

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**PREVALENCIA DE CETOSIS EN BOVINOS Y LOS  
COSTOS ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD EN VACAS  
LECHERAS ESPECIALIZADAS (*Bos taurus taurus*) EN EL  
PERÍODO DE AGOSTO - DICIEMBRE 2017**

**OSCAR ROLANDO MORALES PAZ**

**Médico Veterinario**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**PREVALENCIA DE CETOSIS EN BOVINOS Y LOS COSTOS  
ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD EN VACAS LECHERAS  
ESPECIALIZADAS (*Bos taurus taurus*) EN EL PERÍODO DE  
AGOSTO - DICIEMBRE 2017**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD**

**POR**

**OSCAR ROLANDO MORALES PAZ**

Al conferírsele el título profesional de

**Médico Veterinario**

En el grado de Licenciado

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2019**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
JUNTA DIRECTIVA**

DECANO:	M.A. Gustavo Enrique Taracena Gil
SECRETARIO:	Dr. Hugo René Pérez Noriega
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL IV:	Br. Yasmín Adalí Sían Gamboa
VOCAL V:	Br. Maria Fernanda Amézquita Estévez

**ASESORES**

**M.A. FERNANDO ARTURO MOLINA MOLINA**

**M.V. ALEJANDRO JOSÉ HUN MARTÍNEZ**

**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

**PREVALENCIA DE CETOSIS EN BOVINOS Y LOS COSTOS ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD EN VACAS LECHERAS ESPECIALIZADAS (*Bos taurus taurus*) EN EL PERÍODO DE AGOSTO - DICIEMBRE 2017**

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título de:

**MÉDICO VETERINARIO**

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- A DIOS** Por la vida que me ha puesto por delante y permitirme llegar a este punto.
- A MI MADRE:** Silvia Paz, por ser la mamá que todos quisieran, por enseñarme que cada esfuerzo nunca iba a ser en vano incluso cuando todo apuntaba lo contrario.
- A MI PADRE:** Oscar Morales, por incentivar me siempre y guiarme en cada una de las dudas existenciales que podía tener respecto de la carrera, y por motivarme para ser un buen profesional.
- A MI HERMANA:** Diana Morales, por ser esa guía que siempre estaba presente incluso cuando las diferencias nos ponían en lados contrarios, siempre me enseñaste tanto para ser un buen profesional.
- A MAX:** Por ser el mejor amigo que pude llegar a conocer por permitirme ver cada atardecer a tu lado, y por dejarme ser tu veterinario.
- A MIS ABUELAS:** Angelica Morales, Magaly Porras, por siempre estar pendiente de cada una de las acciones que tomo en la vida y por motivarme siempre.
- A MIS TIAS:** Lorena, Beatriz, Janet; por preocuparse siempre por mi bienestar y salud.
- A MI TIO:** Luis por apoyarme desde pequeño.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A:** La Tricentennial Universidad de San Carlos De Guatemala y a la Facultad De Medicina Veterinaria Y Zootecnia.

**A MIS ASESORES:** M.A. Fernando Molina, MV. Alejandro Hun, M.Sc Fredy González, por brindarme todo su apoyo, tiempo y conocimientos para forjar este trabajo.

**A:** M.V. José Luis Monterroso, por enseñarme de un primer trabajo en una clínica veterinaria, y por todos los conocimientos que me transfirió.

**A MIS AMIGOS:** Guillermo, Bevorly, Carlos, Alice, Joana, Raúl, Renee y Magaly por compartir tantas experiencias juntos.

**A:** Ing. Juan Manuel Marroquín, por permitirme realizar este estudio en sus instalaciones y el apoyo brindado en este tiempo.

**A:** Todos los pacientes que tuve el privilegio de atender, todos aquellos que me han demostrado como ser un mejor profesional.

# ÍNDICE

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1 General .....	2
2.2 Específicos.....	2
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
3.1 Consideraciones de la enfermedad .....	3
3.2 El balance energético negativo (BEN) .....	3
3.3 Hígado Graso.....	4
3.4 Balance energético negativo a nivel hormonal.....	5
3.5 Tipos de presentación de cetosis.....	8
3.5.1 Cetosis espontánea o primaria: .....	8
3.5.2 Cetosis tipo I:.....	8
3.5.3 Cetosis tipo II:.....	9
3.5.4 Cetosis secundaria: .....	9
3.5.5 Cetosis alimentaria: .....	9
3.6 Formas de cetosis:.....	10
3.6.1 Cetosis inaparente o subclínica:.....	10
3.6.2 Cetosis clínica .....	10
3.7 Producción de leche y el sistema Inmune.....	11
3.8 Medición de cetosis.....	12
3.9 Consecuencias de la cetosis:.....	13
3.10 El propilenglicol (PG) como fuente de insulina.....	13

<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
4.1 Materiales .....	15
4.1.1 Recursos humanos.....	15
4.1.2 Recursos de oficina .....	15
4.1.3 Centros de referencia .....	15
4.2 Metodología .....	15
4.2.1 Diseño del estudio .....	15
4.2.2 Área de estudio:.....	15
4.2.3 Cálculo de muestra.....	16
4.2.4 Metodología .....	16
4.2.5 Variables a analizar .....	17
4.2.6 Cuadro 1: definición de variables.....	18
4.2.7 Análisis estadístico: .....	20
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	21
5.1 Resultados.....	21
5.2 Discusión .....	22
<b>VI. CONCLUSIONES</b> .....	28
<b>VII. RECOMENDACIONES</b> .....	29
<b>VIII. RESUMEN</b> .....	30
<b>SUMMARY</b> .....	31
<b>IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	32
<b>XI ANEXOS</b> .....	35

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1:</b> Definición de variables.....	18
<b>Cuadro 2:</b> Prueba de Chi cuadrado con tabulación cruzada y residuos estandarizados .....	36
<b>Cuadro 3:</b> Valores de número de lactancia, días en leche del muestreo (DIM MX), valores de BHBA, y enfermedad presente.....	37
<b>Cuadro 4:</b> Datos reproductivos, condición corporal, tiempos de retiro en base a tratamientos, costo por tratamiento, litros de leche producidos en promedio por vaca y lo perdido por retiros en leche.....	41

## I. INTRODUCCIÓN

Una enfermedad metabólica es un desbalance producido por una mala relación entre los aportes nutricionales y los requerimientos del animal en períodos que es necesario mantener un buen equilibrio de estos componentes, normalmente ocurren en el período puerperal. La cetosis es una enfermedad metabólica que se produce principalmente en momentos en que las reservas energéticas corporales se agotan, se trata de una enfermedad que se presenta como consecuencia de un desequilibrio entre el aporte y el gasto de energía. Al modificarse el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal se da un detrimento anabólico, se disminuyen las capacidades glucogénicas y gluconeogénicas del ganado, y se desencadena el cuadro metabólico (Joaquin & Cebrian, 2002).

A este cuadro metabólico se asocian enfermedades, como lo son la mastitis y problemas uterinos, estos últimos por una mala involución uterina que normalmente generan endometritis o piómetra en la vaca. Una mala involución uterina es causa de prolongación de los días abiertos, lo cual representa un desequilibrio en el ciclo productivo/reproductivo del animal.

En el caso de la medición de cetosis subclínica a tiempo ayuda a evitar que un animal entre en un tratamiento más riguroso, ya que, si se compensa la falta de reservas energéticas, se estaría impidiendo que la vaca tenga bajas reservas de glucosa (Meléndez, 2017). Una vaca que presenta mastitis sale de producción en promedio 8 días, este tiempo representa una pérdida en rendimiento de leche de aproximadamente 160 litros, estos basados en el promedio de leche que produce una vaca Jersey de 20 litros. Otro valor real que se debe tomar en cuenta es el costo del tratamiento, al asociar a una vaca a un padecimiento se debe tomar en cuenta también que habrá menor producción de leche, puede perderse la producción de un día, que se transforma en dinero al multiplicar los litros no producidos por el precio de venta.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 General

- Evaluar la aplicación del análisis económico y su importancia para el manejo puerperal de la vaca lechera especializada.

### 2.2 Específicos

- Determinar el nivel de prevalencia global de cetosis en una lechería especializada.
- Determinar la presencia de cetosis clínica y subclínica en una lechería especializada.
- Determinar la relación beneficio costo en período puerperal entre vacas sin cetosis, cetosis subclínica y cetosis clínica.
- Evaluar si existe asociación entre cetosis y problemas subsecuentes a la misma.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Consideraciones de la enfermedad**

La cetosis es una enfermedad metabólica que puede afectar a vacas en la lactación temprana, ocurriendo como resultado de una pérdida en el correcto metabolismo de carbohidratos y ácidos grasos volátiles, el problema puede ser debido a un balance energético negativo creado justo después del parto por la imposibilidad de la vaca de comer suficiente, para igualar a la pérdida de energía durante la etapa de alta producción de leche. La falta de fuentes naturales de glucosa y glucógeno puede llevar ciertas veces a la vaca a movilizar sus reservas corporales tan rápido que genera gluconeogénesis hepática. Esto ocurre cuando los niveles de cuerpos cetónicos formados se elevan a un nivel más alto del que es tolerado. Altos niveles de cuerpos cetónicos en sangre son tóxicos mientras son generados en el hígado. El hígado genera lipoproteínas que mueven grasa alrededor del cuerpo, si en cierto caso estuviera superado por cetonas, las células del hígado pueden ser dañinas, o cubiertas por grasa, lo que prevendrá que las células funcionen adecuadamente (Holstein UK, s.f.). La cetosis se puede desarrollar de dietas pobres o períodos de estrés como frío, clima húmedo. Puede afectar a vacas bien alimentadas que producen grandes volúmenes de leche (Queensland Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2009).

#### **3.2 El balance energético negativo (BEN)**

El balance energético negativo en lactaciones tempranas da como resultado que todas sufran de niveles de cetosis subclínica muy seguido. Un incremento de la proteína en esta situación puede hacer que la situación empeore por la adición de energía en las reservas del metabolismo (National Bovine Data Center, 2018).

En promedio el consumo de materia seca disminuye en un 20 a 30% 1 a 2 días antes del parto, y no se recupera hasta 1 a 2 días después del parto, por

lo que no se debe suprimir el consumo de energía los días cercanos al parto. Cualquier factor que restrinja el consumo antes del parto, aumenta la acumulación de grasa en el hígado, generando un déficit de energía en la vaca e incrementando el riesgo de una cetosis e hígado graso (Goff & Kimura, 2004).

Puesto que el BEN en la lactancia temprana se hace más marcado cuando las condiciones nutricionales son deficientes, los déficits energéticos severos provocan una exagerada movilización y oxidación lipídica, denotadas en la acelerada pérdida de la condición corporal en la lactancia temprana (Castro, 2011). Como menciona Titterton (1994) al momento de perder condición corporal se afecta el desempeño reproductivo, afectando al útero. Generando problemas hepáticos que llevan a producir problemas reproductivos parcialmente.

Después del parto y durante el período de alta producción lechera y déficit energético, el útero, los ovarios y el eje hipotálamo-hipófisis deben restablecer su actividad. En este período se esperan la maduración hormonal del eje hipotálamo-hipófisis, cambios morfológicos e histológicos en el útero y el establecimiento de la nueva población folicular en el ovario que conducirá a la primera ovulación. Todo esto puede ser afectado por el BEN. Una combinación de efectos asociados con el BEN incluye cambios en la concentración de hormonas y metabolitos circulantes que pueden interactuar con los centros altos del cerebro, hipotálamo e hipófisis (Castro, 2011).

### **3.3 Hígado Graso**

Uno de las condiciones responsables de la reducción de la funcionalidad del sistema inmune del animal puede deberse al régimen alimenticio de las vacas. Hay alguna evidencia indirecta que vacas recién paridas con incorporación de grasa en hígado, tienen alta incidencia de desórdenes en el periparto

incluyendo enfermedades metabólicas, reducción de la fertilidad y enfermedades infecciosas como mastitis y endometritis (Castro, 2011). Como menciona Jiménez (2009) “entre un 5 y un 10% de vacas post parto presentan hígado graso severo que repercute en la salud del animal y su producción de leche normal, al haber una movilización grande de grasas, resulta en un aumento en los ácidos grasos no esterificados en sangre (NEFAs), normalmente estos se utilizan como fuente de energía pero al haber una excesiva saturación de las vías metabólicas se generan otras vía hepáticas” (Jiménez, 2009); como la síntesis de triglicéridos y la oxidación y formación de acetyl-CoA, esta última puede oxidarse en el Ciclo de Krebs y generar más energía o , formar cuerpos cetónicos (Joaquin & Cebrian, 2002). El riesgo de enfermedades se incrementa al mismo tiempo con la concentración de la grasa hepática. El síndrome del hígado graso ocurre particularmente en vacas de alta producción donde la oferta de alimento en el periodo seco resulta en alta acumulación de tejido graso. El hígado graso severo es comúnmente asociado a bajos conteos de leucocitos en sangre periférica, además cuerpos cetónicos en concentraciones subcetónicas o cetónicas son capaces de inhibir la actividad fagocítica de los polimorfonucleares (PMN) bovinos aislados de leche y sangre, de esta manera, la condición de engrasamiento hepático aparece asociado a la inmunosupresión (Castro, 2011).

### **3.4 Balance energético negativo a nivel hormonal**

Animales en BEN presentan bajos niveles de factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1), insulina y glucosa en sangre, comprometiendo la secreción de la hormona foliculoestimulante (FSH), hormona luteinizante (LH) y Progesterona, generando embriones pequeños, incapaces de secretar interferón y por lo tanto incapaces de evitar la luteólisis y la interrupción de la gestación (Ordóñez, 2011). Como menciona Heuwieser (2012) “El desequilibrio nutritivo durante el periodo seco y posparto temprano da lugar a una reducción de la concentración de IGF1 y una frecuencia baja de pulsos

LH, seguido de un retraso en la reanudación del ciclo ovárico. Las concentraciones de beta-hidroxibutirato (BHBA), NEFA y triacilglicerol aumentan, mientras que disminuye el IGF1” (Heuwieser, 2012). Así mismo el funcionamiento uterino a menudo se ve comprometido en el ganado por contaminación bacteriana del lumen uterino después del parto; la persistencia de bacterias patógenas causa enfermedad uterina que es una causa clave de la infertilidad. Por lo que la vaca moviliza alto número de células de la defensa inmune al lumen uterino, entre estas células se encuentran los Polimorfonucleares (PMN) (Ordóñez, 2011).

Una buena adaptación al comienzo de la lactancia y al balance energético negativo resultante puede asegurar una lactancia saludable y productiva, mientras que una mala respuesta adaptativa puede llevar a distintos problemas incluyendo enfermedad clínica y alteración de la producción de leche (Heuwieser, 2012).

La primera ovulación posparto ocurre 10 días después de un balance energético cero, por lo que a mayor BEN más se retrasa la primera ovulación por un impedimento en la liberación pulsátil de LH como lo menciona Castro (2011) y Heuwieser (2012). También se pueden ver afectados el tamaño de los folículos y la función luteal, reduciendo dicha fase del ciclo estral y la concentración de progesterona comprometiendo la manifestación del estro, la concepción y la supervivencia embrionaria (Ordóñez, 2011).

Los animales con condición corporal (CC) de 4 a 5 necesitarían perder mucho peso para generar un efecto negativo en su reproducción ya que existe una alta correlación entre el % de pérdida de peso y la CC, lo que indica que es la magnitud de la pérdida lo que afecta significativamente la reproducción. Las exigencias energéticas de la lactancia son atendidas por el alimento ingerido y por la movilización de reservas corporales, siendo ésta última

responsable por el 33% de la leche producida en el primer mes de lactancia (Ordóñez, 2011).

La reactivación del ciclo ovárico en el ganado lechero generalmente ocurre en las primeras semanas de lactación, pero, aunque son bajas las necesidades energéticas para el desarrollo folicular (3MJ de energía metabolizable al día), un impacto severo como un BEN marcado al inicio de la lactación provoca alteraciones reproductivas reduciendo la probabilidad de recuperar la actividad ovárica de forma rápida. También, la reducción en el aporte energético en el periodo de desarrollo del oocito, ocasiona fallos en la fertilidad generando oocitos de folículos pequeños (Ordóñez, 2011).

Varios estudios recientes proporcionan evidencias de efectos residuales del balance energético negativo durante el periodo de transición sobre el rendimiento reproductor posterior, es decir, trastornos uterinos y disminución de la concepción. Las concentraciones séricas elevadas de BHBA durante la primera semana tras el parto son factores que indican un mayor riesgo de metritis posterior y de una menor tasa de embarazo en la primera inseminación (Heuwieser, 2012).

La relación entre BEN y función ovárica se cree debida en parte a la secreción de Hormona Luteinizante (LH). Los centros cerebrales superiores donde se estimula la secreción de LH son sensibles a los niveles de hormonas secretadas en ovarios y también al BEN. Se ha encontrado que el balance energético positivo al día 15 postparto incrementa los niveles de LH en sangre y el desarrollo folicular (Beierbach & García, 2010).

### **3.5 Tipos de presentación de cetosis**

La cetosis se clasifica conforme su presentación en: espontánea o primaria, secundaria y alimentaria.

#### **3.5.1 Cetosis espontánea o primaria:**

Se define como un trastorno metabólico que afecta a las vacas lecheras de alta producción debido al balance energético negativo durante el final de la preñez e inicio de la lactancia. Se produce porque el incremento de la producción láctea (4<sup>a</sup>. semana de lactancia) sucede previo al máximo consumo voluntario de alimentos (6<sup>a</sup>. - 8<sup>a</sup>. semanas de lactancia). Se subdivide en dos formas: cetosis tipo I y cetosis tipo II (Noro & Striede. 2012)

#### **3.5.2 Cetosis tipo I:**

Generalmente se presenta entre la 3a. y 8a. semana posparto, cuando la producción láctea exige una gran demanda de glucosa y excede la capacidad de producción de esta, generando un balance energético negativo. Se caracteriza por la disminución de la concentración de glucógeno hepático, hipoglucemia, hipoinsulinemia, baja razón insulina/glucagón, alta actividad de la enzima carnitina palmitoiltransferasa I (CPT-I), incremento de NEFA mitocondrial con aumento de cetogénesis y altas concentraciones de cuerpos cetónicos en sangre y tejidos. El incremento de las concentraciones de los cuerpos cetónicos forma parte de una respuesta adaptativa fisiológica; sin embargo, el exceso de ellos es un indicador de cetosis, consecuencia de una mala respuesta adaptativa al balance energético negativo (Noro & Striede. 2012).

La hipercetonemia en la primera semana de lactancia es un factor de riesgo para la presentación de desplazamiento de abomaso, cetosis y metritis.

Es así que concentraciones de BHBA plasmático superiores a 1,2 mmol/L en la primera semana posparto afectan negativamente la salud y la producción de leche, por aumentar el riesgo de presentación de enfermedades metabólicas y los trastornos reproductivos (Noro & Striede. 2012).

Animales con cetosis tipo II incrementan sus concentraciones plasmáticas y mitocondriales de NEFA asociadas al estado de resistencia a insulina; debido a eso, también incrementan la esterificación hepática de NEFA a triacilgliceroles, los cuales usualmente se acumulan en el hígado generando una lipidosis hepática (Noro & Striede. 2012).

### **3.5.3 Cetosis tipo II:**

Generalmente se presenta más temprano en la lactancia, en las dos primeras semanas posparto, cuando la gluconeogénesis y cetogénesis no están totalmente estimuladas debido al excesivo aporte de energía en el parto (Noro & Striede. 2012).

### **3.5.4 Cetosis secundaria:**

Este tipo de cetosis, así como la cetosis por ayuno, es decurrente de cualquier enfermedad que produzca disminución del consumo de alimento o ayuno durante el inicio de la lactancia (Noro & Striede, 2012).

### **3.5.5 Cetosis alimentaria:**

Asociada con el consumo de ensilaje con fermentación butírica y presencia de ácido butírico preformado, que se metaboliza a BHBA en la pared ruminal ensilajes considerados cetogénicos presentan aminas biogénicas como

putrescina, triptamina, cadaverina e histamina, las cuales desencadenan cetosis (Noro & Striede. 2012).

Ensilaje conteniendo ácido butírico: Algunos hatos tienen problemas persistentes de cetosis, que son causados por alimentar con ensilajes cetogénicos. Ensilajes que son cortados muy húmedos o que son bajos en carbohidratos solubles en agua favorecen el crecimiento de *Clostridium sp.* Esta bacteria fermenta los carbohidratos en ácido butírico en vez de producir ácido láctico. Un ensilaje de maíz pocas veces permite el crecimiento clostridial, por su alto contenido de carbohidratos solubles en agua. Ensilajes como el "Ryegrass" son resistentes a la fermentación clostridial por su abundancia de carbohidratos solubles en agua. Ensilajes en donde se ha permitido la fermentación clostridial son fáciles de reconocer por el olor distintivo a ácido butírico y a la degradación de proteínas (Oetzel, 2015)

### **3.6 Formas de cetosis:**

#### **3.6.1 Cetosis inaparente o subclínica:**

La presentación de cetosis subclínica se caracteriza por el incremento de las concentraciones sanguíneas de cuerpos cetónicos, sin la presencia de signos clínicos. La cetosis subclínica causa gran impacto económico asociada con la reducción de la producción de leche y predisposición a enfermedades (Noro & Striede. 2012).

#### **3.6.2 Cetosis clínica**

Se reconocen dos formas clínicas: la digestiva y la nerviosa.

Forma digestiva: caracterizándose por un apetito selectivo con mayor avidez por voluminosos que por concentrados; posteriormente evitan el ensilaje y finalmente los forrajes, las vacas afectadas reducen su producción láctea, incrementan la pérdida de peso con la consecuente reducción de la CC (Noro & Striede. 2012).

Nerviosa: Se presenta por la oxidación de  $\beta$ hb a alcohol isopropílico en el sistema nervioso central de animales no adaptados a la metabolización del  $\beta$ hb. Se evidencian signos de inicio agudo, incluyendo salivación, masticación, andar tambaleante, incoordinación motora, ceguera, caminar en círculos, déficit propioceptivo, presión de la cabeza contra objetos, ceguera aparente, pica, salivación, hiperestesia, vocalización constante, temores moderados y tetania; algunas vacas pueden tornarse agresivas con las personas u objetos. Los episodios neurológicos duran 1 a 2 horas, con recidivas en intervalos de 8 a 10 horas. Esta forma se presenta normalmente en vacas obesas que movilizan una gran cantidad de NEFA a la circulación (Noro & Striede. 2012).

### **3.7 Producción de leche y el sistema Inmune**

La producción de leche afecta el sistema inmune, los neutrófilos y los linfocitos disminuyen su función en el período pre parto especialmente en vacas lecheras, la producción de leche genera unos cambios en el balance energético negativo, la producción de proteína, siendo el responsable de la inmunosupresión observada en el ganado post parto (Goff & Kimura, 2004).

La depresión de la inmunidad durante el periparto se debe a cambios hormonales que tienen impacto negativo sobre los procesos inmunológicos del animal, la disminución de la progesterona y el aumento de estrógenos, pero principalmente el cortisol; la liberación de ácidos grasos desde el tejido adiposo cumple un rol inmunológico y pro antiinflamatorio, debido a mediadores químicos que participan en los procesos de inflamación como las

interleuquinas, y el factor de necrosis tumoral. Los animales son más propensos a contraer metritis y mastitis por la gran liberación de ácidos grasos haciéndolos producir más cuerpos cetónicos que animales en una condición corporal moderada.

Vacas que experimentan inmunidad suprimida son más propensas a desarrollar cuadros de retención de membranas fetales y metritis. Bajos niveles de insulina hacen liberar mayores cantidades de ácidos grasos desde el tejido adiposo, atentando contra los procesos inmunitarios en el parto (Meléndez, 2016).

Hay una mínima cantidad de ácidos grasos que pueden ser utilizados como energía por el hígado. Cuando el límite es alcanzado, las grasas no son quemadas hacia energía, sino que inician a acumularse en las células del hígado como triglicéridos, algunos ácidos grasos son convertidos en cetonas (Goff & Kimura, 2004).

### **3.8 Medición de cetosis**

La prueba para cetosis en sangre es la prueba de Beta hidroxibutirato (BHBA). Este cuerpo cetónico es más estable en sangre que la acetona o el acetoacetato, el punto de corte más utilizado para cetosis es de  $\geq 14$  mg/dl ( $>1.400$   $\mu\text{mol/L}$ ) de sangre con BHBA. Lactaciones tempranas de vacas con concentraciones por arriba de estos valores generan un mayor riesgo de desplazamiento de abomaso o cetosis clínica, y vacas con valores en sangre de BHBA por encima de 19.4 mg/dl están en riesgo por reducción en la producción de leche (Oetzel, 2015).

Muestras de sangre para BHBA, no deben ser colectadas de la vena mamaria. La sangre en la misma es baja en BHB, porque la ubre tiende a extraer BHBA pero libera acetoacetato. Sangre conteniendo BHBA se origina del hígado (debido a completa oxidación de los ácidos grasos) o por la

absorción de butirato ruminal, que es fácilmente convertido en BHBA. Las concentraciones en sangre de BHBA incrementan luego de la comida, por el BHBA que proviene del rumen. Muestras a las 4 a 5 horas después del inicio de la alimentación son recomendadas para obtener el nivel máximo de concentración de BHBA (Oetzel, 2015).

### **3.9 Consecuencias de la cetosis:**

Está asociada con un alto nivel de fracaso reproductivo, metritis, desplazamiento de abomaso y mastitis, porque las vacas con valores por encima de 1,4 mmol de BHB tienen 3 a 7 veces más probabilidades de padecer un descenso en la producción, algunos estudios miden el coste de la cetosis en 78 dólares por caso, y si no se finaliza la lactación se estima en 850 dólares por vaca (Bach, 2014).

Las vacas lecheras son resistentes a la insulina durante las primeras tres semanas de lactancia, significa que, aunque se aporte directamente glucosa, no podrá entrar al hígado por lo que solo será utilizada por la glándula mamaria para la síntesis de leche (Meléndez, 2017).

La caída de la producción es de 350 a 400 kg de leche/lactancia. Las pérdidas económicas por cada caso de cetosis son de aproximadamente US\$ 325, considerando producción, días abiertos, eliminaciones y muertes (Lama, 2013)

### **3.10 El propilenglicol (PG) como fuente de insulina**

La disponibilidad de suficientes cantidades de propionato para el metabolismo de la vaca en transición a la lactancia presenta serias limitaciones, debido al reducido consumo de carbohidratos no estructurales y a la alta demanda de precursores para la síntesis de los componentes lácteos. De esta manera la cantidad de propionato disponible para disminuir la movilización y oxidación de las grasas es insuficiente. Por consiguiente, la

administración de compuestos análogos al propionato como el propilenglicol deberá tener un efecto positivo sobre la regulación del metabolismo de las grasas (Castro, 2011).

El propilenglicol es un hidrato de carbono [CH<sub>3</sub>CH (OH) CH<sub>2</sub>OH] utilizado por vía oral en vacas lecheras de alta producción como fuente rápida de glucosa y energía en casos de cetosis. Es producido comercialmente a partir del propileno y el carbonato. Como estrategia de apoyo que disminuya los efectos nocivos del balance energético negativo cabe destacar la posibilidad de utilizar aditivos que ayuden a controlar la movilización de grasa, como es el caso del propilenglicol, un precursor de la gluconeogénesis a nivel hepático, que permitiría aportar energía y reducir el balance energético negativo (Castro, 2011).

La administración de PG en dosis 200 a 688 gr/día, no tiene ningún efecto sobre el pH del rumen de vacas lecheras en producción. Debido al aumento en la proporción de propionato en el rumen, se podría esperar una disminución del pH ruminal en respuesta a la suplementación (Castro, 2011).

La administración oral de propilenglicol incrementa la insulina de 200 a 400% durante 30min indicando que el propilenglicol es absorbido rápidamente. La administración de propilenglicol también aumenta la glucosa del plasma, aunque la respuesta es limitada probablemente porque el incremento de insulina es alto. El propilenglicol disminuye la concentración de ácidos grasos no esterificados en el plasma y de B-hidroxibutirato, especialmente en la lactancia temprana de las vacas relativamente con incrementos leves de ácidos grasos no esterificados AGNES. El propilenglicol también reduce el triacilglicerol contenido en el hígado y la concentración de cuerpos cetónicos en la leche y por ende tiene propiedades anticetónicas (Castro, 2011).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1 Materiales**

#### **4.1.1 Recursos humanos**

- Personal de la finca
- Asesores de tesis
- Estudiante sustentante

#### **4.1.2 Recursos de oficina**

- Lapiceros
- Computadora
- Hojas para llevar registros

#### **4.1.3 Centros de referencia**

- Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
- Documentos obtenidos por internet
- Finca en donde se realizó el estudio, ubicada en kilómetro 83 Tecpán Guatemala.

### **4.2 Metodología**

#### **4.2.1 Diseño del estudio**

Estudio retrospectivo longitudinal

#### **4.2.2 Área de estudio:**

Finca lechera especializada del altiplano occidental, ubicada en el Km 83 de la carretera interamericana, Tecpán, Guatemala.

### **4.2.3 Cálculo de muestra**

Se utilizaron todos los registros de vacas paridas durante el período de agosto a diciembre del año 2017, donde se tomaron los datos relevantes a la salud animal, adecuados para este estudio, los cuales son los días en leche, el nivel de cuerpos cetónicos luego de muestreadas las vacas, la presencia de una enfermedad secundaria luego del parto, y condición corporal.

### **4.2.4 Metodología**

Se recopilaron los registros de vacas paridas de los meses comprendidos entre agosto y diciembre del año 2017, de estos registros se tomaron datos relevantes al estudio como los niveles de cuerpos cetónicos obtenidos post muestro y los datos de cada uno de los animales paridos comprendidos entre estos meses, los datos de los animales paridos sirvieron para interpretar la prevalencia y sacar porcentajes para el estudio. El muestreo de este estudio se ha hecho con anterioridad al mismo, pero la descripción del proceso se ve detallada en el anexo 1.1. “Proceso de recolección de muestras para evaluar cuerpos cetónicos.”

Se dividieron a las vacas del estudio en tres grupos, para evaluar los costos entre grupos. De la siguiente manera:

- Grupo 1: Vacas positivas a cetosis (subclínica de 0.8 a 1.2 mmol/ Lt, y clínica 1.2 mmol/lit en adelante) a las que se les dio tratamiento preventivo y no presentan enfermedad secundaria.
- Grupo 2: Vacas positivas a cetosis (subclínica de 0.8 a 1.2 mmol/ Lt, y clínica 1.2 mmol/lit en adelante) a las que se dio tratamiento preventivo y presentaron enfermedad secundaria.
- Grupo 3: Vacas negativas a cetosis (menor de 0.7 mmol/lit)

Se realizó un análisis comparativo entre vacas primíparas y multíparas para ver donde hay mayor presencia de la enfermedad, y posteriormente se determinó los días abiertos por cada uno de los grupos previamente formados

Por último se determinó la prevalencia de la enfermedad y se evaluó la aplicación del tratamiento determinando el costo del mismo por medio de beneficios costos, es decir, lo que gastó la empresa en restablecer el animal a su estado habitual previniendo antes de que se presente otra enfermedad, versus el beneficio que este animal da a la finca por ser productivo luego del muestreo y tratamiento posterior si lo necesita; al realizar esta evaluación se comparan los beneficios que trae un animal sin cetosis, con un animal enfermo producto de cetosis (clínica y subclínica) no tratada.

#### **4.2.5 Variables a analizar**

- Período puerperal
- Producción de leche promedio por vaca
- Cetosis: Niveles de cuerpos cetónicos en mmol/l
- Condición corporal
- Tratamientos por costos (Piómetra, metritis, mastitis)
- Número de lactancia
- Enfermedad subsecuente
- Prevalencia
- Días a la primera inseminación

#### 4.2.6 Cuadro 1: definición de variables

Nombre	Definición conceptual y operativa	Tipo de variable y escala	Unidad de medida
Cetosis	Enfermedad que se da posterior al parto, por pérdida de reservas energéticas. El dato se obtuvo a través de los registros del lugar, que correspondan a niveles de BHBA superiores a 0.8 mmol/l	Cualitativa, nominal	Con presencia de cetosis, sin presencia de cetosis
Tratamiento por costos	Cantidad en quetzales que se gastan por tener cetosis. Se calculó a través de lo que se gastó en tratamiento por problemas ligados a la enfermedad.	Cuantitativa, continua	Quetzales
Período puerperal	Período comprendido luego del parto que se extiende entre los 40 y 50 días. Se evaluó porque es en este período que se desarrollan las enfermedades secundarias producto del parto.	Cuantitativa, continua	Días
Producción de leche promedio por vaca	Cantidad de litros de leche que produce una vaca post parto. Se obtuvo en base a la cantidad de litros producidos por las vacas negativas a cetosis según los registros.	Cuantitativa, continua	Litros
Condición corporal	Evaluación en base a escalas para determinar el acúmulo de grasa y musculo en una vaca. Se obtiene en base a los registros obtenidos en las fechas antes mencionadas, se evaluó	Cualitativa, ordinal	Grados de condición corporal

	de forma descriptiva pre- parto y post parto		
Número de lactancia	Evaluación que se hace para definir si es vaca de primer parto o vaca de dos partos en adelante. Se utilizó para determinar que vacas son las más afectadas en base a los registros.	Cualitativa ordinal	1 parto, más de 1 parto
Enfermedad subsecuente	Período de convalecencia en que un animal padece una afección que atenta contra su salud. Se obtuvo el dato en base a las enfermedades asociadas a las cetosis presentadas en el estudio (metritis, piómetra, mastitis)	Cualitativa ordinal	Tipo de enfermedad
Prevalencia	Cantidad de enfermedad presente en una población conocida durante un período de tiempo específico, sin distinción de casos nuevos de viejos. Se obtuvo en base a los animales positivos a cetosis (clínica y subclínica) comprendidos en el estudio.	Cuantitativa continua	Porcentaje de enfermedad
Días a la primera inseminación	Número de días que transcurren al primer servicio luego del parto. Se midió para evaluar el tiempo que requiere una vaca del estudio para quedar gestante nuevamente	Cuantitativa continua	Días

#### **4.2.7 Análisis estadístico:**

Se utilizó estadística descriptiva en base a cálculo de proporciones para las variables cualitativas y medidas de tendencia central para las variables cuantitativas. Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar diferencias entre costos y ver si presentaban normalidad.

Se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas, por medio de la prueba de Levene para ver si las varianzas eran iguales; la variable utilizada fue costo del tratamiento en el período puerperal; en base a estos resultados se utilizó la prueba de Kruskal Wallis para comparar las medias; y pruebas post hoc, la cual identifica grupos iguales de medias que no se diferencian en la prueba de Kruskal Wallis. Se utilizó la prueba de Chi cuadrado para evaluar si existía asociación entre la cetosis y los problemas subsecuentes, utilizando como apoyo una tabulación cruzada con residuos estandarizados que podían indicar asociación a la enfermedad si estos se encontraban entre los valores mayores a 2 o menores a -2, como se observa en el cuadro 2.1 en anexos.

La medición de los litros de leche producidos por cada vaca se realizó por medio de un estudio de comparación descriptiva donde los litros de leche se compararon de la siguiente forma: litros producidos por cada vaca sin cetosis contra los litros de leche producidos por vacas con cetosis tanto clínica como subclínica, esto para ver en qué punto difiere la producción de leche.

La condición corporal se midió en el parto, al momento del secado, y en el post parto, y se obtuvo una relación entre ambas condiciones para ver la diferencia luego del parto, para ver si existe cierta relación entre la cc y el resultado de mmol/lit de las vacas que presentaban cetosis subclínica y clínica.

El impacto económico se midió por medio de beneficios costos, en base a los grupos previamente formados en donde se evaluó el costo de cada uno de los tratamientos, haciendo las comparaciones respectivas y obteniendo totales.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Resultados

Se presentan 138 animales para este estudio comprendidos entre agosto a diciembre, de los cuales 57 no presentaron cetosis, 65 presentaron cetosis subclínica y 16 cetosis clínica.

Representando esto un 58.7% de prevalencia global de la enfermedad tanto clínica como subclínica en la lechería especializada del estudio.

En términos de prevalencia individual los datos son: el 47.1% de los animales presentados en este estudio presentan cetosis subclínica; el 41.3% de los animales no presentaron cetosis clínica ni subclínica y el 11.6% de los animales presentó cetosis clínica. Indicando que si existe presencia de cetosis clínica y subclínica.

Se realizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar el valor de significancia y ver si los datos distribuyen de forma normal, la significancia de esta prueba fue menor a 0.05, por lo cual los datos no distribuyen de forma normal.

En la prueba de homogeneidad de varianzas, por medio de la prueba de Levene el resultado fue de  $p=0.000$  lo que indica que las varianzas de los grupos no son iguales. En la prueba de Kruskal Wallis y pruebas post hoc se determinó que, si existe diferencia entre los grupos, se genera 5.6 veces más gasto el presentar cetosis subclínica que no presentar la enfermedad o presentar una cetosis clínica.

Para evaluar asociación entre cetosis y problemas subsecuentes a la misma se utilizó la prueba de chi cuadrado, obteniendo que el valor de P es menor a 0.5, demostrando que el resultado es estadísticamente significativo; en la misma se determinó que si existe asociación entre la cetosis subclínica y las enfermedades subsecuentes, las cuales son endometritis, piómetra y

mastitis representando un 24.6%, 13.8% y 15.4% respectivamente de asociación con la cetosis subclínica.

Los litros de leche en promedio producidos por vacas sin cetosis fueron de 17.59 litros y una media de 19.58 para vacas con cetosis clínica y subclínica.

La pérdida de condición corporal (cc) en vacas con cetosis clínica es de 0.25 grados de cc, y de 0.06 grados de cc en vacas con cetosis subclínica.

El número de lactancia en indica que las vacas primíparas son menos propensas a padecer cetosis que vacas multíparas, para este estudio 33 vacas primíparas, y 40 vacas multíparas presentaron valores mayores a 0.8 mmol/lt.

El factor económico de la investigación indica que por cada vaca que presente cetosis subclínica se estarán generando 3 días abiertos los cuales representan Q.43.00 por día. En costos de tratamiento representó un gasto de Q.18,000.00. Existe una pérdida de 586 litros por retiros en leche que representan Q.2,931.00

## **5.2 Discusión**

El porcentaje de prevalencia mostrado en este estudio es de 58.7%, indicando que los métodos de muestreo en vacas post parto son cruciales para prevenir y tratar a tiempo, ya que si una lechería especializada presenta más del 50% de prevalencia quiere decir que otras fincas menos especializadas incurren en gastos adicionales, de los cuales no encuentran la razón, como por ejemplo los días abiertos, la reducción en la fertilidad, entre otros presentados en este estudio. Viña (2018), menciona en un estudio realizado en España en más de 50,000 animales de raza Holstein que los niveles más altos de prevalencia se observan con mayor proximidad al parto siendo un 36% en animales muestreados entre los primeros 5 a 10 días post parto, y un 23% entre los días 10 y 15 post parto, lo cual se podría aplicar a

este estudio diciendo que los animales muestreados estaban comprendidos entre los 12 días post parto, el nivel de prevalencia fue alto por las condiciones del estudio y la alimentación propia de las vacas presentes en este estudio. También menciona Viña (2018) que la prevalencia se incrementa con la edad en vacas de primer parto se eleva un 17%, en vacas de segundo parto se eleva un 19% y un 26% para vacas de 3 o más partos.

En este estudio se evaluaron individualmente las enfermedades subsecuentes demostrando que cada una de ellas se asocia en mayor y menor medida a la cetosis, obteniendo que una piómetra y una endometritis se asocian más fácilmente a una cetosis subclínica que a una clínica presentado un porcentaje dentro del diagnóstico de cetosis de 13.8% y un 24.6% respectivamente, mientras que en cetosis clínica se puede asociar una endometritis y un prolapso uterino más que cualquier otra de las enfermedades presentes en cetosis clínica.

Se determinó que si existe una diferencia entre vacas que no presentaron cetosis y las que si presentaron. Se utilizaron pruebas post hoc para determinar en qué grupos se encontraban las diferencias; generando una diferencia significativa, siendo la diferencia en el grupo sin cetosis ya que el gasto de las vacas sin cetosis va desde los Q.0.00 hasta los Q.483.00, representando una media de gasto de Q.44.00 y una mediana de Q.0.00; en comparación con una cetosis subclínica y los tratamientos que involucra en donde el tratamiento más económico va desde los Q.17.64 hasta el más caro que representa Q.906.68, con una media de Q.248.43 y una mediana de Q.283.64, lo que indica que se incurre en un 5.6 más de gasto que en una vaca sana y en comparación con una cetosis clínica se puede decir que se incurre en menores gastos que en una cetosis subclínica ya que la media representa un valor de Q.217.99 y una mediana de Q.283.64, pero con valores máximos de costo por tratamiento de Q.746.84, lo cual podría indicar que realizar muestreos temprano impide que se generen cetosis clínicas.

Al evaluar esto se puede identificar que la cetosis subclínica es la que representa mayor gasto en una lechería especializada la cual si no es medida a tiempo puede generar pérdidas significativas en la producción, como lo menciona Jimeno (2013), “ La cetosis subclínica implica pérdidas económicas sustanciales para la mayoría de las explotaciones lecheras.”, esto debido a que si no se mide no se puede detectar y acarrea otros problemas como la reducción en la producción de leche y problemas de fertilidad, (Jimeno, 2013).

En cuanto a la asociación de la mastitis con la cetosis se puede decir que tiene mayor asociación en cetosis subclínica ya que la mastitis se presenta mayormente de manera subclínica presentando un porcentaje de asociación de 15.4% como se puede ver en el cuadro no. 2.1 en anexos.

La asociación de cetosis con enfermedades subsecuentes concuerda con el estudio de Jimeno (2013) en donde describe que “la función inmunitaria se ve afectada negativamente por la cetosis y ello provoca un aumento de la incidencia y gravedad de enfermedades y trastornos tales como mastitis, metritis y retención de la placenta. La cetosis también aumenta la gravedad de la mastitis, aunque no su incidencia.”

La medición de los litros de leche presentó una media de 17.59 litros para las vacas sin cetosis y una media de 19.58 litros para vacas con cetosis, indicando para este estudio que las vacas que sufren de cetosis no son propensas a tener una reducción en la producción de leche, esto puede explicarse en base a los niveles de cuerpos cetónicos en sangre en donde niveles excesivos de mmol/lit es decir mayores a 1.0 estarán afectando en la producción de leche directamente, como lo menciona Meléndez (2015), “no deberían sobrepasar una concentración de más de 1,0 mmol/L de sangre en vacas que estén en el parto o inmediatamente después de él. El exceso de NEFA (ácidos graso no esterificados) tanto en preparto como en posparto se ha asociado a una menor producción de leche”. Otra explicación para las

vacas que presentan mayor producción láctea a pesar de presentar enfermedad es su potencial genético, si este es alto, estas vacas extraerán una gran cantidad de glucosa desde la sangre para la producción de lactosa, con el fin de que se lleve a cabo el proceso de síntesis de leche. (Meléndez, 2015). Como menciona Saborío y Montero (2016), concentraciones promedio de  $\beta$ HBA de 0,66 a los 8+3 días en leche en vacas Jersey, así como concentraciones promedio de  $\beta$ HBA de 0,91 en vacas Jersey no afectaron la producción láctea. La falta de significancia estadística podría estar afectada por el tamaño de muestra y por ende la variación de producción láctea, en donde solo fueron positivas a cetosis clínica 16 de las 138 de este estudio.

Un factor a tomar en cuenta para esta diferencia en la producción de leche es que el muestreo se hace cada 15 días y se ve influenciada en mayor medida por el tratamiento aplicado a cada una de las vacas enfermas en donde al suministrar un precursor gluconeogénico la vaca tendrá mas fuentes de donde extraer glucosa y convertirla en lactosa. Otro factor a tomar en cuenta es el período que abarca el estudio, en donde las vacas paridas entre los meses de agosto hasta finales de septiembre, paren consumiendo mayor cantidad de forraje verde, a comparación de las que paren entre octubre a diciembre, ya que estos últimos meses se caracterizan por escasez de lluvias y poco suministro de forraje verde.

Se determinó que el nivel de pérdida de condición corporal (cc) en vacas con cetosis clínica es de 0.25 grados de cc, y de 0.06 grados de cc en vacas con cetosis subclínica, lo que indica que entre mayor sea los mmol/l de BHB en sangre habrá una mayor pérdida de condición corporal, esto es debido a un balance energético negativo en donde la alimentación en el período de transición pudo no haber sido el correcto, como lo menciona Saborío (2012), “una calificación mayor a 3.5 luego del parto incrementa el riesgo de padecer cetosis”, lo cual en este estudio representa 60 animales con una cc de 3.5, de los cuales 40 presentaron cetosis clínica o subclínica lo cual significa que si se

puede relacionar lo que menciona Saborío (2012) con la condición corporal, ya que representa un 66% más de probabilidades de padecer cetosis por la cc mayor o igual a 3.5 luego del parto (Saborío, 2012).

El número de lactancia se evaluó para determinar que vacas son las más afectadas en base a conteo de BHBA mayores a 0.8 mmol/l; 33 vacas son primíparas y vacas de 2 partos en adelante fueron 40, lo cual indica que las vacas más adultas son más propensas a presentar cetosis tanto subclínica como clínica, según describe Hernández (2015), las vacas primíparas tienen un 60% menos de probabilidades de padecer cetosis que vacas multíparas, para este estudio representa que las vacas de primer parto tienen un 54% menos de probabilidades de padecer cetosis que las vacas multíparas.

Los días a la primera inseminación sirvieron para determinar en forma descriptiva en qué momento se realizará el primer servicio luego de la presencia o ausencia de enfermedad, las vacas que no presentaron cetosis su primera inseminación fue a los 68 días, las vacas con cetosis subclínica fue a los 71 días y las vacas con cetosis clínica fue a los 70 días lo que quiere decir que las vacas que no presentan cetosis tienen menor posibilidad de tener días abiertos altos mientras que las que presentan cetosis clínica y subclínica pueden llegar a presentar días abiertos altos, pero no con una gran diferencia que indique que se generan pérdidas económicas teniendo en cuenta que un día abierto equivale a Q.43.00 solo se estaría perdiendo 3 días lo cual equivaldría a Q.129 quetzales por vaca con cetosis clínica o subclínica.

Según lo observado en este estudio las implicaciones directas son económicas en donde de todos los casos presentados se estableció una pérdida de Q.2931.00 en vacas enfermas producto de tratamientos de una enfermedad asociada a la cetosis, que representa 586 litros; y costos en tratamiento representan un aproximado de Q.18,000.00 esto representa la pérdida de la mitad de un día de producción en una finca lechera

especializada, se indica que por 81 de las vacas con cuerpos cetónicos mayores a 0.8 mmol/lit, generan un costo individual de Q.222.00, comparando esto con otros estudios como el de Jimeno (2013) representa un costo de 694 Euros por vaca, siendo éste más elevado que este estudio, indicando que una cetosis siempre va a generar pérdidas económicas.

## **VI. CONCLUSIONES**

- El nivel de prevalencia de cetosis en una lechería especializada es de 58.7 % lo que representa un 47.1% cetosis subclínica y un 11.6% cetosis clínica.
- Si existe la presencia de cetosis clínica y subclínica en una lechería especializada, representando mayor presencia la cetosis subclínica que una clínica.
- La relación beneficio costo en el período puerperal indica que si hay diferencia entre las vacas que presentan cetosis y las que no presentan cetosis.
- Existe asociación estadísticamente significativa entre la cetosis y las enfermedades subsecuentes; piómetra, endometritis y mastitis subclínica por presentar un valor de p menor a 0.5.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio longitudinal, en un mayor período de tiempo para evaluar y generar datos que coincidan o varíen con este estudio.
- Realizar el primer muestreo a los 15 -20 días post parto, y relacionarlo directamente con la producción láctea, para evaluar si hay variación con lo presentado en este estudio.
- Evaluar el número de servicios necesarios para que una vaca producto de un estudio similar a este quede preñada y relacionar los días abiertos directamente con la cetosis.
- Evaluar la prevalencia de la enfermedad por medio del número de lactancia, en donde entre más partos presente una vaca mayor sería la prevalencia.
- Realizar este modelo de estudio en otra lechería abarcado otra región y con otra raza para evaluar si existen diferencias con este estudio.

## VIII. RESUMEN

Se realizó un estudio de tipo longitudinal retrospectivo, por medio de recopilación de información de los meses de agosto a diciembre del 2017, se recopiló información del muestreo de cetosis y se asoció al costo que representa en cada vaca. Se tabularon los datos y se realizaron pruebas estadísticas para determinar la prevalencia, asociación de la cetosis con otras enfermedades y los beneficios costo, que esta acarrea.

Por medio de la prueba de Shapiro Wilk se determinó que los datos no distribuyen normalmente, utilizando la prueba de Levene se determinó que las varianzas no eran iguales. Este resultado orientó a utilizar la prueba de Kruskal Wallis para comparación de medias entre grupos y luego utilizar pruebas post hoc para determinar en donde era que se encontraban las diferencias del estudio.

La asociación entre cetosis y enfermedades subsecuentes se evaluó por medio de la prueba de chi cuadrado con tabulación cruzada, utilizando residuos estandarizados.

La relación costo beneficio presenta una diferencia entre las vacas que presentan cetosis y las que no la presentan, siendo afectado por el costo del tratamiento, los costos que representa el retiro en leche, y los días abiertos.

Se obtuvo una prevalencia del 58.7% para cetosis clínica y subclínica. La piómetra, endometritis y la mastitis subclínica presentan asociación en la presentación de cetosis.

## **SUMMARY**

It has been performed a retrospective longitudinal study, by recollecting information between the months from August to December of 2017, ketosis sampling information was collected and associated with the cost it represents for each cow. The obtained data was tabulated and statistical test were performed to determine prevalence, also association of ketosis with other diseases and the cost benefits that this implies.

By the Shapiro Wilk test, was determined that the data wasn't distribute normally, using the Levene test it was determined that the variances were not equal. This result led us to use the Kruskal Wallis test to compare means between groups and then use post hoc tests to determine where the study differences were.

The association between ketosis and subsequent diseases was evaluated by the chi-squared test with cross-tabulation, using standardized residuals.

The cost benefit relationship presents a difference between cows that present ketosis and those that do not, being affected by the cost of treatment, the costs that represent the withdrawal in milk, and the days open.

A prevalence of 58.7% was obtained for clinical and subclinical ketosis. Pyometra, endometritis and subclinical mastitis present roasting in the presentation of ketosis

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bach, A. (2014). Consecuencias de la cetosis subclínica en la vaca lechera y cómo detectarla y prevenirla. *Albeitar, portal veterinario*. Recuperado de <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11708/articulos-rumiantes-archivo/consecuencias-de-la-cetosis-subclinica-en-la-vaca-lechera-y-como-detectarla-y-prevenirla.html>
- Beierbach, R., y García, V. (2010). Efecto del destete precoz sobre la preñez y la condición corporal en la región semiárida pampeana- puntana en años de sequía. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentina.
- Castro, S. (2011). *Efecto del nivel de suplementación con propilenglicol durante el periodo de transición a la lactancia sobre actividad ovárica, salud uterina y desempeño reproductivo en vacas Holstein*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Goff, J., y Kimura, K. (2004). Metabolic Diseases and Their Effect on Immune Function. *Minnesota Dairy Health Conference*, 13(1), 88-100.
- Hernández, D. (2015). *Incidencia de cetosis bovina durante el posparto temprano en tres Ganaderías lecheras de la zona occidental y central de El Salvador*. (Tesis pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.
- Heuwieser, W. (2012). Equilibrio energético negativo y cetosis subclínica y su relación con la salud y reproducción de los animales. ¿Qué se puede hacer en la práctica? Congreso Internacional ANEMBE de medicina bovina. 27-31. Recuperado de [https://www.unillanos.edu.co/docus/libro%20ponencias%20ANEMBE%2012\(1\).pdf](https://www.unillanos.edu.co/docus/libro%20ponencias%20ANEMBE%2012(1).pdf)
- Holstein UK. (s.f.). *Ketosis (Acetonaemia)*. Recuperado de <http://www.holstein-uk.org/media/legacyhw/Cow%20Health/Disease%20Sumqquemaries/Ketosis-Acetonaemia.pdf>

- Jiménez, A. (2009). Lipidosis hepática. *Cría y salud, axon veterinario*, 56-58. Recuperado de [http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/27/cys\\_27\\_56-58.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/27/cys_27_56-58.pdf)
- Joaquín, M., y Cebrian, L. (2002). Cetosis bovina: origen, diagnóstico y tratamientos. *Mundo Ganadero*. Recuperado de [http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_MG/MG\\_2002\\_142\\_28\\_32.pdf](http://www.mapama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_MG/MG_2002_142_28_32.pdf)
- Jimeno, V. (2013). El coste de la cetosis subclínica en la explotación de vacuno lechero. *Albeitar, portal veterinario*. Recuperado de <https://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/11848/articulos-rumiantes-archivo/el-coste-de-la-cetosis-subclinica-en-la-explotacion-de-vacuno-lechero.html>
- Lama, J. (2013). Monitoreo de cetosis bovina o acetonemia. *Cooproinforma*, 119 (1), 6-9.
- Meléndez, P. (2015). El impacto de la Cetosis en la actividad lechera. *El Mercurio, Campo*. Recuperado de <http://www.elmercurio.com/campo/noticias/analisis/2014/11/11/el-impacto-de-la-cetosis-en-la-actividad-lechera.aspx>
- Meléndez, P. (2016). ¿Por qué bajan las defensas de las vacas en transición? *El Mercurio, Campo*. Recuperado de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/02/18/Por-que-bajan-las-defensas-de-las-vacas-en-transicion.aspx>
- Meléndez, P. (2017). Una mirada a la cetosis en vacas con parto de primavera en el sur de Chile. *El Mercurio, Campo*. Recuperado de <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2017/05/10/Una-mirada-a-la-cetosis-en-vacas-con-parto-de-primavera-en-el-sur-de-Chile.aspx>
- National Bovine Data Center. (2018). *Ketosis (Acetonaemia)*. Recuperado de <http://nbdc.uk/health/disease-summaries/ketosis-acetonaemia>

- Noro, M., y Strieder, C. (2012). Cetosis en rebaños lecheros: presentación y control. *Spei Domus*. 8(17), 48-58. Recuperado de <http://wb.ucc.edu.co/sdmvz/files/2013/05/articulo-6-vol-8-n-17.pdf>
- Oetzel, G. (2007). Herd-Level Ketosis – Diagnosis and Risk Factors. Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Transition Cow Troubleshooting. *American Association of Bovine Practitioners*, 67-91.
- Ordoñez, S. (2011). *Efecto de la suplementación energética en la etapa de transición y el desempeño reproductivo en vacas Holstein de alta producción* (Tesis de pregrado). Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia.
- Saborío, M. (2012). Cetosis subclínica, una enfermedad metabólica silenciosa presente en las lecherías. *Universidad Técnica Nacional*, 62 (1), 18-22.
- Saborío, M., y Sánchez, J. (2016). Relación entre concentración sanguínea de Hidroxibutirato e indicadores productivos, reproductivos y de salud en hatos Jersey y Holstein. *Revista Agronomía Costarricense*, 40(1), 41-50.
- Titterton, M. (1994). The interaction between energy balance, hepatic metabolism and return to cyclicity in dairy cows in early lactation: a review and report on recent studies. *Zimbabwe Society for Animal Production*.
- Viña, C. (2018). La cetosis subclínica, un problema de rebaño en la ganadería actual. *Nutrinews*. Recuperado de <https://nutricionanimal.info/la-cetosis-subclinica-un-problema-de-rebano-en-la-ganaderia-actual/>

# **XI. ANEXOS**

### **Anexo 1.1. Proceso de recolección de muestras para evaluar cuerpos cetónicos**

- De la vena coccígea media se extrae 4 ml de sangre la cual se almacena en un tubo con EDTA, luego de muestreada la vaca se identifica el tubo con el numero de la muestra de la vaca.
- Se utiliza el medidor de cuerpos cetónicos, en el que se coloca una tira incluida en el kit medidor.
- En la tira se coloca una gota de sangre, se esperan 10 segundos y se anota el resultado obtenido de nivel de cuerpos cetónicos en mmol/l.

Diagnóstico cetosis\*Enfermedades subsecuentes tabulación cruzada

			Enfermedades subsecuentes							Total	
			Sin enfermedad subsecuente	Mastitis	Mastitis subclínica	Piometra	Endometritis	Retención de placenta	Prolapso uterino		Mastitis subclínica/endometritis
Diagnóstico cetosis	Sin cetosis	Recuento	55	0	1	0	1	0	0	0	57
		Recuento esperado	35.5	2.1	4.5	3.7	9.5	.4	.4	.8	57.0
		% dentro de Diagnóstico cetosis	96.5%	0.0%	1.8%	0.0%	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		Residuo corregido	6.9	-1.9	-2.3	-2.6	-3.9	-.8	-.8	-1.2	
	Cetosis subclínica	Recuento	23	4	10	9	16	1	0	2	65
		Recuento esperado	40.5	2.4	5.2	4.2	10.8	.5	.5	.9	65.0
		% dentro de Diagnóstico cetosis	35.4%	6.2%	15.4%	13.8%	24.6%	1.5%	0.0%	3.1%	100.0%
		Residuo corregido	-6.2	1.5	3.0	3.3	2.4	1.1	-.9	1.5	
	Cetosis clínica	Recuento	8	1	0	0	6	0	1	0	16
		Recuento esperado	10.0	.6	1.3	1.0	2.7	.1	.1	.2	16.0
		% dentro de Diagnóstico cetosis	50.0%	6.3%	0.0%	0.0%	37.5%	0.0%	6.3%	0.0%	100.0%
		Residuo corregido	-1.1	.6	-1.3	-1.1	2.4	-.4	2.8	-.5	
Total	Recuento	86	5	11	9	23	1	1	2	138	
	Recuento esperado	86.0	5.0	11.0	9.0	23.0	1.0	1.0	2.0	138.0	
	% dentro de Diagnóstico cetosis	62.3%	3.6%	8.0%	6.5%	16.7%	0.7%	0.7%	1.4%	100.0%	

Cuadro 2: Prueba de Chi cuadrado con tabulación cruzada y residuos estandarizados, para mostrar relación entre cetosis y las enfermedades subsecuentes, obtenido con el paquete estadístico SPSS.

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	gl	Sig. asintótica (2 caras)
Chi-cuadrado de Pearson	66.015 <sup>a</sup>	14	.000
Razón de verosimilitud	74.069	14	.000
N de casos válidos	138		

a. 18 casillas (75.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .12.

**Cuadro 3:** Valores de número de lactancia, días en leche del muestreo (DIM MX), valores de BHBA, y enfermedad presente. Fuente: Elaboración propia.

Información Vaca			Información Prueba			Información Salud	
ID vaca	Fecha de parto	No. Lac	DIM MX	Fecha Prueba	*BHBA (mmol/L)	Enfermedad Presente	Enfermedad
9820	28-jul-17	1	13	10-ago-17	0.5	S/E	No
9840	31-jul-17	1	10	10-ago-17	0.6	S/E	No
9831	01-ago-17	1	9	10-ago-17	0.6	S/E	No
9331	01-ago-17	4	9	10-ago-17	0.5	S/E	No
9817	02-ago-17	1	8	10-ago-17	0.7	S/E	No
9622	04-ago-17	2	6	10-ago-17	0.6	S/E	No
9660	04-ago-17	2	6	10-ago-17	0.5	S/E	No
9847	04-ago-17	1	6	10-ago-17	0.3	Mast. Subcl	Si
9829	05-ago-17	1	5	10-ago-17	0.5	S/E	No
9370	06-ago-17	4	4	10-ago-17	0.6	S/E	No
9652	07-ago-17	2	3	10-ago-17	0.5	S/E	No
9779	25-jul-17	1	16	10-ago-17	0.8	Piometra	Si
9849	03-ago-17	1	7	10-ago-17	0.8	mastitis	Si
9801	11-ago-17	1	5	16-ago-17	0.7	S/E	No
9782	10-ago-17	1	6	16-ago-17	0.8	Piometra	Si
9264	21-abr-17	5	117	16-ago-17	1	Piometra	Si
9229	08-ago-17	4	8	16-ago-17	1.9	S/E	No
9733	09-ago-17	1	7	16-ago-17	2	Endometritis	Si
9855	10-ago-17	1	6	16-ago-17	0.8	S/E	No
9214	08-ago-17	5	16	24-ago-17	0.7	S/E	No
9133	10-ago-17	6	14	24-ago-17	0	S/E	No
9747	18-ago-17	1	6	24-ago-17	0.4	S/E	No
9456	19-ago-17	3	5	24-ago-17	0.5	S/E	No
9351	20-ago-17	4	4	24-ago-17	0.4	S/E	No
9602	21-ago-17	3	3	24-ago-17	0.6	S/E	No
9348	08-ago-17	4	16	24-ago-17	0.8	Retención y	Si
9805	19-ago-17	1	5	24-ago-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9806	20-ago-17	1	4	24-ago-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9844	20-ago-17	1	4	24-ago-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9470	21-ago-17	3	3	24-ago-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9780	14-ago-17	1	10	24-ago-17	1	S/E	No
9830	20-ago-17	1	4	24-ago-17	0.9	S/E	No
9142	24-ago-17	1	7	31-ago-17	0.5		No
9665	24-ago-17	2	7	31-ago-17	0.6	S/E	No
9623	25-ago-17	1	6	31-ago-17	0.5	S/E	No
9828	27-ago-17	1	4	31-ago-17	0.5	S/E	No
9861	27-ago-17	1	4	31-ago-17	0.5	S/E	No
9863	27-ago-17	1	4	31-ago-17	0.5	S/E	No
9416	26-ago-17	1	5	31-ago-17	2.6	S/E	No

9736	26-ago-17	1	5	31-ago-17	1.1	S/E	No
7075	28-ago-17	7	9	06-sep-17	0.7	S/E	No
9858	29-ago-17	1	8	06-sep-17	0.6		No
9853	31-ago-17	1	6	06-sep-17	0.6	S/E	No
9809	02-sep-17	1	4	06-sep-17	0.8	S/E	No
9850	05-sep-17	1	8	13-sep-17	0.5	S/E	No
9742	05-sep-17	1	8	13-sep-17	2.2	Mastitis	Si
9405	08-sep-17	4	5	13-sep-17	1	S/E	No
9860	09-sep-17	1	4	13-sep-17	2.2	S/E	No
9873	11-sep-17	1	10	21-sep-17	0.7	S/E	No
9091	12-sep-17	6	9	21-sep-17	0.6	S/E	No
9675	12-sep-17	2	9	21-sep-17	0.7	S/E	No
9868	16-sep-17	1	5	21-sep-17	0.4	S/E	No
9872	17-sep-17	1	4	21-sep-17	0.5	S/E	No
9869	16-sep-17	1	14	30-sep-17	0.7	S/E	No
9377	18-sep-17	4	12	30-sep-17	0.6	S/E	No
9859	22-sep-17	1	8	30-sep-17	0.7	S/E	No
9649	23-sep-17	2	7	30-sep-17	0.7	S/E	No
9407	23-sep-17	4	7	30-sep-17	0.4	S/E	No
9653	23-sep-17	2	7	30-sep-17	0.9	Endometritis	Si
9865	19-sep-17	1	11	30-sep-17	0.8	Endometritis	Si
9315	26-sep-17	4	4	30-sep-17	3.1	Prolapso ute	Si
9866	27-sep-17	1	9	06-oct-17	0.6	S/E	No
9678	28-sep-17	2	8	06-oct-17	0.6	Endometritis	No
9192	28-sep-17	4	8	06-oct-17	0.7	S/E	No
9455	28-sep-17	3	8	06-oct-17	0.8	Piometra	Si
9521	25-sep-17	3	11	06-oct-17	0.8	S/E	No
9479	30-sep-17	3	6	06-oct-17	0.9	Endometritis	Si
9384	01-oct-17	4	25	26-oct-17	0.7	S/E	No
9093	05-oct-17	5	21	26-oct-17	0.4	S/E	No
9884	09-oct-17	1	17	26-oct-17	0.7	S/E	No
9818	07-oct-17	1	19	26-oct-17	0.9	Endometritis	Si
9620	10-oct-17	2	16	26-oct-17	0.8	Endometritis	Si
9444	14-oct-17	3	12	26-oct-17	0.8	Endometritis	Si
9375	30-sep-17	4	26	26-oct-17	0.9	S/E	No
9481	30-sep-17	3	26	26-oct-17	0.9	S/E	No
9841	02-oct-17	1	24	26-oct-17	4.1	Endometritis	Si
9488	06-oct-17	3	20	26-oct-17	0.8	S/E	No
9480	06-oct-17	3	20	26-oct-17	0.9	S/E	No
9689	06-oct-17	2	20	26-oct-17	1.1	S/E	No
9648	06-oct-17	2	20	26-oct-17	0.8	S/E	No

9512	08-oct-17	3	18	26-oct-17	0.9	Endometritis	Si
8053	14-oct-17	7	12	26-oct-17	1	Endometritis	Si
9631	24-nov-17	2	25	19-nov-17	0.4	S/E	No
9791	25-nov-17	1	24	19-nov-17	0.3	S/E	No
9313	28-nov-17	4	21	19-nov-17	0.6	S/E	No
9625	28-nov-17	2	21	19-nov-17	0.6	S/E	No
9776	28-nov-17	1	21	19-nov-17	0.9	Piometra	Si
9495	24-nov-17	3	25	19-nov-17	0.8	Endometritis	Si
9443	23-nov-17	3	26	19-nov-17	0.8	Endometritis	Si
9630	24-nov-17	2	25	19-nov-17	0.8	Endometritis	Si
9628	27-nov-17	2	22	19-nov-17	0.9	S/E	No
9441	27-nov-17	3	22	19-nov-17	0.8	S/E	No
9803	08-nov-17	1	18	26-nov-17	0.7	S/E	No
9217	17-nov-17	5	9	26-nov-17	0.7	S/E	No
9814	20-nov-17	1	6	26-nov-17	0.6	S/E	No
9589	21-nov-17	2	5	26-nov-17	0.7	S/E	No
9655	22-nov-17	2	4	26-nov-17	0.6	S/E	No
9826	22-nov-17	1	4	26-nov-17	0.5	S/E	No
9344	23-nov-17	4	3	26-nov-17	0.5	S/E	No
9833	23-nov-17	1	3	26-nov-17	0.4	S/E	No
8048	06-nov-17	7	20	26-nov-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9501	06-nov-17	3	20	26-nov-17	0.8	Endometritis	Si
9588	11-nov-17	2	15	26-nov-17	0.8	mastitis	Si
9810	15-nov-17	1	11	26-nov-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9822	15-nov-17	1	11	26-nov-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9827	20-nov-17	1	6	26-nov-17	0.8	Mast. Subcl	Si
9823	20-nov-17	1	6	26-nov-17	0.8	Piometra	Si
985	22-nov-17	9	4	26-nov-17	0.8	mast. Subcl	Si
9783	23-nov-17	1	3	26-nov-17	0.8	Endometritis	Si
9580	06-nov-17	2	20	26-nov-17	1	Mastitis	Si
9812	07-nov-17	1	19	26-nov-17	0.8	Mastitis	Si
9401	07-nov-17	3	19	26-nov-17	1.3	Endometritis	Si
999	07-nov-17	9	19	26-nov-17	0.9	S/E	No
9281	08-nov-17	4	18	26-nov-17	2.1	Endometritis	Si
9319	08-nov-17	4	18	26-nov-17	1.1	Hipocalcen	Si
9558	08-nov-17	2	18	26-nov-17	1.1	S/E	No
9303	10-nov-17	4	16	26-nov-17	1	Endometritis	Si
9220	11-nov-17	5	15	26-nov-17	1.3	Endometritis	Si
9555	11-nov-17	2	15	26-nov-17	1.2	S/E	No
9799	12-nov-17	1	14	26-nov-17	1.1	Piometra	Si
9591	13-nov-17	1	13	26-nov-17	0.9	Mast. Subcl	Si

9012	13-nov-17	7	13	26-nov-17	0.9	S/E	No
9432	14-nov-17	3	12	26-nov-17	1.4	S/E	No
9795	14-nov-17	1	12	26-nov-17	0.9	S/E	No
9168	14-nov-17	5	12	26-nov-17	0.8	S/E	No
9451	17-nov-17	3	9	26-nov-17	1.6	S/E	No
9406	18-nov-17	3	8	26-nov-17	0.8	S/E	No
9317	20-nov-17	4	6	26-nov-17	0.9	Mast. Subcl	Si
9802	22-nov-17	1	4	26-nov-17	1	Piometra	Si
9890	19-nov-17	1	24	13-dic-17	0.9	Endometritis	Si
9899	14-nov-17	1	29	13-dic-17	1.9	Endometritis	Si
9878	08-nov-17	1	35	13-dic-17	0.8	Endometritis	Si
9877	16-nov-17	1	27	13-dic-17	1.4		No
9672	19-nov-17	2	24	13-dic-17	1.1	Piometra	Si
9296	24-nov-17	4	26	20-dic-17	0.7		No
9662	25-nov-17	2	25	20-dic-17	2.3		No
9329	23-nov-17	3	27	20-dic-17	1.5		No
7037	26-nov-17	5	24	20-dic-17	0.8		No

**Cuadro 4:** Datos reproductivos, condición corporal, tiempos de retiro en base a tratamientos, costo por tratamiento, litros de leche producidos en promedio por vaca y lo perdido por retiros en leche. Fuente: Elaboración propia.

ID vaca	Reproducción		Condición corporal		Costos y retiros				
	Fecha 1er IA	DSF 1er IA	cc pre parto	cc post parto	Tiempo de retiro	Q. en tratamiento	Lts leche prom	Q. en litros perdidos	Costo total
9820	01-oct-17	65	4	3.25	0	0	17.2	0	0
9840	25-sep-17	56	4	3.75	0	0	16.4	0	0
9831	05-oct-17	65	4.5	3.5	0	0	17.6	0	0
9331	11-sep-17	41	3	3.5	0	0	26	0	0
9817	03-oct-17	62	4	3.75	0	0	17.6	0	0
9622	11-nov-17	99	3	3.5	0	0	19.6	0	0
9660	17-oct-17	74	3.5	3.75	0	0	22	0	0
9847	25-sep-17	52	3.5	3.5	8	243	30	240	483
9829	21-oct-17	77	3.5	3.5	0	0	14.4	0	0
9370	19-oct-17	74	4	3.75	0	0	29.6	0	0
9652	23-oct-17	77	3	3.5	0	0	22	0	0
9779	12-oct-17	79	3.75	3.25	0	266	22	0	266
9849	15-sep-17	43	3.5	4	8	506.96	50	400	906.96
9801	19-oct-17	69	3.5	3.5	0	283.64	20.4	0	283.64
9782	05-oct-17	56	4.5	3.5	0	283.64	16	0	283.64
9264	24-oct-17	186	3	3.5	0	283.64	22.8	0	283.64
9229	19-oct-17	72	4	3.25	0	283.64	22.8	0	283.64
9733	29-sep-17	51	4.5	3.75	0	283.64	21.6	0	283.64
9855	17-oct-17	68	3.75	3.5	0	283.64	28.8	0	283.64
9214	03-oct-17	56	3	3.5	0	345.92	16.4	0	345.92
9133	07-oct-17	58	4.5	3.5	0	302.64	19.2	0	302.64
9747	17-oct-17	60	3.25	3.75	0	283.64	16.4	0	283.64
9456	21-oct-17	63	4	3.5	0	261.05	20.4	0	261.05
9351	20-oct-17	61	3	3.5	0	283.64	20	0	283.64
9602	03-nov-17	74	3	3.5	0	0	18	0	0
9348	23-oct-17	76	4	3.75	8	345.92	20.4	163.2	509.12
9805	09-oct-17	51	3.5	3.5	7	261.05	26.8	187.6	448.65
9806	12-oct-17	53	3.75	3.75	7	283.64	17.6	123.2	406.84
9844	12-oct-17	53	3.75	3.5	7	283.64	20.8	145.6	429.24
9470	22-oct-17	62	3	3.5	7	243.41	14.4	100.8	344.21
9780	18-oct-17	65	4	3.75	0	283.64	21.6	0	283.64
9830	23-oct-17	64	3.5	3.5	0	283.64	21.6	0	283.64
9142	22-oct-17	59	4.5	3.25	0	0	18.4	0	0
9665	17-oct-17	54	3.75	3	0	0	20.4	0	0
9623	24-oct-17	60	3.5	3.5	0	0	15.2	0	0
9828	21-oct-17	55	4	3.75	0	0	21.2	0	0
9861	09-oct-17	43	4	3.5	0	0	28.4	0	0
9863	16-oct-17	50	4	3.5	0	0	15.6	0	0
9416	01-nov-17	67	5	3.5	0	17.64	11.2	0	17.64

9736	20-oct-17	55	4	4	0	17.64	16.4	0	17.64
7075	30-oct-17	63	3.5	3.5	0	0	12.8	0	0
9858	17-oct-17	49	4.5	4	0	0	28	0	0
9853	21-oct-17	51	3.75	3.5	0	0	21.6	0	0
9809	26-oct-17	54	4.5	3.5	0	17.64	22	0	17.64
9850	30-oct-17	55	4.5	3.5	0	0	24.8	0	0
9742	08-nov-17	64	3.5	3.75	8	484.86	18.4	147.2	632.06
9405	16-nov-17	69	3.75	3.75	0	17.64	24	0	17.64
9860	08-nov-17	60	3.5	3.5	0	17.64	19.6	0	17.64
9873	27-nov-17	77	3.6	3.5	0	0	27.2	0	0
9091	10-nov-17	59	2.5	3.25	0	0	22	0	0
9675	17-nov-17	66	3.75	3.25	0	0	18.4	0	0
9868	17-dic-17	92	3	3.75	0	0	19.6	0	0
9872	30-dic-17	104	3	3.5	0	0	23.6	0	0
9869	10-nov-17	55	3	3.75	0	0	22.8	0	0
9377	10-nov-17	53	3.5	3.5	0	0	18.8	0	0
9859	27-nov-17	66	3.5	3.5	0	0	26	0	0
9649	01-dic-17	69	3	3.75	0	0	19.6	0	0
9407	02-dic-17	70	3.25	3	0	0	14.4	0	0
9653	12-nov-17	50	3.75	3.75	0	266	11.2	0	266
9865	15-nov-17	57	3.25	3.75	0	266	26.8	0	266
9315	01-dic-17	66	3	3.5	7	609.64	19.6	137.2	746.84
9866	01-dic-17	65	4	3.75	0	0	15.2	0	0
9678	17-nov-17	50	3	3.25	0	266	0	0	266
9192	24-dic-17	87	4.5	3.75	0	0	8	0	0
9455	30-dic-17	93	4	3.5	0	266	16.8	0	266
9521	14-nov-17	50	3.25	3.75	0	17.64	20	0	17.64
9479	31/11/17	60	4.25	3.5	0	283.64	25.6	0	283.64
9384	16-dic-17	76	3.75	3.75	0	0	12.8	0	0
9093	26-nov-17	52	4	3.75	0	0	19.2	0	0
9884	23-dic-17	75	3.5	3.5	0	0	15.2	0	0
9818	14-dic-17	68	4	3.5	0	266	19.6	0	266
9620	22-dic-17	73	4.25	3.5	0	266	23.6	0	266
9444	30-dic-17	77	3.5	3.5	0	266	13	0	266
9375	30-dic-17	91	4	3.5	0	17.64	14.8	0	17.64
9481	16-dic-17	77	3.25	3.5	0	17.64	0	0	17.64
9841	24-nov-17	53	4	3.75	0	283.64	20.8	0	283.64
9488	24-nov-17	49	4.5	3.5	0	17.64	21.6	0	17.64
9480	28-dic-17	83	3.75	3.5	0	17.64	19.6	0	17.64
9689	31-dic-17	86	4	2.75	0	17.64	19.2	0	17.64
9648	02-dic-17	57	4.25	3.5	0	17.64	19.6	0	17.64


9512	02-dic-17	80	4	3.5	0	283.64	23.6	0	283.64
8053	22-dic-17	69	3.5	3.5	0	283.64	27.6	0	283.64
9631	29-ene-18	66	3	3.25	0	0	18.9	0	0
9791	14-ene-18	50	3.5	4	0	0	14.6	0	0
9313	20-ene-18	53	3	3	0	0	10	0	0
9625	23-ene-18	56	2.5	3.5	0	0	7.6	0	0
9776	16-ene-18	49	3.5	3.75	0	266	9.8	0	266
9495	11-ene-18	48	3	3.5	0	266	15	0	266
9443	30-ene-18	68	3	3.5	0	283.64	16	0	283.64
9630	11-ene-18	48	3	3.25	0	283.64	16	0	283.64
9628	23-ene-18	57	3	3.75	0	17.64	19	0	17.64
9441	31-ene-18	65	3.5	3.75	0	17.64	24	0	17.64
9803	28-ene-18	81	3.25	3.5	0	0	9	0	0
9217	16-feb-18	91	3	3.5	0	0	16.5	0	0
9814	06-mar-18	106	3	3.75	0	0	10.4	0	0
9589	15-feb-18	86	3	3.25	0	0	10.8	0	0
9655	09-feb-18	79	2.75	3.5	0	0	9.6	0	0
9826	24-mar-18	122	3.5	3.75	0	0	9.8	0	0
9344	18-feb-18	87	2.75	3.75	0	0	11.8	0	0
9833	22-feb-18	91	3	3.5	0	0	7.6	0	0
8048	17-ene-18	72	3	3.25	7	509.41	8.4	58.8	568.21
9501	27-ene-18	82	3	3.5	0	266	16.7	0	266
9588	16-feb-18	97	3	3.75	8	467.22	12.8	102.4	569.62
9810	25-feb-18	102	3.25	3.75	7	243.41	18	126	369.41
9822	14-feb-18	91	3.5	3.75	7	243.41	14.8	103.6	347.01
9827	22-feb-18	94	3.5	3.75	7	243.41	13	91	334.41
9823	17-mar-18	117	3	3.5	0	266	9.6	0	266
985	18-feb-18	88	3	3.25	7	243.41	18	126	369.41
9783	25-feb-18	94	3.75	3.75	0	266	15	0	266
9580	07-feb-18	93	3	3.5	8	345.92	18.9	151.2	497.12
9812	25-ene-18	79	3	3.75	8	345.92	19	152	497.92
9401	26-feb-18	111	5	3.75	0	283.64	15	0	283.64
999	02-ene-18	56	3	3.5	0	17.64	19	0	17.64
9281	31-dic-17	53	5	3.25	0	283.64	26	0	283.64
9319	02-ene-18	55	3.5	4	0	302.64	14	0	302.64
9558	30-feb-18	55	2.75	3.5	0	283.64	16	0	283.64
9303	25-ene-18	76	3	3.75	0	283.64	17.8	0	283.64
9220	07-feb-18	88	3	3.5	0	283.64	19.9	0	283.64
9555	04-feb-18	85	3	3.5	0	17.64	18	0	17.64
9799	19-mar-18	127	3.5	3.75	0	283.64	24	0	283.64
9591	04-feb-18	83	4	4	8	261.05	28	224	485.05

9012	25-ene-18	73	3	3.5	0	17.64	12	0	17.64
9432	06-feb-18	84	4.5	3.75	0	17.64	27	0	17.64
9795	08-feb-18	86	4	3.5	0	17.64	27	0	17.64
9168	06-feb-18	84	4	4	0	17.64	28	0	17.64
9451	02-ene-18	46	2.75	3.5	0	17.64	31	0	17.64
9406	16-feb-18	90	3.5	3	0	17.64	14.6	0	17.64
9317	16-feb-18	88	3	4	8	261.05	19	152	413.05
9802	07-mar-18	105	3	3.75	0	283.64	18	0	283.64
9890	19-ene-18	61	3.5	3.5	0	283.64	19	0	283.64
9899	01-jun-18	199	3.5	3.5	0	283.64	23	0	283.64
9878	06-feb-18	90	3	<b>3.5</b>	0	283.64	26	0	283.64
9877	19-ene-18	64	3	3.5	0	17.64	22	0	17.64
9672	19-ene-18	61	3	3.5	0	283.64	18	0	283.64
9296	09-feb-18	77	4	3.5	0	0	13.8	0	0
9662	22-ene-18	58	3	3.5	0	17.64	17	0	17.64
9329	12-ene-18	50	3.5	3.5	0	17.64	19	0	17.64
7037	27-ene-18	62	4	3	0	17.64	22	0	17.64

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

PREVALENCIA DE CETOSIS EN BOVINOS Y LOS COSTOS  
ASOCIADOS A LA ENFERMEDAD EN VACAS LECHERAS  
ESPECIALIZADAS (*Bos taurus taurus*) EN EL PERÍODO DE  
AGOSTO - DICIEMBRE 2017

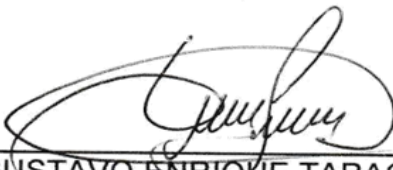
f.   
Oscar Rolando Morales Paz

f.   
M.A. Fernando Arturo Molina Molina  
ASESOR PRINCIPAL

f.   
M.V. Alejandro José Hun Martínez  
ASESOR

f.   
M.Sc. Fredy Rolando González Guerrero  
EVALUADOR

IMPRIMASE

f.   
M.A. GUSTAVO ENRIQUE TARACENA GIL  
DECANO

