



SEP
SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO
Instituto Tecnológico de Altamira

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ALTAMIRA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA A BASE DE
CONTENIDO RUMINAL SOBRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y
GLUCOSA SÉRICA EN VACAS JERSEY”**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL**

Presenta
Perla Marín Rodríguez



Instituto Tecnológico de Altamira

ALTAMIRA, TAMAULIPAS

JUNIO DE 2019



La presente Tesis titulada: **“EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA A BASE DE CONTENIDO RUMINAL SOBRE LA CONDICIÓN CORPORAL Y GLUCOSA SÉRICA EN VACAS JERSEY”**, fue realizada por **PERLA MARIN RODRIGUEZ**, bajo la dirección del Comité de Tesis indicado, y ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para que el sustentante obtenga el grado:

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE EN PRODUCCIÓN PECUARIA TROPICAL

COMITÉ DE TESIS

Director de Tesis **DOC. ELVIA MARGARITA ROMERO TREVIÑO**

Co-Director **M.C.P.A.T. JOSÉ LUIS HORAK LOYA**

Asesor D.C.A. **RICARDO VELASCO CARRILLO**

Asesor D.C.A. **FRANCISCO GARCÍA BARRIENTOS**

CONTENIDO

<i>CONTENIDO</i> -----	<i>i</i>
<i>LISTA DE CUADROS</i> -----	<i>iii</i>
<i>LISTA DE FIGURAS</i> -----	<i>iv</i>
RESUMEN-----	5
SUMMARY-----	6
1. <i>INTRODUCCIÓN</i> -----	7
2. <i>OBJETIVOS</i> -----	8
2.1 <i>OBJETIVOS GENERALES</i> -----	8
2.2 <i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i> -----	8
3. <i>HIPÓTESIS</i> -----	9
4. <i>REVISIÓN DE LITERATURA</i> -----	10
4.1 <i>BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE EN EL TRÓPICO</i> -----	10
4.1.1 <i>Bovinos de Doble Propósito (DP)</i> -----	10
4.1.2 <i>Razas sintéticas para climas cálidos</i> -----	12
4.2 <i>SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN GANADO BOVINO</i> -----	14
4.2.1 <i>Sistemas intensivos</i> -----	144
4.2.2 <i>Sistemas extensivos</i> -----	14
4.2.3 <i>Sistemas semi-intensivos</i> -----	14
4.3 <i>ALIMENTACIÓN BÁSICA DE LOS RUMIANTES EN EL TRÓPICO</i> -----	15
4.3.1 <i>Forrajes tropicales</i> -----	15
4.3.2 <i>Sistemas de alimentación en bovinos</i> -----	16
4.4 <i>REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES</i> -----	18

4.4.1	Requerimientos Energéticos -----	18
4.4.2	Requerimientos Proteicos -----	19
4.5	ESTÓMAGO DE LOS RUMIANTES -----	20
4.5.1	Rumen -----	21
4.5.2	Microorganismos del Rumen -----	22
4.6	CONTENIDO RUMINAL -----	23
4.6.1	Utilización del Contenido Ruminal en la Alimentación -----	24
4.7	CONDICIÓN CORPORAL -----	25
4.8	METABOLITOS EN SANGRE -----	27
5.	<i>MATERIALES Y MÉTODOS</i> -----	28
5.1	LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO -----	28
5.2	MATERIAL EXPERIMENTAL -----	28
5.2.1	Contenido Ruminal -----	28
5.2.2	Análisis Proximal. -----	29
5.2.3	Animales Utilizados, Manejo y Alimentación -----	29
5.2.4	Muestreo de Sangre, de Condición Corporal y Procesamiento del Suero Sanguíneo -----	30
5.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO -----	31
6.	<i>RESULTADOS Y DISCUSION</i> -----	32
6.1	ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONTENIDO RUMINAL Y DE LA DIETA -----	32
6.2	CONDICIÓN CORPORAL -----	38
6.3	CONTENIDO DE GLUCOSA EN SUERO SANGUÍNEO EN VACAS JERESEY --	39
7.	<i>CONCLUSIONES</i> -----	43
8.	<i>BIBLIOGRAFIA</i> -----	44
	<i>ANEXOS FOTOGRÁFICOS</i> -----	49

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Correlación entre las escalas 1 a 5 y 1 a 9 para condición corporal (CC)-----	26
Cuadro 2. Suplemento formulado utilizando contenido ruminal deshidratado-----	30
Cuadro 3. Análisis químico en muestras de contenido ruminal colectado en la época de invierno -----	32
Cuadro 4. Análisis químico en muestras de contenido ruminal colectado en la época de verano.-----	33
Cuadro 5. Condición corporal (CC) de vacas Jersey alimentadas con suplemento a base de contenido ruminal deshidratado y alimento comercial a diferentes fechas de muestreo (SM)--- -----	39
Cuadro 6. Glucosa sérica en vacas Jersey alimentadas con un suplemento a base de contenido ruminal y alimento comercial a diferentes fechas de muestreo-----	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema digestivo del rumiante con sus cuatro estómagos (Wattiaux & Howard, 2007) -----	21
Figura 2. Contenido de proteína cruda (PC) en tres muestreos de Contenido Ruminal en la época de invierno -----	34
Figura 3. Contenido de proteína cruda (PC) en tres muestreos de Contenido Ruminal en la época de verano. -----	35
Figura 4. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en contenido ruminal en la época de invierno. -----	36
Figura 5. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en contenido ruminal en la época de verano -----	37
Figura 6. Condición corporal a diferentes fechas de muestreo con una dieta a base de contenido ruminal (T2) y un alimento comercial (T1). -----	40
Figura 7. Glucosa sérica en vacas Jersey alimentadas con un suplemento a base de contenido ruminal (T2) y alimento comercial (T1) a diferentes fechas de muestreo. -----	42

RESUMEN.

El contenido ruminal es un producto obtenido de la matanza del ganado y representa el alimento ingerido por los animales poligástricos que es desechado al momento del sacrificio. La cantidad de contenido ruminal en los mataderos representa un conflicto al momento del desecho, por lo anterior se elabora un alimento a base de este producto, como alternativa de aprovechamiento de residuos de origen animal, reduciendo el riesgo sanitario al verterlo al drenaje público. El presente trabajo se realizó en la zona norte del estado de Veracruz en el municipio de Llano de Bustos, zona dedicada a la agricultura y ganadería, principalmente a la producción de leche, el objetivo de la investigación es, Evaluar la suplementación alimenticia a base de contenido ruminal en vacas Jersey y su efecto sobre la condición corporal y glucosa sérica. La concentración de glucosa de las muestras analizadas presentó la misma tendencia para los dos tratamientos, el valor inicial es muy similar, en el segundo muestreo tiende a disminuir la concentración de glucosa para ambos tratamientos y para el último muestreo se presenta un incremento en T1 y T2, sin embargo el T2 presenta la concentración final 1.6 mg/dL más alta que T1. El contenido ruminal después de ser analizado químicamente se puede observar que presenta una buena calidad nutritiva, ya que aporta entre 7.9 y 12.8 % de proteína la cual varía en la época de colecta, por lo que puede ser usado como una valiosa fuente de nutrimentos para disminuir costos de producción, reduciendo el impacto ambiental negativo de este sub producto.

SUMMARY.

The ruminal content is a product obtained from the slaughter of cattle and represents the food ingested by the polygastric animals that is discarded at the time of slaughter. The amount of ruminal content in the slaughterhouses represents a conflict at the time of disposal, therefore a food based on this product, as an alternative to use waste of animal origin, reducing the health risk by pouring it into the public drainage. The present work was carried out in the northern area of the state of Veracruz in the municipality of llano de bustos, an area dedicated to agriculture and livestock, mainly to the production of milk, the objective of the research is to evaluate the nutritional supplementation based on ruminal content in Jersey cows and its effect on body condition and serum glucose. The glucose concentration of the analyzed samples presented the same trend for the two treatments, the initial value is very similar, in the second sampling the glucose concentration tends to decrease for both treatments and for the last sampling there is an increase in T1 and T2, however T2 presents the final concentration 1.6 mg / dL higher than T1. The ruminal content after being analyzed chemically can be observed that it presents a good nutritive quality, since it contributes between 7.9 and 12.8% of protein, which is used at the time of collection, so it can be used as a valuable source of nutrients for decrease production costs, reducing the negative environmental impact of this sub product

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería tradicional de doble propósito se caracteriza por producir carne y leche en áreas tropicales, combinando el ordeño con el amamantamiento de los becerros hasta el destete y generalmente requiere de bajos insumos con escaso uso de tecnología. Este sistema también se puede encontrar en regiones de clima árido, semiárido y templado. En nuestro país, este sistema de producción cobra especial importancia ya que el área tropical de México abarca 51.3 millones de hectáreas, equivalentes al 26.2 % del territorio nacional. De esta superficie 19 millones de hectáreas se dedican a la producción pecuaria, donde pastorean aproximadamente 12 millones de bovinos (40% del inventario nacional), que producen el 28% de la leche y 39% de la carne que se consume en México (INIFAP, 1999).

En muchos países incluyendo a México, las empresas que conforman la industria cárnica y en especial los mataderos, se han clasificado dentro del grupo de empresas que presentan una alternativa valiosa de recursos proteínicos para la alimentación animal, por medio de los desechos comestibles que se producen en estos lugares. Un uso adecuado de estos desechos no solamente redundara en el beneficio de la producción pecuaria, sino que también contribuirá a mejorar la protección al ambiente, ya que se evitará que desechos tales como la sangre y el contenido ruminal, sean vertidos a los arroyos y ríos sin ninguna consideración sanitaria previa (Falla-Cabrera, 1995). Los alimentos sin digerir presentes en el rumen de los bovinos en el momento de la matanza, presenta una buena alternativa, como suplementación (30 kg de contenido ruminal para un animal de 350 kg), por su alto contenido de fibra, proteína cruda y materiales energéticos utilizables por rumiantes puesto que es una fuente valiosa de nutrimentos cuando se incorpora a las dietas de los animales pues representa el alimento no digerido.

2. Es por eso que el objetivo de este trabajo fue la elaboración de un suplemento alimenticio a base de contenido ruminal deshidratado, condición corporal y metabolitos séricos en vacas de doble propósito.OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GENERALES

Evaluar la suplementación alimenticia a base de contenido ruminal en vacas Jersey y su efecto sobre la condición corporal y glucosa sérica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el contenido de materia seca (MS), Ceniza, materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) del contenido ruminal de animales sacrificados en el rastro.
- Formular y Elabora un suplemento alimenticio a base de contenido ruminal para vacas Jersey en producción.
- Determinar el contenido de glucosa (GLU) en suero sanguíneo de las vacas suplementadas.
- Evaluar la condición corporal (CC) en vacas Jersey suplementadas con un alimento elaborado a base de contenido ruminal.

3. HIPÓTESIS

La suplementación a vacas de la raza Jersey con un alimento elaborado a base de contenido ruminal puede influir sobre la condición corporal y el nivel de glucosa sérica.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 BOVINOS PRODUCTORES DE LECHE EN EL TRÓPICO

4.1.1 Bovinos de Doble Propósito (DP)

El desafío para la ganadería bovina de DP en México y Latinoamérica es lograr un desarrollo acelerado y sostenido, que cubra la demanda de leche y carne para una población que crece aceleradamente y que, además, garantice la conservación de los recursos naturales (Mahecha *et al.*, 2002).

La ganadería tradicional de doble propósito (DP) es un sistema fundamental de producción de leche y carne para países latinoamericanos. El sistema se caracteriza por producir carne y leche en áreas tropicales, combinando el ordeño con el amamantamiento de los becerros hasta el destete, es de bajos insumos con escaso uso de tecnología (Magaña *et al.*, 2000). Para el caso de México, las unidades de producción son pequeños ranchos donde el pastoreo es la principal forma de alimentación de los bovinos; los animales son de genotipos diversos provenientes del cruzamiento de razas Cebú (Brahman, Gyr, Indo Brasil, Guzerat, etc.) y Europeas (Holstein, suizo, Simmental, etc.).

El sistema de producción de doble propósito cada vez es de mayor importancia no solo por su contribución para satisfacer la demanda de carne y leche del país, sino también para apoyar a un sector muy sensible de la población rural en las zonas tropicales que se caracteriza por poseer pequeñas áreas de tierra y contar con un hato pequeño.

Sin embargo los índices productivos y reproductivos son muy pobres. Las vacas producen un becerro cada dos años, con una tasa de parición entre 40 y 50% (Pérez-Hernández *et al.*, 2001). Para los becerros, las ganancias diarias de peso varían entre 200 y 700 g/animal/día; el peso promedio al destete (8 meses) es de 156 kg, con un rango tan amplio de 146 a 196 kg. La ganancia diaria de peso post-destete

(6-12 meses) es mínima, alrededor de 200 a 300 g animal/día, lo cual es demasiado bajo para un desarrollo adecuado de los procesos fisiológicos normales (Osorio y Segura, 1999).

Los animales alcanzan la edad al sacrificio entre 3 y 5 años, con pesos que oscilan de 350 a 450 kg. La productividad por unidad de superficie es también baja, con promedio de índice de agostadero de 4 a 5 hectáreas por animal y una producción de carne de 25-50 kg/ha/año (Pérez & Díaz, 2008).

Sus índices productivos son bajos, con producciones de leche de 700 kg en 170 días de lactancia, período interparto de 550 días, edad al primer parto de 43 meses y peso al destete de 130 kg y al año de edad de 150 kg (INIFAP, 1999). No obstante el sistema de doble propósito se encuentra en un amplio rango de ambientes agroecológicos y de manejo (Álvarez, 1991) y para el país representan una alternativa para hacer frente a los desafíos alimentarios del próximo siglo (Magaña, Tewolde & Anderson 2000).

Magaña *et al.*, (2000) consideran que es posible mejorar sustancialmente la productividad de dichos sistemas con grupos genéticos con aptitud lechera; sin embargo, se requiere precisar la relación entre los componentes alimenticios, en especial la disponibilidad y calidad del forraje durante el año sobre la producción y reproducción de dichos grupos genéticos.

Sin embargo se está en la búsqueda de nuevas alternativas genéticas para la producción de leche en el trópico seco y húmedo. La gran mayoría de los bovinos en el trópico son genealógicamente una mezcla de diferentes razas como resultado de cruzamiento entre ellas, las razas que mayormente predominan en el trópico mexicano son: Brahaman, Indobrasil, Gyr, Pardo suizo, Holstein y criollo, en menor proporción se encuentran: Simmental, Angus, Guzerat, Nelore, Charolais y Santa

Gertrudis. El 90% de la población actual, es un mosaico de cruzamientos entre estas razas (Ponce, 2017).

4.1.2. Razas sintéticas para climas cálidos

Simgir

La nueva raza, denominada Simgir (simental-gyr), combina la suavidad de la carne de la raza Simmental con la tolerancia al clima del Gyr brasileño.

Según los investigadores, “una vaca de la raza Simgir alimentada solo con pasto puede producir entre 10 y 12 litros de leche por día, mientras que los pequeños ganaderos solo obtienen 3 litros con las razas que tradicionalmente utilizan, y puede alcanzar un peso de 900 libras en un período de 18 meses, 6 menos que un animal de la raza Brahman (Central América Data, 2013).

Girholando

Una de las características de este ganado, producto del cruzamiento de la raza Holstein (alta producción) y Gyr (rusticidad), es su excelente producción lechera. De hecho, es considerada una de las más versátiles del mundo tropical. Raza de clima cálido de hasta 20 litros de leche diarios (Martínez, 2014).

Simlandés

En Colombia esta raza es conocida como Simhol que aunque no es reconocida por las asociaciones Simmental ni Holstein de Colombia como raza, se ha ido consolidando como una opción rentable para producción de leche en trópico.

El híbrido formado por el cruce genético de las razas Simmental y Holstein se puso a prueba en Brasil, llamándola Simlandés, con una producción promedio en la primera lactancia de alrededor de 35 litros/día, mostraron excelentes resultados en los indicadores zootécnicos de efecto económico: en promedio, la leche producida

obtuvo 3,98 % de grasa, 3,45 % de proteína y un porcentaje de lactosa que está por encima de 4 %., reflejando esto, una mejor calidad de leche (Perulactea, 2013).

Jamaica Hope

Jamaica Hope También conocida como: La (Jersey – Cebú), o la (Montgomery – Jersey) En 1910 en el Rancho “Hope” de Jamaica, se inició el desarrollo de una raza de ganado lechero adaptada al clima de la isla. Las razas usadas por varios años para desarrollar la “Jamaica Hope” (Esperanza de Jamaica) actualmente está conformada por aproximadamente 80% de Jersey, 15% Cebú (principalmente de un único toro de la raza Sahiwal de Australia) y 5% Holstein. La Esperanza de Jamaica representa aproximadamente el 80% del ganado en la isla. Las vacas maduras producen en promedio 2500 kg de leche por lactación y pesan sobre 500 kg. Los machos comúnmente pesan entre 700 y 800 kg. La producción de leche se reporta en 2551 kg, sin especificar periodo de lactancia (Bustamante 2004).

Ganado Jersey

La raza Jersey es un recurso genético de carácter estratégico para nuestro país, si se consideran las grandes oportunidades de mercado que tiene y tendrá en el futuro, y las características que le dan una ventaja competitiva sobre otras razas lecheras: vacas precoces y longevas, con buen comportamiento reproductivo, de tamaño maduro pequeño, dóciles, resistentes al estrés calórico, con habilidad para el pastoreo, tienen un rendimiento lechero alto con relación a su peso, y producen leche con alto contenido de grasa y sólidos totales. Adicionalmente, la raza Jersey se adapta a muchos climas en diferentes partes del mundo, tanto como raza pura o como cruce en sistemas de producción en pastoreo y semi-intensivos.

La raza Jersey se caracteriza por ser más pequeña y más ligera que la vaca Holstein, otras características importantes son su precocidad para reproducirse y sus sólidos totales en leche. Tiene como atributos su fácil manejo, su excelente fertilidad, tiene un ordeño rápido y no tiene problemas con la facilidad de parto, además tiene mejor conversión alimenticia comparada con otras razas lecheras. Una hembra adulta pesa entre 430 y 450 Kg, su altura es de 1.20 m en promedio y el peso del

ternero al momento del parto esta entre 18 y 27 Kg. Su color de pelaje es variado, con colores desde castaño cremoso al café pardo, siendo el más común un castaño ligero con cara oscura. La vaca Jersey come el 80% de la ingesta de una vaca Holstein, pero tiene el 75% de peso corporal que una Holstein. "Otras bondades de la raza jersey:

- Produce leche de mejor calidad.
 - ✓ 20% más de proteína
 - ✓ 15% más de calcio
- Mayor rendimiento en queso, grasa y leche deshidratada sin grasa.
- Produce menos desechos.
- Mayor precocidad.
- Facilidad de parto.
- Menor presentación de distocias, metritis y crías muertas.
- Retorno al ciclo estral postparto más rápido que otras razas lecheras (Ruiz, 2016).

4.2 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN GANADO BOVINO

4.2.1 Sistemas intensivos

Son sistemas en los que el ganado está confinado y depende por completo del hombre para satisfacer las necesidades diarias básicas tales como alimento, refugio y agua.

4.2.2 Sistemas extensivos

Son sistemas en los que el ganado se desplaza libremente al aire libre y tiene cierta autonomía en la selección del alimento (mediante el pastoreo), el consumo de agua y el acceso al refugio.

4.2.3 Sistemas semi-intensivos

Son sistemas en los que el ganado está sometido a cualquier combinación de métodos de cría extensivo e intensivo, o bien simultáneamente o bien de forma

alternada, según cambien las condiciones climáticas y el estado fisiológico del ganado.

4.3 ALIMENTACIÓN BÁSICA DE LOS RUMIANTES EN EL TRÓPICO

Los pastos son la fuente de alimento más abundante y económico para la alimentación del ganado en las zonas tropicales. Sin embargo, existen épocas a través del año donde la productividad y calidad de las pasturas son afectadas por las condiciones climáticas, especialmente la temperatura (Minson, 1990).

Los recursos forrajeros naturales de los suelos tropicales, son inadecuados e insuficientes como única fuente de alimento para la sostenibilidad de los sistemas ganaderos, especialmente, durante ciertos periodos del año, como en la época de sequía, nortes e inundación, donde no solo la calidad, sino la cantidad de la oferta forrajera, afecta negativamente la producción y reproducción animal (Obispo & Chicco, 1993).

El bajo potencial alimenticio de los forrajes tropicales especialmente en sequía, determina la necesidad de ofrecer a los animales un suplemento nutricional de elementos energéticos, proteicos y minerales, con el propósito de que los mismos logren una mayor productividad. Igualmente, los pastos en la época de sequía muchas veces no son suficientes en calidad y cantidad para satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen (Sánchez & García, 2001).

4.3.1 Forrajes tropicales

En México se reporta la existencia de 204 géneros con 1182 especies, con un total de 1278 variedades; de las cuales 1119 son nativos y 159 introducidas (Dávila *et al.*, 2006). Los forrajes introducidos constituyen uno de los principales recursos que poseen los productores ya que tienen la ventaja de soportar mayor carga animal en comparación con los forrajes nativos; entre los géneros que han sido estudiados con mayor frecuencia para pastoreo se encuentran *Cynodon*, *Panicum*, *Andropogus* y *Brachiaria* (Villareal, 1994). El género *Pennisetum* utilizado en sistema de corte y

acarreo, también ha sido estudiado y se han identificado 71 variedades tan solo para la especie *Pennisetum purpureum schum* (Mello *et al.*, 2002).

Los forrajes tropicales son de crecimiento y maduración rápida, los cuales al tener esta característica, su calidad nutricional, también cambia rápidamente. Las principales limitaciones que presentan, son la reducción en el contenido de proteína y el aumento en pared celular a medida que el forraje madure (Juárez – Lagunés *et al.*, 1999).

La producción de la materia seca en los forrajes tropicales introducidos varia de 2000 a 5000 kg/ha con edad de rebrote de los 30 a 60 días y un contenido de proteína mayor a 7% (Juárez - Lagunés *et al.*, 2000).

Las gramíneas en los trópicos se caracterizan por su alto contenido de FDN (>70% de la materia seca) y bajo contenido de proteína cruda (7-8%) lo que produce entre otros aspectos una baja digestibilidad aparente de la materia seca (<55%) y bajos consumos voluntarios. Sin embargo se han encontrado valores de digestibilidad de la materia seca de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en estado joven de 61.5%, lo que indica que pueden ser mejorados los niveles de digestibilidad (Jarillo, 2000).

La eficiencia de producción de bovinos en zonas tropicales puede ser mejorada utilizando los recursos alimenticios disponibles para cada situación particular, esto puede lograrse estimando la producción, la calidad nutritiva y el consumo de los recursos forrajeros tropicales, y en base a eso diseñar sistemas de alimentación en un marco de sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.

4.3.2 Sistemas de alimentación en bovinos

Comprende la utilización de diferentes tipos de alimentación proporcionando a los animales cantidades de nutrientes adecuadas para un estado óptimo de productividad. Cubriendo sus necesidades nutricionales en función de los requerimiento de cada especie y etapa fisiológica del animal.

Los sistemas de alimentación van acorde al sistema de producción (intensiva, extensiva, semi-intensiva), además del objetivo de producción, el cual puede ser producción de carne, leche o de doble propósito, por lo que la alimentación puede ser Dieta Única, ya sea puro forraje en pastoreo, o alimento en corral, o puede ser una combinación; pastoreo y complemento (suplemento).

Existen una serie de factores que influyen en el consumo voluntario de los rumiantes en general y de las vacas lecheras en particular pueden ser las siguientes

Características:

- Genética
- Edad
- Estado productivo
- Características del alimento que reciben
- Efecto del manejo a que están sometidos
- Efecto de las condiciones climáticas

El consumo es importante, ya que los animales ingieren los nutrientes que necesitan para vivir, producir, reproducirse, otros. Los principales nutrientes son: azúcares, proteína, grasa, agua, minerales y vitaminas En la medida que los animales tengan un mayor nivel productivo se van haciendo más eficientes en el uso del alimento. El requerimiento de materia seca aumenta en 0,2 a 0,4 kg por cada kilogramo de leche diaria producida (Hazard, 1990).

El uso de sistemas de alimentación de baja eficiencia produce pérdidas en la producción animal. En muchos países en desarrollo, las raciones balanceadas se utilizan solo en sistemas especializados de producción. La capacidad para formular y balancear una ración en ganado de leche en pastoreo es benéfica para los ganaderos porque les ayuda a cumplir las metas de producción. Estas dietas deben

elaborarse en base al requerimiento de nutrientes del animal y de acuerdo al sistema de producción que este destinado; lana, carne, leche o doble propósito.

4.4 REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES

Los requerimientos nutricionales son las necesidades que los organismos vivos tienen de los diferentes nutrientes para su óptimo crecimiento, mantenimiento y funcionamiento en general.

Para formular y balancear una ración, los ganaderos y profesionales necesitan conocer los requerimientos de nutrientes de los animales, la composición nutricional del alimento que se va a incluir en la ración y los cálculos matemáticos indicados para determinar la cantidad de cada alimento necesaria para llenar los requerimientos de mantenimiento y producción. Las vacas deben ser alimentadas de acuerdo a sus requerimientos nutritivos. Estos varían de acuerdo al peso vivo, nivel de producción y momento de la lactancia que se encuentran los animales.

Una oportunidad real de controlar los costos en la producción bovina, es planear cuidadosamente las necesidades alimenticias. Si bien controlar los costos es importante, la rentabilidad a largo plazo solo se puede mantener utilizando una ración cuidadosamente balanceada en base a las necesidades de los animales para cada estado de producción.

Además de cuidar los requerimientos nutritivos, se deberá también tener en cuenta el costo de la ración, palatabilidad de los ingredientes y cualquier otra complicación de digestibilidad que pueda surgir con la mezcla, las raciones deben ser balanceadas para cubrir las necesidades de energía, proteínas, vitaminas y minerales.

4.4.1 Requerimientos Energéticos

En el pasado, la industria de la carne utilizaba el término TDN (total de nutrientes digestibles) para balancear los requerimientos energéticos del ganado. En 1996 el

NRC comienza a utilizar el sistema de 'energía neta'. Energía neta para mantenimiento (ENm) y energía neta para ganancia (ENg). Este sistema identifica y detalla los requerimientos energéticos para mantenimiento, desarrollo del feto, lactación y ganancia de peso (o energía disponible en el cuerpo para ser usada en casos de pérdida de peso). Mantenimiento es simplemente la energía ingerida que resulta en no ganancia ni pérdida de peso del animal. Esto implica la energía necesaria para las funciones vitales del cuerpo, como procesos digestivos, regulación de la temperatura, actividad física y otras actividades metabólicas. Luego de haber logrado cubrir los requerimientos para mantenimiento, gestación y/o lactancia, la energía restante puede ser utilizada para ganancia de peso. Si no se cubren estas necesidades para mantenimiento o producción, ocurrirá pérdida de peso y una baja producción de leche (NRC 1996).

4.4.2 Requerimientos Proteicos

Anteriormente el NRC trataba los requerimientos proteicos en términos de cantidad de proteína cruda necesitada por día o como porcentaje en la dieta de materia seca. Investigaciones más recientes han demostrado que los microorganismos del rumen necesitan nitrógeno para la síntesis de proteínas microbiana. El animal tiene necesidades proteicas para el mantenimiento del tracto digestivo, sistema nervioso, estructura muscular, etc. Antes la proteína cruda abarcaba todo como una sola necesidad de proteína cruda para todo el animal. El NRC 1996, utiliza los requerimientos en MP, Proteína Metabolizable, que es la proteína que llega a intestino delgado, que está formada por proteína microbiana y proteína no-degradable ingerida (UIP). En el pasado UIP se utilizaba como la proteína que salteaba (by pass) al rumen sin degradarse. En el intestino delgado la proteína se digiere eficientemente, similar al monogástrico. El requerimiento proteico para la flora del rumen se refiere a la proteína degradable ingerida (DIP), y puede provenir de proteína ingerida o de nitrógeno no-proteico que ha sido degradado en el rumen. Es importante que el requerimiento de DIP a cubrir promueva un alto nivel de actividad microbiana y óptimos niveles de digestión de fibras vegetales. Parte del DIP puede

venir de nitrógeno no proteico (NNP). Parece que las bacterias del rumen puede utilizar el nitrógeno de NNP tan eficientemente como el degradado de la fuente alimenticia (Pritchard, *et al.*, 2016).

4.5 ESTÓMAGO DE LOS RUMIANTES

La capacidad de los rumiantes de transformar las plantas que ingieren (forrajes, pastos, malezas) los diferencia en parte de los monogástricos por el hecho de poseer un sistema digestivo capaz de realizar esta operación, condición que no poseen los animales de un solo estómago. Entre las características del digestivo bovino está el tener un estómago dividido en cuatro compartimientos, dos anteriores y dos posteriores, los primeros son el retículo (bonete) y el rumen (panza), los segundos incluyen el omaso (librillo) y el abomaso (cuajar) (Dyce K.M. *et al.*, 1999)

El sector anterior (rumen y retículo) es el que realiza los procesos de acumulación, estratificación y transformación del material alimenticio que los poligástricos ingieren para producir sustancias útiles y de desecho para el rumiante (Dyce K.M. *et al.*, 1999)

El contenido del retículo se mezcla con el del rumen casi constantemente (una vez por minuto). Los dos estómagos comparten una población densa de microorganismos (bacterias, protozoos y hongos). El rumen es un vaso de fermentación grande que puede contener hasta 100 – 120 Kg de materia en digestión. Las partículas de fibra se quedan en el rumen de 20 a 48 horas porque la fermentación bacteriana es un proceso lento (Wattiaux & Howard, 2007).

El retículo es una intersección de caminos donde las partículas que entran o salen del rumen se separan. Sólo las partículas de un tamaño pequeño (<1-2 mm.) o que son densas (>1.2 g/ml) pueden seguir al tercer estómago (Wattiaux & Howard, 2007).

El tercer estómago u *omaso* es un órgano pequeño que tiene una alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden volver al rumen por la saliva (Wattiaux & Howard, 2007).

El cuarto estómago es el abomaso. Secreta ácidos fuertes y muchas enzimas digestivas. En los animales no rumiantes, los primeros alimentos se digieren en el

abomaso. Sin embargo en los rumiantes, los alimentos que entran el abomaso se componen principalmente de partículas de alimentos no fermentadas, algunos productos finales de la fermentación microbiana y los microbios que crecieron en el rumen (Figura 1).

4.5.1 Rumen

El rumen es un ecosistema anaeróbico que presenta características muy particulares de pH, temperatura y una inmensa población de microorganismos como protozoos, hongos, levaduras y bacterias que están en simbiosis con el animal hospedero. En la medida en que el hombre pueda manipular estos microorganismos, se hará de los hospederos animales más eficientes y se logrará una mejor respuesta a técnicas deficientes de alimentación (Botero, 1998).

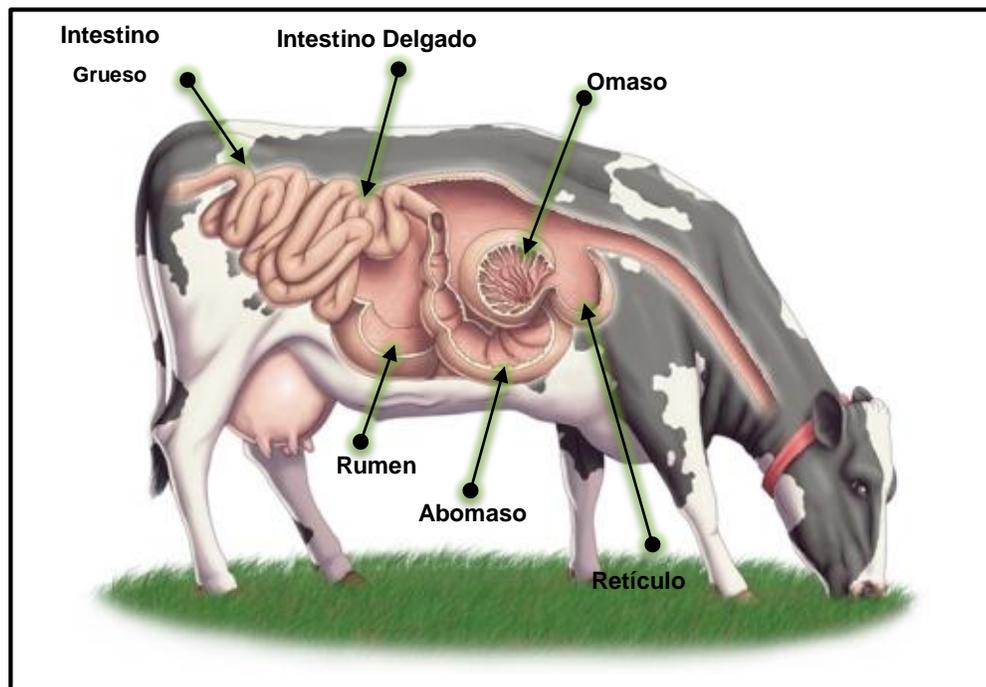


Figura 1 el sistema digestivo de un rumiante con sus cuatro estómagos (Wattiaux & Howard, 2007).

En este ecosistema los microorganismos transforman los diferentes alimentos ingeridos por el rumiante en ácidos grasos volátiles y proteína microbiana utilizable para la nutrición y producción del hospedador. El amonio constituye la principal fuente para la síntesis de proteína microbiana entre un 50% y 70% del total. Siendo

mayor el crecimiento bacteriano cuando se incorporan péptidos y aminoácidos en la dieta (Baldwin & Allison, 1983).

a región dorsal del rumen posee más materia seca, 14-18%, que la región ventral que tiene entre 6-9%. La temperatura se mantiene entre 38-42°C, el pH ruminal debe oscilar entre 6.2-6.8 (Febel y Feteke, 1996; Van Soest, 1994) y la cantidad de gases son aproximadamente: CO₂: 65%, CH₄: 27%, N₂: 7%, O₂: 0.6%, H₂: 0.2%, H₂S: 0.01% (Yokoyama y Ka, 1993).

4.5.2 Microorganismos del Rumen

Los hongos ruminales producen todas las enzimas necesarias para la depolimerización tanto de celulosa como de hemicelulosa y para la hidrólisis de oligosacáridos libres. Estas enzimas son principalmente extracelulares y son producidas durante el estado vegetativo y por las zoosporas del hongo. Ellos muestran su máxima actividad a amplios rangos de temperatura y pH (Fonty, 1991). La población de hongos en el rumen es alrededor de 10 000 hongos/mL de contenido ruminal y son capaces de digerir las paredes celulares para permitir la acción degradatoria de las bacterias (Nava & Díaz, 2001).

Los protozoos representan aproximadamente el 50% de la biomasa microbial del rumen y son una importante, aunque no esencial, población para el rumiante. Los protozoos ciliados, principalmente organismos del rumen, dependen de las proteínas de la dieta y de su degradación parcial en compuestos de bajo peso molecular para su crecimiento, reduciendo de este modo la cantidad de proteína disponible para el animal huésped (Jouany, 1991).

La población de bacterias ocupa 10¹⁰ a 10¹¹ células/gr. de contenido ruminal, siendo éstos los microorganismos más abundantes. La mayoría son anaerobias estrictas, no pueden sobrevivir en presencia de oxígeno (Nava & Díaz, 2001). Las bacterias del rumen desempeñan unas funciones vitales para el animal hospedero tales como:

- Sintetizar ciertas vitaminas que pueden ser usadas por el animal hospedero.
- Degradar compuestos tóxicos de las dietas (Botero, 1998).

Las fibras y otros materiales contenidos en las plantas no se podrían degradar por el animal hospedero si no fuese por las enzimas que producen las bacterias; estos materiales se transforman, son degradados en ácidos grasos volátiles (AGV), dióxido de carbono y metano. Los AGV pasan luego al sistema circulatorio para ser la principal fuente de energía del animal hospedero.

En el rumen se citan aproximadamente 29 géneros y 63 especies, siendo la mayor parte de estas bacterias anaerobias y no esporulantes, y algunas de ellas no requieren de las condiciones anaerobias para su desarrollo, como es el caso de *Streptococcus bovis* y de *Lactobacillus sp.* (Dukes & Swenson, 1970).

El contenido ruminal está constituido fundamentalmente por bacterias pequeñas como son bacilos Gram positivos y Gram negativos, formas cocobacilares, cocos, vibrios, bacterias en cadena (estreptococos y estafilococos), y formas semilunares, entre otras. (Galindo, 1991).

4.6 CONTENIDO RUMINAL

Existe una variedad muy grande entre los subproductos obtenidos en cuanto a calidad y cantidad, dado que esto depende de la alimentación que reciben los animales, pero el caso que nos ocupa es el contenido ruminal, este es un subproducto obtenido del sacrificio en el rastro y representa el alimento ingerido por los poligástricos que es desechado al momento del sacrificio.

El contenido ruminal es un producto obtenido de la matanza del ganado y representa el alimento ingerido por los animales poligástricos que es desechado al momento del sacrificio. Es una mezcla de material no digerido que tiene la consistencia de una papilla, con un color amarillo verdoso y un olor característico muy intenso cuando está fresco (Trillos *et.al.*, 2007).

Además posee gran cantidad de flora y fauna microbiana y producto propio de la fermentación ruminal. El contenido promedio de materia seca va de un rango del 13 al 30 %, dependiendo si se usa la totalidad del líquido o el drenado del mismo, la fibra va del 21 al 34%; de 10 a 15% de proteína cruda; y de 37 a 43% de extracto libre de nitrógeno (Dominguez *et al.*, 2002)

4.6.1 Utilización del Contenido Ruminal en la Alimentación

El contenido ruminal (CR) en lugar de ser visto como un contaminante, puede ser una fuente valiosa de nutrimentos cuando se incorpora a la dieta de los animales, ya que representa el alimento no digerido e ingerido por los poligástricos (Ayala & Perea, 2000). Investigadores evaluaron la nutrición del contenido ruminal seco al sol para la alimentación de rumiantes, se utilizó material proveniente de bovinos sacrificados en el rastro de Culiacán, Sinaloa, el cual fue secado al sol durante siete días hasta quedar con un máximo de 12% de humedad, después de lo cual fue encostalado y almacenado; de este CR seco se tomaron muestras para hacerle análisis químico proximal. Alícuotas de CR fueron molidas en un molino de carne y secada en estufa a 60°C, durante 72 hr, con el material se rellenaron 42 bolsitas de dacron de 13 x 7 cm. perfectamente identificadas, colocando 5 g de muestra en cada una de ellas, se formaron aleatoriamente tres grupos de 16 bolsitas y se destinaron aleatoriamente a uno de ocho tratamientos, que consistieron en 8 tiempos de incubación: 2, 4, 6, 8, 12, 24, 48 y 72 hr. Se utilizó un borrego fistulado, el cual fue previamente adaptado durante 15 días y a lo largo del experimento, a consumir una dieta con 30% de contenido ruminal y calculada para cubrir 1.4 veces el requerimiento de mantenimiento, el alimento se ofreció diariamente a las 8:00 hr, las bolsas se introdujeron en el rumen al momento de ofrecer el alimento y se retiraron por pares al completar el tiempo de incubación asignado. Las bolsas retiradas del rumen se lavaron con agua corriente se secaron a 70°C por 72 hr, y se pesaron, se calculó la degradación de la materia seca; de acuerdo a los resultados (máxima

degradación 31.56% en 48 hr) es posible concluir que, el comportamiento de la cinética de degradación ruminal, del contenido ruminal bovino secado al sol, es parecido al de los forrajes toscos y en consecuencia, el uso potencial de este subproducto, será sustituyendo parte de los forrajes en las dietas (Flores, Dominguez, Obregon, Barajas,& Vazquez, 1996).

En otro estudio, realizado por (Barajas C.R. et al., 1997), donde se trata de establecer el nivel de sustitución de heno del sudan por contenido ruminal seco en borrego pelibuey. Se utilizaron cuatro borregos pelibuey de 22 kg., los cuales fueron asignados en un diseño cuadro latino a recibir cuatro dietas (15% PC y 2.48 mcal/Kg. de EM) que constituyeron los tratamientos, los cuales contuvieron 34% de maíz molido, 12.5% de pasta de canola y 6% de melaza como concentrado, sustituyendo CR por heno del sudan (HS) en las siguientes proporciones:1) 45% - HS - 0% CR, 2) 30% HS - 30% CR, 3)15% HS -30% CR y 4) 0 % HS – 45% CR.

La sustitución de hasta 30% de heno del sudan por contenido ruminal seco, no modifico la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y proteína cruda de la dieta. La inclusión de 45% de contenido ruminal disminuyo en 5.7 % la digestibilidad aparente de materia orgánica de las dietas. La energía digestible del contenido ruminal en base a la digestibilidad de materia orgánica fue de 2.087 mca/ kg. Estos resultados sugieren que el contenido ruminal seco, puede sustituir heno de buena calidad hasta en 30% de la ración sin afectar la digestibilidad de la materia seca y valor energético de las dietas para ovinos en engorda.

4.7 CONDICIÓN CORPORAL

La evaluación corporal es una técnica que permite estimar la reserva de grasa que dispone una vaca en un momento determinado. Las reservas corporales de energía se encuentran relacionadas con la cantidad de grasa almacenada en el cuerpo durante los diferentes estados del ciclo reproductivo. Esto ha permitido definir la condición corporal (CC) como la proporción entre la cantidad de grasa y la cantidad de materia no grasa en el animal vivo.

La determinación del estado o condición corporal ha sido objeto de numerosas investigaciones y se han propuesto diversos métodos. Estos métodos, aunque algo subjetivos, no requieren ningún equipamiento especializado y tiene la ventaja sobre el peso vivo que es independiente del tamaño corporal. El puntaje está basado en la palpación y observación de diferentes áreas de la vaca para determinar el nivel de cobertura de grasa.

El puntaje de condición corporal propuesto por (Lowman *et al.*, 1976) y Van Niekerk y Louw (1980) es usado corrientemente para determinar en vacas de cría el estado corporal. Emplea una escala de 5 puntos. El puntaje 1 indica un animal extremadamente flaco y el puntaje 5 un animal excesivamente gordo. Están contemplados puntajes intermedios (cuarto o medio punto, o sea 0,25 ó 0,5) cuando es necesario ajustar más exactamente la condición del animal, de manera que puede ser usado siguiendo el mismo criterio una escala de 9 puntos, como la propuesta por Herd y Sprott (1986).

Ambas escalas son semejantes en su determinación y en la especificación de las características de cada grado, ya que la escala 1 a 5 emplea medios puntos intermedios. Una forma fácil de correlacionarlas es: a) Para transformar 1 a 9 en 1 a 5: El grado de la 1 a 9 dividido 2 más medio. Ej.: grado 5 de la 1 a 9 dividido 2 = 2,5 más medio = grado 3 de la 1 a 5. b) Para transformar 1 a 5 en 1 a 9: El grado de la 1 a 5 por 2 menos uno. Ej.: grado 3 de la 1 a 5 por 2 = 6 menos uno = grado 5 de la 1 a 9 (Cuadro 1) (Bavera y Peñafort, 2005).

Cuadro 1. Correlación entre las escalas 1 a 5 y 1 a 9 para condición corporal (CC)

Escala	Grados								
1 a 5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
1 a 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Cuando se indica un grado de condición corporal hay que mencionar en que escala se está trabajando. En este trabajo se usara la escala del 1 a 9 para determinar la condición de los animales durante el experimento.

4.8 METABOLITOS EN SANGRE

El uso de los perfiles metabólicos como un medio de evaluación del estado nutricional en el ganado fue propuesto por Payne *et al.*, (1970), citados por Rowlands (1980), quienes diseñaron la llamada prueba del Perfil Metabólico de Compton. Las determinaciones que se efectuaron en esta prueba incluyeron volumen celular, hemoglobina, glucosa, urea, proteína total, albúmina, globulina, fósforo inorgánico, calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre y hierro. Estos trece constituyentes fueron seleccionados por su relación con desórdenes metabólicos y también por la posibilidad para su determinación precisa en métodos automatizados (Rowlands, 1980; Citado por Romero, 2003).

En los últimos años el empleo de los perfiles metabólicos se ha enfocado a tratar de evaluar problemas de origen nutricional, metabólico o de manejo. Investigaciones de Russel y Wright (1983), manifiestan que a través de análisis sanguíneos es posible predecir el estado nutricional del animal en diferentes estados fisiológicos tales como lactancia, gestación y crecimiento (Roberts *et al.*, 1997), así como en diferentes épocas del año (Park *et al.*, 1994) y en diferentes genotipos de ganado bovino (Grimaud *et al.*, 1998; Citados por Romero, 2003).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente proyecto se realizó en el Instituto Tecnológico de Altamira ubicado en la carretera Tampico-Mante, Km 24.5, Altamira, Tamaulipas. México. Localizado en las coordenadas, Latitud: 22° 25' 32.1" N y Longitud: 97° 56' 41.3" O, del meridiano de Greenwich, a una altura de 26 msnm con una precipitación de 1100 mm (CONAGUA., 2012).

En el Rancho "El Pinolillo", ubicado en la carretera Tampico-Ozuluama en el Km 45, en Llano de Bustos, Municipio de Tampico Alto, Veracruz. Localizado en las coordenadas, Latitud: 21°93'33.3", N y Longitud: 97°77'13.8" O, a una altura de 30 metros sobre el nivel del mar.

5.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

5.2.1 Contenido Ruminal

Las muestras de contenido ruminal fueron colectadas entre las 8:00 y 13:00 h. El muestreo se llevó a cabo cada 30 días durante la época de invierno; diciembre (DIC) 2012, enero (ENE) y febrero (FEB) del año 2013, y durante la época de verano en los meses de julio (JUL), agosto (AGO) y septiembre (SEP) del 2013, se depositó en unos bastidores de 3 X 2 m, cubiertos de polietileno para extenderlo a una altura aproximada de 5 cm con la finalidad de que perdiera humedad sin que se perdiera líquido ruminal, una vez deshidratado se molió usando una maya de 1 mm para realizar los análisis químicos correspondientes. El ganado que es sacrificado en el rastro Municipal, del cual se tomó el contenido ruminal para la prueba experimental proviene de diferentes cruces; ganado cebú (*Bos indicus*) con razas europeas (*Bos taurus*) y diferentes sistemas de producción: extensivo, semi-intensivo e intensivo. El pastoreo se realiza en una combinación de pastos tropicales: como el Pangloa, Guinea, Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda cruzada 1, Santo Domingo, entre

otros, el suplemento que se proporciona es muy variable dependiendo del origen, ya que se reciben animales de toda la región Huasteca, algunos son alimentos comerciales de diferentes marcas y algunos elaboran su propio suplemento en el rancho.

5.2.2 Análisis Proximal.

El análisis químico al contenido ruminal, se realizó para determinar materia seca (MS) por desecación, cenizas (CEN) por el método de incineración en seco, proteína cruda (PC) por el método Kjeldahl usando el factor $N \times 6.25$ de acuerdo a los métodos descritos por la AOAC (1984), y fibra detergente neutro (FDN) por el método de Van Soest (1991).

5.2.3 Animales Utilizados, Manejo y Alimentación

Se seleccionaron 24 vacas de la raza Jersey en producción, a las cuales se les retiró la cría al nacimiento. El ordeño se realizó dos veces al día; a las 6:00 y a las 15:00 horas.

Se tomaron muestras de sangre por la mañana a la hora de la ordeña y el registro de condición corporal (CC), cada 15 días; durante el periodo de abril a junio del 2013.

La alimentación del ganado fue mayoritariamente a base de zacate guinea y estrella en condiciones de pastoreo extensivo. Durante la ordeña se proporcionó en forma rutinaria un suplemento comercial a razón de 1.5 kg por animal por día al lote de vacas testigo, y al lote experimental se le suministró la misma cantidad, pero del suplemento elaborado a base de contenido ruminal.

Se establecieron dos tratamientos, uno fue bajo las condiciones de alimentación y manejo del productor (testigo), alimento comercial al 20% de PC (T1=Santa Maria) y el otro tratamiento consistió en ofrecer un suplemento con 30% de CR y 20% de PC (T2= Contenido Ruminal) la cual se elaboró, utilizando también harina de soya, sorgo, pre mezcla de vitaminas y minerales, urea y melaza. Se formuló la dieta buscando que fuera a mínimo costo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Suplemento formulado utilizando contenido ruminal deshidratado

INGREDIENTE S	CANTIDAD (Kg)	PRECIO (Kg)	PROTEINA (%)	ENERGIA (Mcal/Kg)	PRECIO DE LA RACION (100 Kg)	PROTEINA RACION (%)	ENERGÍA RACION (Mcal/Kg)
SROGO	40.0	\$ 3.76	9.00	3.10	\$ 150.40	3.60	124.00
PA/SOYA	8.5	\$ 11.57	44.00	3.04	\$ 98.35	3.74	25.84
MELAZA	16.5	\$ 2.77	5.00	2.75	\$ 45.71	0.83	45.38
CR	30.0	\$ 2.10	11.00	1.95	\$ 63.00	3.30	58.50
UREA	3.0	\$ 11.50	287.50	0	\$ 34.50	8.63	0.00
premezcla vit y min	2.0	\$ 13.39	0.00	0	\$ 26.78	0.00	0.00
SUMA	100.0				\$ 4.19	20.09	2.54

CR=30% de contenido ruminal, PC= 20% de proteína cruda

5.2.4 Muestreo de Sangre, de Condición Corporal y Procesamiento del Suero Sanguíneo

La toma de muestras de sangre se realizó al momento de la ordeña entre las 07:00 y 11:00 h., por punción de la vena coccígea, utilizando tubos con vacío (Vacutainer) con capacidad para 10 mL, sin anticoagulante. Se utilizaron agujas de calibre 22 X 1.5" especiales para tubos Vacutainer. Los tubos fueron identificados con el número de la vaca, tratamiento, fecha y el rancho.

Después de la colección de la sangre, los tubos se conservaron a temperatura ambiente durante media hora aproximadamente, después se conservaron en hieleras con una temperatura aproximada entre 10 y 15°C en donde fueron transportadas al laboratorio del Instituto Tecnológico de Altamira (ITA) para ser procesadas. La centrifugación se realizó a 970 x g por 10 min, entre las 18:00 y 20:00 h del mismo día.

Una vez obtenido, el suero sanguíneo fue conservado en un congelador a -20°C, donde permanecieron hasta su análisis. Las muestras de suero sanguíneo fueron utilizadas para la determinación de glucosa (GLU) utilizando el Kit de Elly Telch, utilizando espectroscopía óptica (Espectrofotómetro modelo 690, Sequoia-Turner).

La concentración de GLU se calcula como la relación de la absorbancia de la muestra y la absorbancia del patrón, multiplicado por 100, expresándose en mg/dL.

5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables Ceniza (CEN), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutro (FDN) fueron analizadas estadísticamente en un diseño completamente al azar. La comparación de medias se realizó por el método de Tukey. Los análisis de varianza se realizaron utilizando el procedimiento GLM de SPSS (2008).

Las 24 vacas seleccionadas, se distribuyeron en dos tratamientos, estableciendo un diseño de bloques al azar, bloqueando por peso inicial.

Las variables CC y GLU fueron analizadas estadísticamente en un diseño de bloques completamente al azar. La comparación de medias se realizó por el método de Tukey. Los análisis de varianza se realizaron utilizando el procedimiento GLM de SPSS (2008).

6. RESULTADOS Y DISCUSION

6.1 ANÁLISIS QUÍMICO DEL CONTENIDO RUMINAL Y DE LA DIETA

En la época de invierno, en relación a la Materia seca (MS) se observó diferencia ($P < 0.05$), encontrando el valor más alto en Diciembre, descendiendo en los meses y observándose el valor más bajo en Febrero.

En Ceniza se observó el valor más alto en Diciembre con 3.16% comparado con Enero que fue el más bajo. El valor de Ceniza más alto, encontrado en este trabajo, es inferior al reportado por Falla – Cabrera (1995) el cual fue de 27.06 %. Sin embargo en los meses de diciembre y enero son superiores a lo que menciona Domínguez (2002) quien reporta un valor de 19.43%.

En Materia Orgánica (MO) se observó 1.29% más bajo en Diciembre que Enero que fue el más alto encontrándose diferencia significativa entre los tres meses a pesar de ser la misma época del año (cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis químico en muestras de contenido ruminal colectado en la época de invierno

Mes de muestreo	MS	CENIZA	MO
	%		
Diciembre	84.70 ^a	21.68 ^a	78.31 ^c
Enero	79.06 ^b	18.52 ^c	81.47 ^a
Febrero	71.10 ^c	20.40 ^b	79.60 ^b

^{a,b,c} Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencia ($P < 0.05$)

MS= Materia seca, MO= Materia Orgánica.

En la época de verano, en Materia seca (MS) se observó diferencia ($P < 0.05$), encontrando el valor más alto en Julio, descendiendo en los meses y observándose el valor más bajo en Septiembre.

En Ceniza se observó el valor más alto en Julio con una diferencia de 3.3% al valor más bajo que fue en Agosto, aunque entre los dos últimos meses no se observó diferencia estadística.

En Materia Orgánica (MO) el valor más alto fue en Julio y en los meses de Agosto y Septiembre no se encontró diferencia estadística, así mismo en los meses de Julio y Septiembre no se observó variación (cuadro 4).

Estos valores encontrados en el verano siguieron la misma tendencia que los de invierno al ser comparados con lo reportado por Falla – Cabrera (1995) y Domínguez (2002).

Cuadro 4. Análisis químico en muestras de contenido ruminal colectado en la época de verano.

Mes de muestreo	MS	CENIZA	MO
	%		
Julio	84.33^a	25.87^a	74.13^b
Agosto	82.24^b	22.57^{a b}	77.43^a
Septiembre	79.42^c	23.78^b	76.22^{a b}

^{a,b,c} Medias en la misma columna con distinta letra indican diferencia ($P < 0.05$)

MS= Materia seca, MO= Materia Orgánica.

En relación al contenido de PC del contenido ruminal colectado en la época de invierno se observó diferencia ($P < 0.05$), encontrando el valor más alto en Enero, con 1.61% más que Diciembre, y 1.28% más que Enero, observándose que entre Diciembre y Febrero no se presentó diferencia significativa (Figura 2).

Los valores de este trabajo son ligeramente menores a los encontrados en el trabajo de Falla-Cabrera (1995). En otro trabajo Domínguez *et al.* (2002, Citados por Domínguez, 2007) reporta un valor de 10.40 %, siendo este valor más alto al encontrado en este trabajo. Falla (2002) también reporta un valor de 9.6%, siendo este valor similar al encontrado en el mes de Enero.

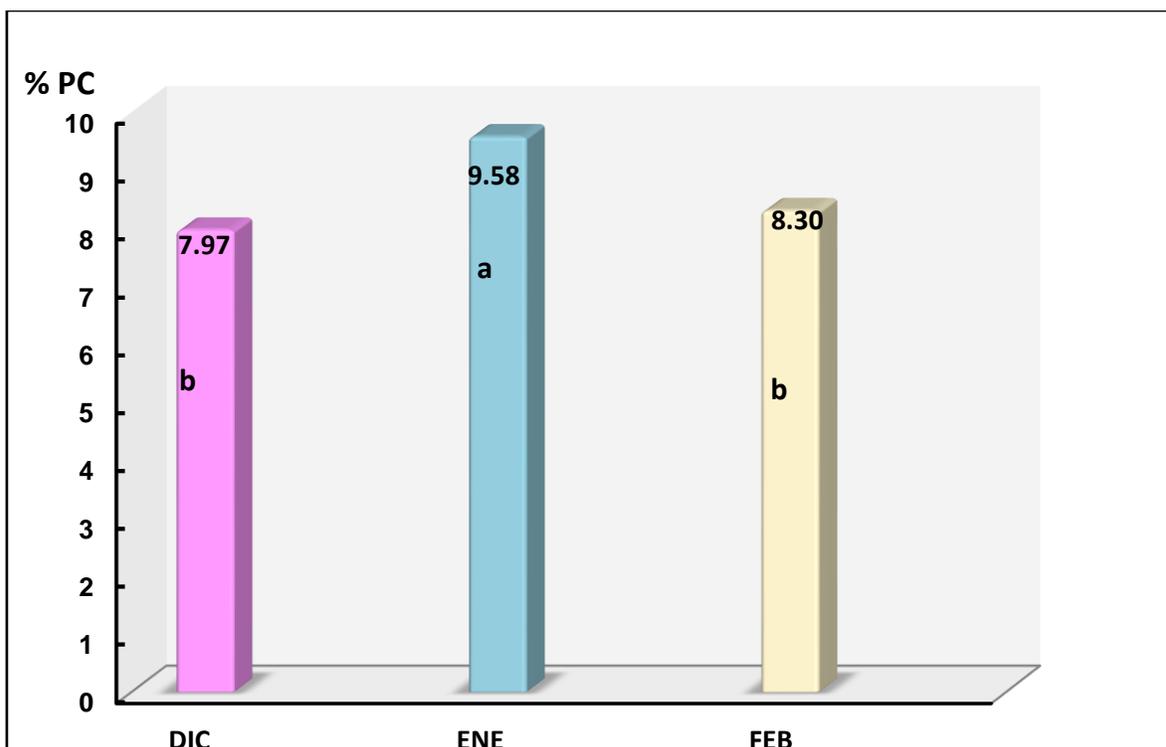


Figura 2. Contenido de proteína cruda (PC) en tres muestreos de Contenido Ruminal en la época de invierno

En el contenido de PC de las muestras de la época de verano, se observó diferencia ($P < 0.05$), entre Agosto y Septiembre no se presentó diferencia significativa, pero entre Julio y Septiembre se observa una diferencia de 1.6% de PC, siendo el mes de septiembre, en donde se observa el contenido de proteína cruda más alto (Figura 3). Los valores encontrados en este trabajo son más alto a lo reportado por Falla-Cabrera (1995), quien presenta resultados con un valor de proteína cruda de 9.60% en el contenido ruminal.

Los resultados obtenidos en las dos épocas del año en cuanto a PC se encuentran dentro de los rangos presentados por otros investigadores, quienes reporta un valor de PC entre 9 y 13% (Cuberos-Ospina, 1986; Domínguez-Cota *et al.*, 1994; Flores-Aguirre *et al.*, 1994; Falla-cabrera, 1995; citados por Uicab Brito, 2003), con excepción de los meses de diciembre y febrero en donde se obtuvieron porcentajes de PC más bajos.

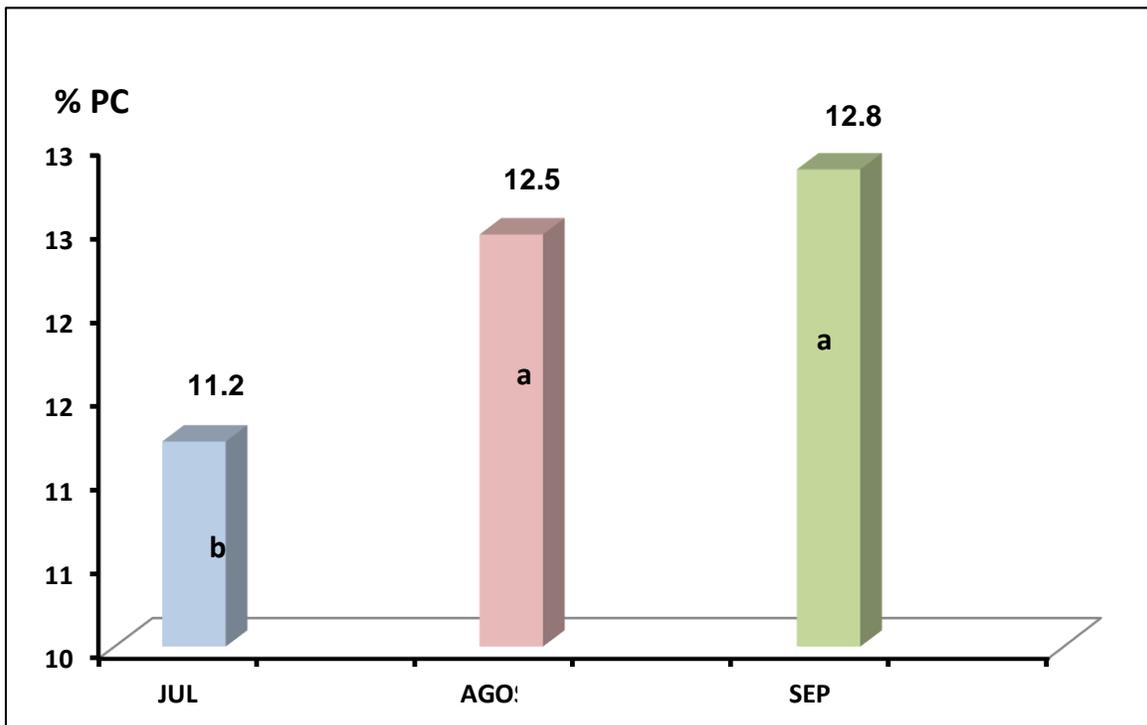


Figura 3. Contenido de proteína cruda (PC) en tres muestreos de Contenido Ruminal en la época de verano.

En cuanto al aporte de FDN del CR en la época de invierno se encontró diferencia ($P < 0.05$), el valor más alto se observó en Diciembre, con un 10.86 % más, al ser comparado con el mes de Febrero, observándose que no hubo diferencia significativa entre los meses de Enero y Febrero (Figura 4). Los valores de enero y febrero de FDN son muy cercanos con los reportados por Rafaelli, *et. al.*, (2006) quien obtuvo un valor de 65.14%, pero inferiores a los encontrados en este trabajo en el mes de diciembre (79.97%).

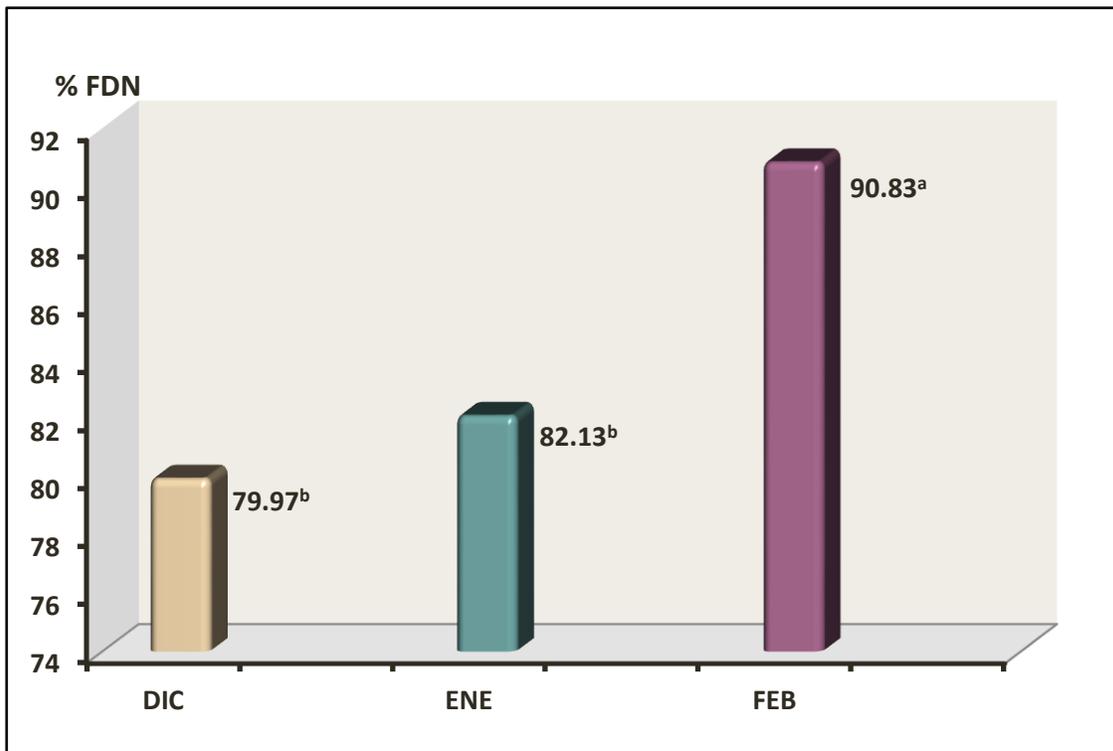


Figura 4. Contenido de fibra detergente neutro (FDN) en contenido ruminal en la época de invierno.

En la época de verano la FDN del CR presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), el valor más alto se observó en Agosto con un 14.75% más al ser comparado con Julio, y 9.35% al ser comparado con Septiembre. Entre los meses de julio y septiembre la diferencia fue de 5.4% siendo más alto SEP (Figura 5). Los valores de enero y febrero de FDN son muy cercanos con los reportados por Rafaelli, et. al., (2006) quien obtuvo un valor de 65.14%, pero inferiores a los encontrados en este trabajo en el mes de julio (64.83 %).

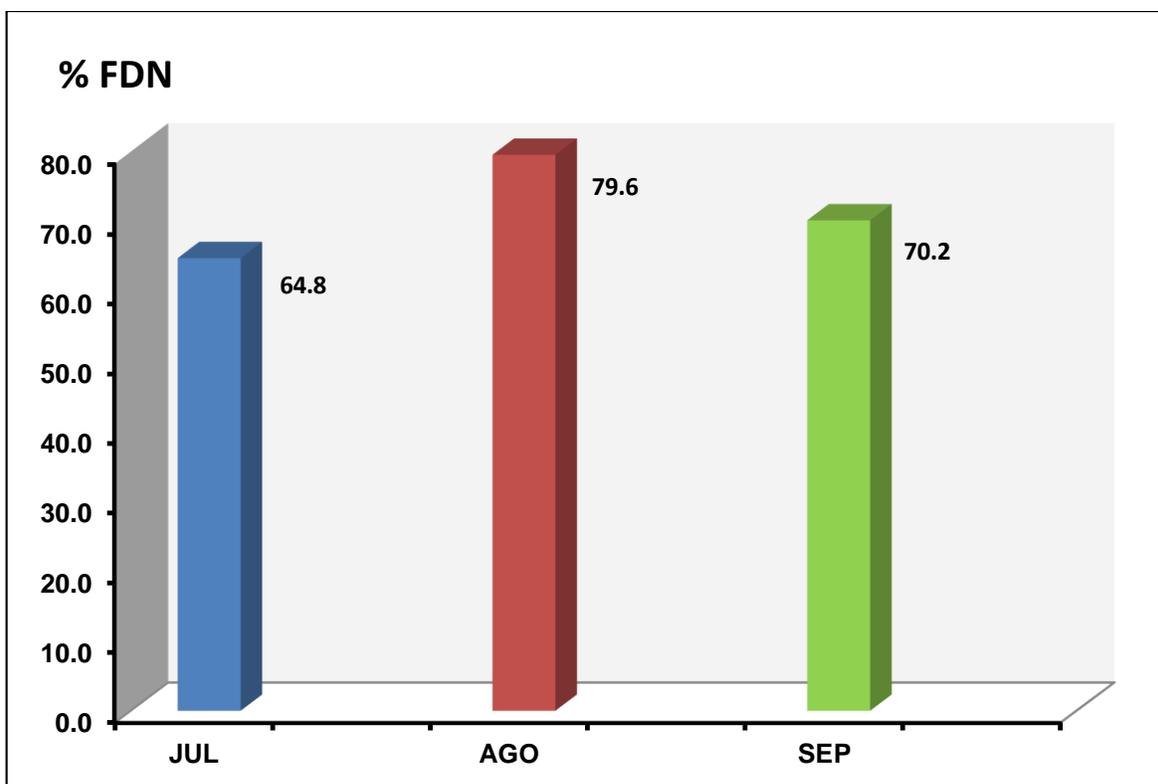


Figura 5. Contenido de fibra detergente neutro (FND) en contenido ruminal en la época de verano

6.2 CONDICIÓN CORPORAL

La CC de las vacas en todos los periodos de muestreo y sometidas a dietas diferentes presentó la misma tendencia. En promedio iniciaron con una CC muy similar los dos grupos experimentales; 2.94 y 2.87 para T1=SM y T2=CR, respectivamente.

El T1 en primer periodo incremento una décima, manteniéndose así hasta el último periodo de muestreo. El T2 incremento una décima al segundo y al cuarto periodo de muestreo, por lo que en el T2 el incremento fue de 2 décimas, terminado los dos tratamientos con una condición corporal de 3, se hace la observación, sin embargo ese incremento en CC no es estadísticamente significativo, ya que para cambiar un punto de CC se necesita un incremento de 25 a 30 kg, de peso del animal dependiendo de la raza. En general el valor de CC en las vacas Jersey sometidas a la prueba se mantuvo igual para los dos tratamientos (Cuadro 5).

La CC del ganado utilizado en este estudio, en general se observó en condiciones favorables de acuerdo a la escala de 1 a 5.

Bavera y Peñafort (2005), concluyeron que vacas en buena condición corporal al parto son poco afectados por los cambios de peso pre y posparto; que un mayor porcentaje de vacas en condición moderada o pobre tendrán un intervalo parto-celo de 60 días o menos si ellas ganan peso antes del parto y que la ganancia de peso posparto es esencial en vacas en una condición pobre al parto por pérdida de peso antes del mismo. El concepto de condición corporal se asimila al de estado corporal, es decir, al nivel de reservas corporales que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción.

Cuadro 5. Condición corporal (CC) de vacas Jersey alimentadas con suplemento a base de contenido ruminal deshidratado y alimento comercial a diferentes fechas de muestreo (SM).

FECHA	TRATAMIENTO	Media	Error t _{íp.}	Intervalo de confianza 95%	
				Límite inferior	Límite superior
.00	1.00	2.850	.215	2.423	3.277
	2.00	2.773	.205	2.366	3.180
1.00	1.00	2.864	.205	2.457	3.271
	2.00	2.773	.205	2.366	3.180
2.00	1.00	3.000	.205	2.593	3.407
	2.00	2.917	.197	2.527	3.306
3.00	1.00	3.000	.205	2.593	3.407
	2.00	2.917	.197	2.527	3.306
4.00	1.00	3.000	.205	2.593	3.407
	2.00	3.000	.197	2.610	3.390

En la Figura 6 se puede observar con claridad el comportamiento a través de las fechas de muestreo. Ambos tratamientos presentan la misma tendencia hasta la fecha dos, a partir de esta fecha el tratamiento uno no presenta variación, no así el tratamiento dos que presenta un incremento del periodo tres al cuatro, coincidiendo con el mismo grado de condición corporal los dos tratamientos a esta fecha.

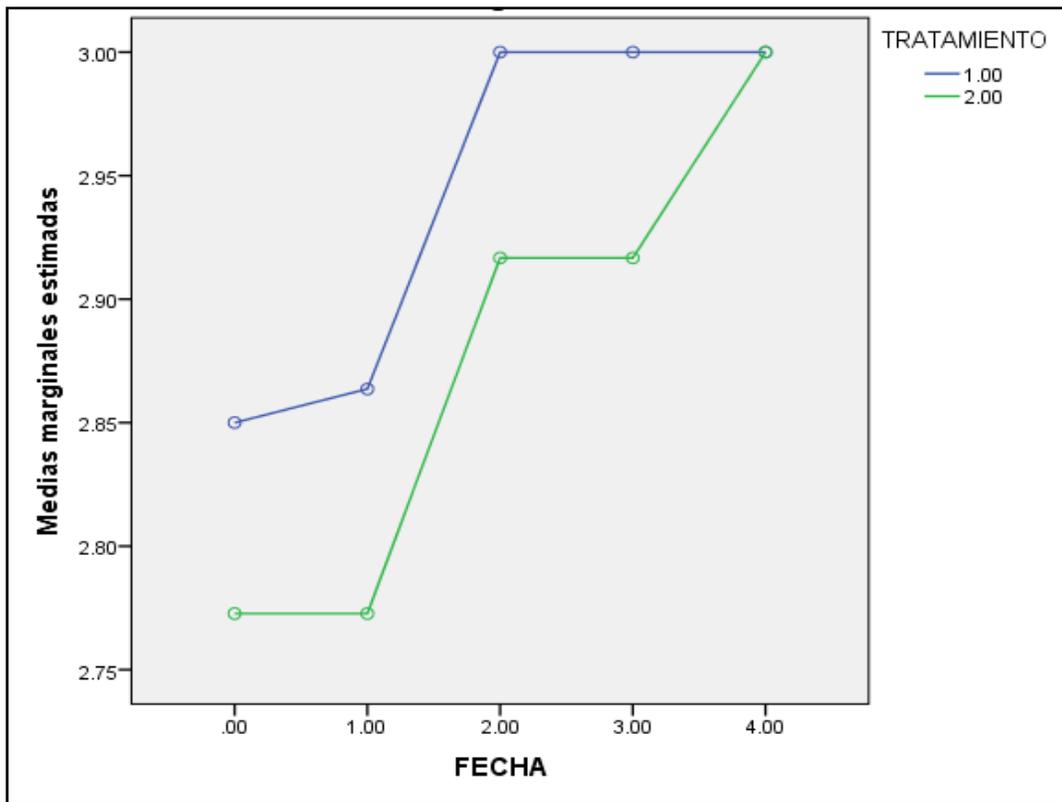


Figura 6. Condición corporal a diferentes fechas de muestreo con una dieta a base de contenido ruminal (T2) y un alimento comercial (T1).

6.3 CONTENIDO DE GLUCOSA EN SUERO SANGUÍNEO EN VACAS JERESEY

La concentración de glucosa (GLU) de las muestras analizadas no presentaron diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos, siendo la media de 37.44 y 36.97 mg/dL para el tratamiento 1 y 2, respectivamente.

Se observó diferencia ($p < 0.05$) entre los tratamientos y fechas de muestreos, el T1 disminuyó la concentración de glucosa 4.03 mg/dL entre la fecha cero a la cuatro.

El T2 a pesar de que se muestra una tendencia a disminuir la concentración de glucosa hasta la fecha tres incrementa para la fecha cuatro manteniendo la concentración similar a la inicial, la cual fue de 38.21 mg/dL a la fecha cero y 38.4 mg/dL a la fecha cuatro (Cuadro 6).

Los valores encontrados en la literatura revisada para este metabolito, indican una concentración con un rango de 45 a 75 mg/dL (Kaneko *et al.*, 1997). Si se consideran como valores normales los propuestos por este autor, las vacas presentan niveles séricos de GLU inferiores a lo normal, debido probablemente a que en esa época en la que se realizó el estudio se presentaron escasas lluvias y temperaturas superiores a los 30° C, resultando como consecuencia una reducción en la calidad y cantidad de forraje disponible (Gutiérrez, 1991)

Cuadro 6. Glucosa sérica en vacas Jersey alimentadas con un suplemento a base de contenido ruminal y alimento comercial a diferentes fechas de muestreo

(I)FECHA	(J)FECHA	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig. ^b	Intervalo de confianza al 95 % para la diferencia ^b	
					Límite inferior	Límite superior
.00	1.00	3.143*	.991	.002	1.178	5.108
	2.00	3.003*	.981	.003	1.058	4.948
	3.00	3.333*	.981	.001	1.388	5.278
	4.00	1.912	.981	.054	-.033	3.857
1.00	.00	-3.143*	.991	.002	-5.108	-1.178
	2.00	-.140	.968	.885	-2.061	1.780
	3.00	.189	.968	.845	-1.731	2.110
	4.00	-1.231	.968	.206	-3.152	.690
2.00	.00	-3.003*	.981	.003	-4.948	-1.058
	1.00	.140	.968	.885	-1.780	2.061
	3.00	.330	.958	.732	-1.571	2.230
	4.00	-1.091	.958	.257	-2.991	.809
3.00	.00	-3.333*	.981	.001	-5.278	-1.388
	1.00	-.189	.968	.845	-2.110	1.731
	2.00	-.330	.958	.732	-2.230	1.571
	4.00	-1.420	.958	.141	-3.321	.480
4.00	.00	-1.912	.981	.054	-3.857	.033
	1.00	1.231	.968	.206	-.690	3.152
	2.00	1.091	.958	.257	-.809	2.991
	3.00	1.420	.958	.141	-.480	3.321

Basadas en las medias marginales estimadas.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

En la Figura 7 se puede observar con claridad el comportamiento de los tratamientos a través de las fechas de muestreo. Ambos tratamientos presentan la misma tendencia de disminución en la concentración de glucosa hasta la fecha tres, sin embargo a pesar de que los dos tratamientos muestran un incremento en el último periodo, el T2 presenta una concentración mayor de la fecha tres a la cuatro de 2.25 mg/dL comparado con 0.59 mg/dL que presenta el T1.

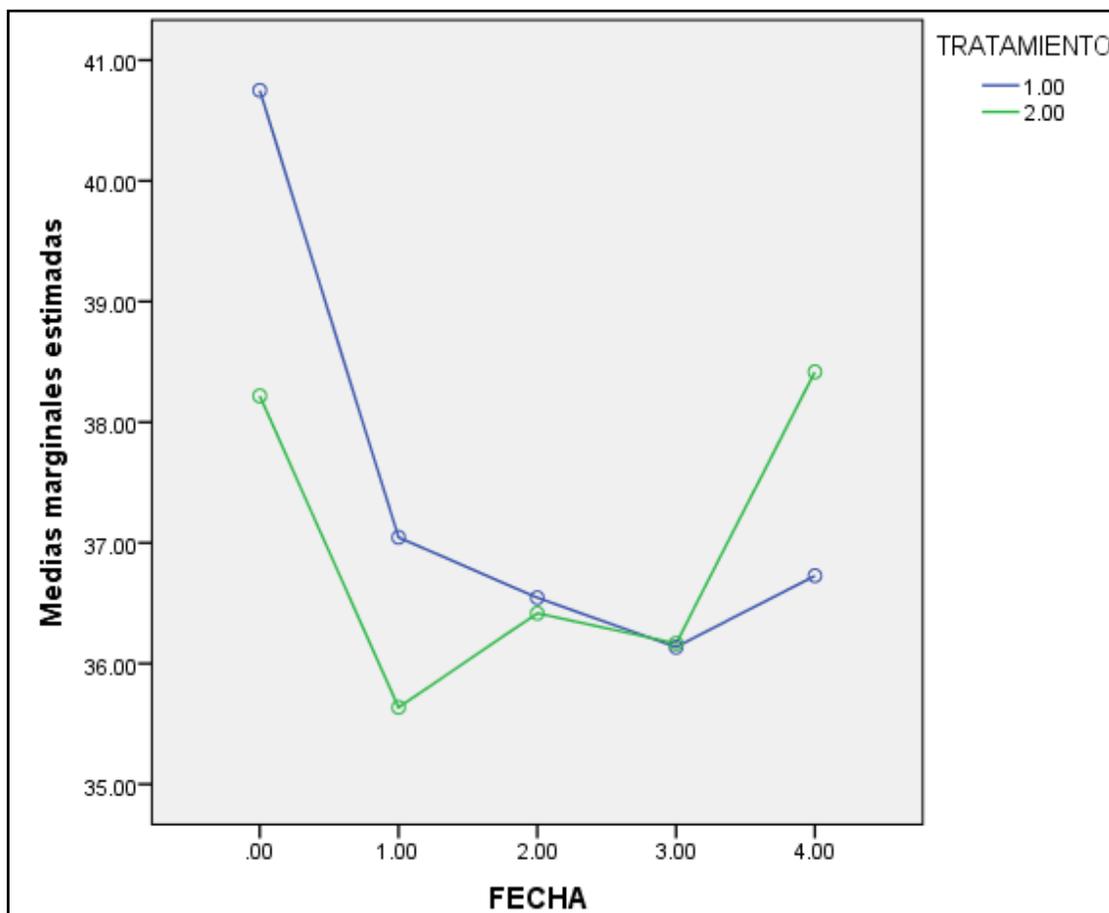


Figura 7. Glucosa sérica en vacas Jersey alimentadas con un suplemento a base de contenido ruminal (T2) y alimento comercial (T1) a diferentes

7. CONCLUSIONES

El contenido ruminal después de ser analizado químicamente se puede observar que presenta una buena calidad nutritiva, ya que aporta proteína y energía, por lo que puede ser usado como una alternativa alimenticia para disminuir costos de producción, pues aparte de contribuir a cuidar el medio ambiente reciclando este deshecho de la industria de la carne, no se ve afectada la condición corporal, ni el contenido de glucosa al incluir CR en la alimentación de vacas en producción. Se puede observar una ligera superioridad en la concentración de glucosa en suero sanguíneo, en vacas en producción de leche con el uso del CR en la suplementación alimenticia.

8. BIBLIOGRAFIA

- AOAC. (1995). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists,(990.21. Solid-Not-Fat in Milk).
- Alvarez, F. F. 1991. Estrategias para la intensificación de los sistemas de doble propósito en el trópico. Memorias del Seminario Internacional sobre la lechería tropical. FIRA, BANXICO, Villahermosa, Tabasco, Vol 2:58-87.
- Araque, C., & Escalona, M. (1995). Una nota sobre el uso de los bloques multinutricionales en ganado de ceba. 87,94.: Zootecnia Tropical XIII :.
- Araque, C., & Escalona, M. (1995). Una nota sobre el uso de los bloques multinutricionales en ganado de ceba. Zootecnia Tropical XIII :, 87,94.
- Ayala, G., & Perea, T. (2000). Reciclado de materiales orgánicos de desperdicio a escala industrial. Grupo Ecologico, 200-2009.
- Baldwin, R., & Allison, M. J. (1983). Rumen metabolism. Journal of Animal Science., 461- 477.
- Barajas, C. R. Domínguez, C. J. Flores, A. L. y Vázquez, G. E. 1997. Efecto del nivel de sustitucion de heno del sudan por contenido ruminal seco sobre la digestibilidad de dietas integrales para borregos pelibuey. En D. C.
- Barajas C.R., Memorias XXI Congreso Nacional de Buitria. (págs. 160 - 162). Escuela de Medicina Veterinaria, USA.: Memorias del XXICongreso Nacinal de Buitria,.
- Botero, J. (1998). Biotecnología en los microorganismos del rumen. Universidad de Antioquia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia., 8, 17, 20.
- Botero.J.I. (1998). Biotecnología en los microorganismos del rumen. Universidad de Antioquia., p. 8, 17, 20.
- Bavera, G. A. y Peñafort, C. 2005. Condición Corporal. FAV UNRC. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado en línea, en el 2016. www.produccion-animal.com.ar.
- Bustamante, G.J.J. 2004. Razas y mejoramiento genético de bovinos de doble propósito. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y

Pecuarias. Centro de investigación regional del pacífico centro campo experimental "El Verdineño" folleto técnico No. 1.

Central America Data. 2013. Nueva raza de ganado para climas tropicales Sep 24, 2013 [Artículos Científicos](http://avisa.org.ve/nueva-raza-de-ganado-para-climas-tropicales/). Consultado en línea en el 2017.

CONAGUA. (2012). Comisión Nacional del Agua. Cd. Altamira, Tamaulipas. Mexico. : Instituto Tecnológico de Altamira.

Dominguez, Flores, & Obregon. (2002). Uso del contenido ruminal. Obtenido de [www. Uasnet.mex/centro/profesional/emvz/ovino](http://www.Uasnet.mex/centro/profesional/emvz/ovino).

Dukes, H., & Swenson, M. (1970). Fisiología de los animales domésticos. Tomo I. En H.

Dukes, & M. Swenson, Funciones vegetativas. (págs. 613 - 630.). Madrid, España.: Editorial Aquilar. .

Dyce K.M. et. al. (1999). Anatomía Veterinaria. En K. Dyce, W. Sack, & J. Wensing. Mexico.: Mc Graw Hill 2da edición.

Dyce, K., Sack, W., & Wensing, J. (1999). Anatomía Veterinaria. En K. Dyce, W. Sack, & J. Wensing, Anatomía Veterinaria. (pág. 952.). México. : Mc Graw Hill 2da edición.

Falla-Cabrera. (1995). desechos de matadero como alimento animal en colombia. Frigorifico Guadalupe S.A. Santa fe de Bogota Colombia. 30p.

Flores, L., Dominguez, Obregon, J., Barajas, R., & Vazquez, E. (1996). Ambiente y Ecología en Sinaloa; Diagnostico y pesrpectivas. Evaluacion Nutricional de Contenido Ruminal Secado al Sol para la Alimentacion de Rumiantes. Sinaloa.

Fonty, G. (1991). Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. En G. Fonty, The rumen anaerobic fungi. En: (págs. p. 53 – 70.). París.: INRA.

Galindo, J. (1991). Identificación de Bacilos celulíticos Gram negativos aislados del rumen de vacas que consumen ensilaje de baja calidad. Revista Cubana de Ciencia Agrícola., p. 32-35.

- Gutiérrez, A. J. L. 1991. Nutrición de rumiantes en pastoreo. Departamento Editorial de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Chih. Pp 33-84
- Hazard, (1990). Alimentación de vacas lecheras. Carillanca.: INIA.
- INIFAP. (1999). Manejo de ganado de doble proposito. La Rosita, Veracruz: INIFAP.
- INIFAP, 1999. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Manejo de ganado de doble propósito en el trópico. Campo experimental “La Posta”. Veracruz, ver. México. Pp 1-55.
- Jarillo, R. J. 2000. Pastoreo intensivo racional y suplementación con proteína sobrepasante para la engorda de toretes. Memorias de curso de leche y carne en el trópico con base en pastoreo. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical (CEIEGT), Unión Ganadera Regional del Norte de Veracruz. Tuxpan, Ver., México. Pp 1-15.
- Jouany, J. (1991). Defaunation of the rumen. En J. Jouany, Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. (págs. 239 – 261.). París: INRA.
- Kaneko, J. J., J. W, Harvey y M. L. Bruss. 1997. Clinical biochemistry of domestic animals. Fifth edition. San Diego California. ed. Academic press. Pp. 901.
- Lusby, S. K. 1998. Repaso de los efectos de la proteína, energía y condición corporal sobre la reproducción bovina. Selección de tópicos sobre el manejo reproductivo de bovinos. Universidad Estatal de Oklahoma y Unión Ganadera Regional de Nuevo León. Cd. Guadalupe, N. L. México. Pp. 1-10.
- Magaña Monforte, J. G., A. Tewolde Medhin, S. Anderson. 2000. Integración de estrategias de manejo en hatos de doble propósito en el estado de Yucatán, México. Memorias del Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético. Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios A. C. (CONARGEN). Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. Pp 149-153.
- Mahecha, L., Gallego LA, F., & Peláez. (2002). Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Ciencia Pecuaria. 15:, 213-225.
- Martínez, Dajibys Anaya . 2014. Girolando, raza de clima cálido, consultado en línea

en septiembre del 2017. <https://www.larepublica.co/archivo/girolando-raza-de-clima-calido-de-hasta-20-litros-de-leche-diarios-2103971>.

- McDowell, L. (1983). Minerals for grazing ruminants in tropical regions. Gainesville, USA.: University of Florida, Department of Animal Science Center for Tropical Agriculture.
- Nava, C., & Díaz, A. (2001). Introducción a la digestión ruminal. Departamento de Nutrición Animal. <http://www.inta.gov.ar/ascasubi/info/boletin/hojas%20informativas%20electronicas/HOJA%2047/EI%20rumen.d>: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM.
- Obispo, N., & Chicco, C. (1993). Evaluación de la densidad de bloques multinutricionales en bovinos. Rev. Zootecnia Tropical 11 (2): , 193-209.
- Park K K, Krysl L J, McCracken B A, Judkins M B and Holcombe D W 1994 Steers grazing intermediate wheatgrass at various stages of maturity: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, and serum hormones and metabolites. Journal of Animal Science 72(2):478-486.
- Pérez, H. P., & Díaz, R. P. (2008). Ganadería bovina de doble propósito: Problemática y perspectivas hacia un desarrollo. En H. P. Pérez, & P. y Díaz Rivera, Desarrollo sostenible de la ganadería de doble propósito. (págs. Cap. V: 58-69). Maracaibo-Venezuela.: C González-Stagnaro, N Madrid Bury, E Soto Belloso (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A.
- Perulactea, 2013. Raza Simlandés. Consultado en línea en agosto del 2017. <http://www.perulactea.com/2013/10/29/raza-simlandes-cruce-lechero-holstein-x-simmental-es-lanzada-en-brasil/>
- Pires, A., Rivero, & Mendez, C. (2011). Aspectos nutricionales relacionados a reproducción. En A. Pires, Rivero, & C. Mendez, Nutrición de Rumiantes (2ª Edición) (págs. 537-563). Jaboticabal, Sao paulo,: FUNDEP.
- Preston, T., & Lang, R. (1989). Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles. En T. Preston, & R. Lang, Aspectos Básicos Aplicados del Nuevo Enfoque Sobre la Nutrición de Rumiantes en el Trópico. (pág. 312). Cali: CONDIT.

- Pritchard, Steve., Rick Rasby, Dennis Bauer. 2016. Formulación Básica. Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado en línea en 2016. www.produccion-animal.com.ar.
- Ponce, Heriberto R. 2017. Potencial de Producción de los Bovinos en el Trópico Mexicano. Instituto Nacional de Investigaciones pecuarias. SARH. Centro Experimental Pecuario. Paso del Toro, Veracruz. México. Consultado en línea en agosto del 2017. <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol3/CVv3c12.pdf>
- Roberts A. J., R. A. Nuget III, J. Klindt y T. G. Jenkins. 1997. Circulating insulin-like growth factor I, Insulin-like growth factor binding protein, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary restriction. J. Anim. Sci. 75: 1909-1917.
- Romero, Treviño E. M., 2003. Dinámica estacional de metabolitos sanguíneos en diferentes genotipos de bovinos de carne en agostaderos del noreste de México. Tesis de Doctorado. Consultada en línea en septiembre del 2014. <http://eprints.uanl.mx/5794/1/1020148937.PDF>.
- Rowlands, G. J. 1980. A review of variation in the concentration of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of metabolic profiles. Wld. Rev. Nutr. Diet., vol 35: 172-235.
- Ruiz J, Andrés F., 2016. Características de la raza Jersey. Genbiogan. Consultado en línea en junio del 2017. <https://www.genbiogan.com/singlepost/2016/06/17/Características-de-la-raza-Jersey>.
- Russel, A. J. F. y I. A. Wright. 1983. The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. Anim. Prod. 37: 335.
- Sánchez, C., & García, M. (2001). Comparación de características productivas en caprinos con suplementación de bloques multinutricionales. Zootecnia Tropical, 393-405.

- Trillos, G., Plata, O., Mestre, A., & Araujo, G. (2007). Análisis físico – químico de los contenidos ruminales frescos y ensilados de bovinos sacrificados en el Valle del César.
- Valledupar, César. : Facultad de Ingenierías. Programa de Agroindustria. Universidad Popular del César.
- Van Soest, P. J. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci.
- Wattiaux, M., & Howard, T. (2007). Digestión en la vaca lechera. Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera. Wisconsin-Madison.

ANEXOS



Anexo 1: Colecta de Contenido Ruminal (CR) en el rastro de Tampico.



Anexo 2: Contenido Ruminal deshidratándose al sol.



Anexo 3: Análisis de Materia Seca (MS) del Contenido Ruminal.



Anexo 4: Análisis de Ceniza del Contenido Ruminal.



Anexo 5: Análisis de Fibra Detergente Neutro (FDN).



Anexos 6: Análisis de Proteína Cruda.



Anexo 7: Elaboración de alimento con 30 % de CR.



Anexo 8: Alimento elaborado



Anexo 9: mezcla de alimento a base de CR y Santa María para adaptación de los animales.



Anexo 10: animales involucrados en la prueba



Anexo 11: Evaluación de condición corporal al inicio de la prueba.



Anexo 12: selección de animales e identificación de tratamientos.



Anexo13: inicio de la adaptación de alimento a base de C R.



Anexo14: inicio de la prueba de alimentos base de CR y Santa María.



Anexo14: Toma de muestras de sangre a los diferentes tratamientos.



Anexo15: Toma de muestras de sangre en vena coxígea a los diferentes tratamientos.