a	,170 ^a	,855 ^{a,b}	,560 ^{a,b}	,008 ^{a,*}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías de cada subtabla más al interior.

*. El estadístico de chi-cuadrado es significativo en el nivel ,05.

a. Más del 20% de las casillas de esta subtabla esperaban frecuencias de casilla inferiores a 5. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

b. Las frecuencias esperadas de casilla mínimas en esta subtabla son inferiores a uno. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

Anexo 6. (Continuación). Resultados y Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado y prueba de significación de H de Kruskal-Wallis de la variable Actividad ovárica a los 15, 22, 29, 36 y 43 días DPP.

Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos			
	Tratamientos	N	Rango promedio
Retorno a la actividad ovárica al día 43PP	G1	10	25,50
	G2	10	23,50
	G3	10	15,50
	G4	10	17,50
	Total	40	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Retorno a la actividad ovárica al día 43PP
Chi-cuadrado	8,840
Gl	3
Sig. asintót.	,031

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:
Tratamientos

Anexo 7. Resultados y Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado y prueba de significación de H de Kruskal-Wallis de los cuerpos lúteos a los 15, 22, 29, 36 y 43 días DPP.

	Presencia de CL 15DPP				Presencia de CL 22DPP				Presencia de CL 29DPP				Presencia de CL 36DPP				Presencia de CL 43DPP				
	Con CL		Sin CL		Con CL		Sin CL		Con CL		Sin CL		Con CL		Sin CL		Con CL		Sin CL		
	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Tratamientos	G1	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	2	20,0%	8	80,0%	2	20,0%	8	80,0%	5	50,0%	5	50,0%
	G2	0	0,0%	10	100,0%	1	10,0%	9	90,0%	2	20,0%	8	80,0%	2	20,0%	8	80,0%	5	50,0%	5	50,0%
	G3	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	5	50,0%	5	50,0%
	G4	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%	3	30,0%	7	70,0%
	Total	0	0,0%	40	100,0%	1	2,5%	39	97,5%	4	10,0%	36	90,0%	4	10,0%	36	90,0%	18	45,0%	22	55,0%

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

		Presencia de CL 15DPP	Presencia de CL 22DPP	Presencia de CL 29DPP	Presencia de CL 36DPP	Presencia de CL 43DPP
Chi cuadrado		.	3,077	4,444	4,444	1,212
Tratamientos	gl	.	3	3	3	3
	Sig.	.	,380 ^{a,b}	,217 ^{a,b}	,217 ^{a,b}	,750 ^a

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías de cada subtabla más al interior.

a. Más del 20% de las casillas de esta subtabla esperaban frecuencias de casilla inferiores a 5. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

b. Las frecuencias esperadas de casilla mínimas en esta subtabla son inferiores a uno. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

Anexo 8. Análisis estadísticos mediante la prueba de Chi-cuadrado y prueba de significación de H de Kruskal-Wallis del retorno a la actividad ovárica en los 15, 22, 29, 36 y 43 DPP.

Pruebas de chi-cuadrado de Pearson

	Retorno a la actividad ovárica al día 15PP	Retorno a la actividad ovárica al día 22PP	Retorno a la actividad ovárica al día 29PP	Retorno a la actividad ovárica al día 36PP	Retorno a la actividad ovárica al día 43PP
Chi cuadrado	6,061	5,392	,833	2,020	9,067
Tratamientos gl	3	3	3	3	3
Sig.	,109 ^a	,145 ^a	,841 ^a	,568 ^a	,028 ^{a,*}

Los resultados se basan en filas y columnas no vacías de cada subtabla más al interior.

*. El estadístico de chi-cuadrado es significativo en el nivel ,05.

a. Más del 20% de las casillas de esta subtabla esperaban frecuencias de casilla inferiores a 5. Puede que los resultados de chi-cuadrado no sean válidos.

Rangos

	Tratamientos	N	Rango promedio
Retorno a la actividad ovárica al día 43PP	G1	10	25,50
	G2	10	23,50
	G3	10	15,50
	G4	10	17,50
	Total	40	

Estadísticos de contraste^{a,b}


	Retorno a la actividad ovárica al día 43PP
Chi-cuadrado	8,840
gl	3
Sig. asintót.	,031

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación:

Tratamientos

Anexo 9. Análisis de Roughage Mate

ROUGHAGE MATE TM		
COMPOSICIÓN	ANÁLISIS GARANTIZADO	PRESENTACIÓN
Proteína cruda (%)..... 3.51	Proteína cruda min 2.50 %	
Calcio (%)..... 2.50	Fibra cruda max. 4.00 %	
Sodio (%)..... 0.50	Calcio min 2.50 %	
Potasio (%)..... 1.81	Calcio max. 3.50 %	
Vitamina E (IU/lb)..... 3.59	Magnesio min 5.00 %	
Cobre (ppm) 259.20		
Hierro (ppm) 34,327.4		
Manganeso (ppm)..... 864.4		
Zinc (ppm)..... 928.0		
Fibra cruda (%) 0.88		
Magnesio (%)..... 6.90		





Anexo 10. Resultados del Citología Endometrial.



NOMBRE: Dr. Adan Gualipa
SOLICITADO: Dr.

CITOLOGIA ENDOMETRIAL EN BOVINOS HEMBRAS

	N°	RESULTADO EN PORCENTAJES. (%)
1)	H094	0
2)	432	0
3)	8093	0
4)	H106	2
5)	3090	0
6)	009	0
7)	009	0
8)	077	0
9)	H011	1
10)	H104	0
11)	H011	1
12)	348	0
13)	419	0
14)	348	0
15)	409	3
16)	2415	0
17)	077	0
18)	1739	2
19)	1738	0
20)	1738	2
21)	1745	5
22)	1032	0
23)	419	0
24)	2435	0
25)	H094	0
26)	H106	3
27)	278	0
28)	432	0
29)	278	1

Muestras Periodo Junio-Octubre del 2016

NOTA: Se adjuntan fotografías.

Azogues, 01 de noviembre del 2016

Dr. MsC René E. Cárdenas C. M.V.2
MICROBIÓLOGO - BIOTECNÓLOGO

Dra. Ines Suárez I
BIOQUÍMICA FARMACEÚTICA

C & S Laboratorios
Clínico Microbiológico e Inmunológico
Dra. Ines Suárez de C.
BIOQUÍMICA
RUC: 030092274001
Azogues Ecuador



Anexo 11. Resultados del Citología Endometrial.



NOMBRE: Dr. Adan Gualipa

SOLICITADO:

CITOLOGIA ENDOMETRIAL EN BOVINOS HEMBRAS

N°	RESULTADO EN PORCENTAJES (%)
30)	3090 10
31)	8093 0
32)	1244 1
33)	170 1
34)	1228 6
35)	1244 4
36)	481 0
37)	448 1
38)	481 1
39)	1745 4
40)	H120 2
41)	1269 0
42)	489 0
43)	1744 0
44)	1743 0
45)	2415 0
46)	1739 2
47)	H104 3
48)	H134 3
49)	H134 1
50)	447 2
51)	474 0
52)	351 0
53)	H120 0
54)	H075 0
55)	1743 0
56)	343 0
57)	409 0
58)	1269 1
59)	H075 1

Muestras Periodo Junio-Octubre del 2016

NOTA: Se adjuntan fotografías.

Azogues, 01 de noviembre del 2016

Dr. MsC René E. Cárdenas C. M.V.Z
MICROBIOLOGO - BIOTECNOLOGO

Dra. Ines Suárez I
BIOQUIMICA FARMACEUTICA

C & S Laboratorios
Clínico Microbiológico e Inmunológico
Dra. Ines Suárez I
BIOQUIMICA
RUC: 03009227-6001
Azogues Ecuador



Anexo 12. Resultados del Citología Endometrial.



NOMBRE: Dr. Adan Gualpa

SOLICITADO: Dr.

CITOLOGIA ENDOMETRIAL EN BOVINOS HEMBRAS

	Nº	RESULTADO EN PORCENTAJES (%)
60)	159	0
61)	H009	0
62)	1032	0
63)	2428	2
64)	2435	0
65)	159	2
66)	2428	0
67)	1744	1
68)	242	1
69)	8200	1
70)	H009	0
71)	1228	6
72)	343	0
73)	170	3
74)	351	0
75)	242	2
76)	474	0
77)	489	0
78)	448	0
79)	8200	0
80)	447	1

Muestras Periodo Junio-Octubre del 2016

NOTA: Se adjuntan fotografías.

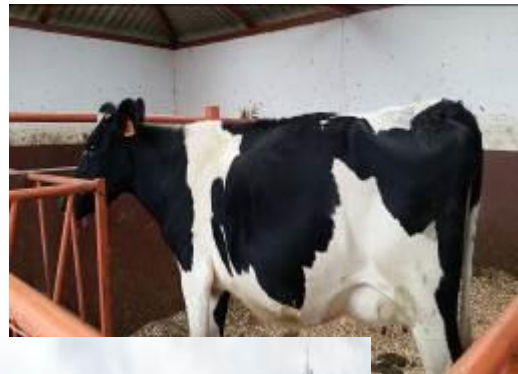
Azogues, 01 de noviembre del 2016

Dr. MsC René E. Cárdenas C. M.V.Z
MICROBIÓLOGO - BIOTECNÓLOGO

Dra. Ines Suárez I
BIOQUÍMICA FARMACEÚTICA



Anexo 13. Fotografías.



Selección de Vacas Secas al pastoreo. $CC \geq 3,5$

Anexo 14. Fotografías.

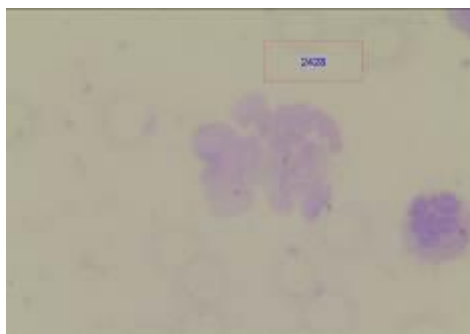
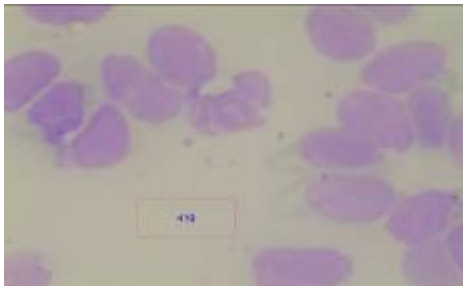
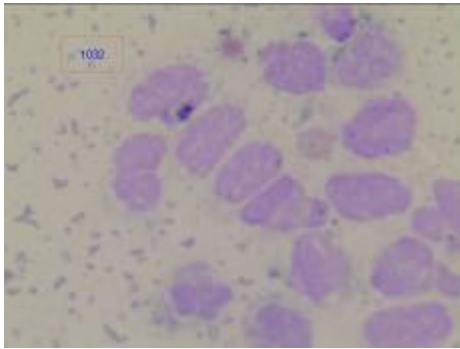


Adición y Consumo De Roughage Mate en Vacas secas y vacas de Producción de Leche

Anexo 15 Materiales utilizados para realizar Citología Endometrial (Cytobrush)



Anexo 16. Células polimorfonucleares (%).



Anexo 17. Fotografías.



**Muestreo de Citología Endometrial (Cytobrush).
Evaluación De Actividad Ovárica por ultrasonografía.**