

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



“Un complemento mineral aniónico, mejora el pH urinario de vacas en transición”

Por:

NÉSTOR IVÁN RIVERA GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Febrero. 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Un complemento mineral aniónico, mejora el pH urinario de vacas en transición

Por:


Néstor Iván Rivera González


TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:


PhD. Juan David Hernández Bustamante
Presidente


Dra. María Guadalupe Sánchez Loera
Vocal


Dra. Olivia García Morales

Vocal


MVZ Cuauhtlémoc Félix Zorrilla

Vocal Suplente


MC J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Febrero, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Un complemento mineral aniónico, mejora el pH urinario de vacas en transición

Por:


Néstor Iván Rivera González

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


PhD. Juan David Hernández Bustamante
Asesor Principal


Dr. Fernando Ulises Afame De León

Coasesor


MC. Jaime Isaias Romero Paredes Rubio

Coasesor


MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México
Febrero, 2021

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, quiero agradecer a nuestro señor Jesucristo por haberme dado la oportunidad y las fuerzas para cursar 5 años de estudio para obtener el título de médico veterinario zootecnista.

A mi familia, En especial a mi padre Efrén Rivera García y a mi madre María Guadalupe González Rodríguez, por darme el sustento económico y emocional para concluir mis estudios, a mis Hermanos; Christian, Carla, Anahí, a mis abuelos; Agustín, María Inés (Qpd), Manuel, Eva; a mi tío Aurelio González Rodríguez, a mi novia Zuleyma Valenzuela, por motivarme a estudiar y hacerme crecer como persona brindándome su apoyo incondicional en el transcurso de la carrera y a lo largo de mi vida.

A la UAAAN-UL, Por haberme recibido con las puertas abiertas y a todos sus catedráticos por sus conocimientos, experiencias y valores impartidos durante mi formación académica.

A mi Asesor, PhD. Juan David Hernández Bustamante, por su motivación, dedicación, apoyo y paciencia siendo fundamental durante la realización de este trabajo

A la empresa Phibro Animal Health, por abrirme las puertas para formar parte de su equipo y realizar mis prácticas profesionales, al mismo tiempo recopilar datos para la realización del ensayo experimental. Al personal de Phibro por su ayuda y capacitación en el manejo diario de animales.

A mis amigos y compañeros, que siempre me acompañaron en el trayecto como estudiante.

DEDICATORIA

A mis padres, Efrén Rivera García y María Guadalupe González Rodríguez; por todo el amor, cariño y comprensión a lo largo de mi carrera, agradezco por haber confiado en mí y nunca dejarme solo. Agradezco por el sacrificio sentimental, económico y moral, que hicieron para poder terminar mi carrera, los amo.

A mis hermanos, Anahí, Carla, Christian Rivera por todo su apoyo moral que me brindaron en el transcurso de mi carrera, los quiero mucho.

A mis abuelos, María Inés Rodríguez Reyes, Agustín González Mata. Por cuidarme y protegerme desde el cielo y nunca desampararme en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis tíos, en especial a Aurelio González Rodríguez, por su apoyo moral y económico, durante mi vida y carrera sobre todo por sus buenos consejos y muestras de cariño, te quiero mucho tío.

A mi novia, Zuleyma Guadalupe Valenzuela Meraz (María), por todo el amor, comprensión y apoyo moral, gracias por estar siempre cuando te necesite, te amo.

RESUMEN

Las vacas lecheras pueden presentar una reducción de ingesta de materia seca y un balance energético negativo durante las últimas semanas de gestación y más aún durante las primeras semanas postparto. Este desbalance puede desencadenar enfermedades metabólicas, siendo la principal la hipocalcemia ya que aumenta el riesgo a otras enfermedades. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con sales aniónicas, sobre la hipocalcemia clínica y subclínica. A fin de identificar cambios bioquímicos en la orina relacionados con enfermedades metabólicas, relacionadas con la movilización de calcio sérico, se agregaron sales aniónicas (Animate®) a la dieta de 490 vacas lecheras de raza Holstein con una dosis de 600 a 620gr por animal en un lapso de 21 días antes del parto. Determinando el **pH** urinario una vez por semana a cada vaca, demostrando que el **pH** urinario es mayor en las vacas suplementas con sales aniónicas que en aquellas que no reciben agregación mineral, el PH urinario sirvió como indicador del efecto por agregación de sales aniónicas, Además ninguna vaca suplementada con (Animate®) presentó signos clínicos de hipocalcemia y bajaron drásticamente las retenciones placentarias.

Palabras clave: pH, Balance energético negativo, Transición, Hipocalcemia, Sales aniónicas, Suplementación.

ABSTRACT

Dairy cows may have a reduced dry matter intake and negative energy balance during the last weeks of gestation and even more so during the first few weeks postpartum. This imbalance can trigger metabolic diseases, the main one being hypocalcemia, since it increases the risk of other diseases. The aim of this work was to evaluate the effect of anionic salt supplementation on clinical and subclinical hypocalcemia. In order to identify biochemical changes in urine related to metabolic diseases, related to serum calcium mobilization, anionic salts (Animate®) were added to the diet of 490 Holstein dairy cows with a dose of 600 to 620gr per animal 21 days before delivery. By determining the urinary pH once a week in each cow, demonstrating that the urinary pH is higher in cows supplemented with anionic salts than in those not receiving mineral aggregation, the urinary pH served as an indicator of the effect by aggregation of anionic salts. In addition, no cow supplemented with (Animate®) showed clinical signs of hypocalcemia and dramatically lowered placental retentions.

Key words: pH, negative energy balance, hypocalcemia, anionic salts, supplementation.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
ABREVIATURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	4
1.1.1.- Generales	4
1.1.2.- Específicos	4
1.2.- Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.- Producción láctea	5
2.2.- Periodo de transición	5
2.3.- Cambios en el consumo de materia seca en etapa de transición	7
2.4.- Inmunosupresión en periodo de transición	7
2.5.- Enfermedades del periodo de transición	8
2.6.- Requerimientos de calcio	8
2.7.- Enfermedades relacionadas con hipocalcemia	10
2.8.- La alcalosis metabólica	12
2.9.- ¿Qué es el pH de la orina?	13
2.9.1.- Como podemos manipular el pH en el periodo de transición	14
2.9.2.- Fisiología del cambio de pH en orina con sales aniónicas	15
2.9.3.- Vacas que presentan mayor problema en la transición	17
2.9.4.- Signos de hipocalcemia	18
2.9.5.- Diagnostico	18
2.9.6.- Signos clínicos observados en el peri-parto	19
2.9.7.- Afecciones metabólicas y sus complicaciones	19
2.9.8.- Tratamiento	19

III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.- Materiales	21
3.2.- Métodos	21
3.3.- Recolección de muestra de orina	23
3.4.- Procedimiento	24
3.5.- Tratamiento	24
3.6.- Alimentación preparto	24
3.7.- Manejo de animales	25
3.8.- Determinaciones de hipocalcemia	26
3.9.- Análisis estadístico	26
IV. RESULTADOS	26
V.- DISCUSIÓN	29
VI.- CONCLUSIÓN	30
VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.- Promedio individual de pH de los corrales de establos evaluados.	26
Cuadro 2.- Distribución de los corrales por establo y su promedio de pH de acuerdo a su corral.	27
Cuadro 3.- Presentación numérica y grafica de las medias de cada establo	28
Cuadro 4.- Comparación de medias de pH usando el método tukey.....	29

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Cinetica del calcio en la vaca lechera holstein.	10
Figura 2.- Eventos asociados con la hipocalcemia en vacas lecheras.	11
Figura 3.- Receptor de la parathormona (PTH) en la superficie del hueso y las células renals en diversas circunstancias. A: en condiciones normales. B: en condiciones de alcalosis metabólica. C: en condiciones de hipomagnesemia.	13
Figura 4.- Efecto de las sales aniónicas sobre el pH de la orina.	14
Figura 5.- Efecto de la DCAD sobre la concentración de Ca ²⁺ en sangre.	17
Figura 6.- Potenciómetro profesional de bolsillo.	22
Figura 7.- Soluciones buffer, se utiliza una con solución ácida con pH de 4 y otra neutra con pH de 7.	23
Figura 8.- Recolección de orina mediante estímulos manuales sobre la zona peri- anal.	23

ABREVIATURAS

DCAD: diferencia catión anión dietario

CA: Calcio

PTH: paratohormona

PT: periodo de transición

CMS: consumo de materia seca

BEN: balance energético negativo

EC: estado corporal

P: fosforo

MG: magnesio

HC: hipocalcemia clínica

HSC: Hipocalcemia subclínica

Na: sodio

K: potasio

CL: Cloro

S: azufre

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los momentos cruciales en el ciclo productivo de la vaca lechera es el periodo de transición, que se define como aquel que se presenta alrededor del parto, tres semanas antes y tres semanas después del mismo, este periodo de tiempo se acompaña de importantes cambios metabólicos y hormonales que superan a cualquier otra etapa de su ciclo productivo ya que en las 2 a 4 semanas preparto se produce un aumento de las necesidades energéticas debido al desarrollo del feto y la producción de calostro, esto se acompaña de una disminución de la ingesta de materia seca. Estas dos circunstancias son responsables del balance energético negativo que se inicia unas semanas antes del parto (González *et al.*, 2018). Por lo que utilizar sales aniónicas cuya principal característica por las que se utilizan estas sales como prevención de la enfermedad, es que generan un medio ácido (Dávalos, 2014) acidificando el metabolismo y con ello movilizando las reservas de calcio y haciendo más eficiente la absorción de calcio a nivel del intestino.

Fisiológicamente 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 hidrogeno 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 *et al.*, 1998).

El pH es un parámetro clave en el control del equilibrio ruminal que repercute en la salud de las vacas lecheras, ya que de este dependen directa o indirectamente

la supervivencia de las bacterias fibrolíticas y el equilibrio de la microflora ruminal, a pH inferior a 5.5 se desarrolla la flora lactogénica productora de lactato, causante de acidosis ruminal, mientras que cuando el pH se eleva por encima de 7 puede colonizar el rumen la flora de putrefacción con gérmenes como *E. Coli* y *Proetus spp* (Tatiana, *et al* Col. 2012).

Las condiciones fisiológicas asociadas con un insuficiente suministro de energía y una baja en la inmunidad, predisponen tanto a enfermedades metabólicas e infecciosas, como pueden ser hipocalcemia, metritis, cetosis, desplazamiento de abomaso y retención de membranas fetales (Drackley,1999).

La hipocalcemia es una enfermedad metabólica que se desarrolla entre 24 horas previas al parto y 72 horas posparto cuando los mecanismos homeostáticos que mantienen los niveles de calcemia no son capaces de reemplazar el calcio perdido al inicio de la lactancia, para retirar el calcio del hueso se necesita de la parathormona que es estimulada cuando baja la calcemia. La reabsorción renal de Ca también esta mediada por esta hormona, aunque las cantidades recuperadas por este medio son mínimas. Se requiere de la 1,25-dihidroxivitamina D3 para estimular la absorción intestinal de Ca dietético, pero esta actúa solo en respuesta a un aumento de la parathormona (PTH) en sangre. La hipocalcemia se produce si estos mecanismos no son suficientes para mantener la normocalcemia, cuando se presenta una alcalosis metabólica o hipomagnesemia que altera la actividad de la PTH (González *et al.*, 2018), en vacas en estado de parto el uso de sales aniónicas en su alimentación tiene como objetivo provocar una acidificación digestiva y metabólica, con lo cual se logran condiciones ideales para la circulación del calcio en el organismo (Dávalos, 2014).

La hipocalcemia clínica afecta aproximadamente al 5% de las vacas lecheras cada año (NAHMS, 2002) y la hipocalcemia subclínica puede afectar a la mitad de las vacas multíparas (Horst y col.,2003. La hipocalcemia causa un aumento en la incidencia de otras enfermedades como la mastitis, retención se membranas fetales, desplazamiento de abomaso, distocias y cetosis lo cual agrava el balance energético y afecta la vida productiva de las vacas (Corbellini,2000). También disminuye la inmunidad del animal aumentando la probabilidad de contraer enfermedades infecciosas como mastitis y metritis (Reinhardt y col., 2011).

Las dietas aniónicas se administran entre dos a tres semanas antes del parto, utilizando sales aniónicas basadas en la diferencia que existe entre los cationes (sodio y potasio) y los aniones (cloro y azufre) de la dieta lo que se conoce como diferencia catión anión dietario. Lo más recomendado es una diferencia catión anión negativa de -50^a-100mEq/kg de materia seca (Horst y col.,1997). Se espera que estas provoquen una leve acidosis metabólica, lo que incrementa la respuesta de los tejidos de la paratohormona, mejora la absorción intestinal de calcio y aumenta la reabsorción ósea del calcio (Espino y col., 2004). El control de la eficacia de dietas aniónicas se realiza midiendo el pH urinario, el cual debe encontrarse entre 6.2 y 6.8 para que sean efectivas y no deben bajar más de 5.5 ya que pueden aparecer signos clínicos de acidosis metabólica (Horst y col., 1997).

1.1.- Objetivos

1.1.1.- Generales

El objetivo de este trabajo fue estudiar el resultado de la alimentación con sales aniónicas en la etapa de parto y evaluar el **pH** en la orina como indicador de las enfermedades relacionadas a la deficiencia de calcio, como hipocalcemia clínica y subclínica, retención placentaria entre otras.

1.1.2.- Específicos

- Evaluar la adaptación metabólica a las dietas aniónicas parto evaluando el **pH** de la orina.
- Registro de datos de ocurrencia de enfermedades después de la suplementación.
- Comparación de datos con otros autores.
- Determinar la ocurrencia de enfermedades relacionadas al periodo de transición.
- Evaluación de efectividad de sales aniónicas.

1.2.- Hipótesis

Una buena alimentación suplementada con sales aniónicas en el periodo de transición ayudan a reducir y prevenir la incidencia de enfermedades metabólicas asociadas al calcio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Producción láctea

Según datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) hoy en día (SADER), informó que continúa la tendencia de crecimiento en la producción del lácteo en nuestro país, por lo que en el año 2018 se generaron 12,008,239 millones de litros lácteo.

Según estimaciones de la coordinación general de Ganadería de la dependencia, la producción del 2018 se incrementó 1.85 por ciento en comparación con el 2017, año en que se produjeron, en todo el territorio nacional, 11 mil 808 millones de litros de leche.

Mientras que 2019 cerró con una producción de 12,275,865 millones de litros con un crecimiento anual de 2.3%.

De esta forma, en México se cuenta con un hato de bovino lechero de aproximadamente 2.49 millones de cabezas y más de 300,000 pequeños y medianos productores lácteos (SADER, 2018).

Es por esto que el periodo de transición es una de las etapas más importantes en vacas lecheras para continuar teniendo una creciente producción láctea. Ya que si existe problemas en esta etapa bajará la producción y con ello el promedio de la vaca afectada y el promedio de producción del estable.

2.2.- Periodo de transición

Uno de los momentos cruciales en el ciclo reproductivo de la vaca lechera es el periodo de transición (PT), que se define como aquel que se presenta alrededor del parto, tres semanas antes y tres semanas después del mismo, donde la preñez, la

disminución de consumo de alimento, la lactogénesis y el parto tienen efectos importantes sobre el metabolismo de las vacas lecheras (Grummer, 1995). Al final de la gestación y al principio de la lactancia, la demanda de energía, proteínas y minerales aumenta considerablemente. Al final de la preñez lo hace como resultado del desarrollo fetal y de la producción de calostro, mientras que en el inicio de la lactancia es debido a la producción de este último, y además a la producción de leche, consumo de los altos requerimientos en este periodo se acompañan de una disminución de materia seca (CMS); estas dos circunstancias son las que determinan el balance energético negativo (BEN) alrededor del parto (Drackley, 1999).

Así pues, las vacas en transición enfrentan el desafío del (BEN) que les puede llevar a una acidosis ruminal subaguda, complejo cetosis-hígado graso, alteración de la utilización de minerales donde pueden desarrollar hipocalcemia clínica o subclínica, y alteración de la función inmune que las lleve a tener retención de placenta, metritis y/o mastitis. En consecuencia, el (BEN) y la reducción en el CMS se agravan, más en este periodo, que en algún otro, hay más cambios en el metabolismo de los tejidos y utilización de nutrientes. Haciendo así que los efectos combinados de estos desafíos en la reducción de la fertilidad y la producción de leche resulte en la disminución de las ganancias (Esposito y col.,2014). Es por ello que la etapa de transición se puede considerar como una de las etapas de mayor reto para una buena rentabilidad de la empresa.

2.3.- Cambios en el consumo de materia seca en etapa de transición

A pesar de que los requerimientos de nutrientes del feto alcanzan niveles máximos tres semanas antes del parto, y el consumo de materia seca (CMS) disminuye hasta un 30%, el mayor balance energético negativo (BEN) se da en la semana posterior al parto. Los requerimientos en las vacas sanas a los 4 días posparto exceden la ingesta, donde la energía neta para la lactación utilizada por la glándula mamaria representa el 97%, con lo que queda un 3% para cubrir las necesidades del mantenimiento de la vaca. Las altas demandas de nutrientes se acompañan de la movilización de las reservas corporales y las vacas entran en un estado de (BEN) fisiológicamente inevitable (Grummer y col.,2004). Por lo cual Roche y col. (2009) afirman que las vacas deben parir con un EC (estado corporal) entre 3.0 y 3.25; el (EC) puede ser medido en una escala que va del 1 al 5 con fracciones de 0.25, en el que 1 significa un animal extremadamente flaco y 5 uno extremadamente obeso.

2.4.- Inmunosupresión en periodo de transición

La inmunosupresión natural ocurre en la mayoría de las vacas al final de la preñez y en la lactancia temprana, y se cree que esta es la principal razón de la prevalencia de enfermedades en el posparto temprano, principalmente retención de placenta, metritis y /o mastitis (Kimura y col.,2002). La función de los neutrófilos, que son parte de la primera línea de defensa contra los microorganismos invasores, se reduce en este momento, incluida la quimiotaxis, la fagocitosis y el estallido oxidativo (Paape y col., 2002). Además, el número, la proliferación y la capacidad de respuesta de los linfocitos se reduce durante el período de transición (Kehrlí y col, 2009).

2.5.- Enfermedades del periodo de transición

Las pérdidas económicas asociadas con las enfermedades alrededor del parto son elevadas, ya sea por pérdida de producción de leche, disminución de la eficiencia reproductiva, gastos en honorarios de veterinarios, aumento en la mano de obra, productos farmacéuticos, y/o pérdidas por descarte o muerte (Corbellini. 2000). Las enfermedades de producción individual de la vaca de transición no se consideran de forma aislada. La hipocalcemia, retención de placenta, metritis, cetosis, hígado graso y el desplazamiento de abomaso están interrelacionadas etiológicamente (Ingvarsten y col. 2003).

Es pues la hipocalcemia, una enfermedad metabólica que se desarrolla entre 24 horas previas al parto y 72 horas posparto (Espino y col.,2004) cuando los mecanismos homeostáticos que mantienen los niveles de calcemia no son capaces de remplazar el Ca perdido al inicio de la lactancia.

El metabolismo de los diferentes minerales importantes muestra variaciones durante el PT, sobretudo el calcio (Ca), Fosforo (P) y Magnesio (Mg) ante los cambios que impone la lactancia.

2.6.- Requerimientos de calcio

El Ca es el mineral que sufre mayores cambios en el periparto. El feto necesita 5,3 g de Ca por día, mientras que para la secreción de calostro se requieren entre 13 y 18 g por día, que varía con la producción individual de leche (Alonso y González, 1997). Tras el parto, las necesidades totales de Ca aumentan abruptamente pasando a ser de 10 a 15 g/día a 30, 50 o más g/día (Corbellini, 1998). La producción del calostro requiere altas cantidades de Ca, derivando este mineral a la glándula

mamaria más rápido de lo que puede ser suplido por la absorción intestinal o la movilización desde la reserva ósea (Blas y col., 1998).

En el animal sano al momento del parto, las concentraciones de Ca y P disminuyen levemente (Albornoz, 2006) y luego se recuperan; es lo que se llama hipocalcemia fisiológica, pero cuando el descenso es intenso por insuficiente capacidad la movilización de Ca, se produce clínicamente la enfermedad (Albornoz y col.,2016). La hipocalcemia clínica (HC) afecta aproximadamente al 5% de las vacas lecheras cada año (NAHMS, 2002) y la hipocalcemia subclínica (HSC) puede afectar a la mitad de las vacas multíparas (Horst y col., 2003).

Por lo cual al analizar el efecto del número de parto sobre la concentración de este mineral disminuye conforme aumenta el número de parto. Horst et al. (1990) han explicado esta tendencia metabólica al encontrar que la concentración de los receptores de la hormona 1,25 dihidroxivitamina D del intestino y los huesos disminuye con la edad del individuo (Sánchez, y Saborio, 2014).

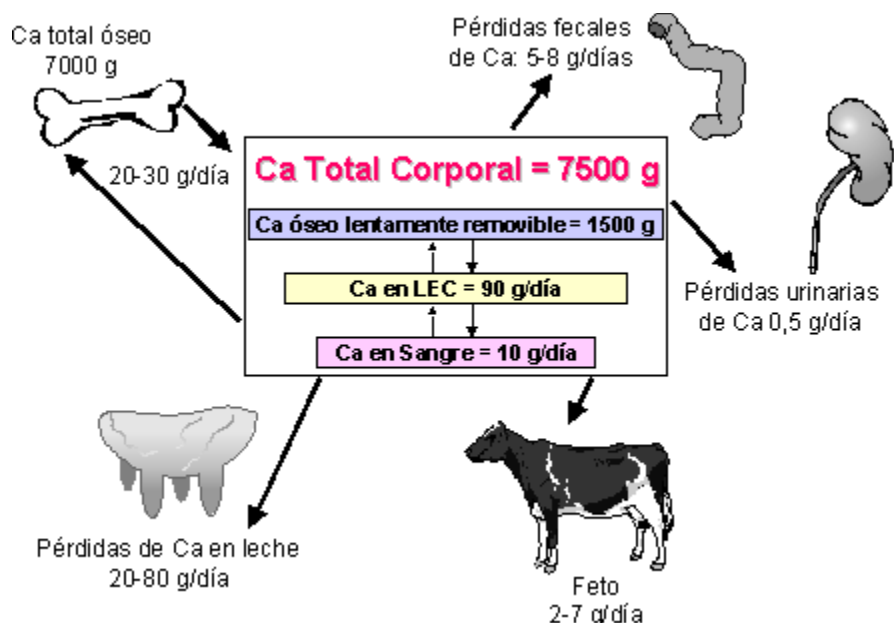


Figura 1.- Cinética del calcio en la vaca lechera Holstein. (Cesar, 2020).

2.7.- Enfermedades relacionadas con hipocalcemia

La hipocalcemia predispone a otras enfermedades ya que las concentraciones plasmáticas de Ca se vuelven demasiado bajas para apoyar la función nerviosa y muscular lo que reduce la contractibilidad muscular, comenzando con la musculatura lisa, disminuyendo la motilidad del rumen y del abomaso, causando un aumento en la incidencia de desplazamiento de abomaso y disminuyendo el (CMS) (Corbellini, 2000). La disminución en la concentración muscular impide el cierre del esfínter del pezón, que en combinación con la disminución de la inmunidad aumenta la probabilidad de contraer mastitis (Goff, 2008). Esta inmunosupresión también predispone a retención de placenta y metritis (Reinhardt y col. 2011).

Reinhardt y col. (2011) establecen que a medida que aumenta el número de lactancias disminuye significativamente la concentración sérica de Ca. Varios 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, un descenso de la habilidad para movilizar el Ca de los huesos, una disminución del transporte activo de Ca en el intestino.

La hipocalcemia se produce si los mecanismos homeostáticos no son suficientes para mantener la normocalcemia, cuando se presenta principalmente una alcalosis metabólica, hipomagnesemia e hiperfosfatemia que altera la actividad de PTH (Goff, 2008).

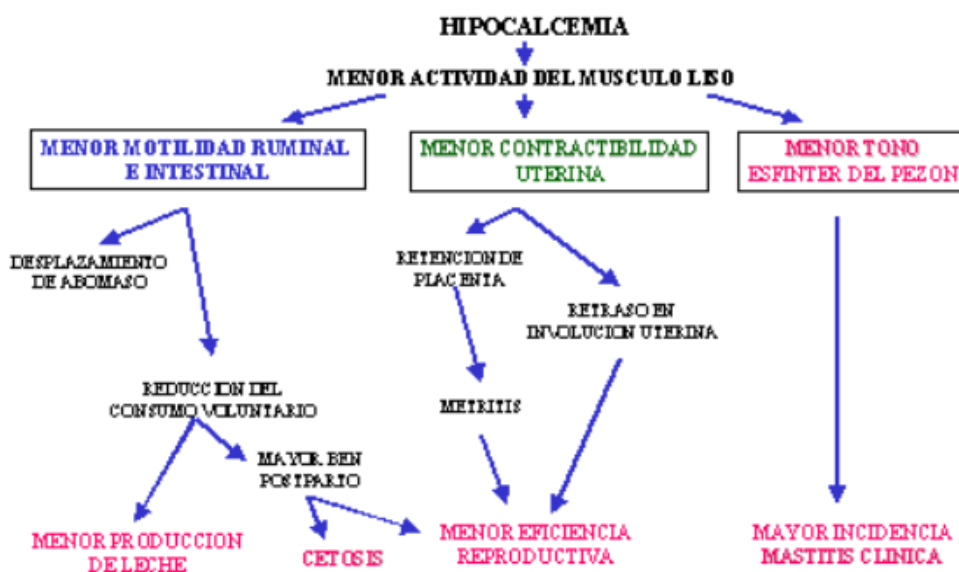


Figura 2.- Eventos asociados con la hipocalcemia en vacas lecheras. (Cesar, 2020).

2.8.- La alcalosis metabólica

Predispone a la hipocalcemia por que altera la conformación del receptor de la PTH., haciendo que los tejidos sean menos sensibles a la hormona. La falta de respuesta de la PTH, por parte del tejido óseo evita la utilización eficaz de Ca del líquido canalicular del hueso y evita la activación de la resorción ósea la falla de los riñones para responder a la PTH también reduce la reabsorción renal de Ca y los riñones no pueden convertir la 25-hidroxivitamina D en 1,25(OH)2D3.por lo tanto no se produce la absorción intestinal de Ca dietético que normalmente ayuda a restaurar el Ca sanguíneo a la normalidad (Goff, 2008).

La alcalosis metabólica es en gran parte el resultado de una dieta que suministra más cationes Sodio (Na) y Potasio (K) que aniones Cloro (Cl) y Azufre (S) a la sangre (Goff, 2008). La reducción del número de cationes dietéticos absorbibles y/o el aumento del número de aniones dietéticos absorbibles disminuye en gran medida la incidencia de hipocalcemia (Ender y col. 1971). En teoría todos los cationes y aniones en una dieta son capaces de influir en la carga eléctrica y por lo tanto en el pH de la sangre y orina.

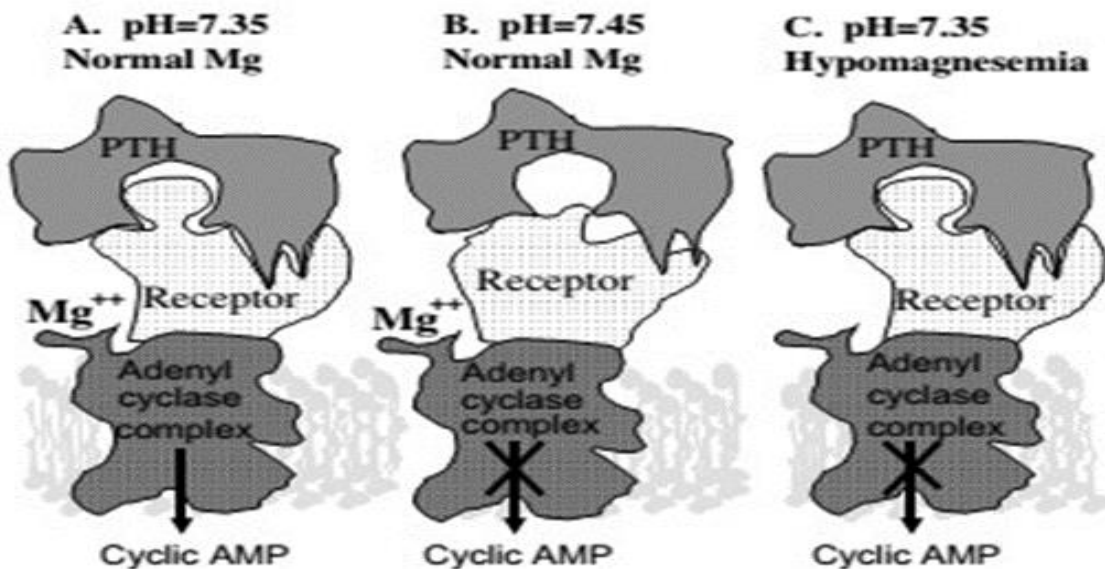


Figura 3.- Receptor de la paratohormona (PTH) en la superficie del hueso y las células renales en diversas circunstancias. A: en condiciones normales. B: en condiciones de alcalosis metabólica. C: en condiciones de hipomagnesemia. (Goff, 2008).

2.9.- ¿Qué es el pH de la orina?

En primer lugar, Sorensen, en 1909, expuso la concentración de iones H_3O^+ en función de las potencias de 10 con exponente negativo y con el fin de reducir la escala su variación, definió el $pH = \log(H_3O^+)$ ($Poh = \log(OH^-)$). El pH es, por lo tanto, una magnitud cuantitativa, un valor numérico; es decir, las disoluciones no tienen un pH ácido, básicos o neutros, sino que las disoluciones con valores de $pH > 7$ son básicas, las que tienen valores de $pH < 7$ son ácidas (Jiménez *et al.*, 2000). En condiciones normales y sin alteraciones metabólicas la orina de las vacas es alcalina, Normalmente esta en pH de 8 (Dávalos., 2014). Dicho pH puede reducirse añadiendo aniones a la dieta o reduciendo la presencia de cationes. Para aumentar la concentración de iones, con carga negativa en la ración, se utilizan las sales aniónicas que aportan fundamentalmente una cantidad extra de cloro y azufre al

alimento (Herbón, 2013). Y que con la acción de sales aniónicas debe disminuir a valores dentro de un rango de 5.5 a 6.0 para todas las razas (Reinhardt, *et al.*, 2011).

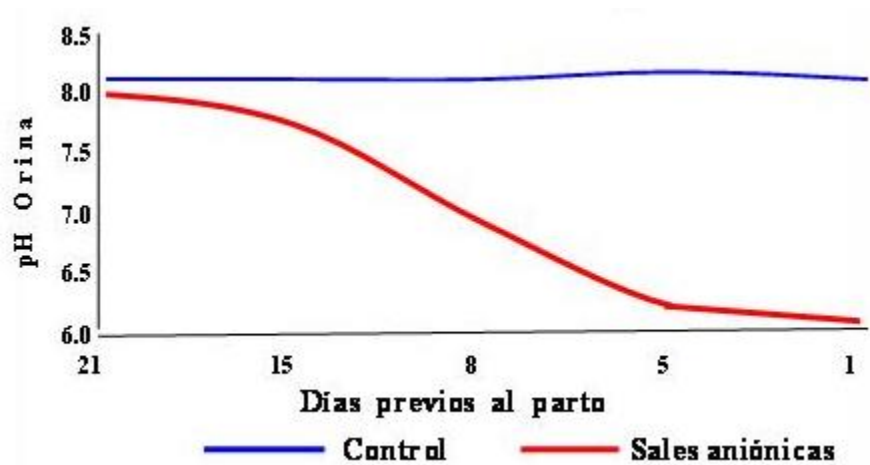


Figura 4.- Efecto de las sales aniónicas sobre el pH de la orina. (Andersen, H. 2012).

2.9.1.- Como podemos manipular el pH en el periodo de transición

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 gracias a que su composición tiene gran cantidad de aniones fijos que no pueden cambiar su estructura, los cuales son cloro y azufre (Dávalos, 2014). 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 lactancia del animal (Lanuza, 2009). Y Para reducir el impacto del balance energético negativo en la vaca y prevenir la hipocalcemia es necesario un buen manejo en el peri-parto. Esto comienza con la administración de dietas aniónicas preparto para prevenir la hipocalcemia y a su vez lograr la adaptación del rumen a una dieta rica en concentrados como van a tener en la lactancia, previniendo con esto la acidosis ruminal, las dietas aniónicas se administran entre

dos a tres semanas antes del parto, utilizando sales aniónicas basada en la diferencia que existe entre los cationes (sodio y potasio) y los aniones (cloro y azufre) de la dieta, lo que se conoce como diferencia catión-anión dietario. Lo más recomendado es una diferencia catión-anión negativa de 50 a 100mEq /kg de materia seca y se espera que estas provoquen una leve acidosis metabólica lo que incrementa la respuesta de los tejidos la paratohormona, mejora la absorción intestinal de calcio y aumenta la reabsorción ósea del calcio (Espino y col., 20004) la principal característica por las que se usa estas sales como prevención de la enfermedad es que generan un medio ácido (Dávalos., 2014)

El fracaso en este proceso de adaptación genera alteraciones productivas y patológicas que se conocen como enfermedades de vaca en transición entre las que se incluyen cetosis, complejo de retención de membranas fetales, metritis/endometritis, hipocalcemia, patologías pódales y desviación de abomaso entre otras (Frías, *et al.*, 2011).

2.9.2.- Fisiología del cambio de pH en orina con sales aniónicas

Las dietas aniónicas están basadas en la diferencia que existe entre los cationes y los aniones de la dieta, lo que se conoce como Diferencia Cation, Anión Dietario (DCAD) y se calcula con la formula $DCAD (meq/kg) = meq/kg (Na + K) - meq/kg (Cl + S - 2)$. Lo más recomendado es un DCAD negativo de -50 a -100 meq/kg de materia seca (Horst y col., 1997). Se espera que estas provoquen una leve acidosis metabólica lo que incrementa la respuesta de los tejidos a la PTH, mejora la absorción intestinal de calcio y aumenta la reabsorción ósea del mismo (Espino y col., 2004).

El pH del organismo bajo condiciones normales, se mantiene entre 7.35 y 7.40. Cuando se suministra una dieta DCAD negativo a vacas secas al final de la gestación, se produce un ingreso excesivo de aniones en el organismo del animal. Para neutralizar los aniones, como respuesta fisiológica a mantener un balance neutro, se liberan 2 hidrogeniones provocando una bajada del pH, una leve acidificación de la orina y una mayor excreción de Ca, reduciéndose los niveles de este en la sangre y provocando que el organismo active sus mecanismos homeostáticos de extracción de Ca mucho antes del momento del parto (Blas y col., 1998).

Los diferentes trabajos consultados reportan que las variaciones en los parámetros ácido base urinaria, muestran la respuesta renal típica a un estado de acidosis metabólica, en esta situación, se incrementa la reabsorción tubular de bicarbonato, aumenta la producción y excreción de amonio, y por lo tanto es mayor excreción neta de ácido en la orina. En diversos experimentos con una DCAD negativa se describió una disminución de los niveles de bicarbonato en orina, aumentando la excreción de amonio y acidez titulable. (Herbon, 2013).

Por lo cual el control del suministro de dietas aniónicas se realiza midiendo el pH urinario, el cual se debe encontrar entre 6.2 y 6.8 para que sean efectivas y no deben bajar de 5.5 ya que pueden aparecer signos clínicos de acidosis metabólica (Horst y col., 1997). El pH urinario podría ser una herramienta útil, práctica y fácil de utilizar a nivel de granja para valorar el grado de acidosis metabólica inducida por la DCAD negativa. Actualmente se utiliza el pH urinario durante el periodo de parto (48 horas antes de la fecha de parto) como una herramienta predictiva para identificar los animales con riesgo en desarrollar una hipocalcemia clínica durante

el posparto encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,001$) entre el pH urinario de las vacas tumbadas por hipocalcemia de las vacas no tumbadas. Así, sugieren que las vacas con un pH superior a 8.25 tienen más probabilidades de desarrollar una hipocalcemia clínica (Herbón, 2013).

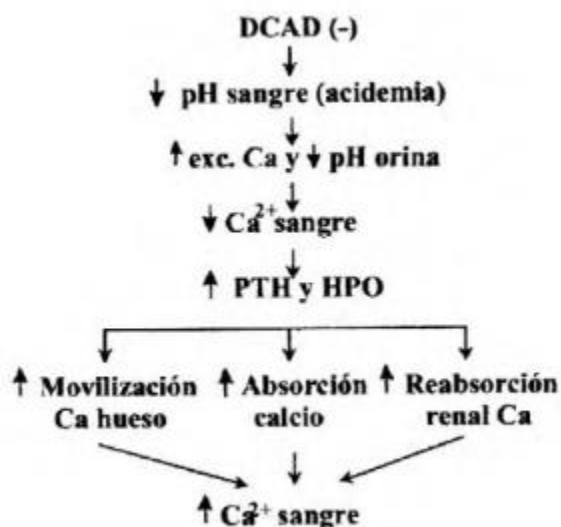


Figura 5.- Efecto de la DCAD sobre la concentración de Ca^{2+} en sangre. (Blas, et al., 1998).

2.9.3.- Vacas que presentan mayor problema en la transición

La hipocalcemia clínica afecta aproximadamente al 5% de las vacas lecheras cada año y la hipocalcemia subclínica puede afectar a la mitad de las vacas multíparas (González *et al.*, 2018). aumentando este porcentaje en vacas adultas con un 18% de probabilidades (Dávalos., 2014). Y a que 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. 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 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 beneficiará a la cría para tener un óptimo desarrollo y crecimiento (Dávalos, 2014).

2.9.4.- Signos de hipocalcemia

El signo predominante de la hipocalcemia es una parálisis de tipo flácida, debido a que el Ca interviene en la contracción de las fibras musculares y en la transmisión de los impulsos nerviosos (Goff, 2008). Otros signos también incluyen inapetencia, dificultad para defecar y orinar, adopción de cubito lateral, estado comatoso y muerte (Horst y col., 1997).

Movimientos atípicos al caminar, convulsiones, tetania, (Sánchez, *et al.*, 2014).

2.9.5.- Diagnostico

Por lo general el diagnostico veterinario se basa en la manifestación clínica de una determinada afección. Para tener un mayor éxito y un costo del tratamiento menor es necesario detectar estas afecciones durante su etapa subclínica o mejor aún, prevenir su ocurrencia (García, D., Hippen, R. 2009)

El diagnostico de HC está basado en la aparición de los signos clínicos en vacas recién paridas, comúnmente se asume que las vacas lecheras experimentan HSC

cuando el Ca total en el suero es de $<2,0$ mMol/L e HC cuando los niveles séricos de Ca son $<1,5$ mMol/L. normalmente el punto más bajo de calcemia se produce entre las 12 y 24 horas después del parto (Goff, 2008).

2.9.6.- Signos clínicos observados en el peri-parto

- Distocias
- Parálisis por compresión nerviosa
- Retención de placenta
- Metritis
- Edema

2.9.7.- Afecciones metabólicas y sus complicaciones

- Hipocalcemia
- Hígado graso/cetosis
- Acidosis
- Desplazamiento de abomaso
- Laminitis

2.9.8.- Tratamiento

El tratamiento de la HC debe realizarse lo antes posible, especialmente si hay decúbito. La presión ejercida por el peso de la vaca en decúbito causa isquemia de los músculos y nervios y es seguida por la necrosis de estos tejidos que resulta en el síndrome de la vaca caída. La forma más rápida de restablecer la concentración normal de Ca en plasma es administrar una inyección IV de sales de Ca (Borogluconato de Ca) (Goff, 2008).

En general, las preparaciones comerciales para uso IV suministran de 8.5-11.5 g Ca cada 500ml. También pueden contener fuentes de Mg, P y glucosa. La dosis más efectiva de Ca IV es de aproximadamente 2 g de Ca cada 100kg de peso corporal. Se debe administrar lentamente ya que, si se administra demasiado rápido, se produce una arritmia cardiaca que puede llevar a la muerte. Los tratamientos con Ca IV elevan la calcemia por encima de lo normal durante aproximadamente 4 horas (Goff, 2008).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo fue realizado en diferentes establos de la comarca lagunera, la cual está localizada en el sector norte-centro de México, (26° 23'N, 104' O, altitud 1140msnm), temperatura ambiente de 41°C en mayo-junio y bajas de 3°C en diciembre-enero, en el suroeste de Coahuila y el noreste de Durango.

Este trabajo fue realizado en el periodo comprendido de febrero-mayo del año 2020.

3.1.- Materiales

- Potenciómetro
- Guantes de látex
- Soluciones buffer, una acida con un pH de 4 y otra neutro con un pH de 7.
- Vaso para recolección de muestra de orina.

3.2.- Métodos

Para realizar el muestreo de PH previamente se tiene que calibrar el potenciómetro con dos soluciones buffer, esto se realiza para calibrar el sensor que da lectura al pH, primero se calibra con la solución acida con un pH de 4, se calibra y se tira la muestra para poner la solución alcalina que tiene un PH de 7 se calibra y está listo para la lectura de pH en orina con un rango exacto de 4 a 7 en pH (Figura7).

Realizada una vez la calibración del potenciómetro se lleva a cabo la obtención de muestras, las cuales se obtienen mediante estimulación directa con masajes manuales en la zona perianal , durante al menos 15 segundos luego de esto la vaca comienza a orinar se toma la muestra en un vaso tratando de tomar la orina lo

mayormente limpia esto dejando escapar los primeros chorros y tomando la muestra de la micción final, se coloca en el sensor del potenciómetro para la lectura inmediata de la misma tomando el número de arete, la condición corporal y el resultado de la medición para realizar un reporte y entregarlo al establo para el conocimiento de la respuesta que tienen los animales.

En la orina se determina el pH con un potenciómetro digital, (Figura6).



Figura 6.- Potenciómetro digital.



Figura 7.- Soluciones buffer, se utiliza una con solución ácida con pH de 4 y otra neutra con pH de 7.

3.3.- Recolección de muestra de orina

Las recolecciones de las muestras de orina se realizaban al administrar la dieta (almuerzo), entre las 7:00am y 8:00am, realizando una ligera fricción y con un determinado tiempo de 35seg en la zona peri-anal del bovino.



Figura 8.- Recolección de orina mediante estímulos manuales sobre la zona peri-anal.

3.4.- Procedimiento

Se utilizaron 490 vacas multíparas y de primer parto raza Holstein en periodo de transición (tres semanas antes del parto y tres semanas después del parto), obteniendo las fechas de parto de la computadora de datos de cada establo.

Basados en la fecha probable al parto, se realizaron bloques de animales que entraron en periodo de transición tres semanas previas al parto agregando sales aniónicas desde el primer día al alimento diseñado para dicho periodo, las cuales todas tuvieron el mismo manejo y la misma alimentación con una cantidad de 600gr de sales aniónicas por animal.

3.5.- Tratamiento

El total de las vacas usadas en el experimento fueron suplementadas en la dieta con 600gr de (Animate®) vía oral, se administró una dosis diaria desde el primer día que fueron transferidas a los corrales de transición.

3.6.- Alimentación preparto

Durante el preparto, se suministró ración totalmente mezclada (TMR). y agua *ad libitum*. La ración fue formulada por nutriólogos de cada establo variando en la cantidad de algunos alimentos. Posteriormente se analizó la mezcla en el laboratorio.

Para prevenir afecciones nutricionales en peri-parto, García, A., y Hippen (2009.), se ofrezcan dietas que tienen como fundamento principal 3 puntos:

- Preparar el rumen para la dieta postparto.
- Mantenimiento de la calcemia.
- Fortalecer el sistema inmunitario.

También deben evitarse forrajes provenientes de campos con alta fertilización, particularmente aquellos ricos en potasio con una concentración alta de este mineral en el suelo y por consiguiente en las plantas resulta en la concentración altas de potasio en la dieta lo cual está asociado con disminución en el metabolismo del calcio y fiebre de la leche.

3.7.- Manejo de animales

Todas las vacas ingresaron a los corrales de transición entre los días 21-23 respecto a la fecha probable al parto, desde que ingresan el primer día por la mañana las vacas comienzan a consumir 600gr de sales aniónicas por día.

Al tercer día de ingresada la vaca se registró condición corporal, condición de edema, además la toma de muestra de orina mediante masaje perianal. Se dejan pasar tres días para que la vaca se adapte a la nueva dieta y así asimile las sales aniónicas.

Pasada una semana se vuelve a repetir el mismo procedimiento, extrayendo muestras de orina.

Se realizó vigilancia de partos diariamente para evaluar los signos prodrómicos del parto. Se registran fechas y horarios de pariciones, tipo de parto (eutócico o distócico) si tienen algún tipo de anomalía en membranas fetales y si muestran signos de hipocalcemia clínica.

Registrando posibles datos de casos de hipocalcemia clínica, retención de placenta, metritis y mastitis clínica en los primeros 15 días posparto.

3.8.- Determinaciones de hipocalcemia

Se considera una vaca con hipocalcemia si se encuentra en decúbito permanente hasta 72 horas después del parto, aquellas que presentaban una condición corporal anoréxica, síntomas nerviosos, temblores y una buena respuesta a la administración de calcio intravenoso.

3.9.- Análisis estadístico

Las variables que se observan repetidas en el lapso del experimento como (pH) fueron analizadas en Excel, el modelo estadístico incluyó como efectos fijos, tratamiento, observaciones, pH y presencia de enfermedades relacionadas al metabolismo del calcio.

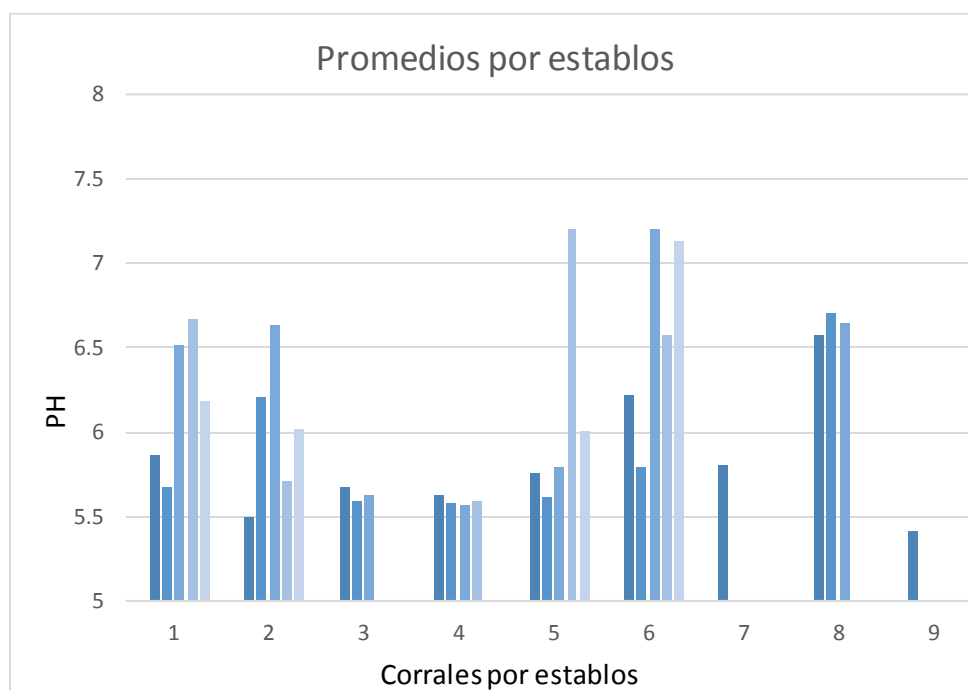
IV. RESULTADOS

Cuadro 1.- Promedio individual de pH de los corrales de establos evaluados.

ESTABLOS	FECHA	CORRAL 1	x de pH	CORRAL 2	x de pH	CORRAL 3	x de pH	CORRAL 4	x de pH	CORRAL 5	x de pH
		n		n		n		n		n	
VILLA VERDE	06-feb-20	21	5.87	26	5.67	21	6.51	20	6.67		
SOLIMA	06-feb-20	10	5.5	10	6.21	10	6.63	14	5.71		
SAN VICENTE	26-feb-20	18	5.67	20	5.59						
SAN GABRIEL	07-feb-20	31	5.63	27	5.58	21	5.57				
PALMAS	27-feb-20	16	5.76	20	5.62	15	5.79	11	7.2	18	6.01
FENIX	24-feb-20	18	6.22	15	5.79	11	7.2	19	6.58	18	7.13
TREBOL	27-feb-20	21	5.8								
SELLA	17-feb-20	20	6.58	21	6.7						
CAMPIEZO	13-mar-20	18	5.41								
TOTAL			5.82666		6.7		6.186667		6.89		6.57

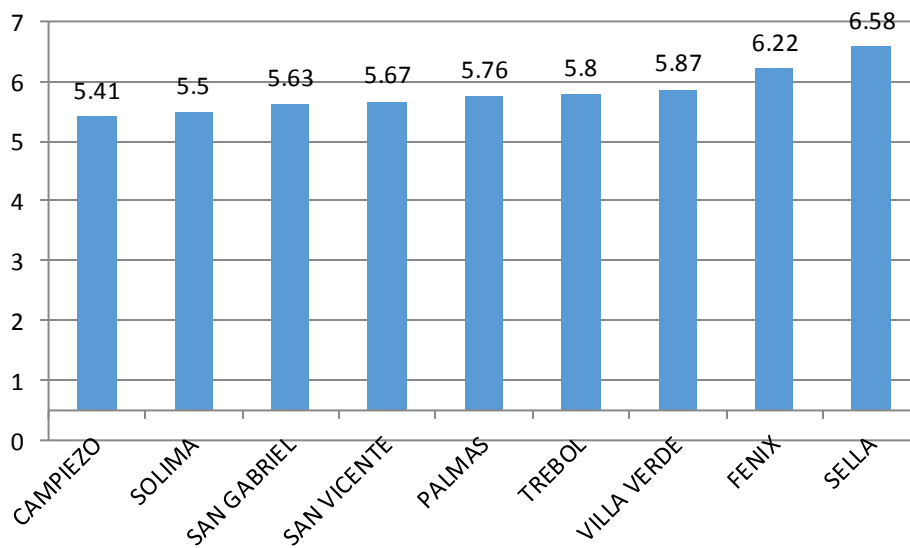
Las vacas estuvieron un promedio de 21 días en el área de transición reto, las 490 vacas están divididas en 9 establos de la comarca lagunera de las cuales cada establo y sus resultados fueron promediados obteniendo un promedio general de 5.82 de pH.

Cuadro 2.- Distribución de los corrales por establo y su promedio de pH de acuerdo a su corral.



Cuadro 3.- Presentación numérica y grafica de las medias de cada establo

CAMPIEZO	5.41
SOLIMA	5.5
SAN GABRIEL	5.63
SAN VICENTE	5.67
PALMAS	5.76
TREBOL	5.8
VILLA VERDE	5.87
FENIX	6.22
SELLA	6.58



Cuadro 4.- Comparación de medias de pH usando el método tukey

Campiezo	5.41	A
Solima	5.5	AB
San Gabriel	5.63	B
San Vicente	5.67	B
Palmas	5.76	BC
Trébol	5.8	C
Villa Verde	5.87	CD
Fénix	6.22	D
Sella	6.58	D

V.- DISCUSIÓN

Aun cuando la media General de pH fue de 5.82, se encontraron valores muy inferiores y superiores en los distintos establos muestreados pero la tendencia fue que la adición de las sales aniónicas contribuyo metabólicamente a mejorar el pH del organismo y se reflejó en la poca presentación de problemas metabólicos en las vacas.

VI.- CONCLUSIÓN

Con este estudio se pretendió afirmar que las sales aniónicas producen un incremento en la movilización de calcio en el organismo, y esto se verá reflejado en una mayor excreción urinaria de este mineral, por lo cual se acidificará el pH urinario en vacas en etapa de transición y con ello acidificar el metabolismo y obtener una movilización de calcio de las reservas en hueso y una mayor reabsorción en intestino, logrando así reducir la incidencia de hipocalcemia subclínica y clínica así como otras patologías relacionadas al parto en un porcentaje mayor al 50%, como desplazamiento de abomaso, cetosis, retención placentaria, metritis, endometritis, problemas pódales. Manteniendo un consumo de alimento estable y con ello un aumento en la producción láctea hasta del 6.8 %, y también tomando en cuenta la economía ya que tratar algunas enfermedades antes mencionadas es muy costoso para el productor.

VII.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albornoz, L. 2006. Hipocalcemia puerperal: variaciones de minerales en el parto y evaluación de tratamientos. Tesis de Maestría en Salud Animal, Facultad de Veterinaria, UDELAR. 85.

Albornoz, L., Albornoz, J., Morales, M., Fidalgo, L. 2016. Hipocalcemia Puerperal Bovina. Revisión. Veterinaria. 52:28-38.

Alonso, A., González, M., 1997. Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. Med. Vet. 14: 610-614.

Andresen, H. (2012). Perulactea. Peru: Handrensen. Perulactea. Com/2008/08/05/capitulo-4-la-vaca-en-transicion/.

Blas, C; Resch, C; Amor, J; García, P. (1998) Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas. Curso de especialización FEDNA, 14°. Madrid, España, p. 32-40.

Cesar, D. (2020). Hipocalcemia puerperal. Figura1,2. Recuperada de http://planagroecuario.org.uy/publicaciones/revistas/R96/R96_32htm.

Corbellini, C. (2000). Influencia de la Nutrición en las enfermedades de la producción de las vacas lecheras en transición. Congreso Mundial de Buiatría, 21°. Punta del Este, Uruguay, p. 689.

Corbellini, C. 1998. Influencia de los micronutrientes en la fertilidad en bovinos lecheros. I y II. Vitaminas, Rev. Med. Vet., Argentina, 79(2): 154.

- Dávalos, F. 2014. Utilización de sales aniónicas en dietas de vacas secas en dos haciendas lecheras en la parroquia guarea, Cantón Quito, provincia de pichincha. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia. Ecuador. 1: 1;63.
- De Blas, C., Resch, C., Amor., García, P. 1998. Utilización de sales aniónicas en dietas para vacas secas. Recuperado el 22 de febrero de 2020 de <http://fundacion fedna.org/sites/default/files/98CAPII.pdf>.
- Drackley, JK. 1999. Biology of Dairy Cows During the Transition Period: ¿the Final Frontier? *Journal of Dairy Science*; 82:2259-2273.
- Duffield, TF; Leslie, KE; Sandals, D; Lissemore, K; McBride, BW; Lumsden, JH; Dick, P; Bagg, R. (1999) Effect of a Menensin-Controlled Release Capsule on Cow Health and Reproductive Performance. *Journal of Dairy Science*; 82:2377-2384.
- Ender, F., Dishington, WI., Helgebostad, A. 1971. Calcium Balance Studies in Dairy Cows under Experimental Induction and Prevention of Hypocalcaemic Paresis Puerperalis. The solution of the aetiology and the prevention of milk fever by dietary means. *Zeitschrift fur Tierphysiologie, Tierernahrung und Futtermittelkunde*; 28:233-256.
- Espino, L., Suarez, ML., Santamarina, G., Goicoa, A.; Fidalgo, L. 2004. Utilización de sales aniónicas en la prevención de parecía puerperal hipocalcemia. *Archivos de medicina veterinaria*. 37:7-13.

- Esposito, G., Irons, G., Webb, E., Chapwanya, A. 2014. Interactions between negative energy balance, metabolic diseases, uterine, health and immune response in transition dairy cows. *Animal Reproduction Science*. 144: 60-70.
- Frías M. y col. 2011. Análisis comparativo de la salud y costo en el periodo vaca parida en rodeos lecheros. *InVet*. 13(2); 17-23.
- Galvao, KN; Greco, LF; Vilela, JM; Sá Filho, MF; Santos, JE. (2009) Effect of intrauterine infusion of ceftiofur on uterine health and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*; 92:1535-1542.
- García, D., Hippen, R. 2009. Alimentación Preventiva de la Vaca Lechera en Transición. *Dairy Science*. 1-4.
- Goff, J. 2008. The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J*. 176: 50-57.
- González, D. J. 2018. "Monitoreo del parto y estudio del defecto de la suplementación oral de calcio sobre las enfermedades del parto en vacas lecheras". Universidad de la República. Uruguay. (1):1-63.
- Grummer, R., Mashek, DG., Hayirli, A. (2004) Dry matter intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*; 20:447-470.
- Herbón, M. D. 2013. Efecto de la administración de sales aniónicas en la dieta del bovino lechero como prevención de la paresia puerperal. Facultad de Veterinaria de Lugo. 1-254.

- Horst, R., Goff, J., Reinhardt, T. 1990. Advancing age results in reduction of intestinal and bone 1,25 dihydroxyvitamin D receptor. *Endocrinol.* 126: 1053-1057.
- Horst, R., Goff, J., Reinhardt, T. 2003. Role of Vitamin D in Calcium Homeostasis and Its Use in Prevention of Bovine Periparturient Paresis. *Acta. Vet. Scand.* 97: 35-50.
- Horst, R., Goff, J., Reinhardt, T. 1997. Strategies for preventing milk fever in dirty cattle. *Journal of Dairy Science*; 86:883-891.
- Ingvartsen, K., Dewhurst, R., Friggens, N. 2003. On the relationship between lactational performance and health: ¿is it yield or metabolic imbalance that cause production diseases in dairy cattle? A position paper. *Livestock Production Science*; 83:277-308.
- Jiménez, M. R, y col. 2000. la utilización del concepto pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: Aplicaciones en el aula. *Enseñanzas de las ciencias.* 18(3): 451-461.
- Kehrli, M., Ridpath, J., Neill, J. 2009. Immune Suppression in Cattle: Contributors and Consequences. *NMC Annual Meeting Proceedings.* 103- 112.
- Kimura, K., Goff, J., Kehrli, M., Reinhardt, T. 2002. Decreased Neutrophil Function as a cause of Retained Placenta in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*; 85: 544-550.

- Lanuza, F. 2009. Requerimientos de Nutrientes Según Estado Fisiológico en Bovinos de Leche. Remahue, Chile: Instituto de investigaciones agropecuarias.
- LeBlanc, S.J. (2008) Postpartum uterine disease and dairy herd reproductive performance: A review. *The Veterinary Journal*; 176:102-114.
- NAHMS (2002). National Animal Health Monitoring Service. Part1: Reference of dairy health and management in the United States. Disponible en: https://www.aphis.usda.gov/animal_health/nahms/dairy/downloads/dairy02/Dairy02_dr_Part1.pdf.
- Paape, M., Mehrzad, J., Zhao, X., Detilleux, J., Burvenich, C. 2002. Defense of the Bovine Mammary Gland by Polymorphonuclear Neutrophil Leukocytes. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*; 7:109- 121.
- Pérez, H., 2009. Fisiología animal II. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Reinhardt, Ta., Lippolis, J., McCluskey, B., Goff, J., Horst RL. 2011. Prevalence of subclinical Hypocalcemia in dairy herds. *The Veterinary Journal*; 188:122-124.
- Roche, J., Friggens, N., Kay, J., Fisher, M., Stafford, K., Berry, D. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Dairy Sci.* 92(57) 5769-5801.

SADER, SIAP, Boletín de la Leche Octubre-Diciembre 2018. Consultado en: <http://infosiap.siap.gob.mx/opt/boletlech/Boletín%20de%20Leche%20octubr ediciembre%202018.pdf>, consultado marzo 2020.

Sánchez, J., Saborío, M. 2014. Hipocalcemia e hipomagnesemia en un hato de vacas Holstein, jersey y guersney en pastoreo. *Agronomía costarricense*. 38(2): 55;65.

Sorensen, A., Adam, P., Findlay, M., Marie, L., Thomas, M., Travers R., Vernon. 2002. Leptin secretion and hypothalamic neuropeptide and receptor gene expression in sheep. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* 282: 1227-1235.

Tatiana, Y., Ribeiro, J., Stefenson, C., Gomez, T., Juliana, D., Calderon, R., Gabriel, L., Machado, M., Manrique, M. 2012. Acidosis Ruminal en Bovinos Lecheros: implicaciones sobre la producción y la salud animal. *REDVET*.13(4):1-8.