



UNIVERSIDAD NACIONAL

PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**“INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA SOBRE EL
NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN VACAS LECHERAS DEL
SECTOR POBLADO EL GALLITO, DISTRITO DE SAN JOSÉ,
PROVINCIA DE LAMBAYEQUE”**

TESIS

PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

MÉDICO VETERINARIO

AUTOR:

Bach. Guillermo Martin Mayanga Gonzáles

PATROCINADOR:

M.Sc. Lumber Gonzales Zamora

LAMBAYEQUE – PERÚ

2018

**"INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA SOBRE EL NIVEL
DE CALCIO SÉRICO EN VACAS LECHERAS DEL SECTOR
POBLADO EL GALLITO, DISTRITO DE SAN JOSÉ, PROVINCIA DE
LAMBAYEQUE"**

TESIS

**PRESENTADA A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA PARA
OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

MÉDICO VETERINARIO

POR:



Bach. GUILLERMO MARTIN MAYANGA GONZÁLES

PRESENTADA Y APROBADA POR EL JURADO:



M.V. ELMER PLAZA CASTILLO

PRESIDENTE



M.V. VICTOR RAVILLET SUAREZ

SECRETARIO



M.V. BENJAMIN GARCIA VILELA

VOCAL



M.Sc. LUMBER GONZALES ZAMORA

PATROCINADOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



Libro de Acta de Sustentación de Tesis

Folio: N° 00072

Siendo las 11:00 a.m. del día 01 de Junio del 2018, se reunieron en el Auditorio "Luis Enrique Díaz Huamán" de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" los miembros del Jurado de tesis conformado por:

M.V. Elmer Ernesto Plaza Castillo	Presidente
MSc. Víctor Raúl Ravillet Suárez	Secretario
MSc. Benjamín García Vilela	Vocal
MSc. Lumber Ely Gonzales Zamora	Asesor

Nombrados mediante Resolución N° 126 -2017-FMV del 21 de Julio del 2017, y modificada por Resolución N° 200-2017-FMV, de fecha 02 de Octubre del 2017, con la finalidad de recepcionar y evaluar el trabajo de tesis titulado: "INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA SOBRE EL NIVEL DEL CALCIO SÉRICO EN VACAS LECHERAS DEL SECTOR POBLADO EL GALLITO, DISTRITO DE SAN JOSÉ, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE", presentado por el Bachiller en Medicina Veterinaria Guillermo Martín Mayanga Gonzales.

Finalizada la sustentación, los miembros del jurado procedieron a formular las preguntas pertinentes y luego de las aclaraciones respectivas, han deliberado y acordado aprobar el trabajo de tesis con el calificativo de BUENO.

No existiendo otro punto a tratar, se procedió a levantar la presente acta en señal de conformidad, siendo las 12:15 horas del mismo día, por lo tanto el Bachiller Guillermo Martín Mayanga Gonzales, se encuentra apto para obtener el Título de Médico Veterinario.

M.V. Elmer Ernesto Plaza Castillo
Presidente

MSc. Víctor Raúl Ravillet Suárez
Secretario

MSc. Benjamín García Vilela
Vocal

MSc. Lumber Ely Gonzales Zamora
Asesor



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, GUILLERMO MARTIN MAYANGA GONZALES
investigador principal, y LUMBER ELY GONZALES ZAMORA asesor
del trabajo de investigación " INFLUENCIA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA SOBRE EL NIVEL
DE CALCIO SÉRICO EN VACAS LECHERAS DEL SECTOR POBLADO EL GALLITO, DESTAJO
DE SAN JOSE, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE ", declaramos bajo
juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se
demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende
el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del Título o
Grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, de Septiembre de 2018

Nombre Investigador (es) GUILLERMO MARTIN MAYANGA GONZALES

Nombre del Asesor LUMBER ELY GONZALES ZAMORA

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mi familia, en especial a mis padres Wilmer y Flor, que desde niño me inculcaron los valores, que hoy y siempre aplicaré, también por su apoyo y cariño incondicional, de lo cual siempre les estaré muy agradecido por el resto de mi vida.

A mis hermanos, Wilmer Felipe y Alejandra, a los cuales quiero transmitir que todo esfuerzo tiene su recompensa, mi hermana Edith, la cual a pesar de todo problema siempre me apoyo, agradezco también a todos mis amigos y amigas, que me animaban a seguir adelante con sus buenos deseos y buenos ánimos.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mis más sinceras muestras de agradecimiento a:

A Dios, quien me dio salud y energía para seguir adelante con este trabajo de investigación, además de su guía incondicional a lo largo de mi vida.

También el agradecimiento al M.V. Jaime Guevara López por su apoyo en campo, que se dio en el transcurso de este trabajo de investigación.

A mi asesor M.Sc. Lumber Gonzáles Zamora por su motivación y su paciencia, a lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación y de mi carrera.

RESUMEN

Con el fin de determinar el efecto del nivel de producción y su relación con el nivel de calcio sérico en sangre en vacas lecheras del Centro Poblado “El gallito”, Distrito de San José, Provincia de Lambayeque, teniendo en cuenta el volumen de producción, números de partos y calcio sérico en sangre, se llevó a cabo el presente estudio.

Para ello se realizó un estudio de 108 muestras de suero sanguíneo del mismo número de vacas en producción de una población total de 1200, usando el Método Directo con o - cresoltaleína complexona 0,05 mg y 8-hidroxiquinolina 5 mg.

El promedio general, con un intervalo de confianza de 6.5119- 7.33474 mg/dl ($\alpha=0.05$) fue de 6.1037 mg/dl de calcio sérico. Los promedios para el período (mes) de producción fueron: 1er. mes, 5,900 mg/dl; 2do. mes, 6.185 mg/dl; 3er. mes 6,750 mg/dl; 4to. mes, 5.550 mg/dl; 5to. mes, 6.341 mg/dl; 6to. mes, 5.400 mg/dl; 7mo. mes, 5.171 mg/dl; 8vo. mes, 5.875 mg/dl y 9no. mes 6.525 mg/dl.

En cuanto a los niveles promedio por el número de lactaciones fueron de 6,194 mg/dl, 6,067 mg/dl, 6,060 mg/dl, 6,035 mg/dl y 7,033 mg/dl de calcio para la primera, segunda, tercera, cuarta y quinta lactación respectivamente. No encontrándose efecto significativo del periodo y número de lactación ($\alpha=0.05$).

PALABRAS CLAVES: Calcio sérico, volumen de producción, números de partos, ganado vacuno lechero

SUMARY

In order to determine the effect of the level of production and relationship with the serum calcium level in the blood in dairy cows of the "El Gallito" Village Center, District of San José, Lambayeque Province, taking into account the volume of production, numbers of labors and serum calcium in blood, the present study was carried out.

For this, a study of 108 samples of blood serum of the same number of cows in production of a total population of 1200 was made, using the Direct Method with o - cresolphthalein complexone 0.05 mg and 8 - hydroxyquinoline 5 mg.

The general average, with a confidence interval of 6.5119- 7.33474 mg / dl ($\alpha = 0.05$) was 6.1037 mg / dl of serum calcium. The averages for the period (month) of production were: 1st. month, 5,900 mg / dl; 2nd. month, 6,185 mg / dl; 3rd 6,750 mg / dl month; 4th month, 5,550 mg / dl; 5th. month, 6,341 mg / dl; 6th month, 5,400 mg / dl; 7th month, 5,171 mg / dl; 8th month, 5,875 mg / dl and 9th. 6,525 mg / dl month.

Regarding the average levels by the number of lactations were of 6,194 mg / dl, 6,067 mg / dl, 6,060 mg / dl, 6,035 mg / dl and 7,033 mg / dl of calcium for the first, second, third, fourth and fifth lactation respectively. There was no significant effect of the period and number of lactation ($\alpha = 0.05$).

KEYWORDS: Serum calcium, production volume, numbers of labors, dairy cattle

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMARY.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	2
2.1. EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN LECHERA EN BOVINOS.....	2
2.2. CALCIO SÉRICO.....	3
2.2.1. CONTROL E IMPORTANCIA DEL CALCIO EN LA SANGRE.....	4
2.3. CALMODULINA.....	5
2.3.1. IMPORTANCIA DE LA CALMODULINA.....	5
2.4. ABSORCIÓN DE CALCIO Y FÓSFORO.....	6
2.5. NECESIDADES DE CALCIO Y FÓSFORO.....	7
2.6. CURVA DE LATANCIA.....	7
2.7. NIVELES SANGUÍNEOS DE CALCIO SÉRICO.....	9
2.8. DEFICIENCIA DE CALCIO.....	10
2.9. REGULACIÓN DE CALCIO EN SANGRE.....	12
2.10. HIPOCALCEMIA.....	15
2.11. FACTORES PREDISPONENTES.....	19
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.1. LUGAR Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	21
3.2. MATERIALES.....	21
3.2.1. MATERIAL BIOLÓGICO.....	21
3.2.2. EQUIPO DE LABORATORIO.....	21
3.2.3. OTROS.....	21
3.2.4. METODOLOGÍA.....	21
3.2.4.1. TOMA DE MUESTRA.....	21
3.2.4.2. INSTRUCCIÓN DEL TEST PARA CALCIO.....	22
3.2.4.3. DISEÑO Y MÉTODO ESTADÍSTICO.....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24

V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
VIII. ANEXOS.....	38

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y CUADROS

- CUADRO N°01: NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN LECHERA DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE 2017	24
- GRÁFICO N°01: EFECTO DEL NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN RELACIÓN CON LOS VOLÚMENES DE PRODUCCIÓN LECHERA DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE 2017	24
- CUADRO N°02: PRUEBAS DE CHI-CUADRADO (RELACIÓN ENTRE CALCIO SÉRICO Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN)	25
- CUADRO N°03: PRUEBAS DE REGRESIÓN CUADRÁTICA (RELACIÓN ENTRE CALCIO SÉRICO Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN)	26
- CUADRO N°04: NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN RELACIÓN AL MES DE PRODUCCIÓN EN VACAS LECHERAS DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ– LAMBAYEQUE 2017	27
- GRÁFICO N°02: CURVA DEL NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN RELACIÓN AL MES DE PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE 2017.....	27
- GRÁFICO N°03: CURVA DEL NIVEL DE CALCIO SÉRICO Y PRODUCCIÓN DE LECHE EN RELACIÓN AL MES DE PRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE 2017	28
- CUADRO N°05: PRUEBAS DE CHI-CUADRADO (RELACIÓN ENTRE CALCIO SÉRICO Y MESES DE PRODUCCIÓN).....	29
- CUADRO N°06: PROMEDIO DE LOS NIVELES DE CALCIO SÉRICO Y PRODUCCIÓN LECHERA EN EL NÚMERO DE LACTACIONES DE VACAS LECHERAS DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE – LAMBAYEQUE 2017.....	30
- GRÁFICO N°04: CURVA DEL NIVEL DE CALCIO SÉRICO EN RELACIÓN AL NÚMERO DE LACTACIONES DE VACAS LECHERAS DEL CENTRO POBLADO EL GALLITO, SAN JOSÉ – LAMBAYEQUE 2017	30
- CUADRO N°07: PRUEBAS DE CHI-CUADRADO (RELACIÓN ENTRE CALCIO SÉRICO Y NÚMERO DE LACTACIONES)	31
- INTERVALO DE CONFIANZA.....	31

- CUADRO N° 08: ANIMALES MUESTREADOS	38
- CUADRO N° 09: ANIMALES MUESTREADOS (MES Y PARTO).....	41
- CUADRO N° 10: ANIMALES MUESTREADOS POR VOLUMEN DE PRODUCCIÓN	42
- CUADRO N°11: ANIMALES MUESTREADOS POR MESES DE PRODUCCIÓN.....	42
- CUADRO N°12: ANIMALES MUESTREADOS POR NÚMERO DE LACTACIONES O PARTOS	42
- CUADRO N°13: PRUEBAS DE REGRESIÓN CUADRÁTICA (RELACIÓN ENTRE CALCIO SÉRICO Y VOLUMEN DE PRODUCCIÓN)	43

I. INTRODUCCIÓN

En el centro poblado “El gallito”, distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, la principal actividad de la población es la ganadería lechera, siendo fuente principal de ingresos económicos para la misma; dicho centro poblado tiene una población de ganado vacuno de aproximadamente 1200 cabezas, los cuales en su gran mayoría están destinados a la producción láctea, y su alimentación está orientada principalmente al pastoreo y crianza de modo familiar; también existe una pequeña parte de la población que es alimentada con concentrado y pasto.

Cabe mencionar que es frecuente la presencia de enfermedades metabólicas en los animales, sobresaliendo el “síndrome de vacas caídas”, hipocalcemias, osteoporosis, entre otros, significando esto una problemática para la población de este lugar.

En dicho centro poblado se ha realizado previamente trabajos de investigación en el ganado vacuno, pero se desconocen los efectos de la producción en relación con el nivel de Calcio Sérico en la sangre durante el periodo productivo en los vacunos lecheros, lo cual es indispensable para poder llevar un programa de prevención y saber en qué momento el ganado lechero necesita de una cantidad necesaria y optima de Calcio en su ración para así poder tener un buen manejo, una mejor explotación y producción del ganado.

Por tales consideraciones se planifico realizar el presente trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

- Determinar los niveles séricos de calcio en vacas lecheras provenientes del caserío “El gallito”, distrito de San José, provincia de Lambayeque.
- Determinar el intervalo de confianza para el promedio del nivel de Calcio sérico en vacas lecheras procedentes del caserío “El gallito”, distrito de San José, provincia de Lambayeque.
- Determinar si existe relación y de qué tipo entre el calcio sérico y el nivel de producción lechera en vacas procedentes del caserío “El gallito”, distrito de San José, Lambayeque.

II. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

2.1. EXPLOTACIÓN Y PRODUCCIÓN LECHERA EN BOVINOS

Contreras (1998) dice que la necesidad de satisfacer los requerimientos de alimentos de origen animal de la población y de aumentar la rentabilidad de las empresas pecuarias, ha motivado a seleccionar especies para obtener el máximo de provecho. Entre éstas el bovino ocupa un lugar relevante y para aumentar su capacidad productiva se han utilizado diversos procedimientos, tales como: la selección genética, nuevos sistemas de alimentación, procedimientos de manejo y la utilización de biotecnologías.

Con estas medidas se han logrado mayores producciones, pero ello aumenta en las vacas el riesgo de sufrir alteraciones de la salud y si además hay problemas de escasez de alimentos y problemas de manejo, la salud se alterará aun en rebaños que tengan niveles productivos relativamente bajos.

Corbellini (2000) menciona que cuando se aumenta la producción por vaca, se trabaja con individuos seleccionados, cuya adecuación orgánica les permite tener muy buenos rendimientos, pero son más susceptibles a sufrir enfermedades provocadas por una alteración del metabolismo debido al recargo de actividad que le exigen los mayores niveles productivos. En estas vacas el metabolismo energético, proteico y mineral frecuentemente se ve alterado.

Payne (1981) señala que este aumento de la producción induce una mayor frecuencia e intensidad de presentación de las enfermedades Metabólicas o de la producción, provocadas por un desequilibrio entre los nutrientes que ingresan al organismo, su metabolismo y los egresos a través de las heces, orina, leche, feto, etc.

Lamentablemente la mayoría de estas enfermedades son de difícil percepción, sin embargo, actúan limitando la Producción de las especies de un modo persistente y disminuyendo la rentabilidad.

Concellon et al (1995), mencionan que el sistema de producción de leche es muy complejo, y se le puede dividir en subsistemas leche y carne. Dentro del subsistema leche están las vacas en producción, tanto secas como en ordeño, y las novillas que son criadas para reemplazar las vacas viejas y de aumentar la población animal. El subsistema carne puede estar o no, ya que es decisión del productor criar a los terneros de acuerdo a sus conveniencias.

Este sistema puede ser intensivo, en donde los animales se encuentran en espacios reducidos (En confinamiento) y comen principalmente silo, balanceado y pasto picado que son llevados al corral directamente; o extensivos, con grandes parcelas en donde los animales pueden pastorear en mayor cantidad con su respectivo suplemento en el lugar.

Norman (2010), señala que los requerimientos de minerales para los rumiantes dependen del tipo y **nivel de producción**, edad de los animales, nivel y forma química del alimento, interrelacionado con otros minerales, raza y adaptación del animal al suplemento.

CONTENIDO DE LA LECHE

Gutiérrez (2009), sostiene que la secreción de la glándula mamaria, está constituida por una fase acuosa (suero) y una fase sólida. Se trata de una emulsión de materia grasa en una solución acuosa en la que están incluidos numerosos elementos disueltos en el agua como:

- ✓ Azúcares: lactosa
- ✓ Grasas, triglicéridos, fosfolípidos, colesterol y ácidos grasos libres.
- ✓ Proteínas, caseína, lactoalbúmina, albumina sérica e inmunoglobulinas.
- ✓ Vitaminas y minerales

Parte de los componentes que forman parte de la leche se sintetizan en la glándula mamaria y parte procede de la sangre.

En la glándula mamaria se sintetizan:

- ✓ Lactosa, o azúcar de la leche.
- ✓ La caseína que es la principal proteína de la leche.
- ✓ Parte de la grasa que forma parte de la leche.

De la sangre proceden:

- ✓ Agua
- ✓ Sales Minerales (Calcio, fósforo, etc)
- ✓ Vitaminas
- ✓ Parte de las proteínas
- ✓ Parte de las grasas

2.2. CALCIO SÉRICO

Holmes (2003), *Ronsol et al (2000)*, *Stober (2005)* mencionaron que el calcio es un catión multivalente muy importante en el organismo. Este mineral mantiene la integridad de la estructura de los huesos y dientes y es fundamental para controlar una gran cantidad de procesos bioquímicos. En el organismo aproximadamente el 99% del calcio se encuentra en los huesos, un 1% en el citosol de las células y un 0,3% en el líquido extracelular, es decir entre 15 a 20 g. El 55% del calcio plasmático total se encuentra en forma ionizada, como Ca^{++} activo, el 35% está unido a proteínas, principalmente albúmina y el 10% constituye complejos en formas no iónicas como el bicarbonato de calcio. El equilibrio entre el Ca ionizado y el unido a proteínas depende del pH sanguíneo. La alcalosis aumenta este último y disminuye la concentración de Ca mientras que la acidosis tiene el efecto opuesto (*Holmes, 2003; Rosol y col., 2000; Stöber, 2005*).

McDowell et al., (1997) mencionan que el calcio es el elemento más abundante en el cuerpo, aproximadamente 98% sirve como componente estructural de los huesos y dientes, junto con el fósforo que representa más del 70% del total de los minerales del cuerpo.

González (2000), señala que el cuerpo de los animales contiene entre 9 a 13 g x kg de peso vivo de calcio (Ca). La mayor parte del calcio del organismo, un 99%, aparece en la matriz de los huesos y de los dientes formando parte del compuesto hidroxapatita. El 1%

restante, es muy importante e interviene en la contracción muscular, sensibilización nerviosa y coagulación de la sangre. En el plasma, el calcio total se presenta de dos formas: una libre ionizada y la otra, orgánica asociada a moléculas tales como proteínas, principalmente albúmina (cerca de 45 %) o ácidos orgánicos (cerca del 10 %). Estas dos formas están en equilibrio y su distribución final depende del pH, de la concentración de albúmina o de la relación ácido-base. Cuando existe acidosis, la tendencia es de aumentar la forma ionizada. El calcio es un macro mineral que está íntimamente relacionado con el metabolismo animal.

Contreras et al (1995) comentaron que se sabe que este elemento se une a una molécula inactiva de **calmodulina** para formar un complejo activo que regula el metabolismo intermedio en el interior de la célula.

2.2.1. CONTROL E IMPORTANCIA DEL CALCIO EN SANGRE

Andrews (2005) menciona que este mineral, los animales lo requieren en cantidades del orden de g/día o como porcentaje de materia seca (MS) consumida en la ración; entre ellos se encuentran: calcio, magnesio, sodio, potasio y otros. Estos minerales se distribuyen en mayor proporción en los tejidos de sostén, contribuyen al mantenimiento de las propiedades fisicoquímicas del ambiente ruminal (capacidad buffer, presión osmótica y tasa de dilución), son componentes celulares y activadores enzimáticos, imprescindibles para mantener las funciones vitales.

NRC et al (1996) sostienen que el calcio es requerido para: una normal coagulación de la sangre, la reacción rítmica del corazón, mantener la excitabilidad neuromuscular, para mantener activar enzimas, mantener la permeabilidad de las membranas y además para formar los huesos, desarrollar los dientes y producir leche, es decir que puede considerarse como un elemento multifuncional. Los huesos constituyen la reserva de Ca de los animales, desde donde el elemento es permanentemente movilizado. El Ca normal en suero es de 10 a 12 mg Ca/ dl, y es regulado por un complejo sistema hormonal. Al bajar el calcio en sangre aumenta la secreción de la hormona Paratiroidea (PTH). En el riñón la PTH causa la producción de 1,25 –dehidroxi-colecalciferol, la forma activa de la vitamina D. La Vitamina D causa un incremento de la unión calcio-proteína en la mucosa intestinal, lo cual aumenta la absorción del Calcio. La PTH causa la reabsorción de calcio en el riñón y la movilización del mismo desde los huesos; con lo que la concentración de calcio en la sangre aumenta a 10 mg Ca/ dl; por lo que el parámetro sanguíneo es un indicador tardío de la deficiencia. Además del raquitismo en terneros, la deficiencia de calcio puede causar osteomalacia en vacas lecheras adultas, con debilitamiento y quebraduras de huesos; y el síndrome denominado Fiebre de la leche o Paresia del parto, en lecheras y también en vacas de cría, caracterizada por una caída del animal, que, si no es tratado adecuadamente, puede causarle la muerte.

Agudelo (2001), agrega que las funciones del calcio son variadas y esenciales para el metabolismo del organismo animal, las más importantes son formar y mantener los huesos y los dientes; controlar la excitabilidad neuromuscular; regular, junto con el potasio y el sodio, el ritmo cardíaco; activar las enzimas; participar en la secreción de hormonas y de factores liberadores de hormonas; intervenir en la contracción de los músculos del esqueleto, del corazón y de los músculos lisos;

intervenir en la coagulación sanguínea; disminuir la permeabilidad de la membrana celular; tomar parte de la regulación del equilibrio ácido-básico. Además, el calcio se requiere para la secreción normal de leche.

Cartagena (2011), menciona que hay tres **factores que regulan** las concentraciones séricas del calcio y del fósforo como son:

1. Vitamina D activa (calcitriol): incrementa la formación de proteínas que controlan la absorción del calcio en el epitelio intestinal hacia la sangre. Este efecto de la vitamina D persiste varias semanas. Esto es importante cuando hablamos de la toxicidad de esta vitamina, ya que la absorción de calcio en el intestino continúa, aunque la vitamina D se haya acabado. El efecto concreto de la vitamina K es la hipercalcemia e hiperfosfatemia.
2. Hormona paratiroidea (PTH): se secreta en las glándulas paratiroides como respuesta a cambios en el calcio sérico. La PTH incrementa la movilización en el esqueleto del calcio y fósforo séricos. Esto produce una rápida fosfaturia al tiempo que incrementa la reabsorción del calcio. El resultado final es un incremento del calcio sérico y un descenso del fósforo.
3. Calcitonina: tiene un pequeño efecto de descenso del calcio sérico por disminución de la actividad de la reabsorción osteoclástica y de la formación de nuevos osteoclastos.

2.3. CALMODULINA

Vasudevan Et al (2011) señalan que es una proteína ácida intracelular, de bajo peso molecular y termoestable que se localiza principalmente en el cerebro y el corazón, y que se expresa en todas las células eucariotas, siendo uno de los reguladores en la transducción de la señal de calcio en la célula. Actúa como receptor de Ca^{+2} , gracias a que presenta cuatro sitios de unión al ion Ca con una alta afinidad, pero siempre de forma reversible

La calmodulina realiza un papel muy importante en el metabolismo energético, pues ligada a la fosforilasa quinasa- activa la glucólisis. Por otra parte, es importante destacar que presenta una estructura similar a la troponina C (70% de similitud) lo cual le permite la sincronización de la contracción muscular.

2.3.1. IMPORTANCIA DE LA CALMODULINA

Chin y Means (2000) señalan que la calmodulina participa en la regulación de una serie de funciones celulares como, por ejemplo, la liberación de hormonas, el control de la forma celular, el proceso de la división celular, la contracción del músculo liso; en este tejido. La relajación muscular en todos los tipos musculares se produce como consecuencia del cese del flujo de Ca^{+2} hacia el citosol, acoplado a un sistema de recaptación de Ca^{+2} -ATP dependiente, por parte del retículo sarcoplásmico.

Curtis et al (2008) mencionaron que la calmodulina funciona como un receptor intracelular de calcio, dado que une cuatro iones de calcio por molécula. La unión del Ca^{+2} modifica la conformación de la calmodulina y le permite la interacción con otras proteínas. Entre ellas podemos citar la adenilato ciclasa, el óxido nítrico

sintetasa, proteínas del citoesqueleto, proteínas transportadoras de calcio como el Ca^{+2} -ATPasa y algunas proteincinasas como la fosforilasa cinasa (que participa en el metabolismo de glucógeno), la cinasa de la cadena liviana de miosina (que participa en la contracción muscular) y otras cinasas multifuncionales dependientes de Ca^{+2} -calmodulina (CaMK II). Cuando los niveles de calcio citosólicos son bajos, esta enzima no es activa porque tiene una zona autoinhibitoria que bloquea el acceso de sustrato al sitio catalítico. Cuando los niveles de calcio aumentan, el ion se une a la calmodulina y el complejo Ca^{+2} -calmodulina se une a la enzima CaMK II. Esto desbloquea el sitio catalítico. La unión de Ca^{+2} -calmodulina a la enzima permite su autofosforilación, lo que incrementa aún más su actividad de cinasa.

Cuando las concentraciones del Ca^{+2} citoplasmático se mantienen en niveles bajos, las células permanecen quiescentes; sin embargo, cuando esas concentraciones se elevan, dichas células se activan para realizar sus funciones específicas. Existen sensores intracelulares responsables de la detección de los aumentos de Ca^{+2} , como son la calmodulina (CaM) y la troponina C (TnC). Esta señal es traducida en respuestas específicas de las células.

2.4. ABSORCIÓN DE CALCIO Y FÓSFORO

Agudelo (2001) menciona que la nutrición adecuada con calcio y fósforo depende de 3 factores:

- 1) La cantidad suficiente en la dieta.
- 2) El equilibrio correcto entre ambos.
- 3) La presencia de vitamina D y de la paratohormona.

La absorción de calcio, es facilitada por la acidez, lo cual ocurre por un sistema de gradientes de concentración en la parte superior del intestino; se ha considerado que en este sitio no se requiere la presencia de la vitamina D, pues esta solo actúa en la parte posterior del intestino delgado, donde activa una proteína transportadora que lleva el calcio de la luz intestinal a la corriente sanguínea; dicha proteína proviene de la dieta y puede ser inactivada por la actinomicina D.

En la dieta la relación Calcio – Fósforo debe guardar determinada proporción, se considera que en bovinos debe estar entre 0.6:1.0 y 2.5:1.0, una cantidad excesiva, ya sea de calcio o de fósforo, interfiere en la absorción del otro.

En general, las dietas altas en calcio pueden entorpecer la absorción del fósforo, del cobre y del manganeso.

La absorción de calcio en el intestino disminuye con la edad. Otros factores que afectan la absorción en intestino son: la relación Ca: P de los alimentos (relación óptima 2:1 en peso), la cantidad de proteína de la dieta, la ingesta excesiva de magnesio, la suplementación excesiva de vitamina D3. El firme control endócrino para el calcio hace que sus niveles varíen muy poco comparado con el fósforo y el magnesio. Por lo tanto, el nivel sanguíneo de calcio es un buen indicador del estado nutricional.

Mcdowell, et al (2004), mencionan que la mayoría de los pastos de las regiones tropicales no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales que los pastan, como consecuencia de las limitaciones climáticas y del suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en sus tejidos y contribuyendo con el bajo crecimiento de la planta.

Las deficiencias de minerales en el ganado han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes en pastoreo el **Calcio (Ca)**, Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn); otros como el Hierro (Fe), Se, Zn y Molibdeno (Mo) disminuyen conforme avanza la edad del forraje.

2.5. NECESIDADES DE CALCIO Y FÓSFORO

Agudelo (2001), habla sobre las necesidades de estos dos minerales y que varían por factores como la edad, el estado fisiológico y el estado de producción. Cada litro de leche con 4% de grasa contiene un promedio de 1,23 gr de calcio. Considerando una disponibilidad de calcio del 45%, el requerimiento de este para la lactación es de 2,70 gr por litro de leche. En cuanto al fósforo, se considera que por cada litro la vaca necesita entre 1,65 y 2,05 gr/día, dependiendo del nivel de grasa. Así, las vacas que producen diez litros de leche por día, requieren diariamente 12,30 y 9,50 gr de calcio y fósforo, respectivamente.

En ganado, para el mantenimiento durante los ocho y nueve meses de lactancia, la vaca necesita 1,23 gr de calcio y 0,95 gr de fósforo por litro de leche producida.

2.6. CURVA DE LACTANCIA

Grossman, et al (1988), señalan que la curva de lactancia muestra el comportamiento de la producción de leche de la vaca en función del tiempo, medido en días desde el parto. Conocer su forma es importante por varias razones. En primer lugar, porque permite gestionar de forma más eficiente el lugar de ordeño, por ejemplo, para planificar la alimentación, decidir el momento apropiado para dejar de ordeñar a la vaca y monitorear la salud de los animales.

Además, conociendo la forma de la curva de lactancia y los primeros datos para una vaca individual se podría llegar a predecir la producción de leche para toda la lactancia. Finalmente, los modelos de curvas de lactancia fenotípicos son importantes también como insumo para los modelos que estudian el componente hereditario de la productividad de las vacas y permiten la selección genética.

Bretschneider, et al. (2015), mencionan que debido a que la lactancia se inicia con el parto, la producción de leche depende exclusivamente de la gestación. Para ganar vida útil o productiva, la vaca es preñada mientras está en producción. De esta manera, en algún momento del ciclo productivo, la gestación se va a superponer con la lactancia en curso hasta que la vaca se seque (cese de la lactancia), en general, dos meses previos al parto y, en consecuencia, al inicio de la siguiente lactancia.

La **curva de lactancia** representa la producción de leche a lo largo del ciclo productivo, el cual dura aproximadamente 305 días.

El pico de lactancia es definido como el nivel más alto de producción de leche que una vaca alcanza dentro de los primeros 90 días de lactación o en leche.

Existe una relación positiva entre el pico y la subsecuente producción de leche a lo largo de la lactancia. Dicho de otra manera, a medida que los litros de leche al pico incrementan, también incrementan los litros totales producidos por lactancia.

En general, a partir del parto la producción incrementa rápidamente (tasa de ascenso) hasta alcanzar el pico e inmediatamente después la misma desciende gradualmente (tasa de descenso) hasta llegar al final de la lactancia.

El término persistencia usualmente se refiere a la tasa de descenso en la secreción de leche a partir del pico de producción. Hay una relación inversa entre la tasa de descenso y la persistencia. En otras palabras, a mayor tasa de descenso menor persistencia de lactancia. Visto de otra manera, la persistencia de la curva de lactancia tiene que ver con la habilidad de la vaca para mantener niveles elevados de producción después de haber alcanzado el pico de lactancia.

Además del factor genético, el pico de producción y la persistencia de la lactancia son influenciados por factores asociados al manejo nutricional (ej. inadecuado balance de la dieta), al estatus sanitario (ej. mastitis) y/o al ambiente de producción del rodeo (ej. estrés asociado al manejo y a instalaciones inadecuadas). Es de destacar que, de los factores anteriormente mencionados, el **desbalance nutricional** es uno de los más relevantes.

Fredeen et al (1996) menciona que, durante el primer tercio de la lactación, las demandas nutricionales de la vaca lechera, son mayores que la capacidad física de cubrir dichas demandas y ocurre un proceso de balance energético negativo.

Márquez, J.G. ordeño (2014) comenta que, para ilustrar la producción individual de leche de una vaca, normalmente consideramos la producción y el tiempo. Tal y como muestra el diagrama, la producción de leche aumentará durante los primeros meses tras el parto, a lo que seguirá un largo período en constante descenso. La forma de la curva de lactancia variará en cada vaca y en cada raza. La alimentación y la administración de los recursos también influyen en la forma de la curva y tienen un fuerte impacto en la cantidad total de leche producida. La lactancia teóricamente dura 305 días, pero en la práctica dura normalmente más, y va seguida de un período seco de meses hasta el siguiente parto.

Pico de producción

El pico de producción es el punto en el que la vaca alcanza el nivel de producción de leche más alto. Normalmente el mismo se logra entre las 4 y las 10 semanas después del parto. El tiempo que necesita para obtener esta cumbre varía por muchos factores, como ser la raza, la nutrición, el potencial de producción, etc. Los animales con alta producción suelen conseguir este pico más tarde en relación a los animales de baja producción. Alcanzar un pico alto requiere un programa de alimentación muy equilibrado y bien gestionado.

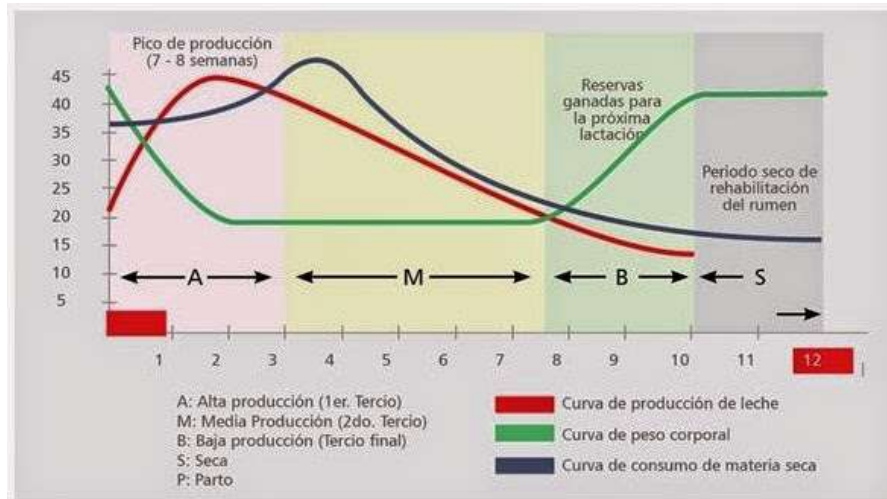


Figura 1. Curva de lactancia y su relación con el consumo de MS y la ganancia de peso de vacas lecheras.

Persistencia

Después del pico en la producción de leche, esta empieza a descender aproximadamente un 7 o 10% por mes. El índice de descenso es lo que se conoce como persistencia de la vaca. Si la producción de una vaca desciende un 7% por mes después del pico, es más persistente que una vaca que pierde el 10% por mes. Normalmente un pico más alto conlleva una menor persistencia. Como el pico, la persistencia depende de la alimentación y se puede, hasta cierto punto, modificar. La persistencia varía en cada vaca, pero normalmente en la primera lactancia la vaca es más persistente que en la segunda o la tercera.

Producción de leche total y diaria

Es importante recordar que una vaca lechera no tiene una producción de leche estable. La producción de leche cambia de un día a otro y la variación puede ser de hasta un 6 u 8%. Las vacas que son ordeñadas tres o cuatro veces al día, normalmente sufren menos variaciones que las que sólo son ordeñadas dos veces.

Datos de la producción de leche

La producción total de leche es un buen indicador de los ingresos brutos de la venta de leche, lo que tiene un efecto directo en la rentabilidad del establecimiento. Con el almacenamiento de la producción, el productor puede controlar su rendimiento diario, controlar y monitorizar la producción. La producción de leche es la variable más interesante para calcular las raciones de alimentos. Los métodos más comunes para rendir la productividad de la leche son: monitorear el tanque y medidores.

2.7. NIVELES SANGUINEOS DE CALCIO SERICO EN VACUNOS LECHEROS

Barros, et al (2012), encuentran que los rangos de concentración sérica en vacunos de leche fueron: En calcio **5,74 - 6,99mg/dl** para categoría de producción alta, de **8,07 - 8,31**

mg/dl para la categoría de producción media, y de **6,19- 7,53 mg/dl** para la categoría de producción baja. La concentración general en fósforo es de **5,46 - 6,33 mg/dl**.

El Manual Merck de Veterinaria (2000), indica que los niveles normales de calcio en suero sanguíneo de vacuno están entre **8.4 -11.0 mg/dl** y los niveles normales de fosforo en esta especie son de **4.3 -7.8 mg/dl**.

Nohora A (1998) indica que para el calcio los valores medios en el preparto fueron de 9.9 mg/100 ml, descendiendo ligeramente al parto, 9.8 mg/100 ml, para llegar a 9.2 mg/100 ml a los 2 meses, cuando los animales llegan a la mayor producción de leche.

Blood y Radostitis (2001), diferencian que los niveles sanguíneos normales de calcio en vacas lecheras fluctúan **entre 8,60 y 9,63 mg/dl**. Cuando el calcio en el plasma está por debajo de estos límites considerados normales, los niveles funcionales como la neurotransmisión, contracción muscular y regulación hormonal puede verse afectada.

Albornoz (2006) señalo que las concentraciones sanguíneas de calcio y fósforo en el bovino son 8-10.6 mg/100 ml y 3.2 - 7.1 mg/100 ml respectivamente. En el animal sano al momento del parto las concentraciones de calcio y fósforo disminuyen levemente y luego se recuperan, es lo que se llama Hipocalcemia Fisiológica, pero cuando el descenso es intenso, por insuficiente capacidad de movilización de calcio, se produce la enfermedad (Paresia Puerperal Hipocalcémica, Fiebre de Leche).

2.8. DEFICIENCIA DE CALCIO

Contreras (1998) menciona que lamentablemente la mayoría de estas enfermedades tienen un efecto de difícil percepción; sin embargo, actúan limitando la producción de un modo sostenido y persistente.

Departamento Técnico de PRONACA (2016) señala que el ganado bovino sufre regularmente de enfermedades que se producen por falta de elementos nutritivos, como las vitaminas y los minerales. Estos padecimientos se conocen como enfermedades carenciales.

Es importante señalar que los minerales son compuestos inorgánicos por lo que algunos son necesarios para la formación del organismo, empezando por el esqueleto.

Estas afecciones pueden ser la causa de que baje la producción en los establecimientos ganaderos, y para el productor es difícil reconocer este problema como causa principal de este problema.

Sin embargo, la carencia o el superávit de minerales puede llegar a ser mortal, pues sus efectos estarían estrechamente relacionados con la cantidad que puede sobrar o faltar en el organismo.

Al existir un desbalance mineral en el organismo del animal no se puede predecir un tiempo definido para que se produzca una enfermedad carencial, sino que dependerá del mineral faltante, de las exigencias a las que esté expuesto y el adecuado manejo que tenga el ganadero para suplir esas necesidades.

Las enfermedades carenciales por minerales no se presentan generalmente como procesos únicos, sino que actúan por mecanismos diversos por lo que los síntomas que se pueden

observar pueden llegar a ser confusos al momento de diagnosticar y pueden desorientar a quienes los diagnostican, como fase previa a su tratamiento.

En otros casos, las enfermedades carenciales evolucionan sin síntomas apreciables que reclamen intervención clínica y se manifiestan por medio de la disminución de rendimiento, falta de desarrollo o producción que son difíciles de valorar a menos que se lleven controles regulares.

Estas carencias sin manifestación clínica aparente, forman parte de las llamadas enfermedades subclínicas, que son de suma importancia, ya que producen pérdidas económicas en las explotaciones ganaderas, que solamente se ponderan al cabo de un ciclo de crianza, producción y reproducción

Las principales enfermedades por carencia de minerales en ganadería, por su importancia económica, son la hipocalcemia en vacas lecheras, que presenta disfunción reproductiva, retardo de crecimiento, fallas reproductivas, baja inmunidad.

Mientras que la carencia de fósforo da como resultado porcentajes de preñez bajos; las vacas se demoran en preñarse y el periodo entre partos aumenta y de igual manera disminuye el número de crías año con lo que los porcentajes de preñez y destete llegan a 48 y 45%.

Las complicaciones por falta de magnesio son la tetania hipomagnesémica, más conocido como el síndrome de la vaca caída, porque es un trastorno de excitabilidad muscular.

Los animales, al igual que los seres humanos, requieren que sus organismos estén abastecidos por vitaminas, minerales y la energía necesaria para llevar el día a día cimiento en la recría y engorde, genera retención placentaria, fiebre de leche, y causa una reducción de la producción de leche.

La insuficiencia de cobre acarrea una disminución de la tasa de crecimiento y reducción de la fertilidad; asimismo, deprime el sistema inmune y existe mayor predisposición a la queratoconjuntivitis y mastitis.

Es importante tener en cuenta que las etapas más susceptibles son durante el crecimiento y en la producción de leche o carne, por la exigencia nutricional que implican estas etapas

La producción de leche es directamente proporcional a la alimentación recibida. Una vaca lechera en periodo de reposo de producción, requiere una ración de mantenimiento que contenga, diariamente: 12 g de calcio, 12 g de fósforo y 300 g de proteínas, pero cuando está en producción, por cada litro de leche que produce precisa un suplemento de 2,2 g de calcio; 1,7 g de fósforo y 50 g de proteínas.

Durante el último tercio de gestación hasta el pico de lactancia es cuando la vaca requiere la mayor cantidad de magnesio para finalizar la formación y crecimiento del feto.

Agudelo (2001), afirma que la deficiencia de calcio en el animal en crecimiento es denominada “Raquitismo”; consiste en un desorden de los huesos en una inadecuada mineralización de estos.

En la deficiencia crónica, la tensión que los músculos ejercen sobre los huesos debilitados los deforma y el peso del cuerpo provoca arqueamiento e incluso ocasionalmente fracturas de los huesos de las extremidades. Con mayor frecuencia en ternero, lechones, aves y perros.

En el animal adulto la carencia de calcio conduce a la osteoporosis, sus síntomas son muy similares al raquitismo, también se puede producir un trastorno del apetito, comúnmente llamado “pica”, que consiste en la avidez por comer huesos, madera, ropas y objetos. A las vacas en producción, la deficiencia de calcio les produce huesos débiles.

Buchman (1992), menciona que pueden producirse **pérdidas endógenas** de Ca con la leche, la orina y la bilis. La secreción de calcio con la leche es un proceso activo y se mantienen relativamente constantes los niveles de Ca en la leche. La excreción de calcio a través de los riñones se realiza bajo la influencia de la hormona paratiroidea y normalmente representa tan solo el 2 % o 3 % de la pérdida total. Se desconocen los factores que influyen sobre la secreción de calcio hacia el intestino a través de la bilis.

Overton (2004), señala que una carencia leve puede disminuir la producción de leche. Una deficiencia grave puede ocasionar cambios óseos similares a los originados en la deficiencia de fósforo y también hipocalcemia, que puede llevar a la muerte. Los niveles reducidos de calcio en sangre provocan tetania y convulsiones en los rumiantes.

2.9. REGULACIÓN DEL CALCIO EN LA SANGRE

Holmes (2003) menciona que los mecanismos de homeostasis que regulan la concentración de calcio intervienen rápidamente restituyéndolo por tres vías:

- Absorción intestinal de calcio
- Liberación de calcio desde los huesos a la sangre
- Reabsorción de calcio a nivel renal

Márquez y Lasalle (2016) señalaron que la regulación de los niveles de calcio en sangre se lleva a cabo por acción de tres hormonas: calcitonina, paratohormona (PTH) y vitamina D. Cuando aumentan los niveles de calcio, actúa la hormona calcitonina, reduciendo la concentración. Cuando descienden los niveles de calcio, actúan la PTH y la vitamina D. Ambas sustancias actúan sinérgicamente, estimulando el incremento de calcio en sangre. La calcitonina y la paratohormona mantienen la homeostasis del calcio y controlan su depósito y absorción a nivel del hueso, como así también, su excreción a nivel renal y su absorción a través del tracto digestivo.

El incremento de los niveles de calcio en sangre, estimula la liberación de calcitonina desde la glándula tiroides hacia la circulación sanguínea.

La calcitonina actúa disminuyendo la concentración de calcio en sangre, actuando a nivel óseo. El 99% de calcio corporal, se deposita en los huesos.

Dos tipos celulares del hueso regulan la producción y destrucción de hueso:

Los osteoblastos toman el calcio que circula en sangre y lo deposita en nuevo hueso. Los osteoclastos, degradan hueso liberando calcio a la sangre. La calcitonina inhibe a los osteoclastos, favoreciendo el depósito del calcio circulante en el hueso. Este es un importante regulador del calcio, sin embargo, su rol, no es indispensable en el adulto. Si se extirpa la tiroides, el cuerpo puede seguir regulando los niveles de este mineral.

En contraste con la calcitonina, la PTH ejerce una importante influencia en la regulación de los niveles de calcio. La concentración de calcio es captada por receptores ubicados en

la membrana plasmática de las células paratiroides. Cuando se activan los receptores, inhiben la síntesis y liberación de PTH; y cuando estos disminuyen los niveles de calcio, se desinhiben los receptores y se estimula la síntesis y liberación de PTH. La PTH actúa por diferentes caminos para incrementar los niveles de calcio. Como la calcitonina, la PTH también actúa sobre el hueso, uniéndose a los osteoblastos. La estimulación de estas células se traduce en la liberación de citoquinas. Las citoquinas estimulan tanto el incremento de los osteoclastos, como su actividad degradadora. Así, el hueso libera calcio a la sangre.

En el riñón, la PTH estimula la conversión de Vitamina D en su forma activa, la que a su vez activa la absorción del calcio de la dieta. La vitamina D es liposoluble, ingresa a la célula epitelial intestinal y se une a un receptor citoplasmático. El complejo vitamina-receptor, actúa como factor de transcripción de genes involucrados en la síntesis de bombas de calcio, canales de calcio y proteínas de unión al calcio. Todas estas proteínas favorecen la absorción de este mineral, en el riñón, la vitamina D actúa con la PTH reduciendo los niveles de calcio que se pierden con orina. Favorecen su retención.

Payne (1981) comentó que la PTH es segregada en respuesta a la hipocalcemia e incrementa la concentración del mineral mediante un efecto lento pero ejercido a lo largo de varias horas.

Holmes (2004) señalo que la PTH para regula los niveles normales de calcio en el organismo cumple con cinco acciones directas

- 1- Aumenta la liberación de Ca desde los huesos al plasma.
- 2- Aumenta la reabsorción de Ca desde los túbulos renales.
- 3- Aumenta la actividad de la enzima renal 1-alfa hidroxilasa.
- 4- Disminuye la reabsorción de fósforo inorgánico en los túbulos renales.
- 5- Aumenta la absorción intestinal de Ca, aunque esta acción es indirecta y mediada por la vitamina D3.

Horst et al (1997), Oetzel (2002), Underwood (1983) mencionaron que ante cualquier disminución de calcio sanguíneo la glándula paratiroides segrega PTH y en pocos minutos actúa aumentando la reabsorción renal a nivel del filtrado glomerular. Si las necesidades de calcio son pequeñas, este retorna a la normalidad y la secreción de PTH retorna a valores basales, sin embargo, si las necesidades de calcio son grandes, la secreción de PTH estimula la liberación de calcio del Sistema óseo.

Márquez y Lasalle (2016) hablaron sobre la acción de la vitamina D en el hueso es más compleja. A corto plazo, la vitamina D promueve la liberación de calcio desde el hueso a la sangre. A largo plazo, sin embargo, elevaciones de los niveles de este mineral promueven su depósito al formarse nuevo hueso.

Se remueve así, el calcio de la sangre. La vitamina D inhibe, a nivel de las células de la paratiroides, la transcripción del gen de la PTH. Se establece un mecanismo de retroalimentación negativa.

Llegando a la conclusión que la regulación de los niveles de calcio en sangre se lleva a cabo por acción combinada de la calcitonina, la paratohormona (PTH) y la vitamina D.

Roche (2003) menciona que el retraso en la puesta en marcha de los mecanismos de homeostasis es la causa más importante de la hipocalcemia puerperal. Existen tres factores que afectan al homeostasis del Ca y las variaciones en uno o más de ellos parecen tener importancia decisiva en el desencadenamiento de la enfermedad:

- a) Pérdida excesiva de Ca hacia el calostro, un alto potencial genético y una muy buena alimentación energética proteica preparto, sobre todo si se permiten mejoras importantes en la Condición Corporal 20 a 30 días preparto, predisponen a la enfermedad, porque la secreción inicial de calostro es más copiosa.
- b) Trastorno en la absorción de Ca en el intestino, en la absorción intestinal de Ca participan dos mecanismos, el transporte activo y pasivo a través de las células epiteliales del intestino delgado. El transporte activo, que es el más importante, se realiza por la mediación de la PTH y la vitamina D3, mientras que el transporte pasivo se produce por la diferencia de gradientes de concentración.
- c) La movilización de Ca a partir de los depósitos de Ca óseo puede no ser suficientemente rápida como para mantener una calcemia normal. Durante periodos de baja ingesta de Ca el hueso es la mayor fuente de este mineral. El Ca existe en el hueso en dos estados:

Tereso et al. (2011) mencionan que el calcitriol estimula la absorción activa del calcio en el tracto gastrointestinal que representa una de las mayores fuentes de calcio para compensar los requerimientos del animal. El tiempo necesario desde la síntesis del calcitriol hasta que la absorción activa de calcio funcional demora alrededor de un día en ratas, sin embargo, en vacuno de leche se estima que es aproximadamente de dos días. Si el calcio recuperado de la reabsorción renal y la absorción activa a nivel intestinal no es suficiente, en este momento se inicia la movilización de calcio óseo, pero para ello es necesaria la presencia de las dos hormonas simultáneamente.

Este proceso de regulación es continuo y dinámico en función del estado fisiológico de la vaca. Al comienzo de la lactación el calcio óseo es movilizado ya que el dietético no basta para cubrir las necesidades de producción independientemente de cuanto eficaz sea la absorción activa y pasiva de calcio en el tracto gastrointestinal. Posteriormente, cuando la lactación avanza el calcio de la dieta es suficiente para satisfacer las necesidades de producción, sin embargo, la absorción activa se mantiene para recuperar las reservas óseas utilizadas anteriormente.

Oetzel (2002) comenta que en vacas lecheras de alta producción las demandas de Ca antes del parto se encuentran en su punto más bajo. Las demandas de Ca por el esqueleto fetal son relativamente bajas similares a las cantidades que se necesitan para enfrentar la última etapa de la lactación. Así los mecanismos de liberación ósea permanecen inmóviles y la absorción de Ca intestinal se encuentra en su forma pasiva en este momento. Las dietas típicas que se usan para alimentar las vacas en esta etapa de su vida reproductiva exceden los requerimientos de Ca, de modo que las demandas de Ca para el mantenimiento de los tejidos corporales y el desarrollo del feto pueden realizarse totalmente sin necesidad de utilizar la Vit. D-dependiente.

Durante los primeros días de la lactancia, la homeostasis del Ca es restaurada por la descarga de PTH que reduce las pérdidas urinarias de Ca, estimula la liberación de Ca de

los huesos y aumenta la síntesis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ mejorando el transporte intestinal activo del Ca.

La concentración sanguínea de calcio es controlada por las hormonas calcicotróficas, Paratohormona (PTH) y $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ (vitamina D3), que interactúan aumentando la entrada de calcio a la sangre, junto con la Calcitonina que ejerce una función antagónica a las primeras. Un descenso del calcio sanguíneo estimula a la glándula paratiroides para aumentar la síntesis y liberación de la hormona PTH, la que actúa sobre las células de la matriz no intercambiable del hueso, liberando calcio a la sangre y a la vez induce la activación de la vitamina D3, proceso que ocurre en el riñón. Cuando la concentración de calcio aumenta, disminuye la producción de PTH y de vitamina D3. Esta última, si bien actúa sinérgicamente con la PTH, tiene como principal función estimular la absorción del calcio a nivel del epitelio intestinal.

2.10. HIPOCALCEMIA

Corbellini (2000), dice que las enfermedades metabólicas son aquellas provocadas por un desequilibrio entre los elementos que ingresan al organismo, su metabolismo y los egresos.

Albornoz (2006), agrega que la hipocalcemia puerperal en sus últimos estados de preñez y los primeros estados de lactancia representan situaciones fisiológicas de estrés y cambios dramáticos en la demanda de nutrientes, lo que requiere de una perfecta coordinación del metabolismo para satisfacer el aumento significativo de los requerimientos seguidos inmediatamente al parto. El metabolismo de los minerales no escapa a estos enormes cambios, especialmente el del calcio.

Holmes (2003), dice que todas las vacas experimentan una cierta disminución del calcio de la sangre desde el día antes del parto hasta dos o tres días después del parto a la espera que los mecanismos homeostáticos que regulan el metabolismo del calcio se adapten a la gran demanda de este mineral.

Albornoz (2006), menciona que la hipocalcemia puerperal es un desorden metabólico que ocurre en el periparto especialmente en vacas altas productoras de leche. La enfermedad se caracteriza por un cuadro clínico que incluye inapetencia, tetania, parálisis flácida, inhibición de la micción y defecación, decúbito, coma y eventualmente muerte. Desde el punto de vista bioquímico se nota una rápida disminución de las concentraciones de calcio y fosforo en sangre relacionada con la formación de calostro.

La forma clínica de la enfermedad (Paresia Puerperal Hipocalcemia) se presenta sobretodo en explotaciones lecheras intensivas. La incidencia promedio puede estimarse entre 5 a 10 %. Se observa más frecuentemente en vacas altas productoras y de mayor edad.

Minson, D. J. (1990) señalo que el uso del calcio puede prevenir el raquitismo, un desorden de los huesos en los niños, que fue durante siglos una plaga en los humanos. Los desórdenes similares en animales de granjas, que se producían en lechones, gallinas ponedoras y en terneros, fueron rápidamente asociados a una deficiencia de Calcio, y fueron prevenidas por un suministro de alimentos ricos en este elemento. A medida que la producción animal se intensificaba, con dietas energéticas basadas en la utilización de granos y además haciendo la alimentación del ganado en condiciones ambientales

protegidas, los desórdenes óseos se multiplicaron. En forma inadvertida, el ganado fue alimentado con dietas naturalmente deficientes en Calcio, pero también se desbastaban por falta de vitamina D3, que es esencial para una utilización eficiente del elemento, por estar los animales en establos, privados de la radiación solar.

Underwood y Suttle (1999) señalan que las deficiencias se clasifican en primaria, cuando es insuficiente la cantidad disponible en la dieta, y secundaria o condicionada, cuando ocurre por interacción o interferencia de otros elementos presentes en el alimento, que impiden la correcta absorción del mineral.

La interacción negativa es uno de los principales factores dietarios que causan baja biodisponibilidad de los nutrientes minerales. Dado que los pastos obtienen sus constituyentes del suelo donde crecen, la calidad de los alimentos estará comprometida si existen deficiencias minerales en el suelo también.

Walter Alvarez Sack (2009), menciona que la fiebre de la leche es un trastorno hipocalcémico que se desarrolla cuando los mecanismos homeostáticos del calcio corporal fallan al intentar reponer la pérdida de calcio del polo plasmático al comienzo de la lactancia y entre las 24 a 72 horas posteriores al parto. Se caracteriza bioquímicamente por un descenso brusco de los niveles de Calcio sérico y clínicamente por el decúbito persistente del animal sin posibilidad de recuperar la estación.

Incidencia:

En aproximadamente el 75% de los casos, la hipocalcemia se desarrolla dentro de las 24 horas posteriores al parto; en el 12% entre las 24 y 48 horas y en aproximadamente el 6% restante durante el parto, combinada en este último caso casi siempre con distocias. En la lactancia siguiente de una vaca que sufrió fiebre de la leche, su producción disminuye en promedio cerca de un 14% respecto de la anterior, registrándose en el rodeo afectado una mayor incidencia de cetosis, retenciones placentarias, anorexia y prolapsos.

Aspecto Económico:

El verdadero costo de esta enfermedad es mayor que el tratamiento en sí de la hipocalcemia. Investigaciones recientes, han demostrado que la fiebre de la leche está asociada con aumentos espectaculares en la incidencia de mastitis, cetosis, distocias, desplazamiento abomasal y retención de placenta. Tanto la hipocalcemia subclínica como la clínica, inician el principal complejo, patológico asociado con el parto.

Corbellini (2000), *Van Saun (2010)*, *Dyk y col (1995)* mencionaron que las pérdidas económicas asociadas con las enfermedades del periparto tienen un elevado costo, por pérdida de producción de leche, disminución de la eficacia reproductiva, gastos veterinarios, aumento de mano de obra, productos farmacéuticos, sustitución de animales, muerte, etc. sugieren que algo más del 50% de todas las lactaciones se ven afectadas por al menos una enfermedad en el periparto, lo que sugiere pérdidas económicas importantes.

Fisiopatología:

Al comienzo de la lactancia, los requerimientos de calcio del animal aumentan de forma repentina. Por ejemplo, una vaca que produce 10 lts de calostro (2,3 g de calcio/litro de

calostro), pierde 23 g de calcio en un solo ordeño. Esto representa cerca de nueve veces más del calcio contenido en todo el polo plasmático. El descenso de calcio plasmático, activa inmediatamente el aumento de la absorción intestinal y de la resorción ósea de calcio. Hasta que estos sistemas fisiológicos de compensación se adaptan, casi todas las vacas sufren de hipocalcemia en los primeros días posteriores al parto. Los sistemas de compensación fisiológicos reaccionan con un gran aumento de la concentración sanguínea de PTH (Parathormona) y de 1,25-(OH)2D. Para que el transporte de calcio intestinal se incremente, son necesarias por lo menos 24 horas de estimulación de la 1,25-(OH)2D, y para la activación de los osteoclastos por lo menos 48 horas de la estimulación de la PTH. La compensación, con una solución iónica balanceada que contenga los niveles de calcio orgánico adecuados, mantiene vivo al animal hasta que los períodos de adaptación fisiológica de los mecanismos de compensación propios del organismo logren el equilibrio interno.

Causas posibles para el desencadenamiento de la fiebre de la leche:

- Causas como la Disfunción hormonal y los desbalances endócrinos (deficiencias o excesos de PTH y/o 1,25-(OH)2D, suelen sospecharse en aquellos casos en los cuales los animales necesitan más de una inyección de calcio para recuperarse.
- Disturbios o alteraciones en los receptores de PTH y 1,25-(OH)2D: Los huesos, el intestino y los riñones; son órganos blancos para la acción de estas hormonas.
- En casos de vacas hipocalcémicas, estos receptores pueden llegar a no reconocer a las hormonas, tener una ligadura débil con éstas, o bien los tejidos poseer menor cantidad de receptores específicos que los tejidos de vacas normales.
- Otras teorías buscarían como complemento de la disfunción en los receptores, los problemas en la secreción y/o activación enzimática de las hormonas.

Factores de riesgo:

- Cuanto mayor edad tienen los animales, menor es su capacidad de absorción intestinal y de resorción ósea. En estos animales, los sistemas de compensación fisiológicos son insuficientes para cubrir la calcemia.
- A mayor edad, menor es la cantidad de receptores intestinales para la 1,25-(OH)2D, observándose, además, muy pocos osteoclastos que respondan a la PTH.
- Las vaquillonas casi nunca contraen fiebre de la leche, pero si pueden sufrir un cierto grado de hipocalcemia durante los primeros días de la lactancia; cuadro el cual es normalmente controlado por los mecanismos de regulación endócrina.

Factores alimentarios:

Alimentar a una vaca seca con una dieta rica en calcio (más de 100 g/día) o con cantidades de sales que excedan sus requerimientos totales promedio (vaca de 500 kg de peso=31 g de Calcio/día), aumenta drásticamente la incidencia de hipocalcemia post parto por anulación de los mecanismos de regulación homeostáticos. Muy por el contrario, dietas bajas en este mineral al parto la reducen. Las dietas preparto con alto contenido de fósforo, también aumentan la incidencia de fiebre de la leche e hipocalcemia. Dietas ricas en cationes (Sodio y Potasio), aumentan la aparición de la enfermedad, mientras que las

dietas aniónicas (Cloro y Azufre) pueden prevenirla debido a que estimulan la respuesta de los tejidos blanco a la acción de las hormonas calciotrópicas.

Recientes conclusiones, indican que la suplementación de calcio preparto contribuye a la aparición de fiebre de la leche, y que la administración de fosfatos no debe considerarse como terapéutica preventiva de la enfermedad.

Tratamiento:

El animal caído significa una urgencia clínica y deber ser atendida lo antes posible. Cuanto más tiempo pase, menor será la probabilidad de recuperación. En animales hipocalcémicos la administración de las soluciones de calcio por vía endovenosa, debe realizarse de forma lenta (mínimo 10 minutos para 500 ml) y cuidadosa (a temperatura corporal), debido a que paradójicamente cuanto más grave es el cuadro de hipocalcemia, mayores son los efectos cardiotóxicos secundarios a la administración de calcio. La administración de atropina, sulfato 1 ‰, es recomendable para contrarrestar las arritmias inducidas por la infusión de calcio en los animales hipocalcémicos. Las respuestas clínicas normales al tratamiento endovenoso comprenden: incremento en la atención, disminución de la frecuencia cardíaca, aumento en la amplitud de los ruidos cardíacos, estímulo del eructo, micción y defecación como signos indicativos de recuperación de la función neuromuscular. De notarse alguna complicación durante la administración endovenosa, esta vía debería suspenderse para continuar el tratamiento por vía subcutánea. Luego, con precaución se podrá intentar nuevamente la administración endovenosa, pero de demostrar el animal signos de toxemia recurrente por esta vía, la dosis total calculada deberá administrarse por vía subcutánea. La cantidad de solución administrada por vía endovenosa, aunque no haya sido la totalidad de la dosis requerida para el animal problema, colabora de manera importante en restaurar la perfusión periférica, ocasionando una rápida absorción de la dosis suministrada o a suministrar por la vía subcutánea.

Cuidados del animal caído:

- El 40% de las vacas tratadas, no manifiestan respuesta alguna dentro de los 30 minutos de iniciado el tratamiento. Por lo tanto, de encontrarnos ante un decúbito persistente, se deberá cambiar la posición del animal entre 4 a 5 veces al día de ser necesario, logrando preferentemente el decúbito esternal.
- Es aconsejable masajear vigorosamente los grupos musculares que estuvieron comprimidos por el peso, procurar la limpieza e higiene del sector donde la vaca está echada es un detalle importante en la prevención de mastitis posteriores, proporcionar buena sombra en el verano, agua fresca a voluntad y comida a intervalos frecuentes, son normas esenciales a tener en cuenta para la recuperación del paciente.
- Se debería saltar uno o más ordeños luego del tratamiento en animales afectados por hipocalcemia o de ser factible usar la técnica de insuflado de la glándula mamaria con oxígeno en condiciones asépticas.
- Las terapias con Vitamina D como prevención antes del parto, tienen el inconveniente de ser críticas según el momento de su administración, variando sus resultados desde la ineficacia, a incrementar la incidencia de vaca caída o ser potencialmente tóxicas. • El

tratamiento profiláctico con soluciones de calcio orgánicas de alta concentración administradas por vía endovenosa o subcutánea, inmediatamente después del parto son de gran ayuda para prevenir la fiebre de la leche en los períodos inmediatos al parto.

- La calcioterapia en los animales postrados puede repetirse en más de 3 tratamientos sucesivos con un intervalo de 12 horas entre una y otra aplicación; más allá de este protocolo mayores tratamientos no suelen ser exitosos.
- Aproximadamente un 60% de las vacas lecheras hipocalcémicas postradas, sin complicaciones, se incorporan dentro de los 30 minutos de iniciado el tratamiento endovenoso, un 15% suele recuperarse en dos horas, un 10% de las vacas afectadas, permanecen postradas durante más de 24 horas, pero a veces se recuperan. El 15% restante muere, debido a que nunca recuperan su capacidad para levantarse.
- La incidencia de recaída por fiebre de la leche, puede reducirse entre un 5 al 10% del número total de animales afectados, si se administran como refuerzo 200 a 250 ml totales de una solución concentrada de sales orgánicas de calcio por vía subcutánea, al mismo tiempo que se inicia la administración por vía endovenosa en los animales caídos.

2.11. FACTORES PREDISPONENTES:

Raza

Horst et al (1997), Lean et al (2006), Roche (2003) mencionaron que numerosas investigaciones sugieren que ciertas razas de Ganado de leche son más susceptibles a la hipocalcemia: Channel Island, Swedish Red and White y Jersey.

Horst et al (1997) señalo que la exacta razón de este aumento en la susceptibilidad no está clara, se ha demostrado que los receptores intestinales para $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ son más bajos en ganado Jersey que en Holando ajustados a la misma edad. El bajo número de receptores puede resultar por una pérdida del tejido sensitivo a $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$.

Edad

Alonso (1997), Horst et al (1997), Houe (2001) comentaron que a medida que la edad de las vacas aumenta también aumenta la incidencia de Hipocalcemia, es muy rara en vacas de primera lactancia, pero la incidencia aumenta de gran manera a partir de la tercera o más lactancias.

Numerosos factores contribuyen a que la edad avanzada sea un importante factor predisponente de la hipocalcemia, tales como que las vacas adultas producen más leche y esto provoca una mayor demanda de Ca, la mayor edad provoca un descenso de la habilidad para movilizar el Ca de los huesos, una disminución del transporte activo de Ca en el intestino y una menor producción de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$; colectivamente todos estos problemas producen una falta de respuesta a las necesidades agudas de Ca.

Dieta

Horst et al (1997) señalo que cuando las vacas son alimentadas con niveles altos de Calcio o cuando se ajusta la relación Ca/P a razón de 2:1 se ha notado una baja en la incidencia de Hipocalcemia.

Condición corporal

Houe et al (2001) dijeron que un alto puntaje en la condición corporal aumenta los riesgos de Hipocalcemia.

Ferguson et al (1994) mencionan que la condición corporal puede ser medida en una escala que va del 1 al 5 con fracciones de 0.25, en la que 1 significa un animal extremadamente flaco y 5 uno extremadamente obeso. Se observó que vacas con estado corporal mayor a 4 tenían un riesgo de Hipocalcemia clínica mayor.

Producción de Leche

Houe et al (2001) señala que la incidencia de la Hipocalcemia está asociada positivamente con la producción de leche. Se pudo cuantificar los efectos de la producción de leche y se observó que hay un aumento de 0,05 % en la incidencia de Hipocalcemia por Kg de gasa butirométrica producida en la lactancia anterior.

Números de partos

Goff et al (1995) señala que la prevalencia de fiebre de leche es mayor en los animales de las razas Jersey y Guernsey que los Holstein, así como en aquellos que han tenido un mayor número de partos. Se ha revelado que las vacas Jersey son más susceptibles a sufrir hipocalcemia que las Holstein por tener un menor número de receptores a la hormona 1,25 dihidroxivitamina D. Así mismo, encontraron que las vacas adultas tienen una menor cantidad de los receptores antes indicados a nivel óseo e intestinal que las jóvenes, lo que hace que los animales de 3 o más partos sean más susceptibles a este desbalance metabólico.

Reinhard et al (2009); Sánchez y Saborio (2013) mencionaron que la concentración promedio de Calcio sanguíneo en los animales de las razas Jersey y Holstein cae consistentemente por debajo de los 8 mg/dl después del segundo parto, mientras que en las vacas Guernsey esto ocurre después del tercero. Esta relación entre el número de partos y la prevalencia de hipocalcemia ha sido reportada previamente.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en el centro Poblado Gallito, distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque. El trabajo, tuvo su realización por las madrugadas (4:00 am), se inició el 25 de Julio del 2017 y concluyo el día 15 de Agosto del 2017 sin contar sábados, domingos y feriados, estas muestras fueron tomadas después de la lluvias del fenómeno del niño, que azotaron la costa de nuestro país.

3.2. MATERIALES

3.2.1.MATERIAL BIOLOGICO

Estuvo constituido por 108 vacas lecheras de razas mestizas mejoradas con diferentes niveles de producción y diferentes partos.

3.2.2.EQUIPO DE LABORATORIO

- Algodón
- Alcohol yodado
- Jeringas y agujas descartables
- Tubos de ensayo
- Centrifuga
- Micropipetas
- Gradillas
- Kit para medición de calcio VALTEK

3.2.3. OTROS

- Detergente
- Libreta de apuntes
- Marcador indeleble
- Agua destilada
- Desinfectante
- Jabón
- Escobilla

3.2.4.METODOLOGIA

3.2.4.1. TOMA DE MUESTRAS

La muestra fue tomada de la vena yugular y luego se procedió de la siguiente manera:

1. Rotular el tubo de ensayo con el nombre del animal y su producción diaria.

2. Enlazar al animal y sujetarlo de la cabeza a un palo o madera con ayuda de lazos.
3. Realizar antisepsia en la zona donde se encuentra la vena yugular, esto se realizará con alcohol yodado con movimientos de adentro hacia afuera en forma de círculo concéntricos dejándolo actuar por 1 a 2 minutos.
4. Colocarse los guantes.
5. Localizar y palpar la vena yugular realizando hemostasia.
6. Realizar una punción en la vena yugular con la aguja n = 18 con un ángulo de 45 grados.
7. Estabilizar la aguja con la mano y con la otra sostener la parte inferior del tubo dejar hasta obtener por lo menos 2ml de sangre.
8. Una vez que se obtiene la muestra retirar la aguja haciendo presión en el lugar de la punción.
9. colocar la tapa en el tubo.
10. colocar el tubo en la gradilla que se encuentra en el termo.

3.2.4.2. INSTRUCCIÓN DEL TEST DE CALCIO

Utilizar suero o plasma heparinizado. El uso de otros anticoagulantes puede interferir con el ensayo. Obtener la muestra evitando estasis venosa. El uso de torniquetes puede arrojar resultados más elevados. De preferencia el paciente debe encontrarse en ayunas.

Espectrofotómetro manual o automático o fotocolorímetro de filtros con cubeta termoestable, capaz de medir absorbancia a 570 nm (rango 540 a 600 nm), baño termoregulado, cronómetro, pipetas, calibrador y sueros controles.

TÉCNICA CON BLANCO TUBO

	Calibrador	Muestra
Reactivo de trabajo(ml)	1.00	1.00
Mezclar y leer para cada tubo las absorbancias de A1 contra blanco de agua		
Calibrador (ml)	0.01	—
Muestra(ml)	—	0.01
Mezclar e incubar al menos 60 segundos y leer para cada tubo las absorbancias A2 contra el blanco de agua. El color resultante es estable por lo menos 1 hora.		

3.2.4.3. DISEÑO Y MÉTODO ESTADISTICO

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al azar (BCA), para llegar a los resultados obtenidos también se analizaron diferentes Métodos estadísticos como: pruebas de Chi-cuadrado y Análisis de Regresión cuadrática.

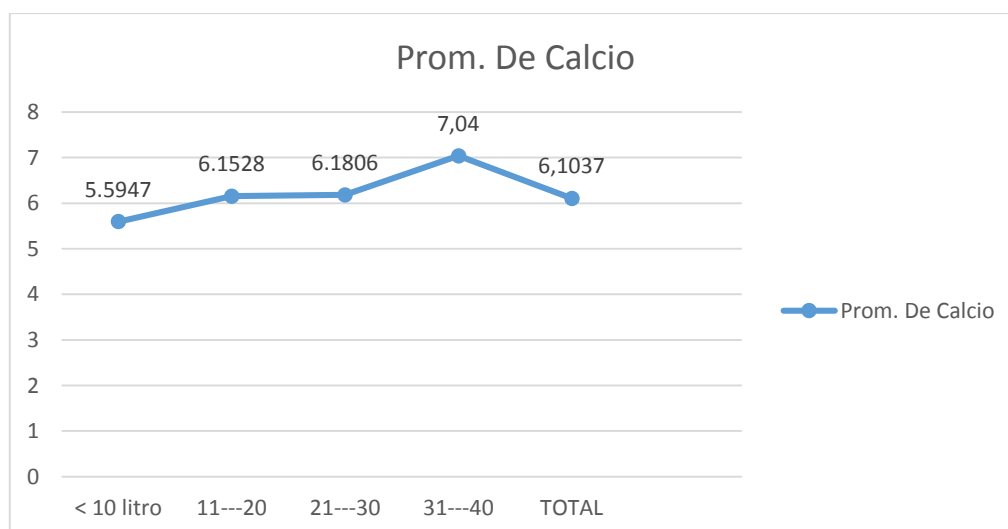
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de calcio contenidos en la sangre de vacas lecheras en el centro poblado “El Gallito”, distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 01: Nivel de calcio sérico en relación al volumen de producción lechera del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017

Volumen de Producción	Prom. Calcio	Prom. de Prod. de leche
< 10 litro	5.5947	7.421
11-20	6.1528	16.396
21-30	6.1806	26.387
31-40	7.04	37.8
TOTAL	6.1037	18.7

Gráfico N° 01: Efecto del nivel de calcio sérico en relación con los volúmenes de producción lechera del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017



Podemos apreciar que en el Cuadro N°01 y gráfico N°01, el volumen de producción fue dividido en 4 puntos, VP <10 Lt.; 11-20 Lt.; 21-30 Lt.; 31-40 Lt.; donde los valores de niveles de calcio fueron **5.5947; 6.1528; 6.1806; 7.04** respectivamente y el promedio de Producción de leche es de **18.675 Lt** con un intervalo de confianza ($\alpha=0.05$).

El promedio de calcio hallado fue de **6.1037 mg/dl**; el cual se encuentra por debajo de lo normal según *Barros y Sinchi (2012)* quien menciona que los niveles generales de calcio deben oscilar entre **6.19-7.53 mg/dl**.

Según lo mostrado en el gráfico podemos concluir que los niveles de calcio suben conforme la producción va en aumento, esto puede deberse al trabajo efectivo de las hormonas encargadas de la regulación de calcio, ya que como *Holmes (2003)* señala que los mecanismos de homeostasis que regulan la concentración de calcio intervienen rápidamente restituyéndolo por 3 vías, como es mediante la absorción intestinal de calcio, liberación de calcio desde los huesos y la reabsorción de calcio a nivel renal, por lo que una posible explicación a los datos encontrados, sea que el organismo de la vaca, haya compensado las pérdidas extrayendo el calcio faltante de los huesos o por reabsorción de calcio a nivel renal además podemos agregar también que las vacas estén recibiendo algún suplemento de calcio.

Estos valores no concuerdan a los niveles reportados por *Barros, et al (2012)*, quien menciona que la concentración sérica en vacunos de leche fue:

En calcio **5.74 – 6.99mg/dl** para categoría de producción alta, de **8.07 – 8.31 mg/dl** para la categoría de producción media, y de **6.19- 7.53 mg/dl** para la categoría de producción baja, esto se amerita a la poca cantidad de leche que se produjo en esos meses, debido a la escasez de alimento que sufrió el ganado vacuno lechero en las épocas del fenómeno del niño.

Estas diferencias en los resultados pueden deberse también a la calidad y tipo de pasto con lo que son alimentados como menciona *McDowell, et al (2004)* que los pastos de algunas regiones no satisfacen completamente las necesidades de minerales en los animales que los pastan, como consecuencias de las limitaciones climáticas y del suelo que impone restricciones nutricionales a los pastos. La escasa disponibilidad de minerales en el suelo afecta a los forrajes restando la concentración del elemento deficiente en sus tejidos.

Cuadro N° 02: Pruebas de Chi-cuadrado (relación entre calcio sérico y volumen de producción)

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	133.028 ^a	132	.459
Razón de verosimilitud	125.632	132	.640
Asociación lineal por lineal	3.818	1	.051
N de casos válidos	108		
a. 180 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .05.			

P. valor = 0.459

Nivel de significancia de la prueba (α) = 0.05

Por lo tanto: P.valor > α

INTERPRETACIÓN:

Podemos afirmar que el nivel de calcio sérico y el nivel de producción si se relacionan, aunque no se encuentra en mucha proporción, ya que este resultado puede haberse alterado por muchos factores como ambientales, variación en la alimentación, ya que, debido a las continuas lluvias que hubieron en la zona, los caminos se vieron obstruidos, impidiendo el traslado de alimentos, también a variaciones fisiológicas del propio animal como pueden ser enfermedades subclínicas o tumores tiroideos entre otros.

Cuadro N° 03: Pruebas de regresión cuadrática (relación entre calcio sérico y volumen de producción)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,41882964
Coefficiente de determinación R²	0,17541826
R² ajustado	-0,06017652
Error típico	0,51711381
Observaciones	10

	<i>Coefficientes</i>
Intercepción (a)	3,74637332
Produc² (b1)	-0,00571545
Prom. Vol. Prod. (b2)	0,2322798

Teniendo un modelo matemático:

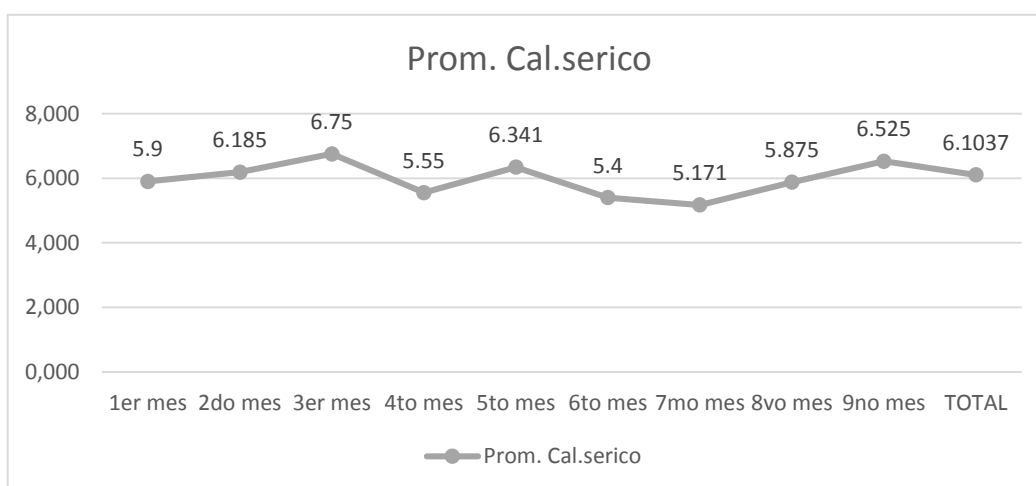
$$Y = A + B_1X + B_2X^2$$

INTERPRETACIÓN: Según el análisis de regresión podemos decir que los resultados tienen independencia o no, teniendo en cuenta que el parámetro “Coeficiente de determinación R²” tiene un rango de 0 – 1 (siendo 1 el 100%), por cual podemos afirmar que existe una relación del 17.5418% de que el calcio dependa de la producción lechera, por lo que podemos concluir que las variables presentan independencia, por los múltiples factores que ya se han mencionado anteriormente.

Cuadro N° 04: Nivel de calcio sérico en relación al mes de producción en vacas lecheras del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017

Meses de prod.	Prom. Vol. prod.	Prom. Cal. Sérico
1er mes	24.2	5.9
2do mes	23.8	6.185
3er mes	21.5	6.75
4to mes	18.3	5.55
5to mes	13.4	6.341
6to mes	19.5	5.4
7mo mes	9.4	5.171
8vo mes	18.8	5.875
9no mes	16.4	6.525
TOTAL	18.6759	6.1037

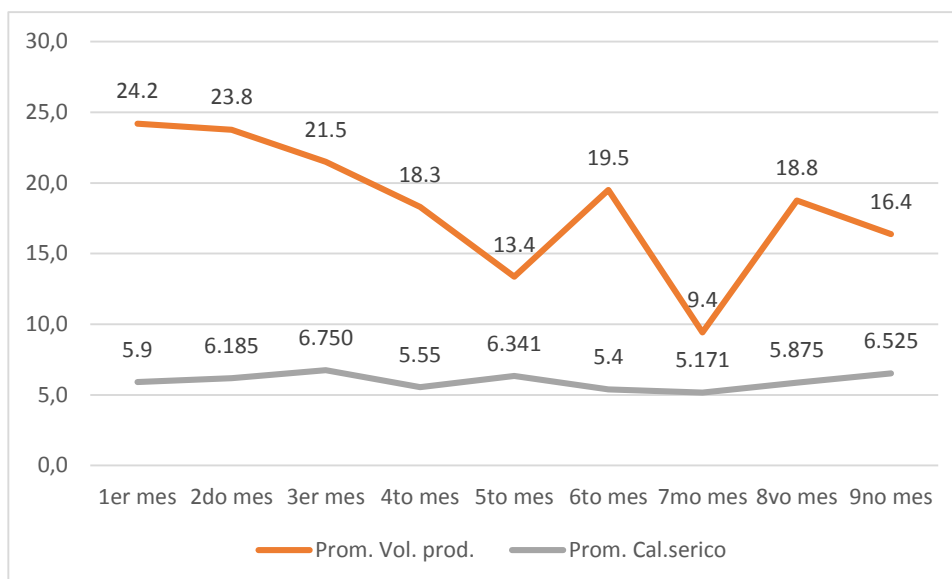
Gráfico N° 02: Curva del nivel de calcio sérico en relación al mes de producción de vacas lecheras del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017



En el cuadro N°04 y gráfico N°02 se muestran los niveles de calcio obtenidos al realizar el muestreo y relacionarlo con los meses de producción.

Podemos ver que los promedios de calcio para cada mes son: 1er. mes, 5.900 mg/dl; 2do. mes, 6.185 mg/dl; 3er. mes 6.750 mg/dl; 4to. mes, 5.550 mg/dl; 5to. mes, 6.341 mg/dl; 6to. mes, 5.400 mg/dl; 7mo. mes, 5.171 mg/dl; 8vo. mes, 5.875 mg/dl y 9no. Mes, 6.525 mg/dl ($\alpha=0.05$), tales valores no concuerdan con los niveles reportados por *Nohora A.* (1998), quien menciona que en el 1er mes los valores de calcio fueron de 9.8 mg/1 00 dl y esta misma autora también menciona que llegaron con 9.2 mg/1 00 dl al 2do mes, esto se amerita a que obviamente no todas las vacas son afectadas de la misma manera, ya que algunas se encontraban en estado de preñez, producción, seca, o con alguna enfermedad al momento del niño costero, lo cual produjo muchas variaciones en su producción.

Gráfico N° 03: Curva del nivel de calcio sérico y producción de leche en relación al mes de producción de vacas lecheras del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017



Como se puede observar en el Gráfico N°03 en los 3 primeros meses los niveles de calcio se elevan progresivamente de 5.9 – 6.75 mg/dl, lo cual no concuerda con el nivel de producción lechera, según *Houe et al (2001)* señala que la incidencia de la Hipocalcemia está asociada positivamente con la producción de leche, esto nos quiere decir que, a más producción de leche, más incidencia de hipocalcemia existe, por lo cual menor cantidad de calcemia.

En el 5to mes ocurre una baja considerable de la producción de leche, al 6to mes observamos que vuelve a subir, y así en los siguientes meses, esto posiblemente se deba a que el organismo de la vaca, este tratando de compensar la producción alta que se tuvo que dar los primeros meses, ya que, en este periodo, el niño costero azoto la zona, dejando a los animales con poco alimento y siendo susceptibles a la humedad, por consecuencia los niveles de producción lechera se vieron reducidos.

Según *Márquez, J.G. Ordeño (2014)*, menciona que la producción pico es el punto en el que la vaca alcanza el nivel de producción de leche más alto. Normalmente el mismo se logra entre las 4 y las 10 semanas después del parto, lo cual no concuerda con el resultado ya que los niveles de producción son “elevados” y el calcio se mantiene en un rango ligeramente aceptable.

Oetzel (2002) comenta que en vacas lecheras de alta producción las demandas de Calcio antes del parto se encuentran en su punto más bajo. Las demandas de Calcio por el esqueleto fetal son relativamente bajas similares a las cantidades que se necesitan para enfrentar la última etapa de la lactación por lo cual el feto no significa algún problema para que haya niveles bajos de calcio,

Otra causa muy posible fue debido al fenómeno del niño que azoto la zona costera del norte del Perú, según el noticiero *RPP Noticias (2017)* señala que un gran número de lambayecanos dedicados a la crianza de ganado y producción de leche han sufrido muchos

perjuicios debido a las fuertes precipitaciones pluviales y desborde de ríos. Cabe recalcar que los cultivos de forrajes que sirven de alimento a las vacas lecheras, se encontraban escaseando además de presentar una mala calidad, y que su transporte a la granja era muy complicado debido a la cantidad de barro o fango formado en la zona, esto sumado a la cantidad de enfermedades que este ambiente húmedo propiciaba tales como presencia hongos, bacterias y otras infecciones.

McDowell (2004) menciona que las deficiencias de minerales en el suelo reportadas en casi todas las regiones del mundo y se consideran como minerales críticos para los rumiantes en pastoreo el Calcio (Ca), Fósforo (P), Sodio (Na), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Selenio (Se) y Zinc (Zn); otros como el Hierro (Fe), Se, Zn y Molibdeno (Mo) estos disminuyen conforme avanza la edad del forraje.

Estas deficiencias de minerales en el suelo sumado a las lluvias que se reportaron en la zona y al hecho de que escaseo la comida en ese periodo, han hecho una variación significativa, en los datos encontrados.

Albornoz (2006) señalo que en el animal sano al momento del parto las concentraciones de calcio y fósforo disminuyen levemente y luego se recuperan, es lo que se llama Hipocalcemia Fisiológica, pero cuando el descenso es intenso, por insuficiente capacidad de movilización de calcio, se produce la hipocalcemia, por lo cual al primer mes de la producción se observa una baja de calcio, y al segundo mes este se torna levemente normal.

Cuadro N°05: Pruebas de Chi-cuadrado (relación entre calcio sérico y meses de producción)

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	343.055 ^a	352	.624
Razón de verosimilitud	261.154	352	1.000
Asociación lineal por lineal	.023	1	.879
N de casos válidos	108		
a. 405 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .04.			

P. valor = 0.624

Nivel de significancia de la prueba (α) = 0.05

Por lo tanto, como: p.valor > α

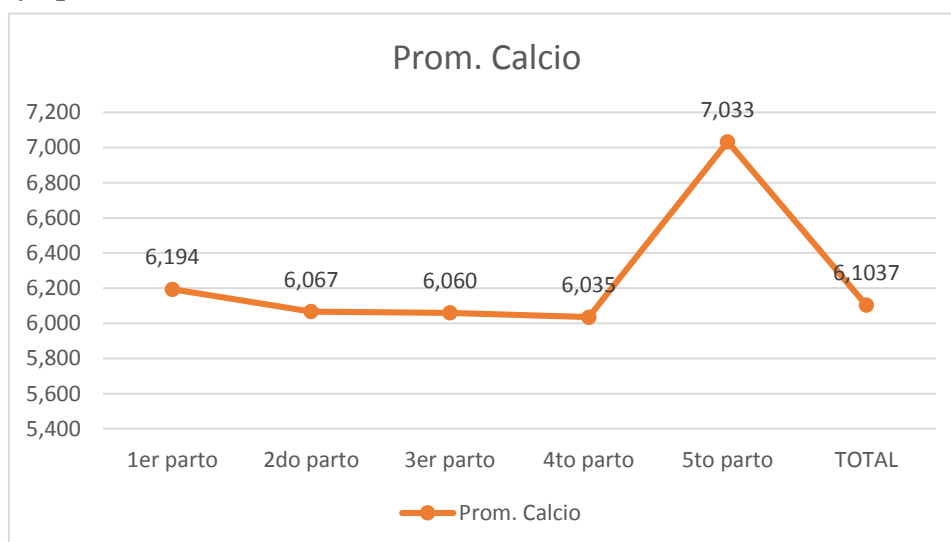
INTERPRETACIÓN:

Podemos afirmar que el nivel de calcio sérico y los meses de producción si se relacionan, aunque no se encuentra en mucha proporción, ya que este resultado puede haberse alterado por muchos factores como ambientales, variación de contenido de calcio en los forrajes, y a variaciones fisiológicas del propio animal como pueden ser enfermedades subclínicas o tumores tiroideos entre otros.

Cuadro N° 06: Promedio de los niveles de calcio sérico y producción lechera en el número de lactaciones de vacas lecheras del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017

Numero de partos	Prom. Vol. Prod.	Prom. Calcio
1er parto	13,25	6,194
2do parto	17,25	6,067
3er parto	18,84	6,060
4to parto	23,95	6,035
5to parto	21,33	7,033
TOTAL	18,6759	6,1037

Gráfico N° 04: Curva del nivel de calcio sérico en relación al número de lactaciones de vacas lecheras del centro poblado El Gallito, San José – Lambayeque – Lambayeque 2017



Observamos en el gráfico N°04 la relación de calcio sérico con respecto a los números de lactaciones o cantidad de partos, obteniendo los siguientes resultados: En el 1er parto, un promedio de 6.194 mg/dl, en el 2do parto presentan un promedio de 6.067 mg/dl, en el 3er parto un promedio de 6.060 mg/dl, en la 4to parto un promedio de 6.035 mg/dl y por último en el 5to parto un promedio de 7.033 mg/dl de calcio.

Podemos afirmar que los niveles de calcio vuelven a subir entre el 4to parto y el 5to parto, lo cual no concuerda con lo dicho por *Goff et al (1995)* que encontraron que las vacas adultas tienen una menor cantidad de los receptores a las hormonas 1,25 Dihidroxitamina D a nivel óseo e intestinal que las jóvenes, lo que hace que los animales de 3 o más partos sean más susceptibles a este desbalance metabólico, esto debido a muchos factores ambientales, nutricionales, fisiológicos que varían estos resultados.

Cuadro N° 07: Pruebas de Chi-cuadrado (relación entre calcio sérico y número de lactaciones)

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	215.931 ^a	176	.022
Razón de verosimilitud	168.627	176	.642
N de casos válidos	108		
a. 225 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .03.			

P. Valor = 0.022

Nivel de significancia de la prueba (α) = 0.05

Por lo tanto, como: P. valor < α

INTERPRETACIÓN:

Según el resultado podemos corroborar que el calcio y los números de lactaciones no se relacionan, lo que no concuerda con lo expuesto por *Alonso (1997)*, *Horst et al (1997)*, *Houe (2001)* comentaron que a medida que la edad de las vacas aumenta también aumenta la incidencia de Hipocalcemia, es muy rara en vacas de primera lactancia, pero la incidencia aumenta de gran manera a partir de la tercera o más lactancias, numerosos factores contribuyen a que la edad avanzada sea un importante factor predisponente de la hipocalcemia, tales como que las vacas adultas producen más leche y esto provoca una mayor demanda de calcio, la mayor edad provoca un descenso de la habilidad para movilizar el calcio de los huesos, una disminución del transporte activo de calcio en el intestino y una menor producción de calcitriol 1,25(OH)2D3; colectivamente todos estos problemas producen una falta de respuesta a las necesidades agudas de calcio

INTERVALO DE CONFIANZA

- Determinar el intervalo de confianza para el promedio del nivel de calcio sérico.

Teniendo en cuenta los siguientes datos:

N: Numero de muestra = 108

u: Promedio calcio sérico = 6.1037

σ : Desviación Estándar = 1.3543

Z: Distr. normal Estándar = 0.8224

Se reemplaza en la fórmula:

$$(u - z) * \frac{\sigma}{\sqrt{N}}; (u + z) * \frac{\sigma}{\sqrt{N}}$$

$$(5.8483 - 6.3591) \text{ mg/dl}$$

V.- CONCLUSIONES

De los resultados antes mencionados en el presente trabajo de investigación, y teniendo en cuenta el método de recolección de muestras y su interpretación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ✓ El promedio general del nivel de calcio sérico en las 108 vacas lecheras muestreadas en el centro poblado “El gallito”, Distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque, es de 6.1037 mg/dl ($\alpha=0.05$).
- ✓ El intervalo de confianza encontrado en esta investigación es de 5.8483–6.3591 mg/dl con un 95% de Confianza ($\alpha=0.05$).
- ✓ Existe una relación del 17.5418% de que el calcio dependa de la producción lechera, lo cual indica una baja o escasa relación entre el nivel de producción de leche con el nivel de calcio sérico en vacas lecheras del centro poblado “El gallito”, Distrito de San José, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque ($\alpha=0.05$), esto debido a múltiples factores como ambientales, fisiológicos

VI.- RECOMENDACIONES

- Para una información más precisa, se debe de estudiar y analizar los forrajes con lo que se alimenta al ganado vacuno lechero en la zona, ver su concentración en cuanto a los minerales, vitaminas y energía que aportan, además de buscar pastos alternativos más eficientes; pues este sería de gran importancia para mejorar la producción de leche, por lo cual ayudaría en el incremento del bienestar socioeconómico de los habitantes de dicha zona.
- Se recomienda realizar estudios en ganado estabulado donde todas las vacas lecheras tengan la misma alimentación, el mismo manejo y sean genéticamente mejoradas.
- Llevar registros e historias clínicas del ganado lechero para observar alguna enfermedad subclínica.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALBORNOZ LOPEZ L. (2006), Hipocalcemia puerperal: variaciones de minerales en el periparto y evaluación de tratamientos. Tesis de Maestría en Salud Animal, Facultad de Veterinaria - Uruguay.
2. ALONSO DIEZ AJ. (1997). Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina Med Vet 11:610- 614.
3. ANDREWS AH. (2005). Sanidad del ganado vacuno lechero, Acribia, Zaragoza, p.70-71.
4. BARROS G. Y SINCHI M. (2012) Determinación de las concentraciones de calcio y fósforo, magnesio, proteínas totales, urea y glucosa en suero sanguíneo de vacas lecheras Holstein mestizas en producción aparentemente sanas, en el cantón cuenca. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad politécnica salesiana. Cuenca – Ecuador. 135pp
5. BRETSCHNEIDER GUSTAVO, SALADO ELOY, CUATRIN ALEJANDRA Y ARIAS DARÍO. (2015). Lactancia: Pico y Persistencia. [Documento en Línea]. Disponible:http://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_lactancia_pico_y_persistencia_febrero_2015.pdf [Consulta: 2017, Mayo 25]
6. CHIN D, MEANS AR (2000). "Calmodulin: a prototypical calcium sensor". Trends Cell Biol. 10 (8): 322
7. CONCELLON, A. Y J. VALLE.(1995), Ganadería práctica, Editorial Ramon Sopena, S.A. Barcelona, España. 557 p.
8. CONTRERAS, P.; WITTEWER, F Y BÖHMWALD, H. (1995), Concentraciones de calcio, fósforo y magnesio en suero sanguíneo de bovinos de leche de 40 predios lecheros de la X Región, Archivos de medicina veterinaria, Chile, 22 (2): 85-196.
9. CORBELLINI C. (2000). Influencia de la Nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. XXI Congreso Mundial de Buiatría, Punta del Este, Uruguay, 689:16.
10. **DEPARTAMENTO TÉCNICO DE PRONACA** (2016), Enfermedades por deficiencias de minerales en el ganado bovino, RevistaPROCAMPO, [Documento en Línea], Disponible: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/enfermedades-deficiencias-minerales-ganado-t39934.htm> [Consulta: 2017, Mayo 25]
11. DM VASUDEVAN, SREEKUMARI S., KANNAN VAIDYANATHAN (2011). Texto de Bioquímica. Edición. 6: 524.
12. DYK PB, EMERY RS, LIESMAN JL, BUCHOLTZ HF, VAN DE HAAR MJ. (1995). Prepartum non esterified fatty acids in plasma are higher in cows developing periparturient health problems. American Dairy Science Association and Northeast ADSA/ASAS Meeting. J Dairy Sci 78 (Suppl. 1):264, Abstract P337.
13. FERGUSON JD, GALLIGAN DT, THOMSEN N. (1994). Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. J Dairy Sci 77:2695.
14. FREDEEN, A.H., W. CHALUPA, W.E. JULIEN, C.J. SNIFFEN, H. SATO. T. FUJIEDA, T. UEDA, AND H. SUZUKI. 1999. Effects of rumen-protected LYS and MET to periparturient cows on their productivity during 24 wk postpartum. J. Dairy Sci. 82 (Suppl.1):121.

15. GOFF J.P., REINHARDT T.A., BEITZ D.C., HORST R.L. 1995. Breed effects tissue vitamin D receptor concentration in periparturient dairy cows: ¿a milk fever risk factor? J. Dairy Sci. 78 (1):184.
16. GONZÁLEZ STAGNARO, C. (1995), Manejo reproductivo y control de la sub fertilidad en vacas mestizas, En: Manejo de la ganadería mestiza de doble propósito, Ed: Ninoska Madrid Bury y Eleazar Soto Belloso. Universidad del Zulia, Venezuela, P523-562.
17. GONZÁLEZ, F.H.D; BARCELLOS, J. O; OSPINA, H; RIBEIRO, L.A.O (2002). Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, P. 31-49.
18. GONZÁLEZ. F.H.D. (2000), Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais.
19. GROSSMAN, M. Y KOOPS, W.J. (1998), Multiphasic Analysis of Lactation Curves in Dairy Cattle, Journal of Dairy Science, 71, 1598-1608.
20. GUSTAVO AGUDELO G. (2001), Fundamentos de nutrición animal aplicada. Universidad de Antioquia, Colombia, p122.
21. HANS ANDRESEN S. – PERULACTEA (2012), La lactancia – inducción de lactancia,[Documento en Línea], Disponible: <http://handresen.perulactea.com/2008/08/05/capitulo-3-la-lactancia/> [Consulta: 2017, Mayo 25]
22. HELENA CURTIS, N. SUE BARNES, ADRIANA SCHNEK, ALICIA MASSARINI (2008). Curtis. Biología. Edición. 7: 243.
23. HOLMES CHEYRE T. (2003). Trastornos del metabolismo del calcio en vacas lecheras y su prevención. Residenciado de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Departamento de Zootecnia. p. 21.
24. HORST RL, KIMURA K GOFF JP. (1998). Effect of mastectomy on plasma calcium and vitamin a and e metabolism in the periparturient dairy cows. National Animal Disease Center, 10th International Conference on Production Diseases in Farm Animals A8:34.
25. HOUE H, OSTERGAARD S, THILSING HANSEN T, JORGENSEN RJ., LARSEN T, SORENSEN JT, AGGER JF, BLOM JY. (2001). Milk Fever and subclinical hypocalcaemia- An evaluation of parameters on incidence risk, diagnosis, risk factors and biological effects as input for a decision support system for disease control. Acta Vet Scand 42:1 29.
26. JUAN CARLOS CARTAGENA ALBERTUS. (2011), Hipercalcemia I, Agros Portal Veterinario, [Documento en Línea], Disponible: <http://argos.portalveterinaria.com/noticia/6017/articulos-archivo/hipercalcemia-i.html>[Consulta: 2017, Mayo 25]
27. KLASSEN, NORMAN. (2010), Para animales en pastoreo Suplementación con minerales, [Documento en Línea], Disponible: <http://archivo.abc.com.py/suplementos/rural/articulos.php?pid=461989> [Consulta: 2017, Mayo 25]
28. *MANUAL MERCK DE MEDICINA VETERINARIA, (2000), Barcelona, España: océano grupo editorial.*

29. MÁRQUEZ, J.G. ORDEÑO (2014). Recuperado de: Generalidades de la ganadería bovina, Disponible: <https://www.tambero.com/posts/981-entender-la-produccion-de-leche>
30. MARTÍN-TERESO J, DERKS M, VAN LAAR H, ET AL. (2010) Urinary calcium excretion in non-lactating dairy cows in relation to intake of fat-coated rice bran. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 94, 129–136.
31. MCDOWELL, L.R., J. CONRAD, G. ELLIS, J. LOOSLI. (2004), *Minerales para Rumiantes a Pastoreo en Regiones tropicales*, Departamento de Ciencia Animal. CIAT, Universidad de Florida y Agencia de los EUA para el Desarrollo Internacional. Boletín 90 p.
32. MINSON, D. J. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition* Academic Press: San Diego, USA
33. NOHORA A. MIGUEL R. GUILLERMO T. (1998) Estudio De Un Perfil Metabólico Patrón En Ganado De Leche De Clima Cálido, Un Mes Antes Del Parto Y En Tres Diferentes Etapas De Lactancia [Documento en Línea], Disponible: <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=18&ved=OCEgQFjAHOApqFQoTCLPD15vk9MgCFctyPgodmP4EWQ&url=http%3A%2F%2Fvacu.agro.uncor.edu%2Fpleche%2Fmaterial%2FMaterial%252011%2FA%2520archivos%2520internet%2FAiimentacion%2Fseriado2.rtf> [Consulta: 2017, Mayo 25]
34. NRC(1996). *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th. Ed. NRC- NAP. Washington.
35. OETZEL G. (2002). The dietary cation-anion difference concept in dairy cattle nutrition: possibilities and pitfalls. XXII World Buiatrics Congress Hannover. Alemania 198-208.
36. OVERTON, T.R AND WALDRON, M.R. (2004), Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health, *J. Dairy. Sci*, 87:105-119.
37. PAYNE JM. (1981). *Enfermedades Metabólicas de los Animales Zootécnicos*. Ed. Acribia Zaragoza, España.
38. PILAR GUTIÉRREZ (2009) *Manual práctico de manejo de una explotación de vacuno lechero*, Servicio de Formación Agraria e Iniciativas. Junta de Castilla y León, Escuela universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola INEA, España. 17 p.
39. RADOSTITIS, O M; GAY, C C; BLOOD, D C; HINCHCLIFF K W. (2001) *Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino*. 9ª ed. Vol II, 1687-1698.
40. REINHARD, RL HERST Y JP GOFF (2009), *Homeostasis del calcio, fósforo y magnesio en rumiantes*, BS.MS DVM PhD. National Animal Disease Center, Ames, IOWA U.S. Department of Agriculture.
41. ROCHE JR. (2003). Hypocalcaemia and DCAD for the pasture-based transition cow - A review. *Acta Vet Scand Suppl*. 97: 65-74
42. ROSARIO CORONADO (22 de marzo del 2017). Ganaderos y productores de leche reportan grandes pérdidas tras lluvias. RPP noticias. Disponible: <http://rpp.pe/peru/lambayeque/ganaderos-y-productores-de-leche-reportan-grandes-perdidas-tras-lluvias-noticia-1038528> [Consulta: 2017, Junio 20]

43. ROSOL TJ, CHEW DJ, NAGODE LA, SCHENCK P. (2000). Disorders of calcium. Hipercalcemia and hipocalcemia. En: "Fluid therapy in small animal practice" Dibartola, S.P., Ed Saunders Co., Philadelphia, pp. 108-162
44. SÁNCHEZ J.M., SABORÍO A. 2013 Prevalence of hypocalcemia in grazing Jersey herds in Costa Rica. (Abstract) International Conference in Production Disease in Farm Animals, Uppsala, Sweden, pp. 150.
45. SILVIA MÁRQUEZ, ANDREA LASALLE (2016), Biología Celular y Humana, GENOMASUR, [Documento en Línea], Disponible:
http://www.genomasur.com/piloto/BCH_tradu/b_4/calcemia.htm [Consulta: 2017, Junio 09]
46. SPEARS, J.W. (1998). Reevaluation of the metabolic essentiality of the minerals – Review – Asian-Aus.J.Anim.Sci. 12: 1002-1008.
47. STÖBER, M. (2005). Medicina Interna y Cirugía del Bovino. Paresia Puerperal Hipocalcémica. Editorial Intermédica 4ta Ed pp: 1125-1132
48. UNDERWOOD EJ, SUTTLE NF. (1999). Mineral nutrition of livestock, 3rd ed., CAB International, Edinburgh (UK) p. 456-463.
49. VAN SAUN RJ. (2010). Indicators of dairy cow transition risks Metabolic profiles revisited. XXVI Congreso Mundial de Buiatría. Santiago, Chile. pp: 65-77.
50. WALTER ALVAREZ SACK (2009), Fiebre de la leche. Hipocalcemia en bovinos, distribuidora Schuverer. Panamá, Disponible:
<http://www.fenagh.net/Publicaciones/Articulos/La%20Fiebre%20de%20la%20leche.pdf>

VIII.- ANEXOS

Cuadro N° 08: Animales muestreados

VACA (MUESTRA)	PROPIETARIO	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (LT)	CALCIO SERICO EN SANGRE (mg/dl)	MESES DE PRODUCCIÓN	NÚMERO DE PARTOS
V001	Augusto Mirez	17,0	6,9	3er mes	3er parto
V002	Augusto Mirez	20,0	5,1	4to mes	2do parto
V003	Augusto Mirez	30,0	7,2	4to mes	2do parto
V004	Augusto Mirez	25,0	6,7	3er mes	3er parto
V005	Augusto Mirez	15,0	6,1	5to mes	3er parto
V006	Victor Mirez	18,0	7,0	2do mes	1er parto
V007	Victor Mirez	30,0	4,1	4to mes	3er parto
V008	Victor Mirez	30,0	6,4	4to mes	4to parto
V009	Victor Mirez	22,0	4,8	3er mes	4to parto
V010	Victor Mirez	25,0	5,9	4to mes	3er parto
V011	Victor Mirez	37,0	7,6	1er mes	4to parto
V012	Victor Mirez	25,0	6,4	3er mes	3er parto
V013	Victor Mirez	38,0	7,3	1er mes	3er parto
V014	Victor Mirez	25,0	4,4	2do mes	4to parto
V015	Victor Mirez	40,0	8,0	2do mes	4to parto
V016	Victor Mirez	8,0	8,9	5to mes	1er parto
V017	Señora Clara	5,0	6,6	7to mes	1er parto
V018	Señora Clara	18,0	4,2	4to mes	2do parto
V019	Señora Clara	13,0	5,2	7to mes	1er parto
V020	Señora Clara	10,0	7,2	3er mes	3er parto
V021	Señora Clara	20,0	6,1	2do mes	3er parto
V022	Señora Clara	15,0	4,9	5to mes	2do parto
V023	Señora Clara	18,0	5,2	6to mes	2do parto
V024	Señora Clara	13,0	5,7	9no mes	3er parto
V025	Señora Clara	20,0	7,2	3er mes	3er parto
V026	Señor Juan Carlos	7,0	6,1	4to mes	2do parto
V027	Señor Juan Carlos	7,0	4,6	4to mes	3er parto
V028	Señor Juan Carlos	5,0	5,0	7to mes	2do parto

V029	Señor Juan Carlos	6,0	4,5	7to mes	1er parto
V030	Señora Sara	20,0	3,4	1er mes	3er parto
V031	Señora Sara	25,0	6,0	1er mes	4to parto
V032	Segundo Mirez	18,0	5,1	5to mes	3er parto
V033	Segundo Mirez	12,0	6,9	2do mes	2do parto
V034	Segundo Mirez	20,0	5,6	1er mes	4to parto
V035	Segundo Mirez	25,0	5,7	3er mes	3er parto
V036	Jesús Mirez	14,0	6,4	7to mes	3er parto
V037	Jesús Mirez	40,0	6,7	9no mes	4to parto
V038	Jesús Mirez	20,0	5,4	8vo mes	3er parto
V039	Jesús Mirez	30,0	6,2	6to mes	3er parto
V040	Jesús Mirez	28,0	6,2	9no mes	4to parto
V041	Jesús Mirez	18,0	7,9	4to mes	2do parto
V042	Jesús Mirez	15,0	7,1	1er mes	2do parto
V043	Jesús Mirez	20,0	4,8	5to mes	3er parto
V044	Jesús Mirez	12,0	6,6	3er mes	1er parto
V045	Adam Barboza	22,0	7,6	9no mes	4to parto
V046	Adam Barboza	20,0	6,5	4to mes	3er parto
V047	Adam Barboza	14,0	5,0	9no mes	3er parto
V048	Adam Barboza	34,0	5,6	2do mes	2do parto
V049	Marina Vasquez	25,0	5,2	1er mes	2do parto
V050	Marina Vasquez	20,0	4,5	3er mes	1er parto
V051	Marina Vasquez	15,0	5,9	4to mes	3er parto
V052	Marina Vasquez	12,0	5,4	9no mes	2do parto
V053	Marina Vasquez	10,0	5,1	9no mes	1er parto
V054	Marina Vasquez	28,0	4,6	2do mes	1er parto
V055	Marina Vasquez	15,0	3,3	7to mes	4to parto
V056	Naldo Mirez	22,0	6,9	8vo mes	3er parto
V057	Naldo Mirez	18,0	5,0	8vo mes	4to parto
V058	Naldo Mirez	27,0	6,8	1er mes	3er parto
V059	Naldo Mirez	15,0	6,2	8vo mes	2do parto
V060	Naldo Mirez	22,0	6,0	4to mes	3er parto
V061	Naldo Mirez	20,0	6,3	6to mes	2do parto

V062	Naldo Mirez	14,0	5,9	9no mes	3er parto
V063	Cesar Mirez	7,0	5,7	1er mes	1er parto
V064	Sandra Mirez	12,0	7,2	5to mes	3er parto
V065	Cesar Mirez	8,0	4,0	5to mes	2do parto
V066	Cesar Mirez	7,0	4,7	5to mes	3er parto
V067	Sandra Mirez	18,0	6,4	1er mes	2do parto
V068	Cesar Mirez	4,0	5,8	5to mes	3er parto
V069	Sandra Mirez	5,0	6,4	5to mes	1er parto
V070	Cesar Mirez	14,0	6,1	5to mes	3er parto
V071	Cesar Mirez	7,0	4,3	4to mes	1er parto
V072	Cesar Mirez	25,0	4,9	1er mes	4to parto
V073	Cesar Mirez	10,0	4,8	4to mes	3er parto
V074	Cesar Mirez	24,0	4,9	2do mes	3er parto
V075	Cesar Mirez	8,0	5,2	7to mes	2do parto
V076	Rosales Gumuro	30,0	8,8	3er mes	1er parto
V077	Rosales Gumuro	30,0	6,0	2do mes	3er parto
V078	Rosales Gumuro	30,0	4,1	1er mes	4to parto
V079	Rosales Gumuro	14,0	7,6	9no mes	4to parto
V080	Patricio Segovia	15,0	4,2	5to mes	4to parto
V081	Patricio Segovia	12,0	5,3	4to mes	3er parto
V082	Patricio Segovia	10,0	3,9	6to mes	3er parto
V083	Patricio Segovia	20,0	5,6	5to mes	3er parto
V084	Patricio Segovia	15,0	7,0	3er mes	5to parto
V085	Patricio Segovia	7,0	7,4	9no mes	1er parto
V086	Patricio Segovia	15,0	7,2	5to mes	3er parto
V087	Rosales Gumuro	19,0	6,3	9no mes	5to parto
V088	Patricio Segovia	16,0	6,4	3er mes	4to parto
V089	Rosales Gumuro	15,0	8,0	9no mes	4to parto
V090	Rosales Gumuro	14,0	7,1	9no mes	4to parto
V091	Rosales Gumuro	15,0	8,9	5to mes	2do parto
V092	Patricio Segovia	15,0	6,4	2do mes	3er parto
V093	Patricio Segovia	22,0	4,5	4to mes	2do parto
V094	Rosales Gumuro	20,0	7,3	2do mes	3er parto

V095	Rosales Gumuro	30,0	7,8	1er mes	5to parto
V096	Rosales Gumuro	18,0	6,1	5to mes	2do parto
V097	Rosales Gumuro	26,0	6,9	1er mes	3er parto
V098	Rosales Gumuro	12,0	7,4	9no mes	3er parto
V099	Patricio Segovia	10,0	6,1	9no mes	1er parto
V100	Patricio Segovia	28,0	6,8	2do mes	4to parto
V101	Patricio Segovia	28,0	6,8	3er mes	3er parto
V102	Patricio Segovia	15,0	6,4	2do mes	2do parto
V103	Rosales Gumuro	18,0	6,9	9no mes	2do parto
V104	Patricio Segovia	25,0	6,7	3er mes	3er parto
V105	Rosales Gumuro	18,0	11,8	5to mes	3er parto
V106	Rosales Gumuro	28,0	8,9	3er mes	2do parto
V107	Rosales Gumuro	26,0	7,4	3er mes	1er parto
V108	Rosales Gumuro	20,0	3,7	1er mes	3er parto

Cuadro N° 09: Animales muestreados (mes y parto)

Nº Parto/ Periodo de Prod. (mes)	1º mes	2ºmes	3ºmes	4ºmes	5ºmes	6ºmes	7ºmes	8ºmes	9ºmes	PROM.
1ºparto	7,00 5,700	23,00 5,800	22,00 6,825	7,00 4,300	6,50 7,65	0,00 0,000	8,00 5,433	0,00 0,000	9,00 6,2	13,25 6,193
2ºparto	19,33 6,233	20,33 6,300	28,00 8,900	19,17 5,833	14,00 5,975	19,00 5,75	6,50 5,1	15,00 6,2	15,00 6,15	17,25 6,067
3ºparto	26,20 5,620	21,80 6,140	21,88 6,700	17,63 5,3875	14,30 6,44	20,00 5,05	14,00 6,4	21,00 6,15	13,25 6	18,84 6,06
4ºparto	27,40 5,640	31,00 6,400	19,00 5,600	30,00 6,400	15,00 4,2	0,00 0,000	15,00 3,3	18,00 5	22,17 7,2	23,95 6,035
5ºparto	30,00 7,800	0,00 0,000	15,00 7,00	0,00 0,000	0,00 0,000	0,00 0,000	0,00 0,000	0,00 0,000	19,00 6,3	21,33 7,033
PROMEDIO	24,20 5,900	23,77 6,185	21,50 6,75	18,31 5,550	13,35 6,341	19,50 5,4	9,43 5,171	18,75 5,875	16,38 6,525	18,676 6,1037

Cuadro N° 10: Animales muestreados por volumen de producción

Volumen de Producción	N° de animales	Calcio	Prom. de Prod. De leche
< 10 litro	19	5.5947	7.421
11---20	53	6.1528	16.396
21---30	31	6.1806	26.387
31---40	5	7.04	37.8
TOTAL	108	6.1037	18.6759

Cuadro N° 11: Animales muestreados por meses de producción

Meses de prod.	N° animales	Prom. Vol. prod.	Prom. Cal. Sérico
1er mes	15	24.2	5,9
2do mes	13	23.8	6.185
3er mes	16	21.5	6.75
4to mes	16	18.3	5.55
5to mes	17	13.4	6.341
6to mes	4	19.5	5.4
7mo mes	7	9.4	5.171
8vo mes	4	18.8	5.875
9no mes	16	16.4	6.525
TOTAL	108	18,6759	6,1037

Cuadro N° 12: Animales muestreados por número de lactaciones o partos

Numero de partos	N° animales	Prom. Calcio	Prom. Vol. Prod.
1er parto	16	6.194	13.25
2do parto	24	6.067	17.25
3er parto	45	6.060	18.84
4to parto	20	6.035	23.95
5to parto	3	7.033	21.33
TOTAL	108	6.1037	18.6759

Cuadro N° 13: Pruebas de regresión cuadrática (relación entre calcio sérico y volumen de producción)

<i>Estadísticas de la regresión</i>									
Coefficiente de correlación múltiple	0,4188296								
Coefficiente de determinación R ²	0,1754183								
R ² ajustado	-0,0601765								
Error típico	0,5171138								
Observaciones	10								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Medio de los cuadrados	F	Valor crítico de F				
Regresión	2	0,398209315	0,199104658	0,7445762	0,5091175				
Residuos	7	1,871846859	0,267406694						
Total	9	2,270056175							
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%	
Intercepción	3,7463733	2,199697926	1,703130815	0,1323252	-1,4550857	8,9478324	-1,4550857	8,9478324	
Produc 2	-0,0057154	0,007624439	-0,74962177	0,4779137	-0,0237444	0,0123135	-0,0237444	0,0123135	
Prom. Vol. prod.	0,2322798	0,263611364	0,88114485	0,4074741	-0,391062	0,8556216	-0,391062	0,8556216	