UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

Título de la investigación:

Evaluación de un modulador de la fermentación ruminal elaborado a base de aceites esenciales en la alimentación de vacas lecheras, su incidencia en la producción y la calidad de la leche.

POR:

Br. Osmín Rodrigo Alberto Escobar

Br. Mauricio Antonio Hidalgo Alfaro

Br. Marvin Alfonso Quijada Contreras

REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

Ingeniero Agrónomo

San Salvador octubre de 2023.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

Ing Msc Roger Armando Arias

SECRETARIO GENERAL:

Msc. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO:

Ing. Msc PhD Francisco Lara Ascencio

SECRETARIO:

Ing., Agr. Balmore Martínez Sierra

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Ing. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz

DOCENTE DIRECTOR:

Ing. Agr. Enrique Alonso Alas García

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACION

Ing. Agr. Carlos Enrique Ruano Iraheta

RESUMEN.

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de un modulador de la fermentación ruminal elaborado a base de una mezcla de aceites esenciales en la alimentación de vacas lecheras, su incidencia en la calidad de la leche y el aumento en su producción. El estudio se realizó en la Ganadería “Los Ángeles” departamento de Usulután, se evaluó el cambio de alimentación de un núcleo comercial con monensina sódica por un núcleo elaborado a base de aceites esenciales, en un hato de 200 vacas que estaban dentro de un periodo de 0 a 100 días post parto durante cinco meses, en los cuales se tomaron muestras de 250 mililitros de leche del tanque cada 2 días, para ser evaluados en el laboratorio de LACTOLAC con el propósito de medir los porcentajes (%) de grasa, proteína, lactosa y solidos no grasos (SNF). Los principales resultados de la investigación fueron en la cantidad de producción láctea, porcentaje de grasa y proteína en estas las diferencia promédiales reflejan una mayor cantidad al comparar los alimentos con el modulador a base de aceites esenciales versus el alimento a base de monensina sódica. La dieta que contenía aceites esenciales genero un 9% menos consumo de alimento. Así mismo, el porcentaje de grasa presente en leche presento un incremento en promedio 0.20% usando el alimento en base a aceites esenciales.

La principal conclusión fue que el uso de una mezcla de aceites esenciales en la alimentación de ganado lechero, puede revertir el efecto que la monensina sódica tiene en la calidad de la leche respecto a los niveles de grasa.

Palabras clave: *modulador, monensina sódica, extractos naturales, grasa en leche, población, microbiológico.*

AGRADECIMIENTOS.

A DIOS TODOODEROSO: por su inmenso amor y por permitir en nuestras vidas obtener un triunfo más, gracias por todas las fuerzas necesarias que cada uno necesito a lo largo de nuestra carrera y que hoy por su misma bendición nos ha concedido coronarla y emprender con valor y dignidad nuestro futuro como profesionales.

A NUESTRA FAMILIA: por ser el apoyo moral y económico de nuestra carrera y sobre todo por su dedicación y empeño de vernos realizados como profesionales.

A NUESTROS DOCENTE DIRECTORE: al Ing. Agr. Enrique Alonso Alas por el aporte de conocimientos que cada uno nos brindó y por su apoyo incondicional y desinteresado para realizar nuestro trabajo de graduación y culminarlo con satisfacción.

A LOS TRABAJADORES DE LA GANADERIA LOS ANGELES: en especial al Ing. Agr. Wilmer García por su apoyo y tiempo brindado en la realización de las durante el periodo de pandemia en que se realizó la fase de campo.

UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO: al Ing. David Zavala Jerez asesor técnico comercial, quien fue una gran ayuda para la investigación y principal gestor para que diera inicio dicho proyecto.

A NUESTROS AMIGOS Y COMPAÑEROS: que nos brindaron su apoyo en los salones de clases y durante la realización de nuestro trabajo de graduación.

A NUESTRA ALMA MATER: Por brindarnos nuestra formación Profesional a lo largo de nuestra carrera y en especial a todos los docentes que año con año nos formaron para que hoy día seamos gente de provecho y podamos servir a nuestra sociedad.

OSMIN ALBERTO
MAURICIO HIDALGO
MARVIN QUIJADA

DEDICATORIA.

Le dedico el resultado de este a Dios puesto que el es el único que permite que todo pase y siempre confiando que su voluntad es buena agradable y perfecta, a toda mi familia. Principalmente, a mis padres que me apoyaron y contuvieron los momentos malos y en los menos malos. Gracias por enseñarme a afrontar las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento. Me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios, mis valores, mi perseverancia y mi empeño. Todo esto con una enorme dosis de amor y sin pedir nada a cambio.

A mis maestros quienes nunca desistieron al enseñarme, aun sin importar que muchas veces no ponía atención en clase, a ellos que continuaron depositando su confianza en mí. también quiero dedicarle, A mis compañeros, por las risas y el estudio. Por las conversaciones productivas, y los momentos que compartimos juntos y por último a mi querida Alma Mater y a todas las personas que la conforman les agradezco de todo corazón. No podría haber llegado hasta aquí sin su apoyo.

Marvin Alfonso Quijada Contreras

DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO: por la vida y la fuerza que me regalo hasta este momento.

A MIS PADRES: José Antonio Hidalgo y Rosario de Hidalgo, por todas sus enseñanzas, paciencia, oraciones, apoyo incondicional e infinito amor.

A MIS HERMANOS: Goretty y Enrique, por llenarme de alegría en los momentos difíciles.

A MIS SOBRINOS: José y Raquel, porque siempre han sido un orgullo para mí y un incentivo para nunca rendirme.

A MIS COMPAÑERAS DE TESIS: Rodrigo y Marvin, por siempre ser esos hermanos que siempre nos echábamos la mano cuando alguno se quería dar por vencido.

AL DOCENTE DIRECTORE: Ing. Agr. Enrique Alonso Alas por sus palabras de aliento para seguir adelante con la investigación.

A MIS COMPAÑEROS: a todos aquellos que en su momento se acercaron a mi vida durante la carrera y dejaron un granito de arena que me ayudo a formar lo que hasta ahora soy y lo que lograre ser.

A TODOS: mi familia, amigos, la señora que vendía pan con café por las tardes en la facultad y por ultimo.

A MI: porque a pesar de verme muchas veces como alguien que no lo lograría, al mirar atrás me doy cuenta de cuanto he avanzado y lo agradecido que estoy por todo lo que he vivido.

Mauricio Antonio Hidalgo Alfaro

DEDICATORIA.

Este logro se lo dedicó principalmente a Dios quien me dio la sabiduría, la paciencia y la fortaleza para seguir adelante y poder así culminar mis estudios universitarios.

Se lo dedico a mi madre y a mi padre por haberme formado y educado con tanto esfuerzo, que a pesar que no estén presentes para verme terminar mi carrera universitaria, sé que están orgullosos viendo como alcanzo este logro que tanto deseaban ver en vida.

También quiero dedicarle este logro a mi hermana por apoyarme a lo largo de los años con su fortaleza, palabras de aliento, por su apoyo y su compañía en las duras pruebas que tuvimos que superar juntos.

Se lo dedico a mi esposa por siempre apoyarme y empujarme a seguir en esta travesía y motivarme a terminar con este proceso y así alcanzar mi meta.

Y por último se lo dedico a mis amigos por apoyarme cuando más los necesite, por darme ánimos y prestarme su hombro cuando las situaciones me rebasaron.

Osmin Rodrigo Alberto Escobar.

INDICE GENERAL.

RESUMEN. iii
AGRADECIMIENTOS. iv
DEDICATORIA. v
INDICE GENERAL. viii
INDICE DE CUADROS. x
INDICE DE FIGURAS. xi
1. INTRODUCCIÓN. 1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 2
2.1. Sistema digestivo de la vaca 2
2.1.1. Conformación 2
2.1.2. Estructura 3
2.1.3. Capacidad 4
2.1.4. Funciones 4
2.2. Propiedades Físicas y Químicas del Rumen 4
2.2.1. Llenado del rumen y tiempo de retención de las partículas 5
2.2.2. Temperatura ruminal 5
2.2.3. Acidez del rumen 5
2.3. Microorganismos del Rumen 5
2.3.1. Bacterias 6
2.3.2. Hongos 6
2.3.3. Protozoarios 6
2.4. Fermentación ruminal 7
2.4.1. Modulación de la fermentación ruminal 7
2.4.2. Porcentaje de grasa 10
2.4.3. Proteína en Leche 11
2.4.4. Determinación del contenido con el aparato LactoStar Funke Gerber 11
3. MATERIALES Y MÉTODOS 12
3.1. Metodología de Campo 13

3.1.1. Selección de los datos. 13
3.2. Metodología Estadística. 13
3.2.1. Diseño Estadístico. 13
3.2.2. Variables. 14
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 15
4.1. Consumo de alimento. 15
4.2. Producción de leche. 16
4.3. Porcentaje de grasa. 17
4.4. Kilogramos de proteína. 18
4.5. Porcentaje de solidos no grasos. 19
4.6. Porcentaje de lactosa. 20
5. CONCLUSIONES. 22
6. RECOMENDACIONES. 23
7. BIBLIOGRAFIA. 24
8. ANEXOS. 27

INDICE DE CUADROS.

CONTENIDO **Pág.**

Cuadro 1. Ración total mezclada usada por la ganadería. 12
Cuadro 2. Análisis Shapiro-Wilks. 14
Cuadro 3. Comparación de consumo de alimento ofrecido entre monensina sódica y aceites esenciales. 15
Cuadro 4. Comparación de promedios de alimento rechazado entre monensina sódica y aceites esenciales. 15
Cuadro 5. Volumen de leche obtenido promedio del total de un día del ganado por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento (aceites esenciales). 16
Cuadro 6. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para kg de leche..... 17
Cuadro 7. Porcentaje de grasa en leche obtenido promedio por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento. 17
Cuadro 8. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de grasa..... 18
Cuadro 9. Kg de proteína en leche obtenido por mes en fase monensina sódica y aceites esenciales. 18
Cuadro 10. Resultados de prueba de t student para producción de proteína en las vacas del experimento. 19
Cuadro 11. Porcentaje de solidos totales en leche obtenido por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento. 19
Cuadro 12. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de solidos no grasos. 20
Cuadro 13. Porcentaje de lactosa en leche obtenido por mes con alimentos a base de monensina sódica y aceites esenciales. 21
Cuadro 14. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de lactosa... 21

INDICE DE FIGURAS.

CONTENIDO **Pág.**

Figura A 1 Comparación de promedios en kg de leche entre monensina sódica y aceites esenciales.....27
Figura A 2 Comparación de promedios de % de grasa en leche entre monensina sódica y aceites esenciales. 27
Figura A 3 Comparación de promedios de Kg de proteína en leche entre monensina sódica y aceites esenciales. 28
Figura A 4 Comparación de promedios del % de solidos no grasos en leche entre monensina sódica y aceites esenciales. 28
Figura A 5 Comparación de promedios del % de lactosa en leche entre monensina sódica y aceites esenciales. 29

1. INTRODUCCIÓN.

El uso de moduladores de la fermentación ruminal en vacas lecheras se ha desarrollado bajo diversos estudios donde se ha tratado de controlar las poblaciones de microorganismos dentro del rumen. Es importante definir que el estómago del bovino posee cuatro compartimentos, y se considera como compuesto porque presenta una parte aglandular (Retículo-Rumen, Omaso) y una parte glandular (Abomaso) (Anrique *et al.* 2010).

La Monensina sódica es un ionóforo usado para modificar el metabolismo ruminal, incrementa la producción de ácido propiónico en el rumen durante la digestión microbiana (Díaz *et al.* 2016). Es importante mencionar que la Monensina sódica a pesar que ayuda a la producción láctea tienen un efecto depresor en el porcentaje de grasa presente en el ordeño, por lo cual los aceites esenciales en sustitución de este antibiótico han dado indicios de inhibir este efecto.

Un modulador de la fermentación ruminal es un aditivo de origen orgánico o inorgánico que ayuda en la optimización de la simbiosis que establecen los rumiantes con los microorganismos dentro del rumen, mediante el cual la vaca aporta nutrientes y un medio ruminal adecuado para la supervivencia de los mismos, donde estos aportan la capacidad de utilizar la fibra y proteína microbiana sintetizada en el rumen, la cual constituye la principal fuente de energía y proteína, respectivamente para el animal (Nagaraja *et al.* 1997).

El objetivo principal de esta investigación fue evaluar los efectos que genera el cambio de un alimento con un modulador de la fermentación ruminal elaborado con monensina sódica, por uno elaborado a base de aceites esenciales en la dieta diaria suministrada en el rendimiento productivo, la calidad nutricional de la leche y en el consumo de alimento. El experimento se realizó con registros productivos de la ganadería y toma de muestras cada 2 días durante el periodo de agosto y diciembre de 2020, en la Ganadería “Los Ángeles” perteneciente al departamento de Usulután, municipio de Puerto el Triunfo, en el cantón Corral de Mulas. Las variables en estudio fueron: cantidad de alimento ofrecido, cantidad de alimento rechazado, producción de leche, y la calidad de la leche según los porcentajes de grasa, proteína, lactosa y solidos no grasos presentes en la leche.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Un estudio realizado en la Universidad de Guadalajara por la División de Ciencias Veterinarias del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias donde se evaluó el efecto de la adición de Monensina sódica en la dieta de 32 vacas lecheras suizo pardo, se probaron dos tratamientos uno sin Monensina y otro con Monensina, la alimentación consistió en pastoreo de zacate más un suplemento alimenticio ofrecido de manera individual durante el ordeño. Al finalizar el experimento no se observó diferencia significativa en la producción diaria de leche, aun cuando las vacas que recibieron el ionóforo produjeron 0.910 litros más de leche/día. La concentración de grasa en leche no difirió entre tratamientos siendo en promedio de 3.43% (Jorge 2005).

En estudios desarrollados por la División de Ciencia Animal y Nutricional de la Universidad de West Virginia en Morgantown, se evaluó el efecto de dos aceites esenciales en la alimentación de vacas Holstein, las vacas fueron alimentadas con una ración total mezclada con un forraje:concentrado en una relación 42:58 (base seca) donde los tratamientos incluyeron C*inamaldehido,Eeugenol y Capsicum*, dando como resultado que la adición de dichos aceites esenciales no afectó la producción de leche ni su composición (Tager y Krause 2011).

Se llevo a cabo un ensayo con vacas lactantes en la Universidad del Estado de Pensilvania para estudiar los efectos de la adición dietética de extracto de hojas de orégano (*Oregano vulgare*) sobre la fermentación ruminal y el rendimiento de vacas lecheras. Se evaluaron ocho vacas Holstein primíparas y multíparas. Las vacas fueron alimentadas una vez al día con el extracto de orégano mezclado con una parte de la ración total mezclada. La adición del extracto de orégano como modulador de la fermentación ruminal no demostró efecto sobre el rendimiento medio de leche, la proteína de la leche y la lactosa; sin embargo, el contenido de grasa de la leche se incrementó (Tekippe *et al.* 2011).

2.1. Sistema digestivo de la vaca

2.1.1. Conformación

Externamente las distintas porciones presentan una división manifiesta, dada por surcos o constricciones, e internamente por características propias de la mucosa. Se define al estómago del bovino como multilocular o policavitario por sus cuatro compartimentos, y se considera como compuesto porque presenta una parte aglandular (Retículo-Rumen, Omaso) y una parte glandular (Abomaso).

Existen internamente orificios de comunicación entre las partes, que reciben los nombres de Orificio rúmino-reticular (comunicación entre rumen y retículo), Orificio retículo-omasal (comunicación entre retículo y omaso) y Orificio omaso-abomasal (comunicación entre omaso y abomaso). Internamente también se encuentran Surcos, tales como el Surco ventricular, el cual es dividido por los orificios en Surco reticular, Surco omasal y Surco abomasal (Anrique *et al.* 2010).

2.1.2. Estructura

La conformación de las paredes del estómago en general y del rumen en particular, está determinada por la presencia de tres capas de características propias, las cuales, desde la más externa hacia el interior, corresponden a: capa serosa, capa muscular y capa mucosa (Anrique *et al.* 2010).

Histológicamente todas las divisiones del estómago poseen las cuatro capas típicas de los órganos tubulares del aparato digestivo. La mucosa, cubierta por un epitelio plano estratificado queratinizado y aglandular en los DE (divertículos estomacales), cambia bruscamente en el abomaso a un epitelio cilíndrico simple que cubre una lámina propia rica en glándulas del mismo tipo que las halladas en no-rumiantes (regiones cardial, fúndica y pilórica) (Relling y Mattioli 2003).

Capa o túnica serosa. Representa al revestimiento peritoneal que recubre completamente al órgano, con la sola excepción de aquellas áreas donde se fija íntimamente al diafragma. La membrana serosa corresponde a un epitelio simple, con actividad secretora que protege y permite humectar las superficies que reviste, permitiendo así un fácil deslizamiento de las vísceras abdominales. Túnica muscular. Es más compleja, ya que presenta en su composición la presencia de fibras longitudinales, circulares y oblicuas que se disponen de manera variable según la zona ruminal, para así permitir la motilidad gástrica característica de los rumiantes. Túnica mucosa. Corresponde al revestimiento interno del rumen que se presenta distinto de los otros compartimentos del estómago rumiante. La mucosa ruminal se caracteriza por la presencia de vellosidades que permiten establecer el contacto con el contenido ruminal, sea éste el alimento contenido, la flora microbiana, como también los productos del metabolismo ruminal (Anrique *et al.* 2010).

2.1.3. Capacidad

El rumen corresponde al compartimento mayor de entre los preestómagos (aproximadamente 100 litros en el bovino adulto, equivalente al 90% del volumen total de los preestómagos). Su tamaño relativo varía levemente entre las especies (Arias 1982).

La capacidad real del estómago de los rumiantes ha sido supervalorada, en muchos casos, ya que las mediciones se han realizado tras una infusión de agua seguida de una distensión antinatural. Incluso las razas de ganado vacuno de gran tamaño pocas veces tienen una capacidad del retículo rumen superior a los 100 litros y las razas de tamaño medio de 60 a 80 litros (Church 1993).

Hay notables variaciones, tanto en forma como en capacidad, de los distintos compartimentos gástricos, según la edad del animal. Esto va cambiando en los primeros días, semanas, meses. Especialmente notables son los cambios de tamaño de rumen y abomaso, en función de su cambio de condición alimentaria desde lactante a rumiante (Anrique *et al.* 2010).

2.1.4. Funciones

El alimento que ingresa al aparato digestivo no está directamente disponible para ser utilizado por el animal. El alimento consiste de macromoléculas que deben ser degradadas a compuestos más simples para que puedan ser absorbidas a partir del Tracto Gastrointestinal (digestión glandular). Previo a la digestión glandular el alimento sufre acción mecánica en la masticación cuando el animal ingiere los alimentos. Esta acción mecánica sirve para reducir el tamaño de las partículas, pero no es suficiente para permitir la absorción de nutrientes. En los rumiantes el alimento sufre una transformación adicional en el retículo-rumen por acción de la rumia y de los microorganismos presentes (Regueiro 2008).

2.2. Propiedades Físicas y Químicas del Rumen

El proceso de fermentación es realizado principalmente en las dos primeras partes del estómago (Retículo y Rumen) por los microorganismos (protozoarios, hongos y bacterias) que habitan en el rumen y el medio físico y químicos que los envuelve. El producto final de los procesos fermentativos ruminales son ácidos grasos volátiles, los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido amortiguado y próximo a la neutralidad al mismo tiempo que se eliminan continuamente productos solubles de dicho proceso (Febres *et al.* 2007).

Son varios los factores que intervienen para cambiar el pH en el rumen. La naturaleza de la dieta suministrada es factor determinante en las fluctuaciones del pH ruminal, aunque los

rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos – 5,5 a 7,0. El pH ruminal depende la presión parcial del CO2, el conocimiento de los factores que alteran las condiciones físicas o el equilibrio químico del rumen es muy importante, porque puede permitir mejorar las condiciones de producción y el rendimiento de los animales (Febres *et al.* 2007).

2.2.1. Llenado del rumen y tiempo de retención de las partículas

El tiempo de retención en el rumen se encuentra entre 48 y 60 horas. Al mismo tiempo el grado de distención y llenado del retículo-rumen limitan el consumo voluntario de alimento, siendo estos factores a su vez determinados por la tasa de pasaje a través del rumen. El tiempo de retención de los forrajes en el rumen es muy importante para caracterizar el valor alimentario, especialmente la degradabilidad. Esta información es esencial para optimizar el nitrógeno y la energía disponible para la síntesis de proteína microbial en el rumen (Febres *et al.* 2007).

2.2.2. Temperatura ruminal

En el rumen se mantiene una temperatura de 38° a 41°C, con un promedio de 39° y un potencial redox de 350 mV, el que varía entre -240 a -450 mV (Anrique *et al.* 2010). dicho por Contreras.

2.2.3. Acidez del rumen

El ganado tiene la capacidad de mantener el pH (medida de la acidez o basicidad de una solución) ruminal dentro de un rango fisiológico de aproximadamente 5,5 a 7,0. Esto se logra mediante la regulación del consumo, la producción de saliva -la cual contiene sustancias buffers como el bicarbonato- y la absorción de los productos ácidos (principalmente los ácidos grasos volátiles [AGV] y, en menor medida, el ácido láctico [AL]) provenientes de la fermentación microbiana del alimento. Sin embargo, cuando el grado de acidez ruminal inducido por la fermentación de los carbohidratos rápidamente fermentables (CRF) supera la capacidad de los mecanismos reguladores, el pH ruminal cae drásticamente por debajo de 5,5, -el valor más bajo dentro del rango de variación fisiológica lo cual induce a acidez ruminal (Bretschneider 2009).

2.3. Microorganismos del Rumen

Los microorganismos del rumen son esencialmente bacterias y protozoarios. Las primeras son las más importantes y su concentración puede llegar a cien mil millones por centímetro cúbico.

La concentración y el tipo de bacterias depende de la dieta pues si bien están presentes siempre muy variadas especies, el porcentaje en que se halla cada una de ellas es muy variable (García Tobar y Gingins 1969).

Esta comunidad microbiana al ser tan extremadamente diversa, la mayoría de microorganismos que la habitan aún no han sido cultivados, sin embargo, con el uso de métodos de biología molecular; por ejemplo, se alcanza a estimar para las bacterias que existen por lo menos entre 300 y 400 filo tipos. Las redes tróficas del rumen están integradas por bacterias (más de 200 especies, con una concentración media de 1010 bacterias/ml), arqueas Metalogénicas, protozoos (más de 20 especies, con cifras de 106 protozoos/ml) y hongos (cuya densidad alcanza las 104 zoosporas/ml) (Rodríguez Quiroz 2014).

2.3.1. Bacterias

La mayor parte de las bacterias del rumen son anaerobias estrictas, pero existe un porcentaje considerable de ellas que son anaerobias facultativas, capaces de vivir en presencia de oxígeno y además, de utilizarlo Las bacterias suponen el 50-60% de la masa microbiana del rumen y de los grupos microbianos que viven en él son las que tienen el ritmo de generación más elevado y la menos tasa de retención, constituyendo, por consiguiente, la mayor fuente de nitrógeno para el rumiante (Saro Higuera 2012).

2.3.2. Hongos

Los hongos anaerobios ruminales (HAR) (103 -105 zoosporas/ml) pertenecen al dominio Eukarya y hacen parte importante del ecosistema cumpliendo diversas funciones metabólicas e incluso físicas. Son estrictamente anaerobios y poseen un complejo sistema enzimático que les permite utilizar todos los polisacáridos estructurales, y al ser reconocidos como los primeros colonizadores de los tejidos vegetales, gracias a su tamaño, estructuras morfológicas y actividad enzimática celulolítica y hemicelulolítica, estas enzimas principalmente extracelulares, exhiben una actividad máxima sobre amplios rangos de pH, que rompen activamente la fibra, utilizando las lesiones o escoriaciones superficiales del material vegetal para acceder a éste (Rodríguez Quiroz 2014).

2.3.3. Protozoarios

El número de protozoos en el rumen es de unos 10^4 a 10^6 células/ml de contenido ruminal. Todos los protozoos son anaerobios estrictos. La mayoría de las especies son ciliados y flagelados Los ciliados pertenecen a la familia *Isotrichidae* (géneros *Isotricha* y *Dasytricha* son

prevalentes) y a la familia *Ophryoscolecidae* (géneros *Entodinium*, *Diplodinium, Epidinium* y *Ophryoscolex* son prevalentes) Los protozoos no pueden sintetizar proteínas a partir de N no proteico, tampoco pueden degradar la celulosa, pero en compensación están capacitados para almacenar hidratos de carbono en forma de polisacáridos somáticos, 4 de 5 los cuales pueden ser usados como fuente de energía durante los intervalos de ingesta de alimentos (Blanco 1999).

2.4. Fermentación ruminal

La fermentación es un proceso oxidativo durante el cual los co-factores reducidos deben ser re-oxidados a través de reacciones de deshidrogenación para que el proceso continúe, liberando hidrógenos en el rumen. En el metano, el átomo de carbono está en su forma más reducida, y por lo tanto su síntesis resulta en un destino ideal para los electrones en ambientes fuertemente reductores. Dentro del ecosistema ruminal, los microorganismos metalogénicos sintetizan metano a partir de dióxido de carbono e hidrógeno, contribuyendo a mantener el balance entre hidrogeniones. Los microorganismos metalogénicos pertenecen al dominio de las Archaea, un grupo distintivo de las Eubacterias, las cuales utilizan el hidrógeno metabólico como fuente de energía (Garcia 2018).

2.4.1. Modulación de la fermentación ruminal

Los moduladores de la fermentación ruminal son aditivos de origen orgánico o inorgánico que ayudan en la optimización de la simbiosis que establecen los rumiantes con los microorganismos del rumen mediante el cual la vaca aporta nutrientes y un medio ruminal adecuado para la supervivencia de los microorganismos a lo cual los microorganismos aportan la capacidad de utilizar la fibra y proteína microbiana sintetizada en el rumen, la cual constituye la principal fuente de energía y proteína, respectivamente para el animal (Nagaraja *et al.* 1997).
La modulación del microbiota ruminal con el fin de aumentar el rendimiento productivo y prevenir trastornos digestivos en rumiantes ha sido una preocupación central para productores y profesionales vinculados al sector ganadero. En las últimas décadas se han desarrollado numerosas y variadas estrategias con el fin de modular y estimular un desarrollo saludable de la microbiota ruminal especialmente para prevenir trastornos digestivos como la acidosis o el meteorismo y aumentar la eficiencia alimentaria de los animales (Krause y Oetzel 2005).
Con este fin, tradicionalmente se ha recurrido a la administración de productos y fármacos antimicrobianos, aunque a esta práctica se han asociado en los últimos años problemas de

salud pública vinculados a la emergencia de cepas bacterianas resistentes y generación de residuos en productos y subproductos de origen animal (Martin 1998).

2.4.1.1. Uso de antibióticos ionóforos para modular la fermentación ruminal.

La Monensina sódica es un ionóforo usado para modificar el metabolismo ruminal, incrementa la producción de ácido propiónico en el rumen durante la digestión microbiana. Al aumentar la producción de ácido propiónico resulta una mayor eficiencia energética de la digestión debido que hay una menor producción de gases de desperdicio, principalmente metano (CH4). El ácido propiónico es el único que puede ser utilizado en gluconeogénesis; mejorando la ganancia de peso y ayuda a prevenir acidosis (aumentando pH ruminal e inhibiendo bacterias que producen ácido láctico), coccidiosis y timpanismo (Díaz *et al.* 2016).

En las últimas décadas, el uso de antibióticos ionóforos promotores del crecimiento ha demostrado ser eficaz en reducir estas pérdidas energéticas y proteicas. El éxito de los ionóforos se basa en su capacidad de inhibir específicamente a bacterias gram-positivas cuyo producto de fermentación es principalmente el acetato, el butirato, el hidrógeno y la producción de ácido láctico. Como resultado de esta inhibición, la eficacia de utilización de energía mejora debido al incremento en la producción de propiónico y la reducción de la producción de acético y metano (Nagaraja *et al.* 1997).

Por otra parte se conoce que el uso de antibióticos ionóforos como la Monensina sódica incrementa la producción en vacas lecheras, aunque reduce el porcentaje de grasa de la leche (Rodríguez y Muñoz 2000).

2.4.1.2. Extractos de Plantas

Los extractos de plantas como aditivos que inhiben el crecimiento de grupos bacterianos específicos, son compuestos naturales a los que se les atribuyen propiedades antisépticas, antifúngicas, antioxidantes y antitumorales. El efecto antimicrobiano de estas sustancias se conoce y se ha utilizado desde hace siglos. Parece ser que actúan desestabilizando la membrana celular de algunos microorganismos, alterando las propiedades de su superficie. En rumiantes, estos aditivos podrían mejorar la eficiencia de utilización de los alimentos modificando la estructura de la población microbiana y, en consecuencia, el perfil de fermentación ruminal (Castillejos Velázquez 2006).

Las plantas tienen una gran capacidad para sintetizar metabolitos secundarios, algunos de los cuales son responsables de su olor (terpenos), pigmentación (quinonas y taninos) o sabor

(terpenos). Estos compuestos se pueden dividir en varias categorías según su potencial antimicrobiano y su estructura molecular (Castillejos Velázquez 2006).

La mayoría de los aceites esenciales son metabolitos secundarios de plantas, cuyos componentes químicos activos son diversos. Es posible obtenerlos por métodos tales como destilación por vapor o extracción con solventes. Para que el uso de aceites esenciales en la alimentación de los animales tenga efectos positivos, es menester conocer sus mecanismos de acción y la dosis a la cual mejoran la productividad de los animales (Martínez *et al.* 2015)

La capacidad antimicrobiana de los aceites esenciales se está investigando tanto en la industria alimentaria y farmacéutica, donde se ha demostrado la efectividad de los aceites esenciales como antimicrobianos o antisépticos frente a bacterias patógenas, como en producción animal (Castillejos Velázquez 2006).

Entre los componentes de diferentes aceites esenciales con mayor actividad y con un amplio espectro de efectividad antimicrobiana encontramos: el timol (tomillo, orégano), el carvacrol (orégano y tomillo), el cinemaldehÌdo (canela) y el eugenol (canela, clavo y pimienta) (Castillejos Velázquez 2006).

2.4.1.3. Aceites esenciales

Los aceites esenciales no solo inhiben el crecimiento de la bacteria, sino que también poseen la capacidad de inhibir la germinación de esporas, como en el caso de *Clostridium botulinum* o *Bacillus cereus* (Ismaiel y Pierson 1990).

Recientemente, los efectos de los aceites esenciales de los extractos de plantas han centrado el interés como posibles aditivos para la modulación de la fermentación ruminal. Los aceites esenciales son moléculas lipofílicas que tiene actividad antimicrobiana frente a bacterias gram-positivas y gram-negativas debido a su capacidad de interactuar con las membranas citoplasmáticas bacterianas, provocando su inestabilidad y muerte celular (Calsamiglia *et al.* 2005).

Recientemente, se han publicado trabajos de investigación sobre los efectos de más de 25 extractos de plantas (*Achillea millefolium, Arnica chamissonis, Betula alba, Dactylis glomerata, Eucalyptus globules, Ginkgo biloba, Lavandula officinalis, Lespedeza capitata, Hyericum perforatum, Solidago virgaurea, Fagopyrum esculentum, Equisetum arvense, Salvia officinalis, Pimpinella anisum, Juniperus oxycedrus, Capsicum annuum, Cinnamonum cassia, Syzygium aromaticum, Anethum graveolens, Trigonella foenum graecum, Allium sativa, Zingiber officinale, Origanum vulgare, Melaleuca alternifolia, y Armoracia rusticana*) sobre la fermentación ruminal Entre estos, L. officinalis, S. virgaurea, y A. millefolium estimularon la

fermentación ruminal, y E. arvense y S. officinalis inhibieron la metanogénesis. A. rusticana también inhibió la producción de metano. C. cassia, A. sativa, y S. aromaticum modificaron la producción y el perfil de AGV y/o el metabolismo del Nitrógeno (Broudiscou et al. 2000).

2.4.1.4. Limonoides.

Los limonoides son triterpenoides oxigenados con un esqueleto de 4, 4,8-trimetil-17-furanilsteroidal presentes en la gran mayoría de las familias de las Rutaceae y Meliaceae. Son considerados metabolitos secundarios a los cuales no se les ha encontrado una relación directa con el crecimiento o desarrollo de las plantas. Estos limonoides presentan ciertas características estructurales como un anillo furano unido a un anillo D en el carbono C-17, además de contener en C-3, C-4, C-16 y C-17 un grupo epóxido y un grupo metilo u oximetileno en el carbono C-19. Naturalmente, las moléculas de los diferentes limonoides comparten dichas características estructurales. Sin embargo, no hay una cifra general para el peso molecular de limonoides debido a sus diversas estructuras químicas (Herrera 2015).

2.4.1.5. Ácidos orgánicos.

Algunos ácidos orgánicos (como el aspártico, málico y fumárico) parecen inducir cambios en el pH ruminal y la producción de metano y/o AGV de una forma similar a la monensina. Sin embargo, su modo de acción parece ser completamente diferente ya que en contraposición a los antibióticos, parece estimular y no inhibir actividades específicas dentro del metabolismo ruminal (Nisbet y Martin 1991).

2.4.2. Porcentaje de grasa

La determinación de la grasa es de gran importancia debido que este parámetro influye en el precio a pagar por litro de leche, permite determinar si una muestra de leche cumple con los valores legales establecidos, su valor es necesario conocerlo para estandarizar la leche a los valores requeridos para la elaboración de derivados (García 1999).

Durante las primeras décadas de este siglo, la ciencia de la nutrición halló que la leche contiene, en cantidades satisfactorias, la mayor parte de los nutrientes requeridos; siendo considerada un alimento casi perfecto en el mundo occidental. La leche es un líquido fisiológico rico en constituyentes de alto valor nutritivo, que contiene al menos tres componentes característicos: Grasa, lactosa y caseína, además de otros elementos esenciales para la nutrición que se encuentran en pequeñas, pero bien equilibradas proporciones (Ojeda y Escobar 1997).

La concentración de la proteína cruda dietaria afecta la producción de leche y consecuentemente el porcentaje de proteína láctea, sin afectar mayormente el porcentaje de materia grasa, salvo que se afecte el crecimiento microbiano y la actividad celulolítica, que es la que contribuye con el sustrato para la síntesis de materia grasa en la glándula mamaria. Así también, todos aquellos factores que influyen sobre la fermentación ruminal y el crecimiento microbiano afectan el contenido de proteína de la leche.

2.4.3. Proteína en Leche

Un insuficiente aporte de proteína dietaria reduce la producción de proteína láctea, pero este efecto puede ser minimizado con la incorporación a la dieta de alimentos con proteína de baja degradabilidad ruminal. También, bajo ciertas circunstancias productivas y de manejo alimentario, es posible usar la suplementación de aminoácidos protegidos, para mejorar el contenido de proteína de la leche (Morales 1999).

La proteína contenida en la leche es del 3,5% (variando desde el 2.9% al 3.9%). Esta “proteína láctea” es una mezcla de numerosas fracciones proteicas diferentes y de pesos moleculares distintos. Las proteínas se clasifican en dos grandes grupos: caseínas (80%) y proteínas séricas (20%).(Gómez y Mejía 2005)

2.4.4. Determinación del contenido con el aparato LactoStar Funke Gerber

La leche es succionada en las celdas de medición por medio de una bomba. Tanto el contenido de grasa como los sólidos totales se determinan mediante el uso de efectos de medición térmica (Redbox). Las proteínas, la lactosa, la densidad y el mineral se determinan además con la ayuda de una segunda celda de medición que está equipada con una tecnología sensorial combinada de impedancia / turbidez mediante el uso de 4 ondas ópticas diferentes. El punto de congelación se calcula sobre la base de los valores medidos que se determinan.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Ganadería “Los Ángeles” ubicada en el departamento de Usulután, municipio de Puerto el Triunfo, en el cantón Corral de Mulas. Limita por el sur con el Océano Pacífico, mientras que al este se encuentra la Isla El Espíritu Santo, y al norte las islas Cumichin y el Magueyal.; a un metro sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas 13°13'28.6” Latitud Norte, -88°38'57.2" Longitud Oeste. El hato que entró al ensayo fue de 200 vacas en producción. Las instalaciones donde se encontraban las vacas estaban orientadas de sur a norte, realizando en cada uno dos ordeños diarios con una producción diaria de 25 litros (32 botellas) de leche, además de un peso promedio vivo de 637Kg y una edad de 3 años; en el tema alimenticio se les proporcionaba 20 kg de materia seca tal como ofrecido por vaca, distribuida en 4 raciones de 13.06 kg.

El modulador se administró en la dieta que ofrece la ganadería, la cual es elaborada a partir de premezclas. Los aceites esenciales vienen incluidos en un núcleo comercial, el cual es la base del pienso ofrecido.

Las dietas ofrecidas consistieron en (Cuadro 1):

Cuadro 1. Ración total mezclada usada por la ganadería.

DIETA CON MONENSINA SODICA		
Materia prima	Cantidad	%
Maiz	3.8636 Kg	41.63%
DDGS	1.3636 Kg	14.69%
Harina de soya	2.7273 Kg	29.39%
Melaza	0.6818 Kg	7.35%
Mycofix plus ®	0.0114 Kg	0.12%
Safetox plus R ®	0.0114 Kg	0.12%
Nucleo Novo Bovigol ®	0.1591 Kg	1.71%
Carbonato de Ca	0.1818 Kg	1.96%
Oxido de Magnesio	0.0682 Kg	0.73%
Bicarbonato de sodio	0.1364 Kg	1.47%
Colina	0.0068 Kg	0.07%
Niacina	0.0114 Kg	0.12%
Lactomil	0.0455 Kg	0.49%
Dinamond VXPC ®	0.0114 Kg	0.12%
Rumencin ®	0.0009 Kg	0.01%
9.2805 Kg		100.00 %

DIETA CON MONENSINA SODICA		
Materia prima	Cantidad	%
Maiz	3.8636 Kg	41.60%
DDGS	1.3636 Kg	14.68%
Harina de soya	2.7273 Kg	29.36%
Melaza	0.6818 Kg	7.34%
Mycofix plus ®	0.0114 Kg	0.12%
Safetox plus R ®	0.0114 Kg	0.12%
Nucleo Novo Bovigol ®	0.1591 Kg	1.71%
Carbonato de Ca	0.1818 Kg	1.96%
Oxido de Magnesio	0.0682 Kg	0.73%
Bicarbonato de sodio	0.1364 Kg	1.47%
Colina	0.0068 Kg	0.07%
Niacina	0.0114 Kg	0.12%
Lactomil	0.0455 Kg	0.49%
Dinamond VXPC ®	0.0114 Kg	0.12%
Aceites Esenciales	0.0081 Kg	0.09%
9.2805 Kg		100.00 %

El estudio tuvo una duración de 150 días, los cuales se distribuyeron de la siguiente manera:

3.1. Metodología de Campo.

En la primera parte el grupo completo de vacas recibió la dieta habitual que ofrece la ganadería la cual consistía de un núcleo con Monensina sódica comercial al que estaban normalmente habituados, luego este mismo grupo recibió el núcleo con la mezcla de aceites esenciales durante un periodo de 30 días como periodo de adaptación.

Luego de estos días de adaptación, del día 31 hasta el día 150 el mismo grupo que recibió el núcleo con aceites esenciales, se realizaron muestreos cada dos días para obtener datos de producción y calidad de leche.

3.1.1. Selección de los datos.

Para la toma de datos se recolectaron muestras de 250 ml de leche del tanque durante el periodo con el alimento convencional de enero a junio, durante el periodo de adaptación que duro todo el mes de julio y el periodo con los aceites esenciales que fue desde agosto hasta diciembre, los cuales se llevaron al laboratorio con el propósito de medir los porcentajes (%) de grasa, proteína, lactosa y solidos no grasos (SNF), se colocaron en botes de plástico, se etiquetaron con el lugar y la fecha de recolección; se colocaron en una hielera para su transporte al laboratorio donde se procesarán las muestras.

3.2. Metodología Estadística.

Se realizó una prueba de medias para dos variables en el mismo grupo, bajo un diseño experimental doble reversible (Switch-back), para lo que se compararon los efectos de la Monensina sódica contra los de una mezcla de aceites esenciales sobre la producción de leche, porcentaje de proteína, lactosa y solidos no grasos, de los que se conoce que la Monensina genera una depresión de la grasa en leche a pesar de generar buenos resultados en los niveles de leche producidos.

3.2.1. Diseño Estadístico.

Se aplicó un análisis estadístico descriptivo e inferencial mediante el programa estadístico InfoStat® y la prueba T de Student para muestras relacionadas, utilizando la media como medida de tendencia central para su análisis, se verificaron los resultados entre cada una de las dos variables para ver la incidencia de los dos tipos de alimentos en un grupo de animales (antes y después) suministrados en relación con el comportamiento de ellas en la investigación.

3.2.2. Variables.

Como parte de la investigación se midieron las siguientes variables:

1. Cantidad de alimento ofrecido: Se midió la cantidad de alimento en kilogramos (Kg) de materia seca durante los 150 días que duró el experimento.
2. Cantidad de alimento rechazado: Se midió la cantidad de alimento rechazado en kilogramos (Kg) desde el periodo de adaptación hasta el final del experimento.
3. Registro de la producción: Se midieron los kilogramos de leche producidas por el hato cada 2 días y se realizó una corrección de la producción de la leche para un 4% de grasa.
4. La conversión alimenticia se midió mediante la cantidad de litros de leche producidos entre la cantidad de alimento ofrecido durante todo el periodo del experimento.
5. La calidad de la leche se midió según los porcentajes (%) de grasa, proteína, lactosa y solidos no grasos (SNF), mediante el uso del aparato de Lactostar Funke Gerber®

Después del establecimiento y captación de todos los datos de la ganadería, se presentan las siguientes relaciones de datos correspondientes a las variables Volumen corregido de leche al 4%, porcentaje de grasa, kilogramos de proteína, porcentaje de solidos no graso y porcentaje de lactosa, resultando (Cuadro 2):

Cuadro 2. Análisis Shapiro-Wilks.

Grupo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
1	Kg de leche al 4%	5	8735.55	461.44	0.99	0.9872
1	% grasa	5	3.71	0.05	0.95	0.7544
1	Kg proteína	5	319.26	17.85	0.96	0.8484
1	% sol. no grasos	5	9.2	0.08	0.95	0.751
1	% lactosa	5	4.89	0.04	0.96	0.8886
2	Kg de leche al 4%	5	8188.26	305.76	0.8	0.081
2	% grasa	5	3.9	0.16	0.93	0.6592
2	Kg proteína	5	289.78	12.75	0.93	0.6078
2	% sol. no grasos	5	9.18	0.03	0.94	0.7
2	% lactosa	5	4.88	0.01	0.91	0.5113

Shapiro-wilks, es una prueba de normalidad de los datos; esta prueba tiene como regla que sí los datos presentan un P menor a 0.05 los datos siguen una distribución no normal y si es mayor a 0.05 los datos son una distribución normal. Como los datos son mayores a un alfa de 0.05, se debe utilizar una prueba paramétrica que en este caso sería una prueba T de student, dado a que los datos siguen una distribución normal y el tamaño muestra es pequeño.

Se evaluaron 2 periodos, el primero durante el cual las vacas del experimento fueron alimentadas con un concentrado que incluía el núcleo con monensina sódica, y el segundo periodo es en el que el ganado en evaluación fue alimentado con un concentrado que incluía los aceites esenciales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Consumo de alimento.

Los datos de consumo de alimento y de comparación de promedios de alimento rechazado entre monensina sódica y aceites esenciales son los siguientes (Cuadro 3):

Cuadro 3. Comparación de consumo de alimento ofrecido entre monensina sódica y aceites esenciales.

Consumo total					
Monensina sódica		**Kg/vaca**	**Aceites Esenciales**		**Kg/vaca**
ABRIL	6422 kg	32 kg	AGOSTO	4704 kg	24 kg
MAYO	4777 kg	24 kg	SEPTIEMBRE	4805 kg	24 kg
JUNIO	4663 kg	23 kg	OCTUBRE	4743 kg	24 kg
Promedio	5288 kg	26 kg	Promedio	4751 kg	24 kg

El cuadro anterior muestra que en términos de consumo el alimento que mejor se aprovechó fue el que contenía monensina sódica en comparación con el alimento a base de aceites esenciales.

La comparación de promedios de alimento rechazado entre monensina sódica y aceites esenciales se encuentra a continuación (cuadro 4)

Cuadro 4. Comparación de promedios de alimento rechazado entre monensina sódica y aceites esenciales.

Monensina sódica					
	Alimento servido	**Kg/vaca servido**	**Alimento rechazado**	**Kg/vaca rechazado**	**Alimento consumido total**
ABRIL	6422 kg	32 kg	536 kg	3 kg	5886 kg
MAYO	4777 kg	24 kg	429 kg	2 kg	4348 kg
JUNIO	4663 kg	23 kg	542 kg	3 kg	4121 kg
Promedio	5288 kg	26 kg	502 kg	3 kg	4785 kg

Aceites Escenciales					
	Alimento servido	**Kg/vaca**	**Alimento rechazado**	**Kg/vaca rechazado**	**Alimento consumido total**
AGOSTO	4704 kg	24 kg	501 kg	3 kg	4203 kg
SEPTIEMBRE	4805 kg	24 kg	401 kg	2 kg	4404 kg
OCTUBRE	4743 kg	24 kg	463 kg	2 kg	4280 kg
Promedio	5196 kg	26 kg	455 kg	2 kg	4296 kg

En términos de alimento rechazado se observa una menor cantidad en el alimento con base a aceites esenciales en un 9% comparado con el alimento a base de monensina sódica.

4.2. Producción de leche.

Los resultados obtenidos en la variable volumen de kg de leche (cuadro 5), mostraron un menor resultado con el alimento a base de aceites esenciales 8,188kg, comparados con los 8,736kg obtenidos del alimento a base de monensina sódica (Figura A-1).

Cuadro 5. Volumen de leche obtenido promedio del total de un día del ganado por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento (aceites esenciales).

Volumen corregido al 4%					
Monensina sódica		**Kg/vaca**	**Aceites esenciales**		**Kg/vaca**
FEBRERO	8955 kg	45 kg	AGOSTO	8475 kg	42 kg
MARZO	8072 kg	40 kg	SEPTIEMBRE	7877 kg	39 kg
ABRIL	8757 kg	44 kg	OCTUBRE	7849 kg	39 kg
MAYO	8577 kg	43 kg	NOVIEMBRE	8286 kg	41 kg
JUNIO	9317 kg	47 kg	DICIEMBRE	8457 kg	42 kg
Promedio	8736 kg	44 kg	Promedio	8189 kg	41 kg

En el cuadro 5 se observa la diferencia en promedios de kg de leche entre los meses febrero - junio versus los obtenidos en noviembre y diciembre, se refleja una mayor cantidad de kg con el alimento a base de monensina sódica estos se comportan de manera constante y una reducción en los meses septiembre y octubre ya con el alimento a base de aceites esenciales, esto debido a que la ganadería paso por una etapa de problemas de salud, esto además por la alta humedad y temperatura de la época.

A continuación, se observan las diferencias de medias para los kilogramos de leche obtenidos durante el experimento (Cuadro 6).

Cuadro 6. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para kg de leche.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Grupo	Kg de Leche	{1}	{2}	5	5	8735.6	8188.3	547.3	-23.6	1118.2	0.4449	2	0.058	Bilateral

Según una investigación realizada por la Universidad de Delaware en el 2018, donde se evaluó una mezcla de aceites esenciales, las vacas alimentadas con una RTM suplementada con la mezcla de aceites esenciales tendieron (P < 0,16) a producir más leche, que las vacas alimentadas con la dieta control. El porcentaje de grasa en leche fue numéricamente mayor, aunque no estadísticamente, en las vacas suplementadas con aceites esenciales. Este hallazgo condujo a un aumento en la producción de grasa láctea para las vacas alimentadas con el suplemento. (Kung Jr, 2008).

4.3. Porcentaje de grasa

El porcentaje de grasa obtenido (cuadro 7), luego de la incorporación del nuevo alimento (aceites esenciales) en el periodo de los meses de agosto a diciembre da como resultado 3.90%, que comparándolos con el porcentaje obtenido con el alimento a base de monensina sódica (3.71%) muestra un incremento (Figura A-2).

Cuadro 7. Porcentaje de grasa en leche obtenido promedio por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento.

% GRASA			
Monensina sódica		**Aceites esenciales**	
FEBRERO	3.62	AGOSTO	3.68
MARZO	3.70	SEPTIEMBRE	3.81
ABRIL	3.77	OCTUBRE	3.93
MAYO	3.71	NOVIEMBRE	4.03
JUNIO	3.73	DICIEMBRE	4.07
Promedio	3.71	Promedio	3.90

Por otra parte, viendo el mes a mes dentro de cada periodo de evaluación existe un incremento con el alimento a base de aceites esenciales en los meses de noviembre a y diciembre (arriba de 4%). Además, la tendencia al alza se observa desde el mes 1 luego de la incorporación de los aceites esenciales esto es importante ya la ganadería se rigen en gran manera por la

calidad de leche, que a su vez tiene como uno de sus patrones base el porcentaje de grasa, contribuyendo en mejoras en el precio de compra de la leche.

Las diferencias de medias para el porcentaje de grasa obtenido al comparar los tratamientos se presentan a continuación (Cuadro 8).

Cuadro 8. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de grasa.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Grupo	% lactosa	{1}	{2}	5	5	4.89	4.88	0.01	-0.03	0.06	0.0614	0.7	0.5316	Bilateral

Como el P valor en esta variable es de 0.5316, afirmando que hay un incremento en el % de grasa en leche usando el concentrado a base de aceites esenciales (modulador).

4.4. Kilogramos de proteína.

La comparación de promedios de los kilogramos de proteína obtenidos entre monensina sódica y aceites esenciales se encuentra a continuación (Cuadro 9).

Cuadro 9. Kg de proteína en leche obtenido por mes en fase monensina sódica y aceites esenciales.

KG Proteína			
Monensina sódica		**Aceites esenciales**	
FEBRERO	285.00 Kg	AGOSTO	310.13 Kg
MARZO	327.05 Kg	SEPTIEMBRE	281.98 Kg
ABRIL	292.66 Kg	OCTUBRE	277.08 Kg
MAYO	317.74 Kg	NOVIEMBRE	287.25 Kg
JUNIO	317.21 Kg	DICIEMBRE	292.47 Kg
Promedio	307.93 Kg	**Promedio**	289.72 Kg

Los promedios obtenidos no reflejan una reducción en el alimento con aceites esenciales (289.78kg), comparándolos con los del alimento a base de Monensina sódica (307.93kg), este valor si representa para el productor una diferencia significativa en términos de calidad de producto.

La concentración de proteína en la leche varía de 3.0 a 4.0% (30-40 gramos por litro). El porcentaje varía con la raza de la vaca y en relación con la cantidad de grasa en la leche.

Existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche- cuanto mayor es la cantidad de grasa, mayor es la cantidad de proteína. (Agrobit, S.f).

El resultado de la prueba t student obtenidos para la producción de proteína en las vacas durante el experimento se presentan a continuación (Cuadro 10).

Cuadro 10. Resultados de prueba de t student para producción de proteína en las vacas del experimento.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Grupo	Kg proteína	{1}	{2}	5	5	319.26	289.78	29.48	6.86	52.1	0.53	-3	0.0169	Bilateral

Como el P valor en esta variable es de 0.0169, se puede afirmar que hay un incremento de kg de proteína usando el concentrado a base de aceites esenciales (modulador).

4.5. Porcentaje de solidos no grasos.

Al hacer una comparación del porcentaje de solidos no grasos obtenidos en la leche antes del cambio de monensina a aceites esenciales (cuadro 11), la ganadería mostraba un primer porcentaje de 9.17 promedio y con la monensina sódica un 9.18, se debe recordar que estos solidos se miden en la calidad composicional de la leche que corresponden a la suma de 3 componentes: proteínas(mayoritariamente caseína), lactosa y sales minerales(calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro); Debido a esta condición, hay varios aspectos que inciden en el contenido final de solidos totales en la leche, a continuación, se muestra de la siguiente manera (Cuadro 11).

Cuadro 11. Porcentaje de solidos totales en leche obtenido por mes en fase pre y post - incorporación de nuevo alimento.

% de solidos no grasos			
Monensina sódica		**Aceites esenciales**	
FEBRERO	9.10	AGOSTO	9.19
MARZO	9.10	SEPTIEMBRE	9.13
ABRIL	9.14	OCTUBRE	9.16
MAYO	9.22	NOVIEMBRE	9.21
JUNIO	9.31	DICIEMBRE	9.19
Promedio	9.17	Promedio	9.18

A pesar de esto la diferencia entre tipos de alimento no es significativa, a lo que Gaspar de los Reyes González en 2010 hace mención que el porcentaje de sólidos no grasos (SNG) puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales; pero el tipo de variación es mucho menor de lo observado en relación con el porcentaje de grasa. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que, el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0.2% en el porcentaje de SNG. Es importante destacar que la variación de SNG es cíclico, sobre todo, por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto utilizado como materia prima.

Las diferencias de medias y el valor P estadístico para el porcentaje de solidos no grasos en la leche obtenidos durante el periodo de la investigación se presentan a continuación (Cuadro 12).

Cuadro 12. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de solidos no grasos.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Grupo	% sol. no grasos	{1}	{2}	5	5	9.2	9.18	0.03	-0.06	0.12	0.0756	1	0.5064	Bilateral

Como el P valor en esta variable es de 0.5064 por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que no es significativo el cambio de % solidos no grasos usando el concentrado a base de aceites esenciales (modulador) contra el alimento con base a monensina sódica.

4.6. Porcentaje de lactosa.

A continuación, se presentan los promedios de porcentaje de lactosa obtenidos durante el periodo de la investigación (cuadro 13).

Cuadro 13. Porcentaje de lactosa en leche obtenido por mes con alimentos a base de monensina sódica y aceites esenciales.

% de lactosa			
Monensina sódica		**Aceites esenciales**	
FEBRERO	4.80	AGOSTO	4.89
MARZO	4.83	SEPTIEMBRE	4.87
ABRIL	4.87	OCTUBRE	4.86
MAYO	4.89	NOVIEMBRE	4.89
JUNIO	4.94	DICIEMBRE	4.88
Promedio	4.87	Promedio	4.88

En cuanto a la lactosa se mantuvieron los niveles normales, ya que no es un parámetro que deba variar mucho y en el caso que se mantenga en los niveles normales, significa que el alimento (núcleo) aporta lo necesario para una buena alimentación.

A continuación, se presentan las diferencias de medias para el porcentaje de lactosa obtenidos en el periodo de la investigación (Cuadro 14).

Cuadro 14. Resultados de diferencias de medias y valor P estadístico para % de lactosa.

Clasific	Variable	Grupo 1	Grupo 2	n (1)	n (2)	Media (1)	Media (2)	Media (1) Media (2)	LI (95)	LS (95)	pHomVar	T	p-valor	prueba
Grupo	% lactosa	{1}	{2}	5	5	4.89	4.88	0.01	-0.03	0.06	0.0614	1	0.5316	Bilateral

Debido a que la variable porcentaje de lactosa presento un valor P de 0.5316 considerando asi que no es un valor significativo respecto al uso de concentrado a base de aceites esenciales en el modulador contra el alimento con monensina sódica.

5. CONCLUSIONES.

La dieta que incluye aceites esenciales mostro un mayor consumo de alimento porque genero un 9% menos rechazo comparado con el alimento con monensina sódica.

La producción de leche fue mejor cuando el hato estuvo sometido bajo la dieta que incluye monensina sódica porque durante el periodo donde se suministró la dieta a base de aceites esenciales el ganado sufrió la enfermedad bacteriana.

El alimento que incluye aceites esenciales produce un mayor porcentaje de grasa en leche con un promedio de 0.20% más, que el alimento en base a monensina sódica, principalmente debido a que este componente deprime la grasa en la leche y coincide con las investigaciones que demuestran un incremento en el porcentaje de grasa en leche cuando se usan aceites esenciales.

Existe una reducción de porcentaje de proteína (2.47%) al usar los aceites esenciales dentro de la dieta de la ganadería Los Ángeles.

No existe diferencias significativas en los datos de solidos no grasos y lactosa al evaluar y comparar ambo tipos de alimentos, lo anterior hace sentido según investigaciones realizadas por Reyes Gonzales en 2010.

6. RECOMENDACIONES.

Se recomienda usar alimento a base de extractos naturales en la alimentación bovina ya que esta provoca menos perdida de grasa en leche.

Se recomienda el uso de aceites esenciales en lugar de monensina sódica, si el destino de interés del fluido sea para procesamiento industriales como subproductos.

Se recomienda usar un grupo más reducido de vacas de segundo y tercer parto para obtener datos resultados a pegados a la realidad de las ganaderías.

Se recomienda usar el alimento que incluye extracto de aceites esenciales en la alimentación bovina para evitar resistencia bacteriana, debido al efecto de los antibióticos en la resistencia de los estos antibióticas.

Se recomienda realizar una investigación comparando por medio de grupos los alimentos y así poder hacer comparaciones especificas con los datos obtenidos en esta investigación.

7. BIBLIOGRAFIA

Anrique, R; Contreras, P; Chihuailaf, R; Espíndola, MS; Latrille, L; Noro, M; Pulido, R; Sepúlveda, P; Tadich, N; Vargas, L. 2010. Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. 3 ed. Valdivia, Imprenta América Ltda. 135 p.

Arias, JL. 1982. Aspectos generales de la biología del rumen.; [General aspects of the rumen biology]. Ed. Universidad de Chile, SFdCA, Veterinarias y Forestales. Lab. Biología Celular. Dept. Patología Veterinaria. 24-45 p.

Blanco, MdR. 1999. BACTERIAS RUMINALES (en linea). Tesis. Consultado 15 de abril 2020 Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/69-bacterias_ruminales.pdf?fbclid=IwAR16-Vh1X_2SB1uTWyuR-TjpyZxswktqbZcNBBllrNlf8npLqXWLqduvF_I

Bretschneider, G. 2009. Acidosis ruminal en el ganado lechero. Tesis INTA, Estación Experimental Agropecuaria Rafaela., Santa Fe, Argentina 175p.

Broudiscou, L-P; Papon, Y; Broudiscou, AF. 2000. Effects of dry plant extracts on fermentation and methanogenesis in continuous culture of rumen microbes Animal Feed Science and Technology 87(3-4):263-277p.

Brunori, J; Fazzoni, R; Figueroa, ME. 2012. Buenas prácticas pecuarias para la producción y comercialización porcina familiar. Ministerio de Agricultura de la República Argentina, Buenos Aires (Argentina): 15-45p.

Calsamiglia, S; Castillejos, L; Busquet, M; i dels Aliments, DCA. 2005. Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero XXI Curso de Especialización FEDNA. Madrid. España:161-185p.

Campabadal, C. 1999. Factores que afectan el contenido de sólidos en leche Nutrición animal tropical 5(1):67-92p.

Castillejos Velázquez, L. 2006. Modificación de la fermentación microbiana ruminal mediante compuestos de aceites esenciales. Universitat Autònoma de Barcelona.102-105p.

Church, D. 1993. El Rumiante: fisiología digestiva y nutrición. Ed. Acribia Zaragoza, España:

Díaz, C; Ariel, E; Valle, C. 2016. Evaluación de monensina sódica (Rumensin® 200) y Saccharomyces cerevisiae (Procreatin 7®) como aditivos en la dieta para la finalización de toretes, Finca Santa Fé, Petén, Guatemala. 350-386p

Febres, OA; Vergara-López, J; Venezuela, Z. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal 15(S1):133-140p.

Garcia, F. 2018. Uso de aceites esenciales para modular la actividad microbiana en el rumen con el fin de reducir la producción de metano entérico. 45-62p

García, M. 1999. Efecto de la época y área de procedencia sobre las características físico-químicas y de composición de la leche cruda, pasteurizada en la ciudad de Barquisimeto, Venezuela Gaceta de Ciencias Veterinarias 5(2):5-22p.

García Tobar, J; Gingins, M. 1969. Anatomía y Fisiología del aparato digestivo de los rumiantes.

Gómez, DAA; Mejía, OB. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno REVISTA LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN 2 audiolibro.

Herrera, GC. 2015. Evaluación de la actividad citotóxica de limonoides de semillas de cítricos extraídos con co2 supercrítico: 299-315

Ismaiel, A; Pierson, MD. 1990. Inhibition of growth and germination of C. botulinum 33A, 40B, and 1623E by essential oil of spices Journal of Food Science 55(6):1676-1678p.

Krause, K; Oetzel, G. 2005. Inducing subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows Journal of Dairy Science 88(10):3633-3639p.

L. Kung Jr, P. Williams, R. Schmidt and W. Hu. Journal of Dairy science 2008 Vol. 91 Issue 12 Pages 4793-480

Martin, SA. 1998. Manipulation of ruminal fermentation with organic acids: a review Journal of Animal Science 76(12):3123-3132p.

Martínez, RM; Cerrilla, MaEO; Haro, JGH; Garza, JRK; Ramos, JZ; Soriano, RR. 2015. Uso de aceites esenciales en animales de granja Interciencia 40(11):744-750p.

Midla, LT; Hoblet, KH; Weiss, WP; Moeschberger, ML. 1998. Supplemental dietary biotin for prevention of lesions associated with aseptic subclinical laminitis (pododermatitis aseptica diffusa) in primiparous cows American Journal of Veterinary Research 59:733-738p.

Morales, MS. 1999. Factores que afectan la composición de la leche TecnoVet 5(1):

Nagaraja, T; Newbold, C; Van Nevel, C; Demeyer, D. 1997. Manipulation of ruminal fermentation. Springer. 523-632 p.

Nisbet, D; Martin, S. 1991. Effect of a Saccharomyces cerevisiae culture on lactate utilization by the ruminal bacterium Selenomonas ruminantium Journal of Animal Science 69(11):4628-4633p.

Ojeda, A; Escobar, A. 1997. Manejo de vacas doble-proposito en potreros con asociación entre gramineas y Gliricidia sepium.[Management of dual-purpose cows grazing pastures with an association of grass and Gliricidia sepium] Revista-Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (Venezuela).(Nov-Dic 14(6):641-648p.

Polin Raygoza, LA; Muro Reyes, A; Díaz García, LH. 2014. Aceites esenciales modificadores de perfiles de fermentación ruminal y mitigación de metano en rumiantes: Revisión Revista mexicana de ciencias pecuarias 5(1):25-47p.

Regueiro, EvLM. 2008. DIGESTIÓN EN RETÍCULO-RUMEN DIGESTIÓN EN RETÍCULO-RUMEN. Universidad de la Republica de Montevideo, Uruguay (en linea). consultado 30 de marzo 2021 Disponible en http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/AFA/TEORICOS/Repartido-Digestion-en-Reticulo-Rumen.pdf

Relling, AE; Mattioli, GA. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes72 p. Tesis UNLP. Cordoba, Argentina. (en linea). consultado 15 de febero 2021.. Disponible en http://www.aprocal.com.ar/descargas/64/Guillermo_Mattioli_-_fisiologia_digestiva_y_metabolica_de_los_rumiantes.pdf

Rodríguez, JMP; Muñoz, SSG. 2000. Efectos biológicos y productivos de los ionóforos en rumiantes Interciencia 25(8):379-385p.

Rodríguez Quiroz, TA. 2014. Estudio del efecto del aceite esencial de orégano de monte (Lippia origanoides) del Alto Patía sobre la metanogénesis y la actividad fibrolítica del ecosistema ruminal. Tesis Universidad Nacional de Colombia: 215-320p

Saro Higuera, C. 2012. Estructura de las comunidades microbianas ruminales de ovejas alimentadas con diferentes dietas224 p.. Tesis Universidad de León. León Mexico (En linea). consultado 30 de enero 2021 Disponible en https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/2207/tesis_67dd62.PDF?sequence=1&isAllowed=y

Tager, L; Krause, K. 2011. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows Journal of Dairy Science 94(5):2455-2464 p.

8. ANEXOS.

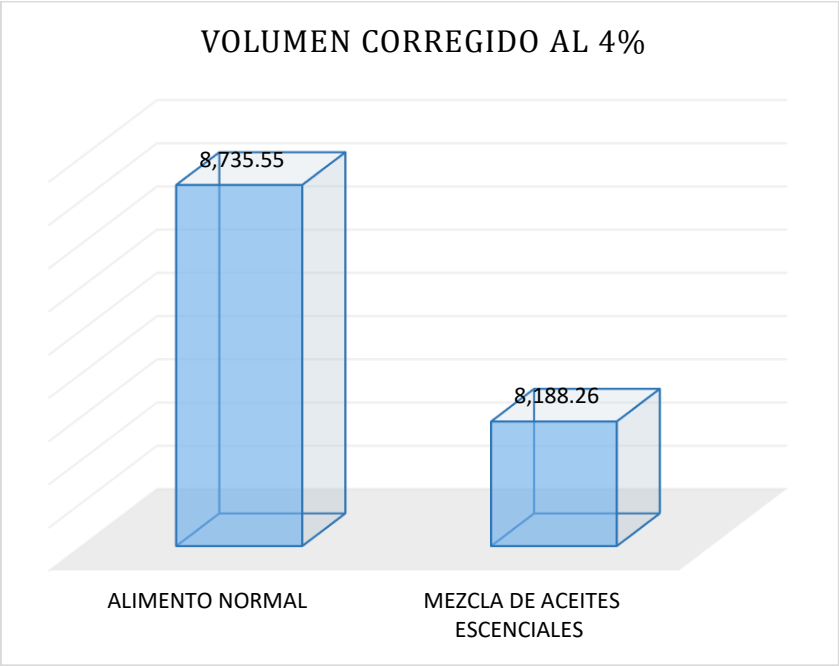

Figura A 1 Comparación de promedios en kg de leche entre monensina sódica y aceites esenciales.

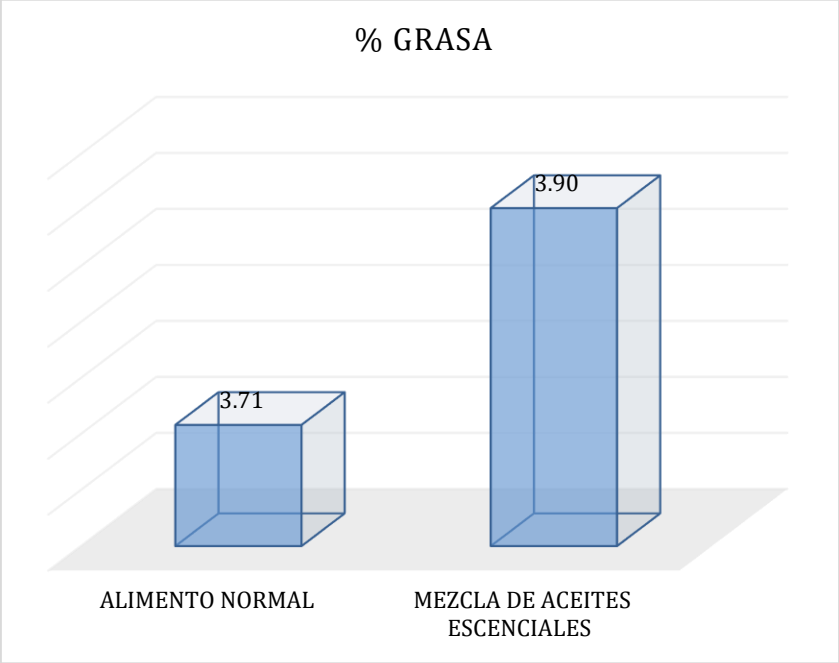

Figura A 2 Comparación de promedios de % de grasa en leche entre monensina sódica y aceites esenciales.

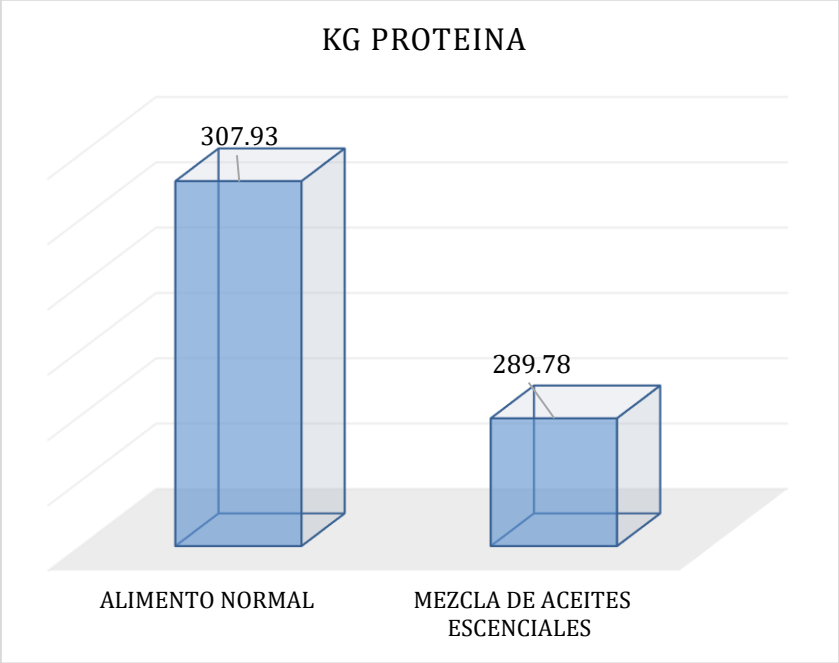

Figura A 3 Comparación de promedios de Kg de proteína en leche entre monensina sódica y aceites esenciales.

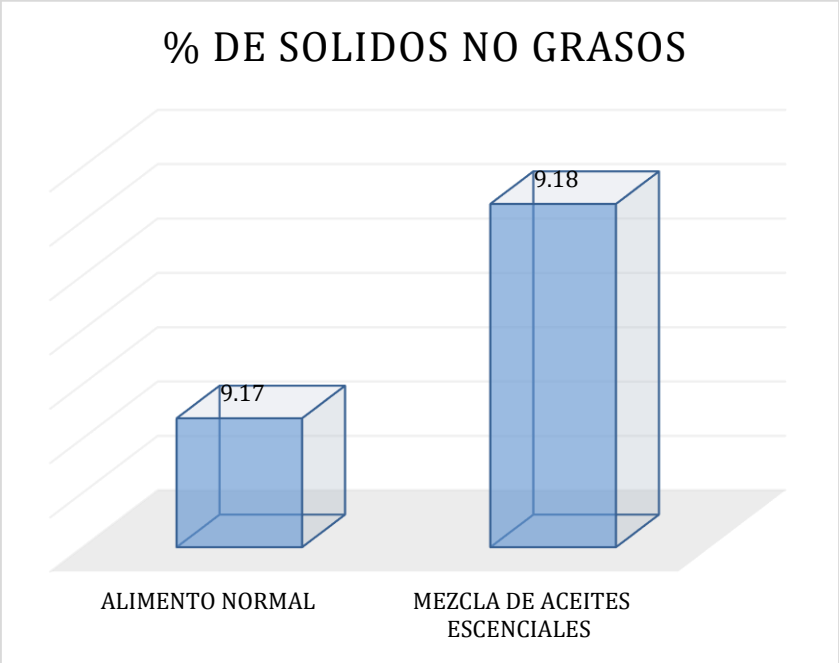

Figura A 4 Comparación de promedios del % de solidos no grasos en leche entre monensina sódica y aceites esenciales.

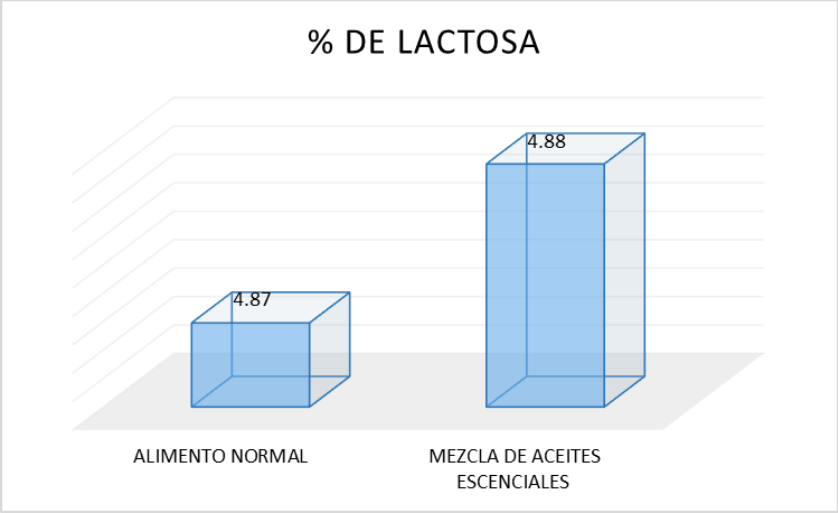

Figura A 5 Comparación de promedios del % de lactosa en leche entre monensina sódica y aceites esenciales.