



**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**UTILIZACIÓN DE SALES ANIÓNICAS EN DIETAS DE VACAS SECAS EN DOS  
HACIENDAS LECHERAS EN LA PARROQUIA GUALEA, CANTÓN QUITO,  
PROVINCIA DE PICHINCHA**

**Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos  
para optar por el título de Médico Veterinario y Zootecnista.**

**Profesor Guía**

**Dr. Humberto Marcelo Almeida Bravo**

**Autora**

**Karla Vanesa Dávalos Feret**

**Año**

**2014**

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con la estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema y tomando en cuenta la Guía de Trabajos de Titulación correspondiente”.

---

**Humberto Marcelo Almeida Bravo**  
**Médico Veterinario Zootecnista**  
**C.C.170551960-9**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

**Karla Vanesa Dávalos Feret**  
**C.C.171581381-0**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme las fuerzas y guía para culminar este período de mi carrera, a mi familia por el apoyo durante todo este proceso y a mi tutor y compañeros por la ayuda para realizar este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia que es la razón fundamental la cual he podido cumplir mis objetivos y estar cada vez más cerca de cumplir mis sueños.

## RESUMEN

Se realizó un estudio con 40 vacas gestantes, de las cuáles 20 pertenecían al grupo de estudio y 20 pertenecían al grupo testigo, en período seco, con el objetivo de comprobar la funcionalidad y el efecto de las sales aniónicas sobre los niveles de pH en orina, concentración de calcio en sangre y prevención de hipocalcemia postparto, suplementando a las vacas en su dieta diaria con un periodo de 15 – 20 días previo al parto.

La investigación se realizó en dos haciendas lecheras en la Parroquia Gualea en el Noroccidente del país, en donde fueron seleccionadas las vacas que se encontraban en los últimos días de su gestación dentro del período seco. Se les suplementó 250 g/día de dicha sal diariamente sin interferir con su dieta normal.

Se realizó toma de muestras de orina y de sangre previo a la suplementación de las sales aniónicas y en el momento del parto de cada vaca del estudio para realizar la comparación y verificar la funcionalidad de las sales en relación con el grupo testigo.

En las dos haciendas donde se realizó la investigación los resultados demostraron que si existe una acidificación de la orina y una disminución en el tiempo de coagulación tras la suplementación de sales aniónicas, pero no hubo diferencias significativas en cuanto a la prevención de hipocalcemia en relación con el grupo testigo.

Se realizó el análisis utilizando métodos estadísticos para calcular la media, varianza y desviación standard con los resultados de cada animal antes y después del proceso respectivamente, para poder realizar una comparación de datos en relación con el grupo testigo.

## **ABSTRACT**

A study was performed in 40 pregnant cows, of which 20 belonged to the study group and 20 were in the control group in dry period, in order to verify the functionality and the effect of anionic salts based on pH levels in urine, concentration of blood calcium and prevention of postpartum hypocalcemia, by supplementing cows in their daily diet during a period of 15 - 20 days prior to birth.

The research was conducted in two dairy farms in the parish of Gualea in the Northwest of the country, where the cows that were selected were in the last days of gestation in dry period. The dosis of 250 g /day of anionic salt was supplemented daily without interfering with their normal diet.

Urine and blood sampling was performed before supplementation of anionic salts and at the moment of birth of each cow for a comparison study and to verify the functionality of the salts in relation to the control group.

In the two farms where the research was conducted the results demonstrated that, after the anionic salt supplementation, there was an urine acidification and a decrease in clotting time, but there was no significant differences in the prevention on postpartum hypocalcemia in relation de the control group.

The analysis was performed using statistical methods to calculate the mean, variance and standard deviation with each animal results before and after the process respectively, to allow the comparison of the data in relation to the control group.

# ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Objetivo General</b> .....	2
<b>Objetivos Específicos</b> .....	2
<b>1. Capítulo I : Calcio y sus Funciones</b> .....	3
<b>1. Metabolismo</b> .....	4
<b>1.2 Absorción y Excreción</b> .....	10
<b>1.3 Requerimientos del calcio de la vaca</b> .....	13
1.3.1 Necesidades fetales para desarrollo.....	15
<b>1.4 Hipocalcemia</b> .....	16
1.4.1 Etiología , Patogenia y Epidemiología.....	17
1.4.2 Signos clínicos.....	19
1.4.3 Factores predisponentes.....	20
1.4.4 Medidas preventivas.....	21
1.4.5 Tipos de Hipocalcemia.....	22
1.4.6 Patología Clínica.....	23
1.4.6.1 Diagnóstico Diferencial.....	23
1.4.6.2 Lesiones Anatómicas..	25
<b>1.5 Control</b> .....	25
1.5.1 Sales aniónicas.....	25
1.5.1.1 Que son.....	26
1.5.1.2 Ingesta .....	26
1.5.1.3 Manejo.....	27
1.5.1.4 Sales de Calcio.....	27
1.5.1.5 Funciones.....	28
1.5.1.6 Beneficios.....	28
<b>2. Capítulo II: Materiales y Métodos</b> .....	29
2.1 Materiales de campo .....	29

2.2	<b>Materiales de Análisis</b> .....	29
2.3	<b>Toma de muestra de orina</b> .....	29
2.4	<b>Toma de muestra de sangre</b> .....	30
3.	<b>Capítulo III : Resultados y Discusión</b> .....	32
4.	<b>Capítulo IV : Conclusiones y Recomendaciones</b> ....	51
4.1	<b>Conclusiones</b> .....	51
4.2	<b>Recomendaciones</b> .....	51
	<b>REFERENCIAS</b> .....	52
	<b>ANEXOS</b> .....	54

## INTRODUCCIÓN

El calcio de la vaca lechera se encuentra distribuido en el tracto gastrointestinal el cuál es absorbible, en los huesos el cuál es reabsorbible y en el suero el cuál es utilizable.

En los rumiantes de temprana edad la absorción de calcio se realiza en la digestión en relación a las necesidades del organismo, en cambio en los rumiantes adultos solo se realiza la absorción de las cantidades necesarias para reemplazar las pérdidas fisiológicas como la preñez y lactancia o en dietas bajas en calcio (Wittwer, 1978).

La hipocalcemia es una enfermedad que ocurre por un desbalance del ingreso, circulación y egreso del calcio en el organismo del animal. El ingreso en la absorción intestinal y la resorción ósea, la circulación por el organismo y el egreso en las pérdidas fisiológicas por orina, heces, leche y el depósito en huesos y feto (Wittwer, 1978).

En vacas en estado seco en parto el uso de sales aniónicas en su alimentación tiene como objetivo provocar una acidificación digestiva y metabólica, con la cual se logran condiciones ideales para la circulación del calcio en el organismo (De Blas, Resch, Amor, García, 1998).

**Objetivo General**

Analizar la utilización de sales aniónicas en dietas de vacas secas preparto en dos haciendas lecheras del cantón Pedro Vicente Maldonado provincia de Pichincha.

**Objetivos específicos.**

Sugerir la dosis conveniente de sales aniónicas en la dieta de vacas secas preparto mediante al alcance de un valor adecuado en los niveles de pH en orina.

Determinar la existenciade hipocalcemia postparto tanto en vacas que no han sido sometidas a tratamientos preventivos, como en vacas que han sido suplementadas con sales aniónicas en su dieta diaria, mediante identificación de signos clínicos y valores de producción.

## Capítulo I

### Calcio y sus Funciones

Del peso corporal total de un animal el 2% es calcio, de ese porcentaje el 99% se encuentra en huesos y dientes y el 1% restante está en los líquidos corporales. De éste 1% un 40% se encuentra en el espacio intravascular unido a proteínas y el otro 60% se filtra por el riñón. De este porcentaje que es filtrado por el riñón el 80% es calcio ionizado o activo y el otro 20% es fosfato de calcio (Pérez, 2009).

La diferencia en relación al calcio en los espacios vascular e intersticial que forman parte del espacio extracelular, es que en el espacio intravascular hay proteínas como albumina y globulina que hacen que el calcio esté en un estado no ionizable, a diferencia del calcio que se encuentra libre o iónico al mismo nivel en los dos espacios, en el vascular y en el intersticial, que llega al 55% del calcio sérico total (Cipriani, 1990).

Normalmente cuando no existe ninguna alteración no ocurre ningún cambio en la concentración de calcio extracelular que superen el 5% de su cantidad normal (Pérez, 2009).

Aunque se presente un exceso de calcio importante, normalmente la cantidad de calcio sérico no tiende a variar. Cuando sí ocurren estas variaciones es cuando existe un cambio en las proteínas plasmáticas, ya sea que aumenten o disminuyan, pero a pesar de esta variación del calcio sérico, el calcio iónico se mantiene casi sin ninguna alteración (Cipriani, 1990).

Algunas funciones en las que interviene el calcio a nivel intracelulares en la contracción muscular, en la actividad de las células nerviosa, en procesos secretores por exocitosis como secreción de hormonas y en la activación de algunas enzimas, mientras que a nivel extracelular están funciones como la

coagulación sanguínea, cuidado de las membranas celulares y mantenimiento de estructuras como huesos y dientes (Cipriani, 1990).

Otra de las funciones del calcio a nivel intracelular es promover la activación de la enzima fosfolipasa A2 que está encargada de la síntesis de prostaglandinas provenientes del ácido araquidónico que producen los fosfolípidos, que junto con la activación plaquetaria, en donde el calcio también está involucrado, actúan sobre la GnRH para la liberación de gonadotropinas. Todo este sistema actúa sobre los tejidos en la contracción muscular del músculo liso y estriado, sobre glándulas endocrinas y exocrinas, participa en la producción de sustancias neuroendocrinas, estimulando la liberación de acetilcolina al actuar sobre la transmisión sináptica, sobre los factores de crecimiento en el crecimiento celular, en el hígado en la glucogenolisis y gluconeogénesis, y sobre el intestino y riñón ayudando a la movilización de líquidos y electrolitos (Cipriani, 1990).

La participación del fósforo juntos al calcio es fundamental para llevar a cabo otras funciones en el organismo como la regulación ácido básico actuando sobre ciertos sistemas de fosfatos a nivel sanguíneo y en el riñón en el túbulo contorneado distal, también forman diferentes clases de iones del líquido intracelular (Pérez, 2009).

## **1. Metabolismo**

La regulación del calcio plasmático es fundamental debido a todas las funciones que cumple este macroelemento en el organismo (Pérez, 2009).

El calcio está regulado básicamente por 3 hormonas que son la calcitonina, la PTH u hormona paratiroides y la vitamina D3 o calciferol. Cada una de estas es sintetizada en diferentes lugares del organismo. La calcitonina es sintetizada en la glándula tiroides por las células parafoliculares, la PTH es sintetizada en la glándula paratiroides y la vitamina D3 es sintetizada por la piel o también se puede obtener mediante la dieta (Chamberlain, 2002).

En la célula la cantidad de PTH es muy pequeña, y de esta cantidad un 7% carece de actividad biológica y no sale a circulación (De Luca, 2008). La PTH siempre está regulando los niveles de calcio iónico mediante la unión a receptores hormonales en el hueso y riñón para causar una hipocalcemia. Esta hormona también estimula la síntesis en riñón de vitamina D o 1, 25 dihidroxicolecalciferol el cuál cumple su función en el intestino delgado y aumenta la absorción de calcio de la dieta. Por lo tanto, la PTH cumple su función de causar una hipocalcemia mediante su acción en el riñón, intestino y hueso (Pérez, 2009).

La cantidad de calcio iónico es la que regula que se sintetice y se libere la PTH por un sistema de retroalimentación negativa. Son 3 los métodos mediante los cuales esta hormona cumple sus funciones, el primero es al incrementar la reabsorción tubular de calcio en riñón, la segunda es aumentando la reabsorción ósea y la última es incrementando la producción de colecalciferol en riñón lo que aumenta la absorción intestinal de calcio (Cipriani,1990).

Dentro de la célula el organelo que regula en calcio es el retículo endoplasmático. Los organelos están siempre guardando calcio exista o no un estímulo para sintetizar y liberar este macroelemento(Cipriani,1990).

Otro organelo que tiene acción sobre el calcio dentro de la célula son las mitocondrias que acumulan calcio en situaciones en donde existe demasiado calcio intracelular, pero cuando las mitocondrias también llegan a su límite de almacenamiento ocurren alteraciones en la función de fosforilación oxidativa de la célula (Cipriani,1990).

La función de la PTH sobre el hueso es inhibir la formación de osteocitos y osteoblastos y activa los osteoclastos, por lo que empieza una movilización del calcio de todas partes del hueso hacia el líquido extracelular produciéndose una destrucción de matriz ósea (Pérez, 2009).

La PTH actúa en el riñón aumentando la reabsorción de calcio en el túbulo contorneado proximal mientras que inhibe la reabsorción de fósforo. Otra función fundamental en el riñón es su papel en la regulación final de producción de vitamina D3(Pérez, 2009).

La regulación del calcio en sangre se lleva a cabo mediante dos mecanismos de control, el uno es una respuesta inmediata como sucede a nivel renal y el otro es una respuesta a más largo plazo como sucede a nivel óseo cualquiera de los dos reaccionan al estímulo de retroalimentación negativa que hace que todo este sistema funcione(Pérez, 2009).

A la vitamina D3 se le reconoce como una hormona debido a sus acciones sobre ciertos órganos como son los riñones, intestino y hueso. Un déficit de la hormona PTH puede ser solucionado con una administración de vitamina D3, la cual tiene un sinergismo muy elevado para que la PTH pueda cumplir sus funciones (Pérez, 2009).

La Vitamina D es metabolizada en el riñón donde ocurre un 60% de su degradación mientras que el resto sucede en el hígado. La velocidad de conversión de la hormona en fragmentos depende de la concentración de calcio en el medio de perfusión(De Luca, 2008).

La vitamina D3 es sintetizada al comienzo en la piel mediante la acción de los rayos ultravioleta que hacen que el 7 dihidrocolesterol se transforme en vitamina D y en el intestino mediante la absorción de ésta vitamina de ciertos alimentos que la poseen(Pérez, 2009).

La vitamina D se traslada hasta el hígado ligada a proteínas transportadoras o a albuminas en donde continúa su síntesis dando lugar a la 25 hidroxicolecalciferol mediante una enzima mitocondrial, y el paso final de la síntesis de esta hormona sucede en el riñón a nivel del túbulo contorneado proximal en donde la enzima  $1\alpha$ -hidroxilasa produce la forma más activa de la

hormona que es 1,25 dihidroxicolecalciferol ó Vitamina D hormona. Otros lugares en donde también se sintetiza la vitamina D hormona es en la placenta y en el hueso(Pérez, 2009) (Figura 1).

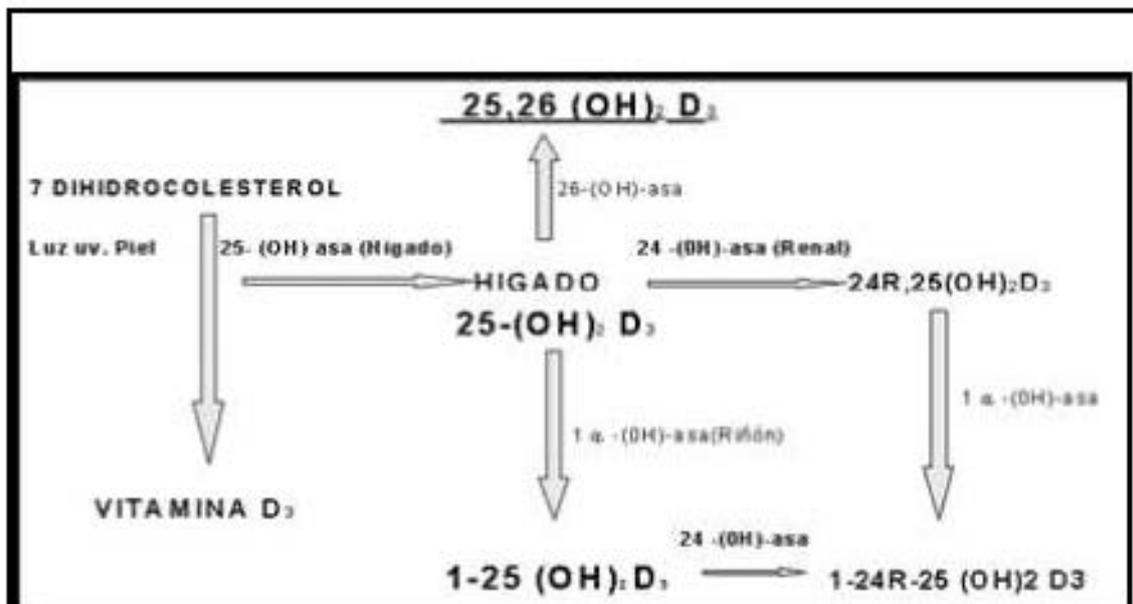


Figura 1. Rutas Metabólicas de la Vitamina D3

Tomado de: Pérez, 2009, p.76

En el intestino delgado existen ciertos receptores de la vitamina D3 que al unirse producen una proteína la cual se une al calcio y fósforo para poder ser transportados del intestino delgado hacia el plasma. Otra manera en la que la vitamina D3 actúa para la absorción de calcio es a nivel celular actuando sobre las membranas de las mitocondrias de los enterocitos, incrementando el calcio dentro de la célula mediante la salida de sodio. De ese modo se produce una absorción fuerte de calcio mediado por la vitamina D3 mientras que la absorción lenta la realiza la PTH (Pérez, 2009).

En el riñón la vitamina D3 actúa de la misma manera facilitando la reabsorción de calcio y fósforo. En el hueso realiza su función actuando sobre los osteoblastos y osteoclastos causando una resorción ósea. Se han encontrado otros lugares del organismo donde existen receptores para la vitamina D3

como es en el cerebro, ciertas glándulas y en los monocitos, aunque no se tiene información disponible de las funciones de la hormona en dichos lugares (Pérez, 2009).

La producción de vitamina D3 hormona depende fundamentalmente de la enzima  $1\alpha$ -hidroxilasa y de la PTH, mientras que el calcio y la 1,25 dihidroxicolecalciferol la reprimen, aunque si la concentración de PTH es muy alta también puede inhibir la producción de vitamina D3. En animales en período de gestación existen otras hormonas que también actúan sobre la producción de la vitamina D3 como son los estrógenos y la prolactina que incrementan la enzima  $1\alpha$ -hidroxilasa (Pérez 2009). Otras hormonas que también actúan son el cortisol y la somatotrofina (De Luca, 2008).

La calcitonina (CT) es sintetizada en la glándula tiroides por las células C (Pérez, 2009). Existen ciertas hormonas que estimulan la producción y liberación de CT como son la gastrina, secretina, glucagón así como también lo hacen los estrógenos durante la gestación (De Luca, 2008).

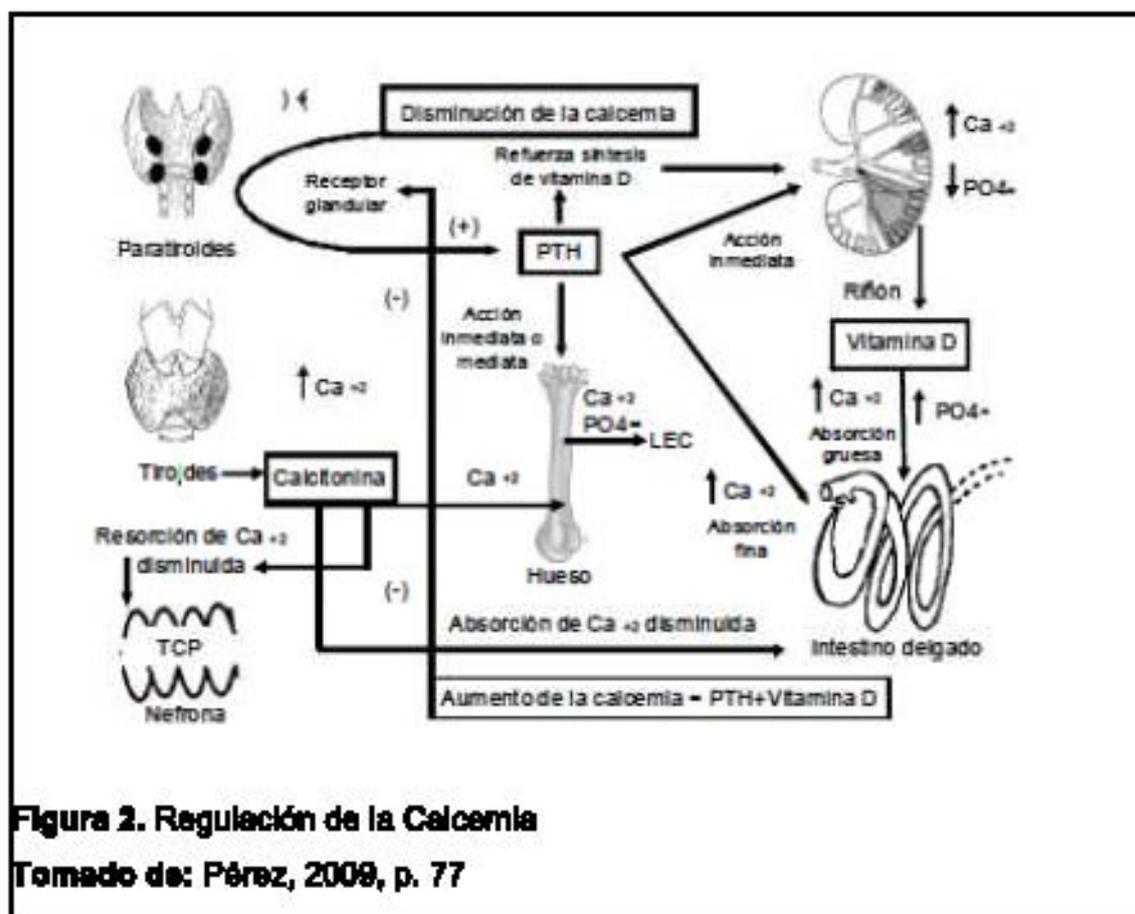
La CT tiene un efecto de disminución de calcio y fósforo en sangre, actuando principalmente sobre el hueso y después en menor intensidad sobre el riñón. La CT no tiene un papel importante en la absorción intestinal de calcio ni en la síntesis de vitamina D3 como lo tienen la PTH y la vitamina D3. Se han encontrado receptores para la CT en otros lugares del organismo como en linfonodos que no se sabe ciertamente como actúa ahí y en las neuronas que se cree que forma parte del sistema de impulsos nerviosos (Pérez, 2009).

En el hueso la calcitonina cumple su función mediante el aumento de osteoblastos y disminución de osteoclastos, lo que limita la salida de calcio hacia los líquidos extracelulares y el hueso se regenera, relacionando esto como la razón de la hipofosfatemia que también causa la CT (Pérez 2009). En animales adultos los cuáles ya no están en proceso de crecimiento y desarrollo la CT ya no produce una hipocalcemia grave (De Luca 2008)

En el riñón la calcitonina cumple su función junto con la PTH al disminuir la reabsorción tubular de fosfatos causando una fosfaturia (Pérez, 2009).

Al igual que la PTH la calcitonina también realiza sus funciones mediante un mecanismo de retroalimentación negativa basándose en la cantidad de calcio en líquidos corporales. Aunque se dice que en el organismo hay una liberación de CT continua, ésta aumenta cuando las hormonas con las que trabaja como la gastrina y la colecistocinina (CCK) estimulan su liberación si el animal ha ingerido algún tipo de alimento que contenga calcio manteniendo de esa manera la normocalcemia (Pérez, 2009).

En resumen se puede decir que la PTH, la vitamina D3 hormona son las que están mas involucradas en controlar la cantidad de calcio y fósforo en el organismo y en menor cantidad por la CT, ya que tienen efectos contrarios. La PTH y la vitamina D3 tienen efectos hipercalcemiantes mientras que la CT hipocalcemiante, aunque actúen sobre los mismos órganos. El efecto que comparten la CT y la PTH es que las dos causan una hipofosfatemia (Pérez, 2009) (Figura 2).



**Figura 2. Regulación de la Calcemia**

Tomado de: Pérez, 2009, p. 77

## 1.2 Absorción y Excreción

El principal lugar de donde viene el calcio que los herbívoros consumen está en el forraje que depende de cada tipo para su cantidad de calcio y fósforo en cada uno de ellos, por lo que siempre está la opción de una suplementación extra de minerales en la dieta de los animales dependiendo de su estado fisiológico y requerimientos nutricionales (Pérez, 2009).

Es en la porción proximal del intestino delgado donde se realiza la absorción de calcio cuando un animal ingiere algún alimento, mientras que la absorción de fósforo sucede previamente a través de la saliva y en el rumen. En el transporte activo del calcio a nivel intestinal participan la PTH y la vitamina D que depende mucho del carácter ácido o básico en el lugar de absorción, ya que en un medio ácido el calcio se absorbe mucho mejor y las cantidades que no se absorben son eliminadas por las heces (Pérez, 2009).

Hay compuestos y subproductos que afectan la absorción del calcio a nivel intestinal como son los oxalatos los cuales disminuyen la absorción convirtiendo el medio en alcalino y formando oxalato de calcio que hace que ese calcio ya no sea absorbible y se elimina por las heces. Ciertos subproductos que afectan la absorción son la remolacha forrajera y la alfalfa cuando se encuentran en un punto exacto de maduración en el cual poseen un nivel alto de oxalato de calcio (De Luca, 2008).

Ya que la vitamina D controla principalmente la homeostasis entre la absorción intestinal y la cantidad de calcio óseo, a lo que se realiza una administración de esta vitamina aumenta el calcio sérico, bajan los niveles de PTH y actúa sobre el riñón a nivel de los túbulos facilitando la reabsorción de calcio (De Luca, 2008).

En el riñón la absorción en el túbulo contorneado proximal es donde el calcio iónico es normalmente reabsorbido basándose en el equilibrio de NaCl, mientras que en el túbulo distal la reabsorción ocurre por necesidades fisiológicas por transporte activo mediante la PTH y la vitamina D (Cipriani, 1990).

Ya que la membrana de la célula tiene cierto grado de impermeabilidad al calcio, la cantidad de calcio dentro de la célula es más baja que la de calcio fuera de la célula. El calcio se bombea al espacio extracelular mediante mecanismo activos, el uno intercambia Calcio con Hidrogeno y el otro intercambia Sodio con Calcio (Cipriani, 1990).

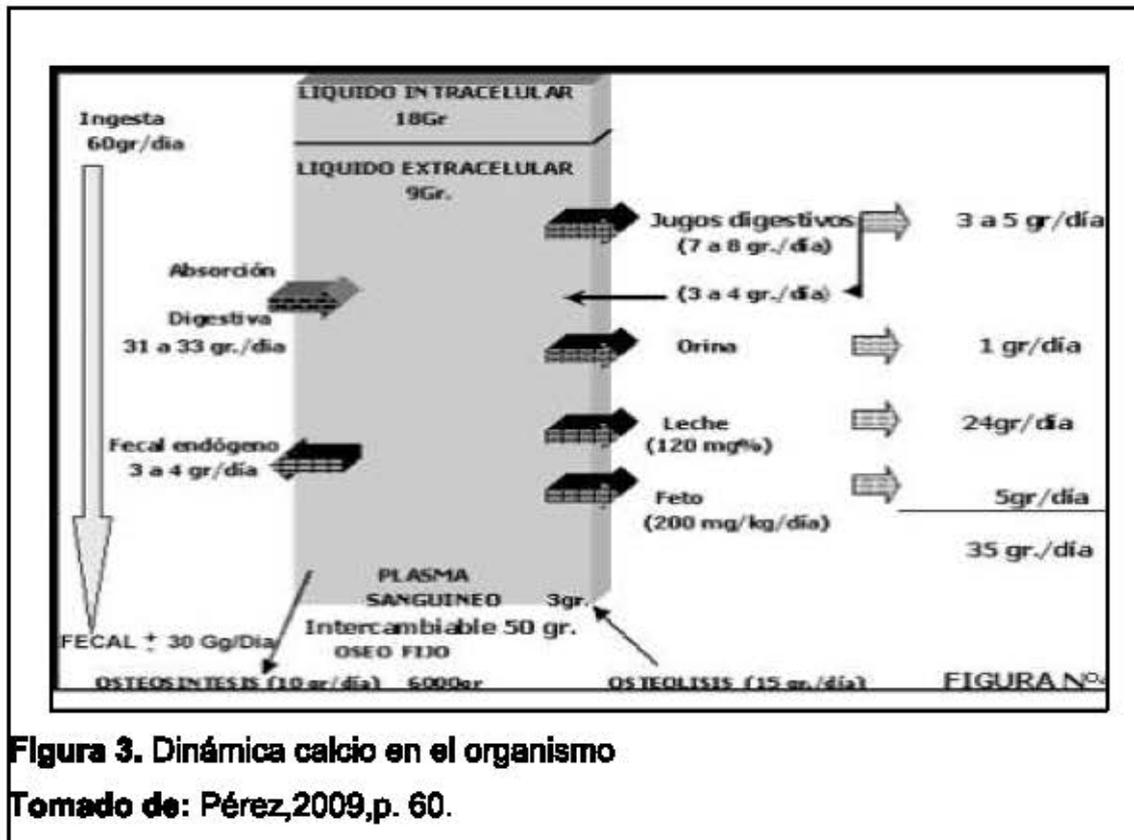
La permeabilidad de la membrana celular al calcio depende de 3 mecanismos. El primero es el cambio eléctrico en la membrana, el segundo es mediante la activación de receptores de membrana que abren los canales de calcio y por último la activación de los canales de calcio mediante segundos mensajeros dentro de la célula (Cipriani, 1990).

En la regulación de la calcemia el tejido óseo tiene un papel importante al permitir el almacenamiento o la extracción del calcio al líquido extracelular mediante la acción de las 3 hormonas ya mencionadas (Pérez, 2009).

La excreción del calcio de la dieta se realiza por las heces, al cual se lo puede dividir en dos categorías, una es el calcio exógeno que es el calcio que no se digirió de la dieta y el calcio endógeno que es el calcio que se secreta al intestino (yeyuno). La cantidad normal de calcio fecal de una vaca es de 4 - 7 gramos/día, lo que tiene relación dependiendo del peso del animal (De Luca, 2008).

La excreción del calcio por orina es mediada por la PTH y la vitamina D, las cuales realizan su función en los túbulos contorneados proximales. Así como un medio ácido basado en la dieta a nivel intestinal ayuda a la absorción de calcio, que haya un medio ácido también ayuda a la excreción del calcio a nivel renal, pero como la orina de las vacas es normalmente alcalina se limita la secreción simultánea de Ca y P, por lo que la excreción del fósforo en orina es solo el 1% de los que se excreta en heces debido a esta alcalinidad (De Luca, 2008) (Figura 3).

En animales que se encuentren en período de lactancia la secreción en leche de calcio y fósforo son altas en comparación con el plasma sanguíneo, estando el calcio 12 veces más alto y el fósforo 7 veces (De Luca, 2008).



**Figura 3. Dinámica calcio en el organismo**

Tomado de: Pérez, 2009, p. 60.

### 1.3 Requerimientos de calcio de la vaca

En los animales los requerimientos de minerales que sirven para reponer pérdidas endógenas son bajos comparado con los requerimientos de producción del animal como que este gestante, dando de lactar o en crecimiento (Respetto, Donovann, García, 2004).

Los requerimientos de producción en la gestación son altos ya que el feto demanda grandes cantidades de calcio para su desarrollo y formación del tejido óseo, el cual se transporta a través de la placenta y mediante la leche cuando está en lactancia. Los requerimientos en animales jóvenes de calcio están entre el 0,21% y el 0,31% y de fósforo están entre el 0,16% y el 0,50%, mientras que en animales adultos con un 0,43% de calcio y un 0,80% de fósforo es suficiente para cumplir con estos requerimientos (Pérez, 2009).

Ya que existen estas grandes demandas de minerales durante la gestación es fundamental suplementar al animal en su dieta diaria para que pueda realizar una buena reserva mineral lo cual beneficiara a la cría para tener un óptimo desarrollo y crecimiento(Bavera, 2000).

En animales en lactancia cada litro de leche que éste da a su cría contiene un aproximado de 1.2g de calcio, por lo que los requerimientos diarios de calcio por vaca que debe ser dado en la dieta es de 35g(Flores, Rodríguez, 2010)(Tabla 1 y 2).

**Tabla 1.**Requerimientos de Ca y P para vacas lecheras (Pérez, 2009, p. 71).

Peso vivo (kg)	Calcio (g/día)	Fósforo (g/día)
Mantenimiento		
400	16	11
500	20	14
600	24	17
700	28	20
Últimos 2 meses de gestación		
400	26	16
500	33	20
600	39	24
700	46	28
Producción de leche		
3.5 % grasa	2.97 g/kg	1.83 g/kg
4.0 % grasa	3.21 g/kg	1.98 g/kg
4.5 % grasa	3.45 g/kg	2.13 g/kg

(Código adaptado de Nutrient Requirements of Dairy Cattle Seventh Revised Edition, 2001)

**Tabla 2. Pérdida minerales en leche (Bavera, 2000, p. 1-3).**

**Pérdida de minerales en leche para vaca adulta de 500 kg de peso vivo por lactancia de 305 días (Corbellini, 1994).**

Elemento	Producción por lactancia	
	4.000 litros	5.000 litros
Calcio	5.000 g	6.250 g
Fósforo	3.600 g	4.500 g
Magnesio	520 g	650 g
Sodio	2.400 g	3.000 g
Potasio	6.000 g	7.500 g
Cloro	4.400 g	5.500 g
Cinc	16 g	20 g
Hierro	2 g	2,5 g
Cobre	0,8 g	1 g

Las vacas que se encuentra en período seco tiene requerimientos mínimos de calcio, aproximadamente de 10 a 12g / día. Pero en el momento de la parición el animal debe movilizar 30g o más de calcio de su reserva diariamente (Medina, 2007).

En las dietas de vacas gestantes hay que realizar una buena suplementación de minerales como calcio y magnesio pero hay que tener cuidado con el potasio ya que puede cambiar el equilibrio ácido base el momento del parto y causar una alcalosis metabólica lo que es un factor predisponente para que se presente la fiebre de leche por las altas demandas de calcio del calostro. Por lo que se puede disminuir o quitar el alimento que contenga este mineral o se puede suplementar al animal con sales aniónicas, lo que controla el equilibrio ácido base y se logra una producción mayor de leche en la siguiente lactancia del animal (Lanuza, 2009)

### 1.3.1 Necesidades fetales para desarrollo

El mayor requerimiento del feto es en el último tercio de la gestación ya que en ese período es donde sucede gran parte de su crecimiento y desarrollo, y es

ahí cuando el feto realiza su mayor almacenamiento de calcio y fósforo, así como también de proteínas y energía (Bavera, 2000, p. 2).

El momento en el que el ternero está a punto de nacer recibe aproximadamente 0.4g de calcio / hora a través de la placenta. A lo que se produce el parto el ternero deja de recibir esta cantidad de calcio de la madre mediante la placenta y se reemplaza por el calcio que recibe del calostro que representa la cantidad de 1g / hora (Chamberlain, 2002).

#### **1.4 Hipocalcemia**

La hipocalcemia es una enfermedad metabólica que afecta principalmente a los rumiantes durante el parto, en donde se puede observar ligado con la hipocalcemia, una hipofosfatemia y una hipomagnesemia, con signos clínicos como debilidad muscular, posición del animal en decúbito, shock, y si el animal no es tratado a tiempo puede morir. Otros nombre por los que también se le conoce a la hipocalcemia son fiebre de leche, paresia puerperal o paresia del parto (Medina, 2007).

Debido a que cada vez los productores buscan una mayor producción en sus animales, los requerimientos nutricionales de estos animales también aumentan, por lo que es fundamental tener muy en cuenta el aporte adecuado de minerales y vitaminas ya que sin estas las proteínas y energía de los alimentos no se absorben de manera adecuada (Respetto, Donovann, García, 2004).

Los minerales también desempeñan un papel importante en el tracto digestivo del animal ya que las bacterias y protozoos que se encuentran ahí requieren de estos minerales para realizar la correcta degradación de los alimentos, por eso es fundamental la buena suplementación ya que las bajas producciones normalmente tienen una alta relación con la baja digestibilidad y menor aprovechamiento de los nutrientes de la dieta (Respetto, Donovann, García, 2004).

### **1.4.1 Etiología , Patogenia y Epidemiología**

No se puede tener un número exacto de la incidencia de animales afectados por esta enfermedad, pero se estima que aproximadamente un 10% de vacas lo sufre. Aumentando este porcentaje en vacas adultas con un 18% de probabilidades y en animales jóvenes con un 0.2% (Chamberlain, 2002).

Debido a que en los últimos años se ha incrementado la producción de leche, la incidencia de esta enfermedad también lo ha hecho. Esta enfermedad se estima que tiene entre un 3.5% a un 8.8% de morbilidad en animales adultos susceptibles (Medina, 2007).

La hipocalcemia al ser una enfermedad carencial no tiene una sola etiología. Puede haber la deficiencia primaria que sucede cuando el forraje que consumen está bajo en este mineral o una deficiencia secundaria que sucede cuando otros elementos presentes en el alimento no dejan que se realice una correcta absorción del mineral (De Luca, 2008).

En el momento del parto y cuando comienza la lactancia existe una hipocalcemia fisiológica debido a la gran demanda de calcio del calostro, de la poca cantidad que hay disponible para absorción en el intestino y de la baja disponibilidad ósea que existe en ese momento, alterando el equilibrio del calcio. Se calcula que la cantidad de calcio que la vaca pierde por cada kilo de calostro en la lactancia es de 2.3g, y en cada ordeño es muy alta la cantidad de calcio que pierde comparado con la cantidad de calcio plasmático que posee de reserva (Medina, 2007).

La cantidad de calcio normal que una vaca debe tener a nivel sanguíneo es de 9 – 12 mg/100 ml, si esta concentración baja de 5 – 8 mg/100ml la vaca presentará cuadros de metritis, retención de placenta, timpanismo, entre otras. Pero si la concentración del calcio baja a 5 mg/ 100 ml ahí es donde se

presentan los cuadros de fiebre de leche o paresia puerperal (Medina, 2007) (Tabla 3).

**Tabla 3. Cambios en los Constituyentes Sanguíneos en vacas normales y en decúbito (Medina, 2007, p.1-10).**

	<u>mg/100ml</u>		
	Ca	P	Mg
Normales	9.4	4.6	2.1
<b>Al parto</b>			
Vaquillas	9.0	5.3	2.6
Adultas	8.0	3.9	2.8
<b>Hipocalcemia subclínica</b>			
	8-7	2.5-3	3
	<b>DECÚBITO O HIPOCALCEMIA CLÍNICA</b>		
Fase I	6.2 ± 1.3	2.4 ± 1.4	3.2 ± 0.7
Fase II	5.5 ± 1.3	1.8 ± 1.2	3.1 ± 0.8
Fase III	4.5 ± 1.1	1.6 ± 1	3.3 ± 0.8

Normalmente las vacas en las 48 horas post parto logran estabilizar la calcemia por las altas demandas de calcio. Pero vacas adultas no logran realizar esta homeostasis y son las que sufren de fiebre de leche. No es común que la fiebre de leche se presente por causas primarias, normalmente son causas secundarias que junto con una mala concentración de calcio en el alimento se presentan estos problemas. Pero esto no quiere decir que se debe sobrepasar los niveles de suplementación de calcio durante la gestación ya que tendremos los mismos resultados de como si hubiesen tenido una deficiencia (Medina, 2007) (Figura 4).



Figura 4. Efectos Disminución de la Calcemia

Tomado de: Pérez, 2009, p. 62

#### 1.4.2 Signos clínicos

Depende en la fase de la enfermedad en la que se encuentre el animal para basarnos en los signos clínicos. Se puede presentar anorexia, pero este signo es normal debido a que en el momento del parto no hay consumo de alimento por lo que disminuye la motilidad gastrointestinal disminuyendo también los niveles de calcio y fósforo (Medina, 2007).

En la hipocalcemia subclínica se pueden observar signos como indigestión, ausencia de defecación, retención placentaria, entre otros. En la hipocalcemia subclínica tenemos 3 fases según la gravedad del cuadro. En la primera fase o fase de excitación el animal está todavía levantado pero con poco equilibrio, control muscular disminuido, y la temperatura puede estar entre normal o con

una hipertermia leve. Esta fase se diagnostica en un 25% de los casos y aunque no dure mucho es peligrosa (Medina, 2007).

La segunda fase o fase en decúbito esternal la vaca está acostada, con ausencia de reflejo palpebral, músculos estriados blandos, se le encuentra con el cuello y la cabeza en dirección a su tren posterior, las extremidades se encuentran a bajas temperaturas así como también el resto del cuerpo. Esta fase se diagnostica en un 50% de los casos (Medina, 2007).

En la tercera fase o fase en decúbito lateral, el animal está postrado y normalmente ya presenta cuadro de timpanismo, se encuentra en estado comatosoprácticamente muriendo. Esta fase se diagnostica en el 25% de los casos (Medina, 2007) (Figura 5).

Cuadro N° 7. Hipocalcemia. Manifestaciones clínicas	
<b>Incremento en la excitabilidad neuromuscular</b>	
Tetania	
Calambres	
Espasmo carpopedal	
Estridor laríngeo	
Convulsiones	
<b>Alteraciones mentales</b>	
Irritabilidad	
Depresión	
Deluciones	
<b>Signos neurológicos</b>	
Hipertensión endocraneana	
Edema de papila	
Síndrome parkinsoniano	
<b>Signos oculares</b>	
Cataratas	

**Figura 5. Manifestaciones clínicas Hipocalcemia**  
Tomado de: Ciapriani, 1990, p. 1-7

### 1.4.3 Factores predisponentes

Por la alta demanda de calcio esta enfermedad normalmente se presenta en animales adultos dentro de los 5 a los 10 años de edad y que sean de alta producción, ya que tienen una actividad metabólica disminuida, reservas de

calcio más pequeñas y menor apetito. Existen ciertas razas que son susceptibles a sufrir la enfermedad como por ejemplo la Jersey, Holstein, Ayshire, entre otras (Medina, 2007).

Los animales adultos son mas predisponentes a esta enfermedad que los jóvenes ya que la respuesta de su intestino y hueso a las hormonas reguladoras son menores, y existe una disminución en la remodelación ósea (Chamberlain, 2002).

Otro factor predisponente es la deficiencia o disminución de sodio ya que este mineral es el que ayuda a que haya una absorción de calcio a nivel intestinal (Chamberlain, 2002).

Una ingesta de fosforo en cantidades excesivas las cuales pasen los rangos de los 80g diarios llevaran a provocar fiebre de leche postparto debido a que las elevaciones del fosforo sérico aumenta tanto que inhibe directamente la síntesis renal de 1,25 hidroxicolecalciferol.

Los estrógenos también son un factor predisponente y estos aumentan de manera significativa al terminar la gestación y puede disminuir los efectos de la PTH sobre la resorción ósea (Oetzel,2002).

#### **1.4.4 Medidas preventivas**

Dependiendo del cuadro clínico pueden existir ciertas medidas preventivas, tomando en cuenta que normalmente se necesita más de un tratamiento o método para prevenir y que esto no quiere decir que vaya a funcionar en todos los animales afectados (Chamberlain, 2002).

Procurar controlar la homeostasis del metabolismo del calcio y aumentar la absorción del calcio en los animales son algunas de las estrategias que se siguen como medidas preventivas. El objetivo es aumentar esa absorción ósea

en un 20% mediante una dieta limitada en calcio durante la gestación ya que esto aumentaría la eficacia de la absorción del calcio el momento del parto (Chamberlain, 2002).

#### **1.4.5 Tipos de Hipocalcemia**

La hipocalcemia se divide en:

##### **1) LA HIPOCALCEMIA COMATOSA**

Se conoce también como colapso puerperal comatoso o hipocalcemia puerperal. Sucede entre las 36 horas después del parto y los signos clínicos son que el animal presenta una depresión sensorial, con parálisis general, posición de la cabeza en dirección hacia el tren posterior, anorexia, midriasis, extremidades y temperatura corporal hipotérmicas y una frecuencia cardíaca entre 50 a 70 ppm (De Luca, 2007).

Se puede realizar la administración de sales de calcio parenterales pero eso solo enmascara los síntomas sin dar ninguna solución, y no deja que la respuesta fisiológica del organismo, que son las hormonas, actúen normalmente (De Luca, 2007).

##### **2) LA HIPOCALCEMIA FORMA TETÁNICA**

Se conoce también como colapso puerperal tetánico. Sucede a las 48 horas post parto y los signos clínicos son, como su nombre lo indica, el animal está en estado tetánico, se encuentran con paresia, dificultad para caminar, hay contracciones tónico clónicas y puede ocurrir una muerte súbita. El animal presenta disnea, hipertermia y una frecuencia cardíaca entre 85 a 120 ppm.

El animal que presenta este tipo de hipocalcemia se debe a que sufre también de una hipomagnesemia y lo que se puede realizar como tratamiento es administrar sales de magnesio, pero siendo muy precavidos con la dosis ya

que dosis muy altas y administradas muy rápido endovenosamente puede provocar narcosis y edema pulmonar agudo(De Luca, 2007).

### 3) LA VACA CAÍDA EN ESTADO DE ALERTA

Se lo conoce también como síndrome parapléjico puerperal o colapso atípico. Sucede debido a la falta de respuesta del organismo a tratamientos minerales. Los signos clínicos que se encuentran son parálisis completa de miembros posteriores o de todas las extremidades. Se puede asociar a una hipofosfatemia, aunque la hiperpotasemia que se presenta es la causante la cual provoca una degeneración muscular. El diagnóstico es complicado entre este tipo de hipocalcemia y la hipocalcemia comatosa(De Luca, 2007) (Tabla 4).

**Tabla 4. Diferencias Sintomatología clínica(De Luca, 2007).**

	Apetito	Temperatura corporal	Edad	Ocurrencia	Respuesta al tratam.	Paresia o coma
COMA PUERPERAL	NEGATIVO	37° C	6,5	0-24 Horas postparto	++++	++++
SÍNDROME DE VACA CAÍDA	+++	38,4° C	2,67	+ de 35 Horas postparto	negativo	+ -

## 1.4.6 Patología Clínica

### 1.4.6.1 Diagnóstico Diferencial

Se puede realizar diagnósticos diferenciales en las diferentes etapas fisiológicas del animal.

#### ANTES DEL PARTO:

- 1 - Hipofosfatemia Preparto
- 2 - Hipocalcemia Preparto
- 3 - Luxaciones Sacroilíacas
- 4 - Hidropesía En Envolturas Fetales

- 5 - Cetosis
- 6 - Grave Torsión Uterina

**DESDE EL MOMENTO DEL PARTO HASTA 4 DÍAS DESPUÉS:**

- 1 - Hipocalcemia Comatosa
- 2 - Hipocalcemia Forma Tetánica
- 3 - Vaca Caída En Estado De Alerta
- 4 - Metritis Séptica 5 - Mastitis Séptica
- 6 - Parálisis Del Nervio Obturador
- 7 - Cetosis
- 8 - Hemoglobinuria Puerperal

**DE 4 DÍAS EN ADELANTE:**

- 1 - Tetania Hipomagnesémica Clásica
- 2 - Hipocalcemia
- 3 - Cetosis
- 4 - Metritis Séptica
- 5 - Mastitis Séptica
- 6 - Gastritis Traumática
- 7 - Artritis Supurativa

Si el animal no responde a los tratamientos de la enfermedad que se diagnostique puede tener otro tipo de diferenciales como:

- a. Fracturas isquiocoxales y sacroilíacas.
- b. Luxación coxal bilateral, o coxofemoral completa.
- c. Metritis con retroperitonitis (De Luca, 2007).

#### **1.4.6.2 Lesiones Anatómicas**

Para poder llegar al diagnóstico de hipocalcemia el animal tiene que ser revisado antes de que muera ya que esta enfermedad no causa lesiones en tejidos que se encontrarían el momento de la necropsia. La orina de vacas afectadas tienen bajos niveles de calcio, pero esto no es prueba suficiente como para diagnosticar que el animal sufre de la enfermedad. Las muestras de sangre tomadas después de que el animal ha muerto no sirven para el diagnóstico (Oetzet, 2002).

En los órganos reproductivos se puede encontrar hemorragias, presencia de líquido de color café, rojo o amarillo sin olor como consecuencia del parto, así como roturas musculares, neumonía o fracturas que son signos de alteraciones accidentales que no ayudan al diagnóstico de la enfermedad (Hutyra, Marek, Manniger, 1973).

### **1.5 Control**

El control de la enfermedad se puede realizar administrando de manera adecuada la ración diaria de alimento que la vaca en período seco ingiere, la cual debe ser baja en energía, proteínas y calcio en una manera proporcional al peso corporal de cada animal. Los cationes y aniones de la dieta en este período es fundamental, lo ideal es que la dieta tenga más aniones de esa manera se genera un medio ácido en el cual se favorece la absorción de calcio ya sea a nivel de hueso o intestino (Medina, 2007).

#### **1.5.1 Sales aniónicas**

Las sales aniónicas al generar una dieta rica en aniones provocan un medio ácido y esa es su principal función, ya que se crean condiciones perfectas para la absorción y circulación del calcio en el organismo (De Blas, Resch, Amor, García, 1998).

### 1.5.1.1 Que son

Las sales aniónicas son sales que en su composición tiene gran cantidad de aniones fijos que no pueden cambiar su estructura, los cuales son el cloro y el azufre (Gant, Sánchez, Kincaid, 1998, p.1-6). La principal característica por la que se usa estas sales como prevención de la enfermedad es que generan un medio ácido (Oetzel, Fettman, Hamar, Olson, 1991).

### 1.5.1.2 Ingesta

Son cuatro los iones que se consideran para el cálculo del balance catión anión de la dieta, estos iones son el sodio, potasio, cloro y azufre que es el principal que cumple el papel de acidificar el medio (De Blas ,Resch, Amor, García, 1998).

Para asegurarse de que las sales aniónicas cumplan sus funciones de la manera correcta hay que comprobar que el animal consuma la cantidad adecuada de sales, en el tiempo adecuado antes del parto y asegurarse que consuma toda su ración ya que estas sales son muy poco palatables y se recomienda mezclarlas con el pienso u otro alimento palatable. Para comprobar sus funciones se toman muestras de orina en donde se mide el pH, que normalmente está en 8 y que con la acción de las sales aniónicas debe disminuir a valores de 6,7 a 7 (DeBlas, Resch, Amor, García, 1998).

Para saber el efecto de las sales en una dieta es necesario calcular la DCAD (Dietary Cation Anion Difference) expresada en miliequivalentes:

$$\text{DCAD (meq/100 g)} = \left( \frac{\% \text{Na}}{0,023} + \frac{\% \text{K}}{0,039} \right) - \left( \frac{\% \text{Cl}}{0,035} + \frac{\% \text{S}}{0,016} \right)$$

Al suplementar una dieta con DCAD negativa, en vacas secas en el último tercio de preñez, se genera un exceso de aniones al organismo. Y como respuesta del organismo para mantener la homeostasis hace que se liberen cationes como el hidrógeno para neutralizar a los aniones lo que causa una caída de pH, lo que provoca una excreción mayor de calcio y una acidificación de la orina reduciendo el calcio sérico. Como respuesta de esto aumenta la secreción de hormonas que estimulan la movilización de calcio (De Blas, Resch, Amor, García, 1998).

### **1.5.1.3 Manejo**

Se recomienda suministrar en las dietas de las vacas secas estas sales durante 3 a 4 semanas antes de la fecha de parto de esa manera se logra una DCAD negativa (-100 a -159 meq/ kgMS). No se debe dejar de suplementar al animal con sales minerales por lo que es fundamental administrar calcio en la dieta diaria (150 a 180 g) ya que una de las acciones de las sales aniónicas es aumentar la excreción de calcio en la orina (De Blas, Resch, Amor, García, 1998).

La dosis en la que las sales aniónicas deben ser suplementadas es de 2000 a 3000 meq / día, lo que representa de 200 a 250 g / día. Nunca se debe sobrepasar esta dosis ya que dosis altas provocan demasiada acidificación en el organismo y se puede tener un resultado negativo del consumo de sales aniónicas (De Blas, Resch, Amor, García, 1998).

### **1.5.1.4 Sales de Calcio**

Cuando existe la presencia de casos de recaídas se puede utilizar suplementos orales como las sales de calcio. El tratamiento con sales de calcio se debe realizar cuando el animal se encuentre alerta, de pie y ya haya ingerido algún tipo de alimento. El tratamiento consta de dos administraciones, una después de haber estabilizado al animal mediante un tratamiento endovenoso y la segunda 12 horas después.

#### **1.5.1.5 Funciones**

- Transporte pasivo a nivel del rumen y del intestino porque a pH ácido aumenta la solubilización del calcio.
- Transporte activo por lo que la PTH que controla la absorción intestinal de calcio es activada por la acidosis y los niveles de HPO en plasma aumentan.
- En condiciones ácidas aumenta la actividad de los osteoclastos o bien indirectamente a un aumento de la excreción de calcio vía orina.

Su principal función es la de actuar sobre el equilibrio ácido base del organismo. Existe una igualdad perfecta entre cationes y aniones en el organismo por lo que si uno de ellos se ve alterado ya sea en lo más mínimo comienza todo un proceso de homeostasis con respuestas fisiológicas. Y lo que causan las sales es un aumento en la cantidad de aniones por lo que el medio se hace ácido y existe una mayor liberación de calcio hacia el espacio extracelular(De Blas, Resch, Amor, García,1998).

#### **1.5.1.6 Beneficios**

- Mejora la asimilación digestiva del Ca.
- Aumenta la movilización de Ca óseo.
- Aumenta la proporción de Ca plasmático en forma iónica (Ca<sup>2+</sup>), el único metabólicamente activo.

## Capítulo II

### Materiales y Métodos

#### 2.1 Materiales de campo

- Tubos de ensayo tapa roja
- Jeringuillas de 3 ml
- Vacutainer
- Aguja para vacutainer
- Tiras para medición de pH
- Guantes
- Frascos de Orina
- Alcohol

#### 2.2 Materiales de Análisis

- Sangre
- Orina

#### 2.3 Toma de muestra de orina

1. Se toma el frasco de muestra de orina.
2. Si la vaca por sí sola no expulsa orina se le estimula mediante rozamiento en el área del clítoris y sus alrededores.
3. Una vez realizado esto esperamos y tomamos la muestra de orina.
4. Dejamos la muestra en un lugar sin luz ya que la orina se altera con el contacto con ésta (Véase Anexo 1).

Ya obtenida la muestra de orina se procede a introducir en el frasco la tira medidora de pH, la dejamos ahí hasta que se note que está totalmente empapada por la orina y se vean todos los cuadrantes mojados.

Retiramos la tira de la orina, realizamos la lectura e interpretamos dependiendo del color que hay tomado ésta realizando a comparación con la tabla guía del producto.

Dependiendo del nivel de pH que cada vaca tenga una vez ya administrado el tratamiento sabremos si este está siendo efectivo o no. O si es la primera muestra que se hace basándonos en estos resultados y el otros factores sabremos cuanta cantidad de las sales aniónicas administrarle a cada animal (Véase Anexo 2, 3, 4).

#### **2.4 Toma de muestra de sangre**

1. Dentro del grupo de vacas que cumplan con los requisitos para el estudio se dividirá a dichas vacas en grupo al azar.
2. Se prepara el medio en donde se va a colocar la muestra en el tubo de ensayo mediante la colocación de 0.8 ml de etilendiaminotetracético (EDTA) al 1 por 1000, suficiente para quelar todo el calcio presente en 2 ml de sangre.
3. Se meterá individualmente a cada vaca al brete o manga.
4. Se preparará la zona del cuerpo de donde se vaya a extraer la muestra mediante embrocamiento con alcohol del área.
5. Mediante el uso del vacutainer se extrae la muestra en el tubo de ensayo ya preparado extrayendo una cantidad de 2 ml de sangre.
6. Se realiza de 5 a 6 movimientos suaves della muestra para que la sangre se logre mezclar adecuadamente con el EDTA (Véase Anexo 5,6).

Una vez que tenemos nuestra muestra de sangre en el tubo de ensayo preparado lo dejamos reposar de 25 a 30 minutos aproximadamente hasta poder darnos cuenta si existe o no la formación de un coagulosanguíneo.

Si llegase a haber la formación de coagulo quiere decir que la vaca tiene los niveles de calcio adecuados en su organismo que están dentro de los rangos de 2 a 2.6 mmol / L, ya que el Ca es una de los factores más importantes en la

cascada de la coagulación, y por el contrario, si no hay la formación de un coagulo es que los niveles séricos de calcio de esa vaca están debajo de la media ya mencionada (Véase Anexo 7,8, 9).

### Capítulo III

#### Resultados y Discusión

Los resultados de los valores de nivel de pH y tiempo de coagulación antes y después de la aplicación de sales aniónicas del grupo de estudio y del grupo testigo son los siguientes.

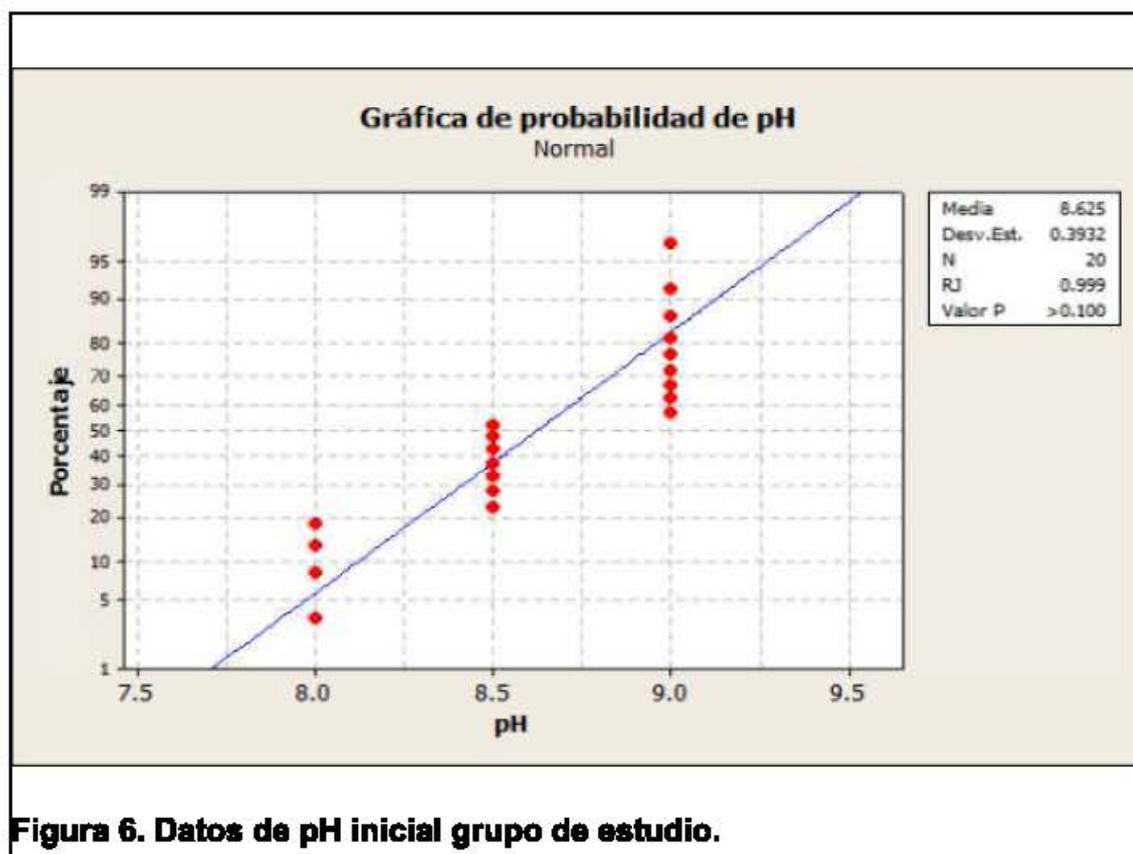
**Tabla 5. Resultados antes y después del proceso del grupo de Estudio.**

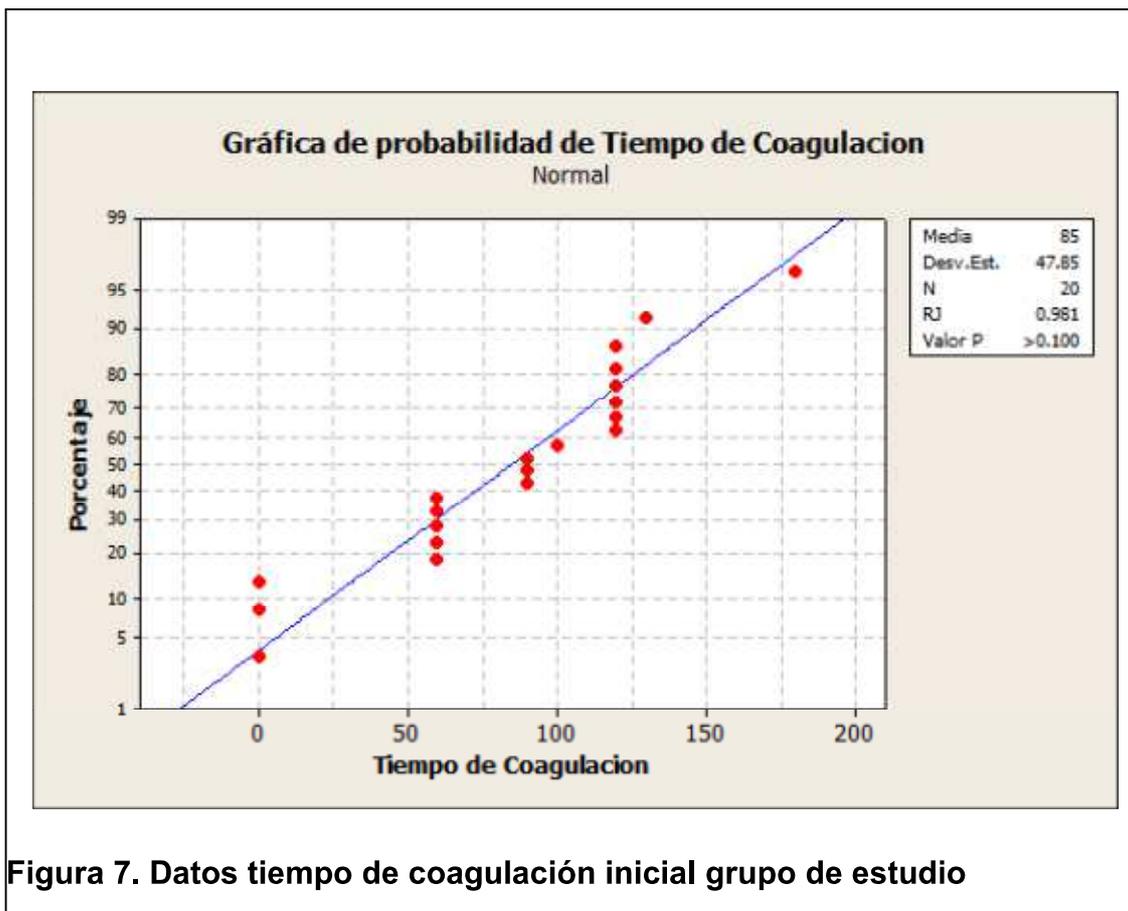
# VACA		1	2	3	4	5	6	7	8
NOMBRE		Rosario	Viky	Tilli	Paola	Pinina	Cori	Veleta	Rena
# DIAS SALES		19	18	17	16	15	15	20	18
pH Orina									
Inicial		9	9	9	9	8,5	8,5	9	9
Final		8,5	8	8,5	8	8	8	8	8,5
Hipocalcemia parto		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Coagulación									
tiempo inicial		2h	2h	1h 30m	1h 30m	1h	1h 40m	0	0
tiempo final		50m	1h	1h 30m	40m	35m	50m	0	1h 30m
# VACA		9	10	11	12	13	14	15	16
NOMBRE		Clarita	María	Francisca	Uva	Manuela	Blanca	Clara	Vetina
# DIAS SALES		16	18	15	16	19	18	19	21
pH Orina									
Inicial		8,5	9	8	8,5	9	8,5	8	8
Final		8	8	7,5	8	8	8	7,5	7
Hipocalcemia parto		NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Coagulación									
tiempo inicial		2h	3h	2h	1h	2h	1h	2h	0
tiempo final		1h	1h 35m	40m	1h	1h	1h 40m	1h 10m	2h

**Tabla 5. Resultados antes y después del proceso del grupo de Estudio.**

# VACA		17	18	19	20					
NOMBRE		Berta	Mayli	Ruth	Rosita					
# DIAS SALES		16	19	17	19					
pH Orina										
Inicial		8,5	8	8,5	9					
Final		8	7,5	8	8					
Hipocalcemia parto		NO	NO	NO	NO					
Coagulación										
tiempo inicial		1h 30m	2h 10m	1h	1h					
tiempo final		1h	1h 30m	40m	1h					
Observaciones										

Con los datos iniciales de los 20 animales del grupo estúdiese utilizó la prueba de normalidad Ryan- Joiner. En la cual con un valor-P mayor al 0.1 se puede concluir que los datos tomados pertenecen a una distribución normal.





Realizando la toma de datos iniciales y finales del grupo estudio se pudo obtener los siguientes resultados en las variaciones de los datos respectivamente.

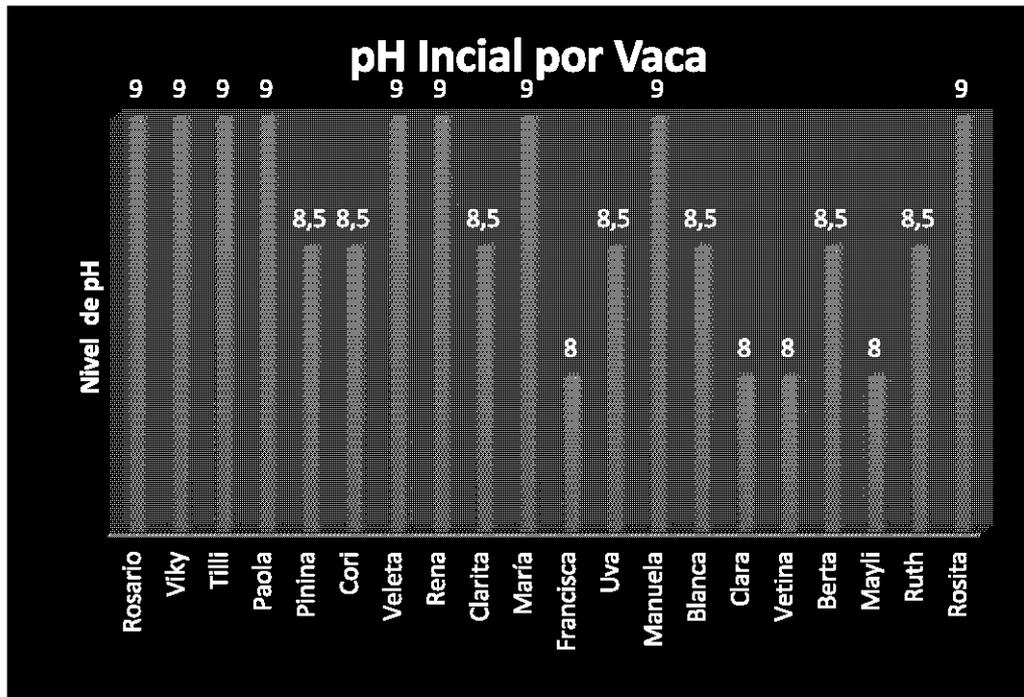


Figura 8. Toma de datos iniciales de pH de grupo de estudio.



Figura 9. Toma de datos iniciales de tiempo de coagulación grupo estudio

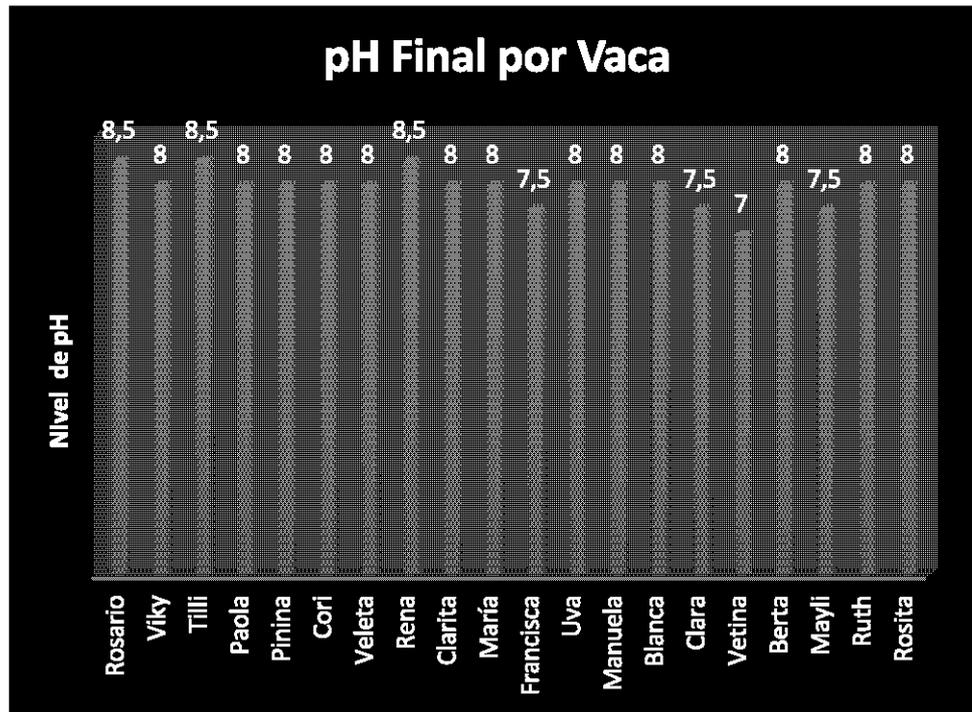


Figura 10. Toma de datos finales de niveles de pH grupo de estudio.

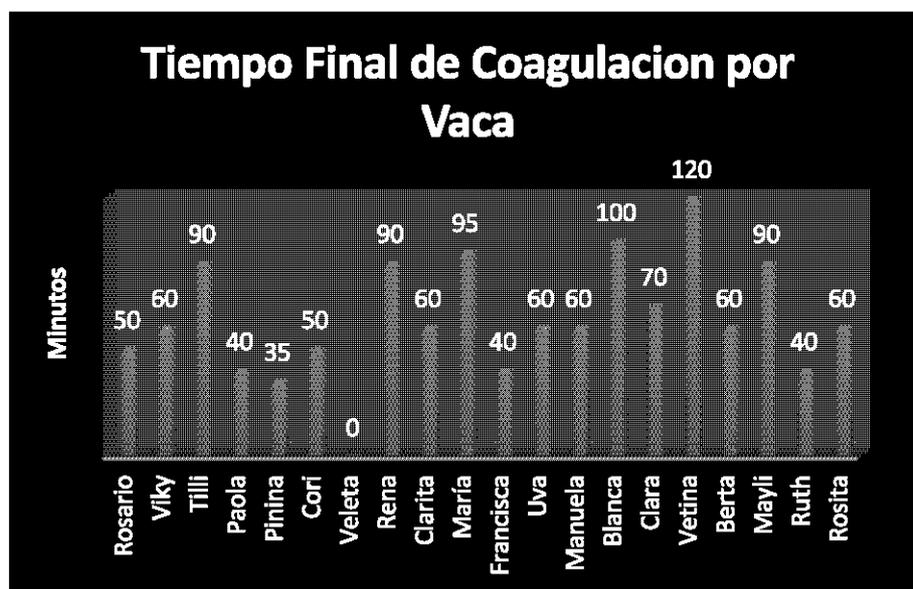
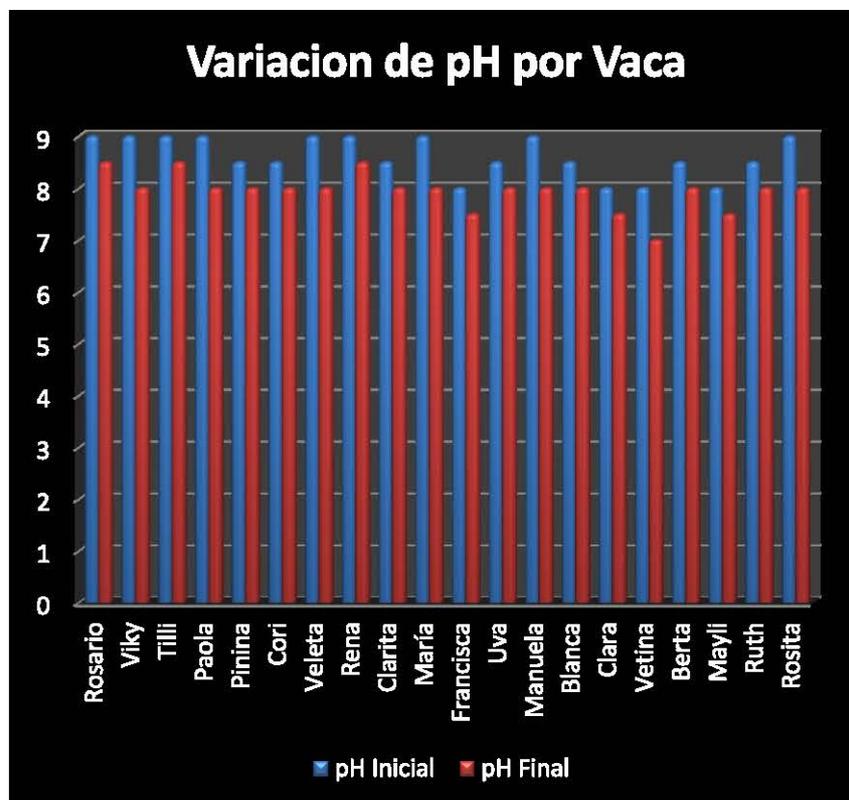
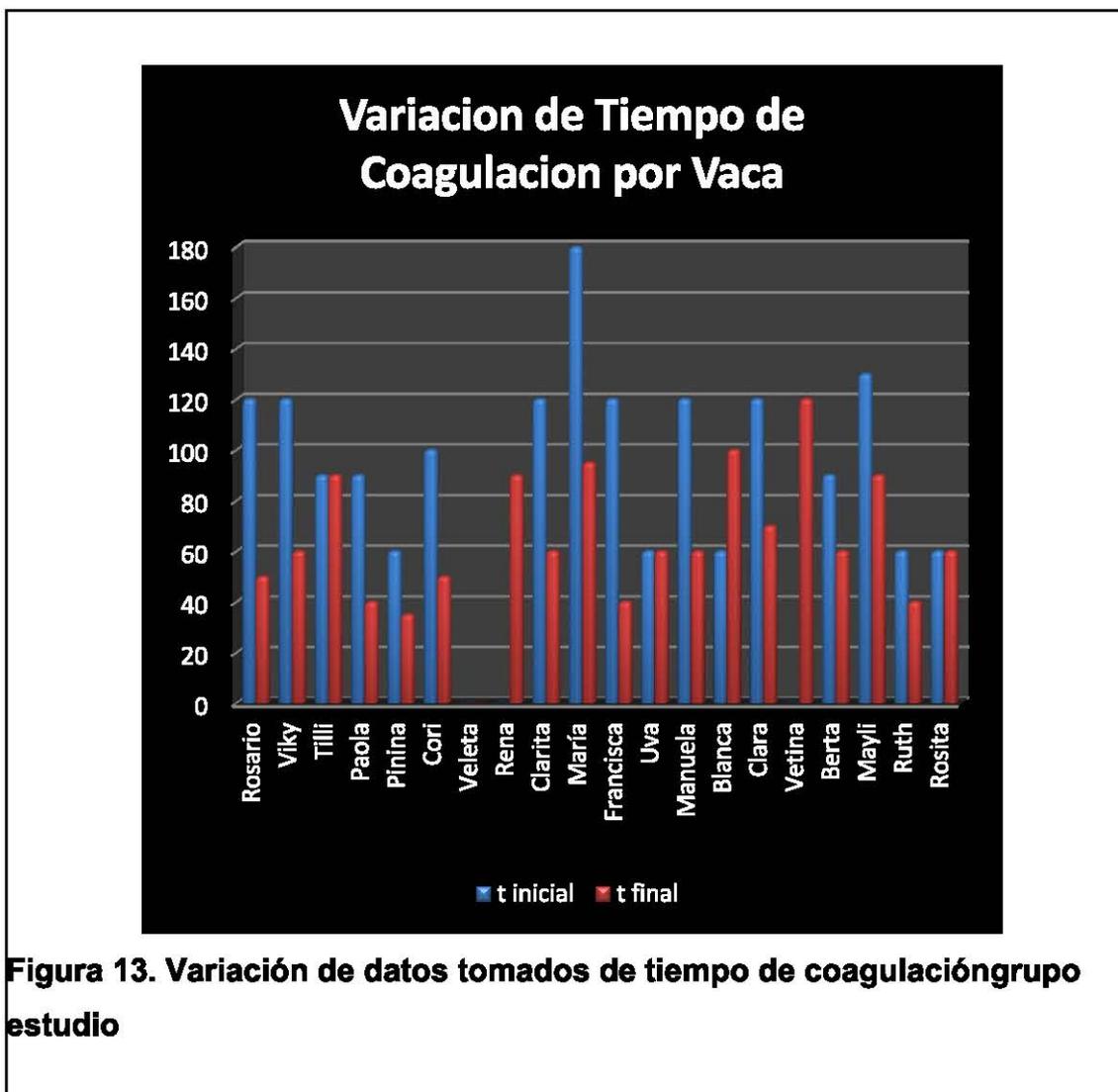


Figura 11. Toma de datos finales de tiempo de coagulación grupo de estudio.

Se realizó con los datos anteriores la comparación de los mismos para poder tener una idea de la variación de los resultados del grupo de estudio.



**Figura 12. Variación de datos tomados de niveles de pH grupo estudio.**



Se calculó la media, varianza y desviación estándar de los resultados de la investigación del grupo de estudio para de esa manera definir los resultados.

**Tabla 6. Resumen Estadístico del grupo de Estudio.**

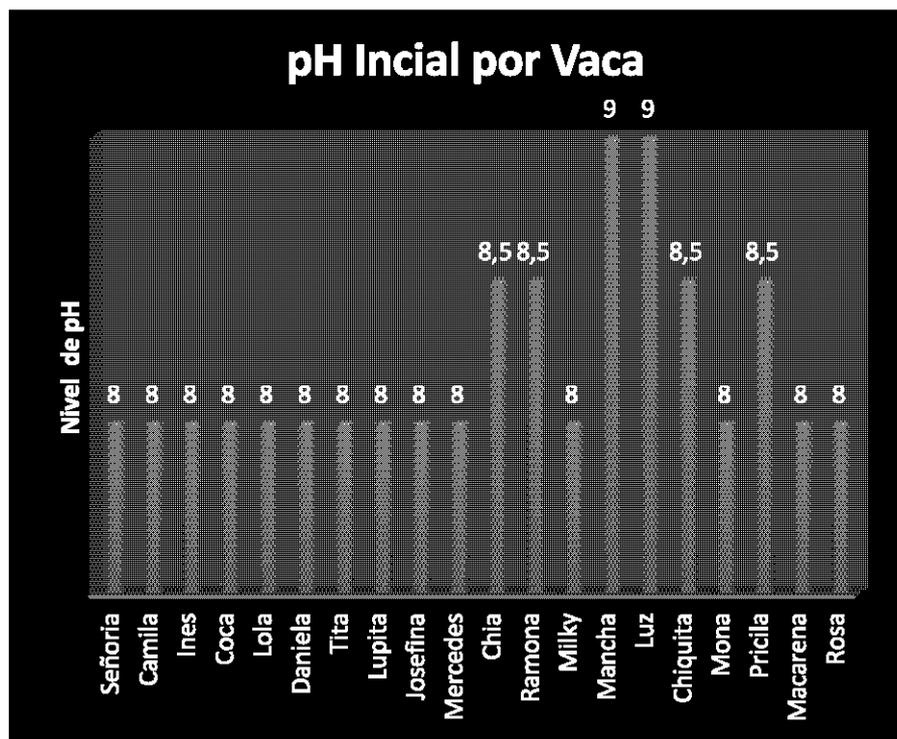
pH	Inicial	Final		T de Coagulación	Inicial	Final
Media	8.625	7.95		Media	85	63.5
Varianza	0.1468	0.1225		Varianza	2289.5	768.68
Desv. Estandar	0.3931	0.3590		Desv. Estandar	47.848	27.725

Basándose en los resultados estadísticos del grupo de estudio de la investigación se puede determinar que la diferencia en cambios del antes y después de la suplementación de sales aniónicas, tanto en el nivel de pH en orina como en el tiempo de coagulación, a pesar de son ser marcados los cambios, son significativos en la investigación, con lo que ninguno de estos animales tuvo signos clínicos de hipocalcemia postparto.

**Tabla 7. Resultados antes y después del proceso del grupo de Testigo.**

# VACA	1	2	3	4	5	6	7	8
NOMBRE	Señoría	Camila	Ines	Coca	Lola	Daniela	Tita	Lupita
# DIAS SALES	0	0	0	0	0	0	0	0
pH Orina								
Inicial	8	8	8	8	8	8	8	8
Final	7.5	7.5	8	7.5	8	8	7.5	8
Hipocalcemia parto	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Coagulación								
tiempo inicial	1h	2h	1h 30m	1h	1h	1h 10m	1h	2h
tiempo final	1h	2h	1h 25m	1h	1h	1h	1h	2h





**Figura 14. Toma de datos iniciales de pH de grupo de Testigo.**



Figura 15. Toma de datos iniciales de tiempo de coagulación grupo Testigo.

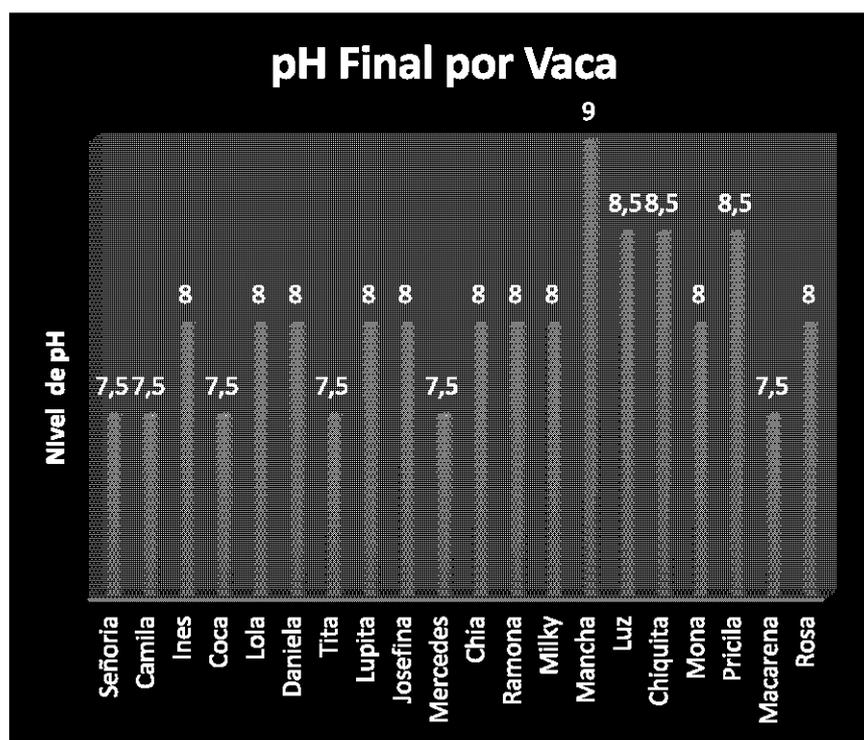


Figura 16. Toma de datos finales de niveles de pH grupo de Testigo.

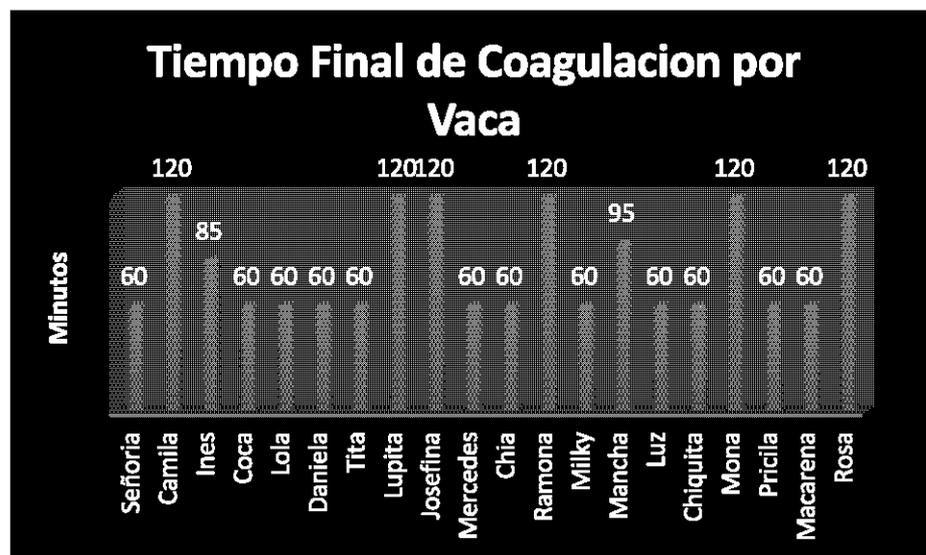


Figura 17. Toma de datos finales de tiempo de coagulación grupo de Testigo.

Se realizó con los datos anteriores la comparación de los mismos para poder tener una idea de la variación de los resultados del grupo de testigo.

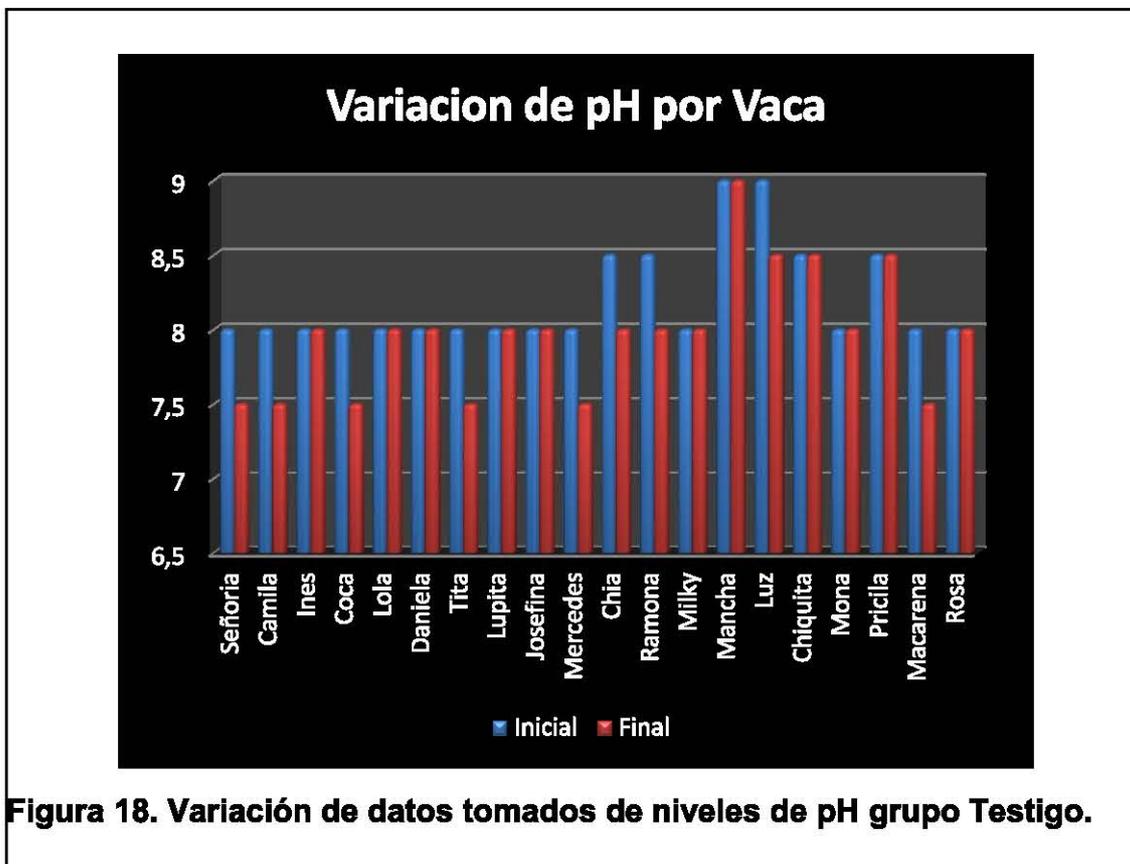


Figura 18. Variación de datos tomados de niveles de pH grupo Testigo.

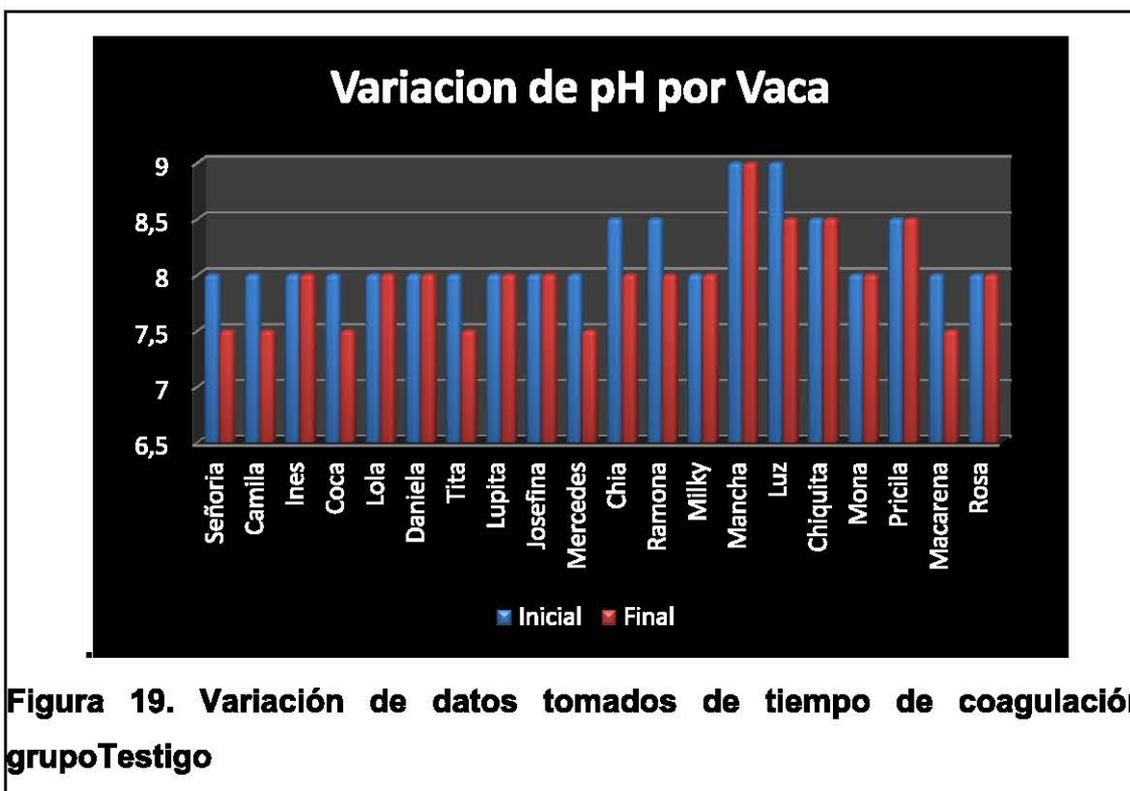


Figura 19. Variación de datos tomados de tiempo de coagulación grupo Testigo

Se calculó la media, varianza y desviación estándar de los resultados de la investigación del grupo de testigo para de esa manera definir los resultados.

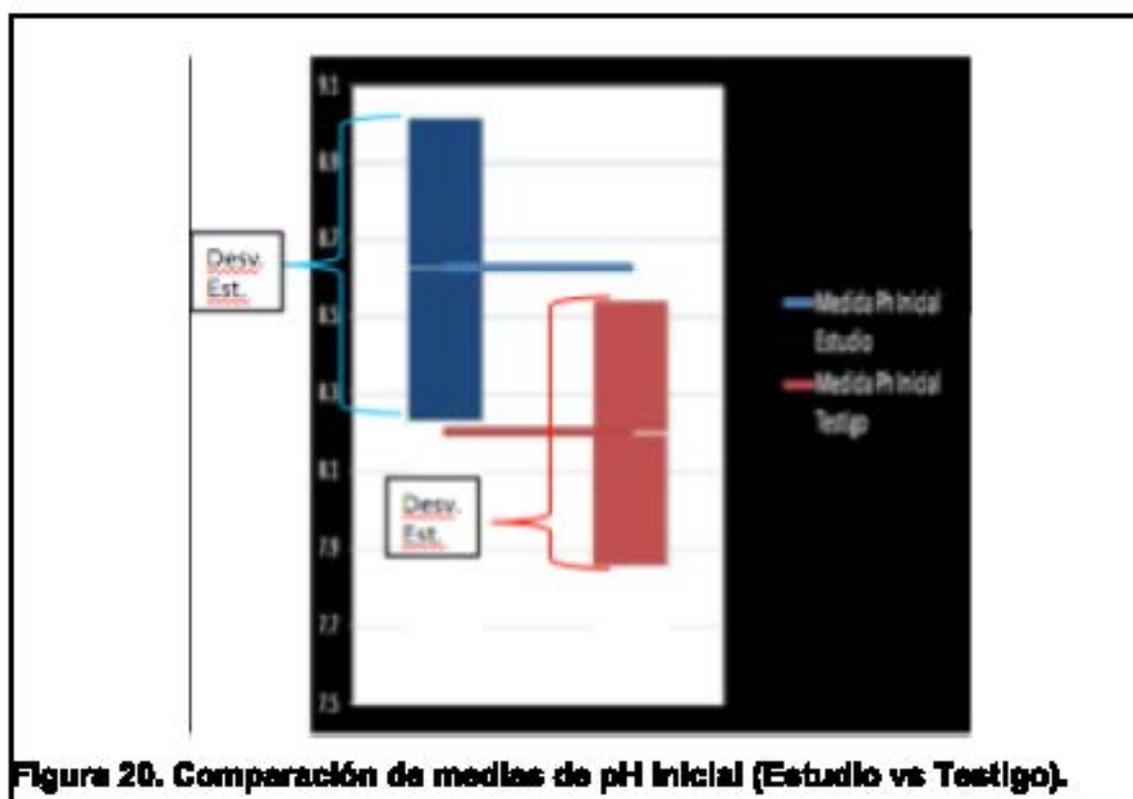
**Tabla 8. Resumen Estadístico del grupo de Testigo.**

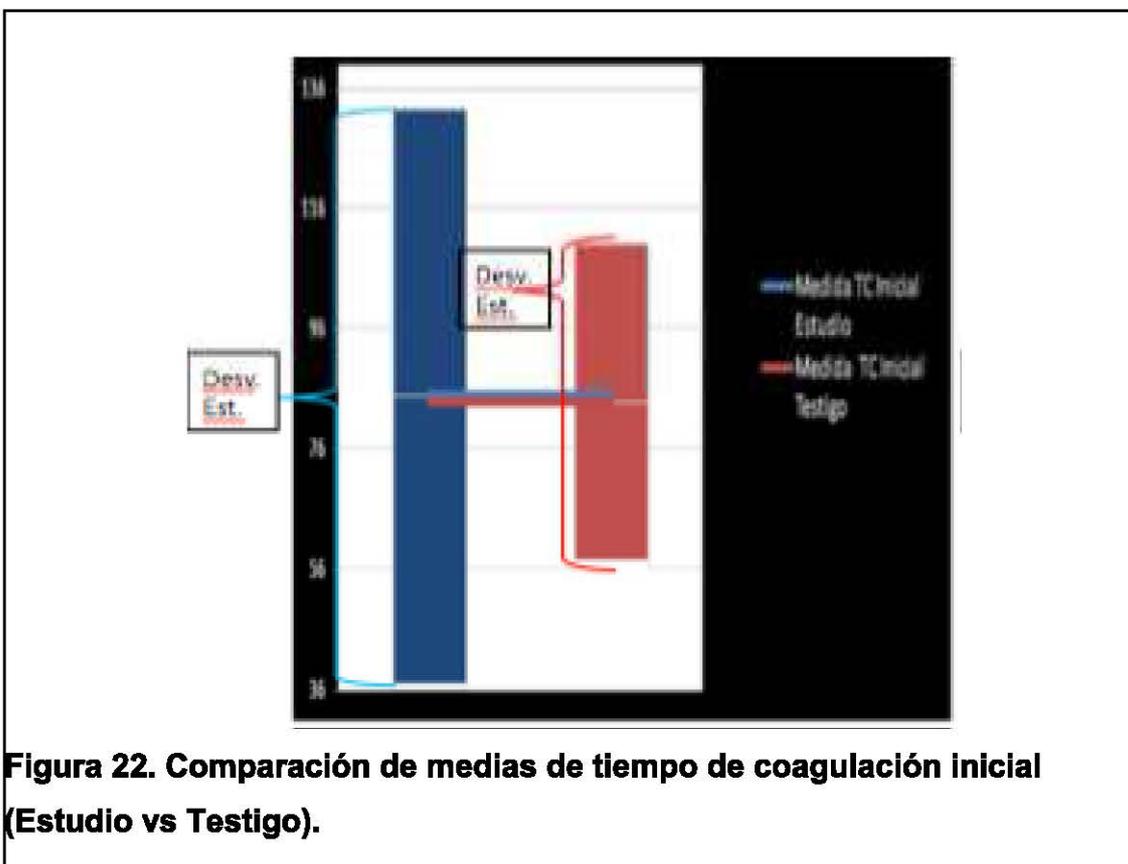
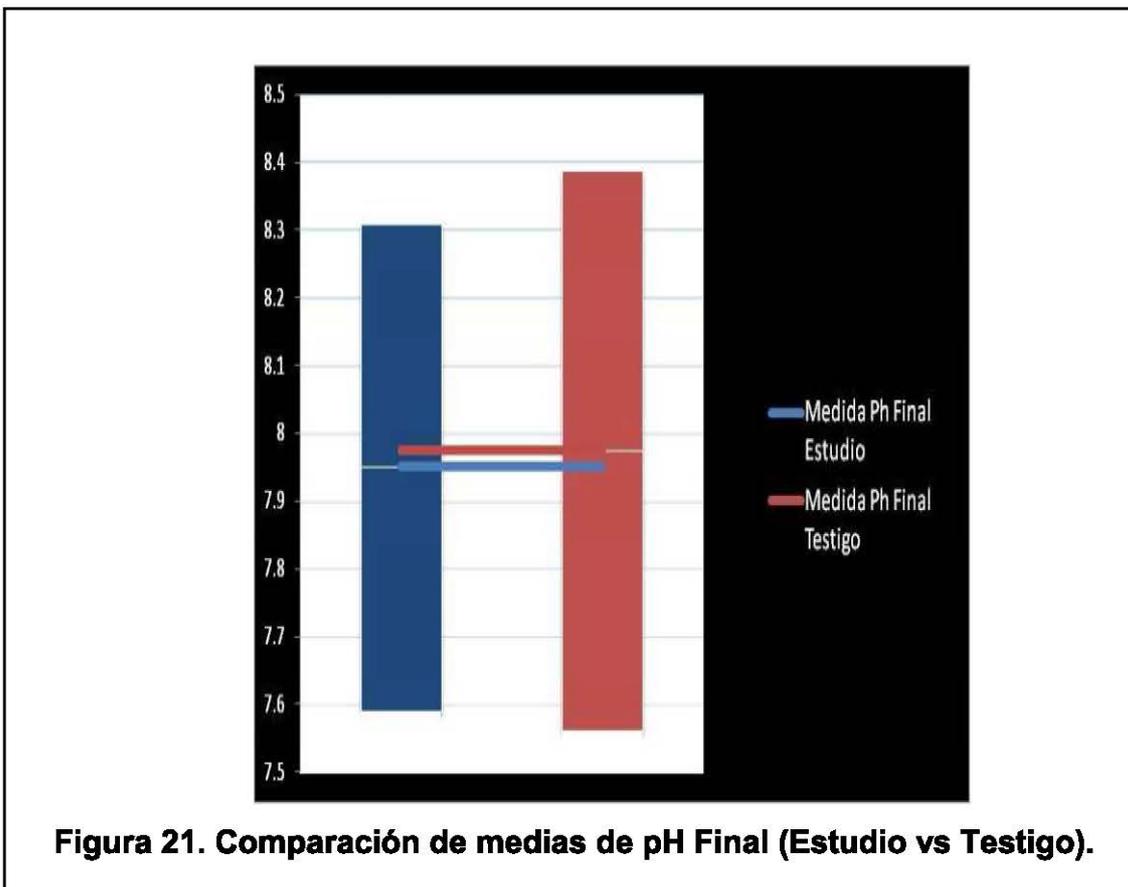
pH	Inicial	Final		T de Coagulación	Inicial	Final
Media	8.2	7.97		Media	84	81
Varianza	0.1157	0.1703		Varianza	696.32	770
Desv. Estandar	0.3402	0.4127		Desv. Estandar	26.38	27.749

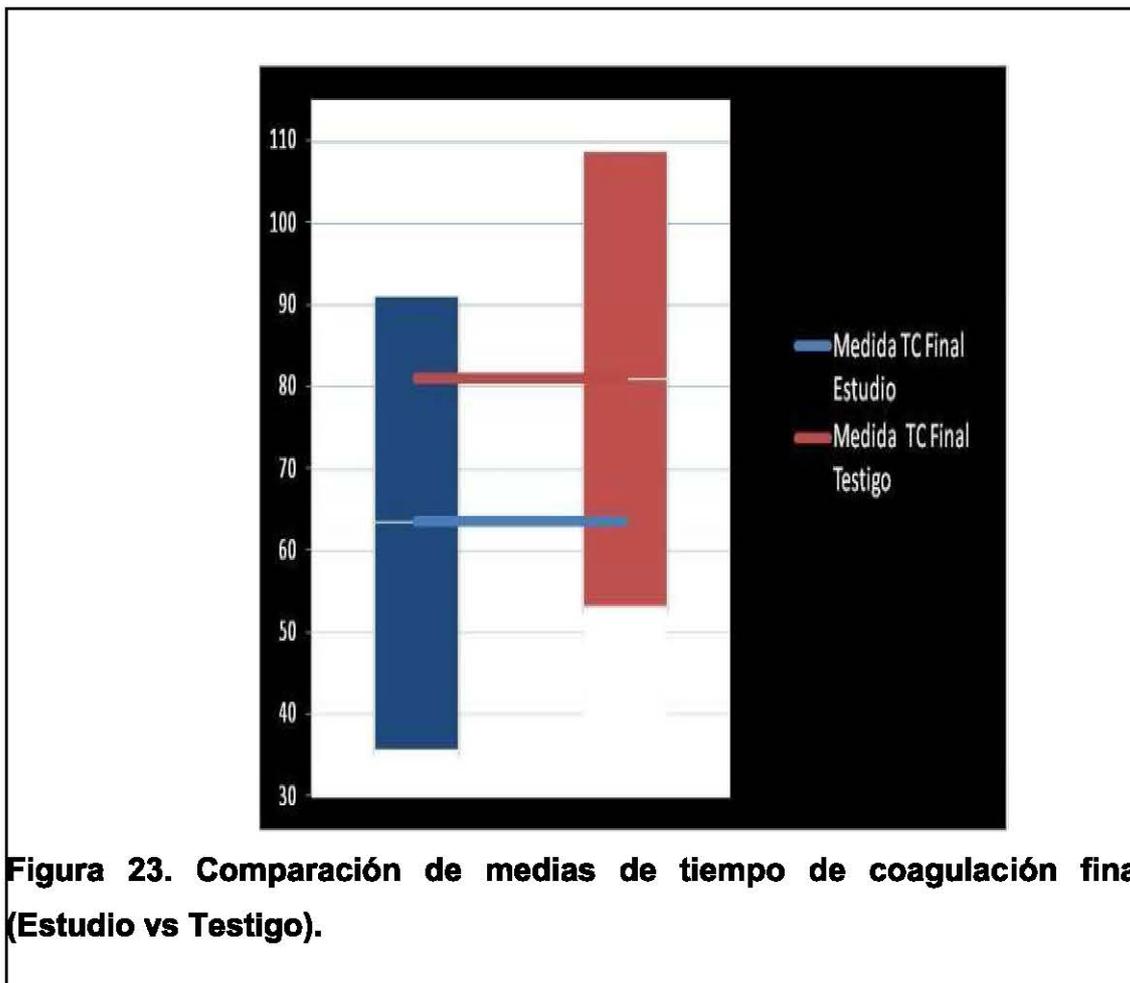
Basándose en los resultados estadísticos del grupo testigo se puede determinar que los cambios del antes y después del parto, de las vacas secas preparto de investigación pertenecientes a este grupo, son mínimos. Aún así tomando en cuenta que en ninguno de estos animales hubo la presencia de signos de hipocalcemia postparto al igual que en el grupo de estudio.

**Tabla 9. Comparación de resultados Estadísticos (Estudio vs Testigo).**

	PH				Tiempo de Coagulación			
	Grupo de Estudio		Grupo Testigo		Grupo de Estudio		Grupo Testigo	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Media	8.625	7.95	8.2	7.97	85	63.5	84	81
Varianza	0.1468	0.1225	0.1157	0.1703	2289.5	768.68	696.32	770
Desv. Estandar.	0.3931	0.3590	0.3402	0.4127	47.848	27.725	26.38	27.749







En la comparación de resultados estadísticos finales de los dos grupos en la investigación realizada, se puede determinar que si existe una diferencia en cambios en pH en orina y tiempo de coagulación entre el grupo de estudio que fue suplementado con sales aniónicas y el grupo testigo que tuvo su dieta normal, antes y después del parto.

A pesar de que en el grupo de estudio si se notaron cambios en niveles de pH en orina, no se llegó a los niveles ideales indicados en la literatura que son de 6,7 a 7 en donde se puede verificar que hubo una acidosis adecuada en el organismo del animal para la buena absorción de calcio, ya que De Blas, Resch, Amor y García en 1998 realizaron un estudio sobre sales aniónicas comprobando su funcionalidad a través del pH en orina y determinaron que

para llegar al nivel pH Ideal el tiempo que deben ser suplementadas las sales aniónicas al animales es de 3 a 4 semanas antes del parto.

Por lo que se explica el porqué no se llegó a los niveles óptimos de pH en esta investigación debido a que los animales del estudio fueron suplementados con las sales aniónicas de 15 a 20 días antes del parto.

**Tabla 10. Resultados de Efectos sobre producción del grupo de estudio.**

VACA	EDAD	# PARTOS	REPRODUCCIÓN	PROD. 30 DÍAS POSTPARTO		SALES MINERALES	MES SECADO
				PARTO TRATAMIENTO	PARTO ANTERIOR		
Rosario	3.5	2	IA	19	18	80 g/día	7
Viky	2.5	1	MONTA	15	-	80 g/día	7
Tilli	2.5	1	MONTA	20	-	80 g/día	7
Paola	2.5	1	MONTA	13	-	80 g/día	7
Pinina	3.5	2	IA	17	17	80 g/día	7
Cori	2.5	1	MONTA	14	-	80 g/día	7
Veleta	3.5	2	IA	21	20	80 g/día	7
Rena	4	2	IA	19	18	80 g/día	7
Clarita	4	2	MONTA	20	20	80 g/día	7
María	3.5	2	MONTA	20	19	80 g/día	7
Francisca	4	2	IA	16	15	80 g/día	7
Uva	5	3	IA	19	18	80 g/día	7
Manuela	3.5	2	MONTA	17	16	80 g/día	7
Blanca	4	2	IA	18	17	80 g/día	7
Clara	4	2	IA	16	14	80 g/día	7
Vetina	2.5	1	MONTA	17	-	80 g/día	7
Berta	5	3	IA	16	16	80 g/día	7
Mayll	3.5	2	MONTA	17	15	80 g/día	7
Ruth	4	2	MONTA	16	14	80 g/día	7
Rosita	3.5	2	IA	20	19	80 g/día	7

**Tabla 11. Resultados de Efectos sobre producción del grupo testigo.**

VACA	EDAD	# PARTOS	REPRODUCCIÓN	PROD. 30 DÍAS POSTPARTO		SALES MINERALES	MES SECADO
				ÚLTIMO PARTO	PARTO ANTERIOR		
Señoría	8	4	MONTA	20	18	80 g/día	7
Camila	2.5	1	MONTA	10	-	80 g/día	7
Inés	2.5	1	MONTA	10	-	80 g/día	7
Coca	2.5	1	MONTA	12	-	80 g/día	7
Lola	6	3	IA	15	14	80 g/día	7
Daniela	3.5	2	IA	16	15	80 g/día	7
Tita	3.5	2	IA	18	18	80 g/día	7
Lupita	3.5	2	MONTA	15	14	80 g/día	7
Josefina	3.5	2	IA	14	14	80 g/día	7
Mercedes	4	2	MONTA	16	15	80 g/día	7
Chia	3.5	2	IA	18	18	80 g/día	7
Ramona	2.5	1	MONTA	18	-	80 g/día	7
Milky	3.5	2	IA	19	17	80 g/día	7
Mancha	4	2	MONTA	16	16	80 g/día	7
Luz	2.5	1	IA	14	-	80 g/día	7
Chiquita	2.5	1	MONTA	15	-	80 g/día	7
Mona	4	2	MONTA	16	16	80 g/día	7
Pricila	5	3	IA	21	20	80 g/día	7
Macarena	3.5	2	IA	18	17	80 g/día	7
Rosa	2.5	1	IA	14	-	80 g/día	7

## **Capítulo IV**

### **Conclusiones y Recomendaciones**

#### **4.1 Conclusiones**

- Tanto en el grupo de estudio como en el grupo testigo no se presentaron casos de hipocalcemia postparto.
- Basado en el resultado de disminución de pH en orina después de la administración de sales aniónicas en la dieta se concluyó que la administración diaria de 250 g / vaca/ día, en tiempo menor a 20 día, no es suficiente para conseguir el nivel de pH adecuado en orina.
- En este estudio de investigación no se pudo determinar la eficacia de la administración de sales aniónicas en dietas de vacas lecheras postparto

#### **4.2 Recomendaciones**

- Llevar un registro adecuado y ordenado de las fechas de monta y parto del ganado de la hacienda donde se quiera realizar esta suplementación con sales aniónicas para poder tener los días exactos antes del parto para comenzar con el tratamiento.
- Realizar la suplementación de sales aniónicas en las dietas de vacas lecheras que estén próximas al parto, con un rango mínimo de 20 días.
- Las sales aniónicas mediante su función de movilización de calcio sérico sí provocan una acidificación del medio, tomando en cuenta que la hipocalcemia afecta en su mayoría a vacas de alta producción, se recomienda la administración de estas sales a vacas que se encuentren dentro de esta categoría de producción

## REFERENCIAS

- Bavera, G. (2000). Alimentación durante la Gestación. Recuperado el 14 de noviembre de 2013 de [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/cria/20-alimentacion\\_durante\\_la\\_gestacion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria/20-alimentacion_durante_la_gestacion.pdf)
- Cipriani, E. (1990). Metabolismo del Calcio. Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia.
- Chamberlain, A., Wilkinson, J., Ducar, P. (2002). Alimentación de la vaca lechera. Zaragoza, España : Acribia.
- De Blas, C., Resch, C., Amor, J., García, P. (1998). Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas .Recuperado el 7 de noviembre de 2013 de <http://fundacionfedna.org/sites/default/files/98CAPII.pdf>
- De Luca, L. (2003). Calcio, Fosforo, Vitamina D y Parathormona. Recuperado el 16 de diciembre de 2013 de [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/06-calcio\\_fosforo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/06-calcio_fosforo.pdf)
- De Luca, L. (2007). Vaca Caída. Recuperado el 2 de enero de 2014 de [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/37-vaca\\_caida.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/37-vaca_caida.pdf)
- Flores, M., Rodríguez, M. (2010). La alimentación del Vacuno de Leche. Las Palmas, España: Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- Gant, R., Sánchez, W., Kincaid., R. (1998). Effect of anionic salts on selenium metabolism in non lactating, pregnant dairy cows. Washington DC, Estados Unidos : Elsevier Inc.
- Hutyra, F., Marek, R., Manniger, C. (1973). Patología y Terapéutica Especialidades de los Animales Domésticos. Barcelona, España: Editorial Labor, S.A.
- Lanuz, F. (2009). Requerimientos de Nutrientes Según Estado Fisiológico en Bovinos de Leche. Remahue, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Medina M. (2007). Hipocalcemia. México DF, México: Universidad Autónoma de México.
- Pérez, H., (2009). Fisiología Animal II. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Respetto J., Donovan A., Garcia f. (2004). Carencias Minerales, Limitantes de la Producción. Recuperado el 6 de enero de 2014 de [http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion\\_mineral/18-](http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/18-)

carencias\_limitantes\_produccion.pdf

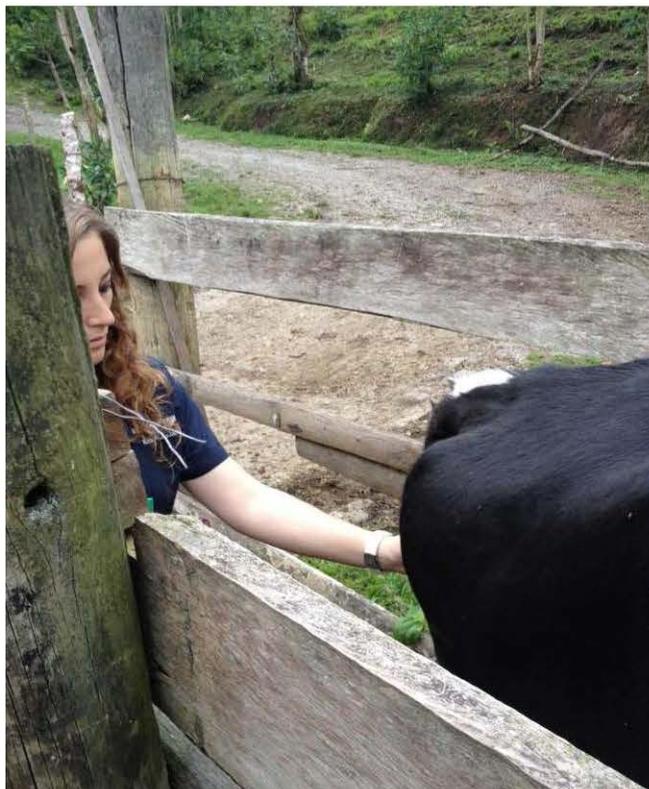
Oetzel G., Fettman M., Hamar D., Olson J. (1991). Screening of Anionic Salts for Palatability, Effects on Acid-Base Status, and Urinary Calcium Excretion in Dairy Cows. Colorado, Estados Unidos: Elsevier Inc.

Oetzel, G. (2002). Metabolic diseases of dairy animals: Milk Fever. Londres, Inglaterra: Elsevier Science Ltd.

Wittwer, F. (1978). Homeostasia del calcio en el bovino en relación a la hipocalcemia postparto o fiebre de leche. Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile.

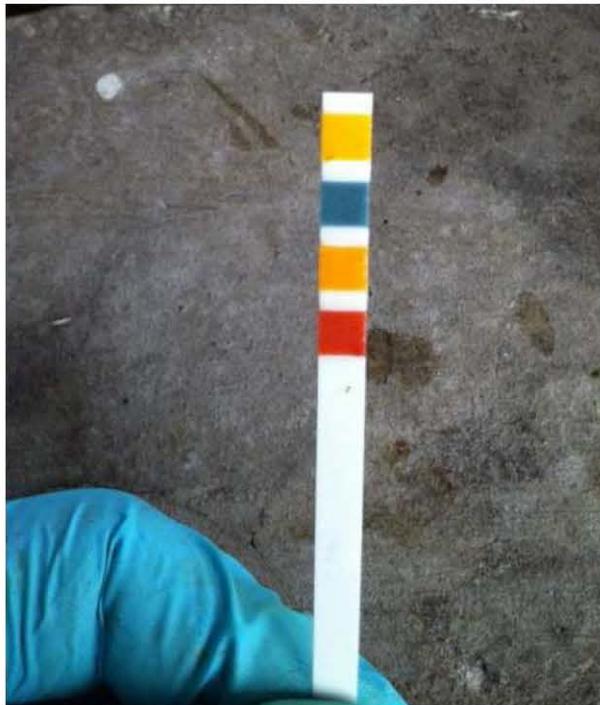
## **ANEXOS**

### Anexo 1. Fotografía de toma de muestra de orina



### Anexo 2,3,4. Método de análisis muestra de orina





### Anexo 5,6. Toma de muestra de sangre





**Anexo 7, 8,9. Método de análisis muestra de sangre**



