

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
UNAN-MANAGUA**

**FACULTAD REGIONAL MULTIDISCIPLINARIA MATAGALPA  
FAREM- MATAGALPA**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIA TECNOLOGÍA Y SALUD**



**MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Tema:**

Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas Jersey, finca “San Ramón”, municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2017.

**Autores:**

Br. Jairo Ramiro Alvarez Bucardo

Br. Olnier Anibal Bucardo Soza

**Tutora:**

MSc. Evelyn Calvo Reyes

**Asesores:**

MSc. Delio Rodríguez Chávez

MSc. Indra Elizabeth Martínez Pon

**Matagalpa, Nicaragua, 2018**



## **Dedicatoria**

A DIOS todopoderoso que me ha dado la fuerza y fortaleza, a pesar de las dificultades que se presentan en la vida me galardona con esta victoria, es una de las etapas más importantes y me ha dado la sabiduría y entendimiento para llegar al final con mucho esfuerzo y mucha dedicación.

A mi padre Sr. Jairo Luis Alvarez Suarez, y a mi madre Sra. Olivia Migdalia Bucardo Soza por su apoyo incondicional, también por todos sus consejos de superación, por brindarme todos sus conocimientos de cómo se deben de hacer las cosas en esta vida, sin ellos no hubiera podido llegar al final. A mis hermanos Olivia Fabiola y Jairo Luis, porque ellos fueron mi inspiración de llegar a ser un profesional y así darles un ejemplo a seguir.

A mis abuelitos: Ramiro Alvarez, Nubia Suarez, Miguel Bucardo y Emelina Soza. A mis tías: Marbely, Zayda, Pamela y Nubia. A mis primas y primos Sarahi, Nubia, Josias, Pamela, Andrea, Raysa, María Andrea, Juan Ramón, Laura María. Familia en general.

A mis compañeros de grupo: Tania Aráuz, Diógenes Leytón, Yader Polanco, Yamileth Tórrez, quienes nos apoyamos para culminar con esta etapa de nuestras vidas. A mi compañero de monografía Olnier Bucardo, que me motivo con mucho esfuerzo e igual con mucha paciencia para realizar este logro en nuestras vidas.

También a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente, para cumplir las metas propuestas.

**Br. Jairo Ramiro Alvarez Bucardo**

## **Dedicatoria**

Es motivo de mucha satisfacción haber llegado al final de esta etapa tan importante de mi vida, a través de la cual han pasado muchas personas dejando su legado e inculcando en mí, valores los cuales llevaré a lo largo de mi vida.

Dedico principalmente este pequeño pero muy especial trabajo a mi Dios todopoderoso quien me ha dado sabiduría, salud, fortaleza y mucho entendimiento para llegar al final de tan deseado sueño.

A mi madre Sra. Karla Patricia Soza Arvizu y Sr. Reynerio Anibal Bucardo Estrada por guiarme siempre por el buen camino, brindarme los mejores consejos, y ser siempre mi inspiración y motivación en todo momento, a ti madre con todo mi amor este humilde esfuerzo.

A mi Abuela Sra. Paula Carmen Arvizu Gonzáles por guiarme de igual manera por el buen camino y brindarme en todo momento sus mejores consejos para lograr mis metas

A mi hermana: Karla Milena Jarquín Soza por ser mi motivo para seguir adelante y darle un ejemplo a seguir.

A mis compañeros del grupo: Tania Aráuz, Diógenes Leytón, Yader Polanco, Brenda Aldana, Itzel López, Hamilton Soza y Omnar Jiménez, quienes, en conjunto, nos motivamos para lograr escalar este gran peldaño. A mi compañero de monografía Jairo Alvarez por brindarme la confianza, paciencia y gran apoyo para culminar tan gran proyecto.

También a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente para cumplir todas las metas que me he propuesto.

**Br. Olnier Anibal Bucardo Soza**

## **Agradecimientos**

A DIOS por darnos la vida, salud, sabiduría, entendimiento, por ayudarnos a comprender las palabras en su sentido pleno, por darnos conocimientos, reflexión para llevar a cabo nuestra monografía y culminar nuestra carrera.

A nuestros padres: quienes nos han apoyado incondicionalmente con amor y esfuerzo en todo el proyecto de nuestro aprendizaje, para vernos realizados, superados y formados, para ser hombres de bien.

A nuestra tutora MSc. Evelyn Calvo Reyes que nos dedicó su tiempo y compartió sus conocimientos, con mucha dedicación, paciencia y esmero para que nosotros saliéramos adelante en este trabajo monográfico.

A nuestros asesores MSc. Delio Rodríguez y MSc. Indra Martínez por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo, les damos nuestro más sincero agradecimiento.

Al propietario de la finca San Ramón, el señor Leonardo Castro y sus trabajadores por la disponibilidad y apoyo en lo que fuera necesario durante la fase de campo de esta investigación.

A todos los profesores que nos impartieron todas las asignaturas, y agradecemos con mucho cariño, por la paciencia y dedicación al impartir sus conocimientos y compartirlos con nosotros. Gracias a todo el personal docente.

A todas las personas que directa o indirectamente colaboraron para culminar un capítulo de mucho valor en nuestras vidas.

**Br. Jairo Ramiro Alvarez Bucardo**

**Br. Olnier Anibal Bucardo Soza**

## OPINION DE LA TUTORA

Luego de revisar la monografía presentada por los egresados: **Jairo Ramiro Alvarez Bucardo y Olnier Anibal Bucardo Soza** bajo el título "**Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas Jersey, finca "San Ramón", municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2017"**."

Considero que el documento cumple con la normativa de investigación de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua /UNAN-Managua, cumple con la coherencia entre su Título, Planteamiento del problema, Objetivos, Hipótesis, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones. Por este medio Avalo la entrega del mismo para su debida defensa ante Tribunal Examinador que se designe para ello.

Considero meritorio resaltar el gran esfuerzo y dedicación que mis colegas **Alvarez y Bucardo** enfrentaron para realizar el trabajo de investigación.

Espero que Dios y la Virgen les bendigan siempre para que ellos puedan alcanzar nuevas metas profesionales y personales.



---

Evelyn Calvo Reyes

Tutora

## **Glosario de Términos**

**BEN:** Balance Energético Negativo

**CC:** Condición Corporal

**EB:** Energía Bruta

**ED:** Energía Digestible

**EM:** Energía Metabolizable

**ENM:** Energía Neta de Mantenimiento

**ENL:** Energía Neta de Lactación

**PG:** Porcentaje de Grasa

**SNG:** Sólidos No Grasos

**ST:** Sólidos Totales

**MUB:** Margen de Utilidad Bruta

**AP:** Aceite de Palma

**T1:** Tratamiento 1

**T2:** Tratamiento 2

**T3:** Tratamiento 3 (testigo)

## Resumen

Se realizó un experimento en la finca “San Ramón” ubicada en comunidad “La Lima” municipio San Ramón, a 12 km del departamento de Matagalpa, con el propósito de determinar la viabilidad técnica y financiera de usar grasa sobrepasante como suplemento energético en alimentación de vacas lecheras. Para ello, se utilizaron nueve vacas en etapa de lactación, y se sometieron a una alimentación en la cual se evaluaron dos diferentes niveles de inclusión de grasa sobrepasante y se contrastaron con un testigo, durante un periodo de 40 días, divididos en cinco días de adaptación y treinta y cinco de evaluación. El diseño experimental utilizado, fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), compuesto de tres tratamientos: T1 (400 gr de grasa sobrepasante + alimentación habitual), T2 (600 gr de grasa sobrepasante + alimentación habitual), y T3 (testigo); cada tratamiento estuvo conformado por tres repeticiones, y cada repetición constituida una unidad experimental. Las variables medidas fueron: Incrementos productivos, Composición química, Condición Corporal (CC), y Rentabilidad económica. Las cuales se midieron, realizando un análisis comparativo entre las medias resultantes de cada tratamiento; resultados que se confirmaron utilizando el Análisis de Varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. Resultados: existen diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos suplementados con grasa sobrepasante (T1 y T2), y el tratamiento testigo (T3) en la variable incrementos productivos (lts/vaca/día). En la variable composición química de leche, no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos suplementados con grasa sobrepasante (T1 y T2), y el tratamiento testigo (T3). Para la variable Condición Corporal, el tratamiento con mejor resultado fue el T1 ya que logro mejorar la condición corporal de todas las vacas que lo consumieron. La inclusión de grasa sobrepasante dentro del sistema de producción de la finca San Ramón genera un Margen de Utilidad Bruta (MUB) de C\$ 772.22 córdobas de más, en comparación con el T3 en un periodo de 35 días, utilizado el tratamiento T2.

Palabras clave: BEN, suplementación, grasa, energía, producción, composición.

## Índice

### CAPÍTULO I

1.1.	Introducción.....	1
1.2.	Planteamiento de problema .....	4
1.3.	Justificación .....	7
1.4.	Objetivos del estudio .....	9
1.4.1.	Objetivo General: .....	9
1.4.2.	Objetivos Específicos:.....	9

### CAPÍTULO II

2.1.	Marco Referencial .....	10
a.	Antecedentes.....	10
b.	Marco Teórico. ....	15
b.1.	Bovinos.....	15
b.1.1.	Características.....	15
b.1.2.	Raza Jersey .....	15
b.1.3.	Consumo de alimentos .....	16
b.1.4.	Requerimientos nutricionales de la especie.....	17
b.1.4.1.	Agua .....	17
b.1.4.2.	Proteína.....	17
b.1.4.3.	Lípidos .....	18
b.1.4.3.1.	Función. ....	18
b.1.4.3.2.	Digestión de los Lípidos en Rumiantes .....	18
b.1.4.3.3.	Absorción Intestinal.....	20
b.1.4.3.	Fibra.....	20
b.1.4.4.	Vitaminas.....	20
b.1.4.5.	Minerales .....	21

b.2. Período de transición .....	21
b.3. Balance Energético Negativo .....	22
b.3.1. Efectos .....	22
b.4. Las grasas en alimentación de Rumiantes.....	23
b.5. Grasas protegidas o de Sobrepasso .....	23
b.5.1. Tipos de grasas sobrepasante.....	24
b.5.2. Calidad de la grasa.....	25
b.5.3. Uso de grasas sobrepasante .....	26
b.5.4. Efectos sobre la producción.....	27
b.5.5. Efectos en el metabolismo del Rumen .....	28
b.6. Concentración y composición de la grasa en la leche .....	29
b.7. Síntesis de la grasa.....	30
b.7.1. Síntesis de novo de ácidos grasos.....	31
b.8. Secreción de la grasa de la leche .....	31
c. Marco Legal.....	32
c.1. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada NTON 03 027-17 leche y productos lácteos. Leche cruda (vaca).....	32
2.2. Hipótesis .....	35

### **CAPITULO III**

3.1. Diseño metodológico.....	36
3.1.1. Ubicación del estudio .....	36
3.1.2. Tipo de investigación .....	36
3.1.3. Descripción del Experimento .....	37
3.1.3.1. Diseño Experimental .....	38
3.1.3.2. Tratamientos .....	39
3.1.3.3. Elaboración de suplemento.....	40

3.1.3.3.1.	Elaboracion del núcleo (Grasa sobrepasante).....	41
3.1.3.3.2.	Balance de Materias Primas.....	42
3.1.3.4.	Manejo de los Animales .....	43
3.1.3.5.	Variables a Medir. ....	44
3.1.3.5.1.	Incremento productivos .....	44
3.1.3.5.2.	Composición química .....	44
3.1.3.5.3.	Condición Corporal.....	44
3.1.3.5.4.	Rentabilidad Económica .....	45
3.1.3.6.	Operacionalización de variables.....	46
3.1.3.7.	Materiales .....	47
3.1.3.8.	Análisis Estadístico de Variables .....	47

## **CAPÍTULO IV**

4.1.	Análisis y Discusión de Resultados.....	48
4.1.1.	Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en los incrementos productivos (lts/vaca/día) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.....	48
4.1.1.1.	Incrementos productivos .....	48
4.1.2.	Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la composición de la leche (PG, SNG y ST) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.....	52
4.1.2.1.	Composición química.....	52
4.1.2.1.1.	Porcentaje de grasa (PG%).....	52
4.1.2.1.2.	Sólidos No Grasos (SNG %) .....	55
4.1.2.1.3.	Sólidos Totales (ST %).....	59
4.1.3.	Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la condición corporal de vacas Jersey .....	62
4.1.3.1.	Condición corporal (CC).....	62

4.1.4. Rentabilidad económica del uso de grasa sobre pasante como fuente de energía suplementada en dieta de vacas Jersey.....	64
4.1.4.1. Rentabilidad económica.....	64

## **CAPÍTULO V**

5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones.....	67
5.3. Bibliografía.....	68
ANEXO.....	72

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Hidrólisis de Lípidos.....	19
<b>Figura 2.</b> Ubicación geográfica de finca San Ramón .....	36
<b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo para la elaboración de grasa sobrepasante a base de Aceite de Palma (AP) empleando hidróxido de potasio.....	41

## Índice de Cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Límites Máximos de UFC en la leche cruda.....	33
<b>Cuadro 2.</b> Tiempo de reducción del azul de metileno.....	33
<b>Cuadro 3.</b> Características Físico Químicas que debe presentar la leche .....	33
<b>Cuadro 4.</b> Caracterización de unidades experimentales.....	38
<b>Cuadro 5.</b> Distribución de tratamientos. ....	40
<b>Cuadro 6.</b> Especificaciones de grasa sobrepasante .....	43
<b>Cuadro 7.</b> Operacionalización de variables.....	46
<b>Cuadro 8.</b> Estadísticos descriptivos, incrementos productivos (lts/vaca/día) .....	49
<b>Cuadro 9.</b> Resultados de Análisis de Varianza, incrementos productivos (lts/vaca/día) ....	50
<b>Cuadro 10.</b> Resultado de Prueba de Tukey .....	51
<b>Cuadro 11.</b> Estadísticos descriptivos, indicador Porcentaje de Grasa (%) .....	54
<b>Cuadro 12.</b> Análisis de Varianza, indicador Porcentaje de Grasa (%).....	54
<b>Cuadro 13.</b> Estadísticos descriptivos, indicador Sólidos No Grasos (%) .....	58
<b>Cuadro 14.</b> Análisis de Varianza. Sólidos No Grasos (%).....	58
<b>Cuadro 15.</b> Estadísticos descriptivos, indicador Sólidos Totales (%).....	61
<b>Cuadro 16.</b> Análisis de Varianza, indicador Sólidos Totales (%).....	62
<b>Cuadro 17.</b> Ventas y Costos de producción proyectados .....	64

## Índice de Gráficos

<b>Gráfico 1.</b> Incremento de producción de leche (lts/vaca/día) .....	48
<b>Gráfico 2.</b> Resultados de Porcentaje de Grasa (%).....	52
<b>Gráfico 3.</b> Promedio Porcentaje de Grasa (%).....	53
<b>Gráfico 4.</b> Resultados de Sólidos No Grasos (%).....	56
<b>Gráfico 5.</b> Promedio de Sólidos No Grasos (%).....	57
<b>Gráfico 6.</b> Resultados de Sólidos Totales (%).....	59
<b>Gráfico 7.</b> Porcentaje de Sólidos Totales (%).....	60
<b>Gráfico 8.</b> Resultados de evaluación de Condición Corporal (CC).....	63

# CAPÍTULO I

## 1.1. Introducción

En Nicaragua, la ganadería históricamente ha demostrado ser uno de los principales rubros generadores de bienes para la economía rural, ha servido como una fuente de ingresos y autoconsumo, sin embargo, en los últimos años ha venido teniendo problemáticas técnicas entre las que destacan: baja tasa de preñez, incremento de intervalo entre partos, alta tasa de mortalidad de terneros al nacer y baja producción láctea en época seca.

Problemáticas que se ven influenciadas principalmente por la aparición de trastornos metabólicos que afectan negativamente el desempeño reproductivo y productivo del animal, causados principalmente por baja calidad nutricional de los alimentos contenidos en las dietas, y que no logran satisfacer los requerimientos nutricionales del animal.

*Según Knop (2009), el Balance Energético Negativo (BEN) es una de las alteraciones que se ven con mayor frecuencia en las ganaderías con problemas de nutrición alimenticia, ante el déficit energético contenido en las dietas ofrecidas, el animal responde movilizándolo sus reservas corporales de grasa para obtener la energía que necesita y desempeñar sus funciones vitales, afectando la condición corporal y la producción del animal.*

La pérdida de condición corporal genera en el animal trastornos que inhiben la actividad ovárica, la cual a su vez se refleja negativamente en la fertilidad de las vacas; al presentarse un mayor BEN, el intervalo de tiempo para la primera ovulación posparto se aumenta, adicionalmente se puede ver afectada la calidad de los ovocitos disminuyendo la tasa de preñez, disminuyendo de tal manera la producción láctea durante un periodo prolongado.

De los anteriormente planteamientos se deduce que, el éxito de los sistemas de producción de leche con bovinos depende del componente nutricional; principalmente la ingesta de energía es un factor determinante en el desempeño reproductivo y productivo, tal como afirma El-Shahat & Maaty (2010), “mejorar la densidad energética de la hembra, se reactiva la función ovárica, además, un mayor consumo de grasa tiene efectos directos sobre el estado del animal, la producción y calidad de leche”.

La ingesta de grasas surgen como alternativa energética para contrarrestar los déficit de energía ya que aportan una cantidad de energía “*tres veces mayor que las fuentes de proteína y alimentos ricos en carbohidratos*” (Campabadal, 2005). Sin embargo, el aumento de su consumo puede interferir con los niveles de acides del rumen, provocando una disminución bacteriana que no beneficia la digestión de los alimentos. Por ello, se hace necesaria la utilización de grasas de sobrepaso, las cuales según Gonzáles (2001) “*Estas escapan de la fermentación ruminal y proveen una mayor cantidad de energía la cual es absorbida en el intestino del animal*”; permitiendo que se incorporen en la dieta sin interferir con el metabolismo bacteriano.

El uso de grasa sobrepasante en la alimentación de ganado lechero ha obtenido efectos positivos, diversos autores a nivel de Latinoamérica han estudiado sus efectos bajo diversas condiciones, entre los cuales destacan: Romero (2014), Gramal (2013), Méndez (2013), García (2012) y Hernández & Díaz (2011); todos ellos coinciden que utilizar grasas de sobrepaso como fuente de energía para rumiantes, mejora los índices productivos y reproductivos de vacas en estado de lactancia, además, influyen en la reducción de efectos negativos sobre el metabolismo, en comparación con la inclusión de grasas de forma convencional.

La suplementación con grasas de sobrepaso representa una alternativa viable, para incrementar la densidad energética de la ración suministrada a la vaca, sin comprometer la actividad bacteriana, sin embargo, en Nicaragua adoptar esta clase de tecnología representa muchos desafíos, principalmente por ser tecnologías de alto costo y difícil acceso para los productores de bajos recursos, además, es un tema del cual no se tiene ninguna experiencia propia, más que el conocimiento adquirido por las transnacionales difusoras, que si bien son eficientes, no ha sido desarrollada para las condiciones económicas, manejo y clima con las cuales se cuentan en Nicaragua.

Por esta razón, surge la necesidad de realizar estudios en los cuales se aborde acerca de la temática, la cual servirá para desarrollar tecnologías adaptadas a nuestro medio, de bajo costo y disponibilidad comercial.

Basado en lo anterior, se decidió llevar a cabo un estudio, con el propósito de desarrollar una grasa sobrepasante viable desde el punto de vista técnico y financiero, para uso dentro de los sistemas de alimentación usados por los productores del país. Para ello, se realizó un experimento en un hato lechero, donde se evaluaron los efectos de su uso como suplemento energético

El experimento se realizó en la finca “San Ramón”, ubicada en la comunidad “La Lima”, municipio de San Ramón, departamento de Matagalpa, tuvo una duración de 40 días, Se empleó el diseño experimental: Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual permitió evaluar la grasa utilizando dos niveles de inclusión de grasa sobrepasante y comparar sus efectos contra un testigo (en este caso la dieta comúnmente usada por el productor de dicha finca), cada tratamiento estuvo compuesto por tres repeticiones, y cada repetición constituida por 1 vaca en etapa de lactación, con fecha de parición de entre 1.5-2 meses, cada vaca representó una unidad experimental.

El periodo de 40 días, se dividió en dos periodos, 5 días de adaptación y 35 días de evaluación, en los cuales se midieron cuatro variables: Incrementos productivos, Composición química de leche, Condición Corporal (CC) y Rentabilidad económica.

## 1.2. Planteamiento de problema

Las pasturas basadas en gramíneas forrajeras constituyen el principal recurso para la alimentación de bovinos en Nicaragua. No obstante, en muchas regiones ganaderas, especialmente en aquellas con períodos de sequía prolongados, la escasa disponibilidad y pobre calidad de forrajes limitan severamente la producción animal, en consecuencia, impide a los animales alcanzar un elevado consumo de materia seca, y satisfacer los requerimientos de energía a través del año.

Lo cual genera, que las vacas durante el postparto temprano, presenten un desfase entre la cantidad de energía que consume y la que requiere; a lo que el animal responde, movilizand o sus reservas corporales con el fin de obtener la energía necesaria para desarrollar sus funciones; condición que se le conoce como Balance Energético Negativo (BEN).

Ante dicha situación, se propicia la aparición de fallas reproductivas que alargan el anestro postparto. Además, *“se presenta el efecto negativo sobre la producción, lo que trae como consecuencia, que, en condiciones de sequía (verano), los volúmenes de leche (lts/vaca/día) disminuyan en un 45% en comparación a la producción en invierno.”* (Díaz, 2009). Dato que reafirma Baltodano & Chavarría (2009) *“La producción promedio de leche oscila entre 5 – 8 litros de leche por vaca al día en época de invierno y de 2 – 2.5 litros de leche por vaca al día en época de verano”*.

*A pesar que esta condición no distingue etapa en la que se encuentre el animal, durante el periodo de post parto es cuando se ve más reflejada esta condición debido a que la hembra debe cumplir varias funciones fisiológicas, entre las cuales la lactación es una de las funciones que mayor demanda energética tiene, por ello la mayoría de los problemas de salud y reproductivos en vacas de leche de alta producción, ocurren durante la lactancia temprana y han sido relacionados con el BEN (Montaño & Ruiz, 2005).*

Lo antes mencionado, sugiere que el éxito de los sistemas de producción lechera depende del componente nutricional, y específicamente del factor energético; genera un impacto sobresaliente en el desempeño productivo, por lo que, el animal necesita energía para desempeñar sus funciones entre las cuales la digestión y metabolización de los alimentos representa una de las funciones de mayor importancia para mantener los volúmenes de producción de leche.

Es necesario desarrollar alternativas que sustenten el déficit energético al cual se ven sometidos los bovinos normalmente durante este periodo, viable desde el punto de vista técnico y económico, además, que influya a mejorar las condiciones de asimilación de los demás nutrientes. Por ello, se propone utilizar como alternativa para contrarrestar esta situación, usar grasa sobrepasante como fuente energética.

Puesto que, es un producto que aporta tres veces más energía que las fuentes de proteína y carbohidratos, además, es obtenido a partir de procesos de hidrogenación y posteriormente de saponificación, en el cual los ácidos grasos saturados presentes en la solución, pasan a ser ácidos grasos insaturados de cadena corta que facilitan su digestión y asimilación a nivel intestinal, sin alterar el pH ruminal. Por lo cual, representa una alternativa viable para incrementar el consumo diario de energía

Existen experiencias con el uso de grasa sobrepasante en ganado lechero y de carne, sin embargo, estas experiencias son a nivel internacional; a nivel nacional únicamente se conocen productos altamente costosos y, además, no son generados de acuerdo a las condiciones climáticas y suelo específicamente del país, ya que la mayoría son importados de países como Estados Unidos y México.

Ante esta realidad, y en búsqueda de alternativas alimenticias que mejoren la calidad de las dietas e impacten en la producción láctea, se propuso elaborar una grasa sobrepasante a partir de aceite de palma africana y evaluar sus efectos por medio de un experimento en un hato lechero, con el fin de determinar si el producto es apto para ser usado como suplemento energético en dietas de bovinos.

Para ello, surgen las siguientes interrogantes investigativas:

**Pregunta general:**

¿Cuáles son los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas Jersey, finca “San Ramón”, municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2017?

**Preguntas específicas:**

¿Cuáles son los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en los incrementos productivos (lts/vaca/día) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo?

¿Cuáles son los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la composición de la leche (PG, SNG y ST) en vacas Jersey, con relación a la dieta testigo?

¿Cuál es el efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la Condición Corporal (CC) de vacas Jersey?

¿Existe rentabilidad en el uso de grasa sobrepasante como fuente de energía suplementada en dieta de vacas Jersey?

### **1.3. Justificación**

Teniendo claro que el consumo de grasas representa una alternativa para contrarrestar los déficits energéticos a los cuales el animal se ve expuesto durante los periodos de producción, se hace necesario desarrollar mecanismos de ingesta de la misma, buscando lograr una máxima asimilación, con un máximo de productividad, pero con mínimos riesgos de provocar trastornos fisiológicos y metabólicos en el animal. Dada las consideraciones anteriores, es importante profundizar sobre la utilización de mecanismos que permitan la ingestión de grasas dentro de la alimentación de bovinos.

Actualmente, no se han generado tecnologías que propongan una alternativa de bajo costo para mejorar la densidad energética de la alimentación de bovinos, mediante la ingesta de grasas, sin embargo, el desarrollo de esta investigación permite presentar la primera alternativa rentable para mejorar la densidad energética mediante la suplementación con grasa que no interfieren con la actividad bacteriana a nivel de rumen, ya que comercialmente existen productos parecidos pero que presentan altos precios no acordes a la economía de los productores.

Este producto contendrá grasas puras, que a través de un recubrimiento externo evitará el metabolismo de estas a nivel ruminal, es decir, que se volverán inertes al ataque microbiano y al pH del mismo, facilitando el paso de los compuestos lipídicos a la parte baja del sistema digestivo animal, promoviendo una eficiencia en la suministración de los nutrientes, que se verá principalmente reflejado en la condición del animal, así como en el mejoramiento de la producción y calidad de leche.

Los beneficiarios directos, de este estudio serán los ganaderos dedicados a la producción láctea, debido que la evaluación y posterior difusión de la tecnología permitirá crear un impacto en la mejora de los índices productivos locales, además mejorará la rentabilidad del rubro, ya que por medio del uso de la grasa sobrepasante, se promoverá la digestión eficiente de materias primas y forrajes usados en la alimentación de vacas lecheras por productores locales; disminuyendo costos de mano de obra para establecer pasturas y compra de insumos alimenticios.

Además de ello, se beneficiarán los encargados de la investigación y participantes del estudio, debido a que se incorporó un nuevo conocimiento en el rubro ganadero, adaptado a las condiciones de manejo con las cuales se cuentan en el país, además servirá como referencia para futuras investigaciones sobre la temática.

## **1.4. Objetivos del estudio**

### **1.4.1. Objetivo General:**

Evaluar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas Jersey, finca “San Ramón”, municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2017.

### **1.4.2. Objetivos Específicos:**

Determinar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en los incrementos productivos (lts/vaca/día) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.

Comparar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la composición de la leche (PG, SNG y ST) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.

Determinar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la Condición Corporal (CC) de vacas Jersey.

Estimar la rentabilidad económica del uso de grasa sobrepasante como fuente de energía suplementada en dieta de vacas Jersey.

## CAPÍTULO II

### 2.1. Marco referencial

#### a. Antecedentes

Diversos autores a nivel latinoamericano, en diferentes zonas productivas de mucha importancia a nivel mundial han compartido su experiencia al investigar los efectos del uso de las grasas sobrepasante como una estrategia de suplementación alimenticia para contrarrestar los efectos del Balance Energético Negativo (BEN), entre los cuales destacan los siguientes:

Rojas & Palavicinic (1996) consumaron un estudio en Costa Rica con el tema: “Suplementación con grasa protegida a vacas de alta producción en pastoreo”. El objetivo del presenten experimento fue validar el efecto de la grasa protegida, elaborada con ácidos grasos de palma con calcio, sobre parámetros productivos en vacas manejadas bajo condiciones comerciales. Realizaron dos experimentos, el primero con vacas Holstein y el segundo con vacas Jersey. En el primer experimento se utilizarón 26 vacas de la raza Holstein, se evaluaron 2 tratamientos: 1) grupo de control: pastoreaban forraje Kikuyo y fueron suplementadas con concentrado y residuos de cervecería. 2) grupo suplementado con 0.5 kg de grasa protegida mas la dieta base del grupo control. En el segundo experimento se utilizaron 24 vacas Jersey, los tratamientos eran iguales que los del experimento 1, con la diferencia que estás pastoreaban forraje Estrella africana y recibían concentrado. Al concluir la investigación el resultado fue que la suplementación con 0.5 kg/día de grasa protegida incrementó significativamente la producción de leche en 2.09 y 1.99 kg/día en el hato Holstein y Jersey, lo que representa una mejora de un 10.09% y 10.94% respectivamente.

Tellez & Ospina (2007) efectuó un estudio en México denominado: “Rendimiento de vacas Holstein en lactación alimentadas con grasa sobrepasante en la dieta”, donde el propósito del estudio era mejor la producción y reproducción en vacas, las variables que se midieron fueron: Kg de leche, porcentaje de grasa, conversión alimenticia, mérito económico, condición corporal y reproducción. La alimentación que las vacas recibían fue mediante el suministro de una dieta a base de pasto fresco (Raygrass y Kikuyo), concentrado mega vaca,

sal mineralizada Provimi 8% y grasa de sobrepaso (GANAGRAS). Al concluir su estudio y realizar todos los análisis correspondientes llegaron a la conclusión, que la adición de grasa sobrepasante (GANAGRAS) es una fuente energética económica altamente eficiente en el mejoramiento de la condición corporal, mejoran el estado energético de las vacas en producción bajo pastoreo y que aumenta y sostiene la curva de lactancia.

Hernández & Díaz (2011) realizaron un estudio en Venezuela sobre el uso de grasa sobrepasante, el cual se tituló: “Las grasas sobre pasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes”, este trabajo tuvo como objetivo principal la incorporación de grasa sobrepasante en la dieta diaria de vacas lactando, debido a que son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético. Así, la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9,45 Kcal de energía neta, mientras que un carbohidrato típico genera alrededor de 4,4 Kcal. Por lo que, los lípidos en general aportan 2,25 veces más energía que las fuentes tradicionales de la misma. Por lo tanto, llegaron a la siguiente conclusión, aunque la grasa sobrepasante no es la solución a todos los problemas de nuestras explotaciones bovinas, sin duda, es un recurso alimenticio de gran potencial generando mayor producción de leche y de mejor calidad nutricional.

Reyes & Hernández (2011) ejecutaron una investigación en México nombrada: “Efecto de la suplementación con grasa protegida sobre la producción y calidad de carne de toretes mexicanos doble propósito”, dentro del estudio el principal objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta productiva y calidad de la carne de toretes doble propósito a la adición de grasa protegida (GP) en su dieta. Se utilizaron 45 toretes comerciales (*B. taurus* x *B. indicus*), divididos en tres bloques de 15 animales, de acuerdo con su peso vivo en pequeños, medianos y grandes. Cada bloque fue dividido en tres subgrupos de 5 animales, asignados aleatoriamente a los tratamientos 0,1, 5 y 3% de grasa protegida, en un diseño de bloques completamente al azar. Al concluir la investigación y al realizar los análisis de la investigación los autores afirman que adicionar grasa protegida a dietas para bovinos doble propósito en finalización no modificó la respuesta productiva, pero mejoró algunas características de la canal y de la carne. De igual manera sugieren que se realicen más investigaciones utilizando el mismo tipo de animales, pero con niveles mayores de GP a los usados en este estudio, ya que la respuesta pudiera mejorar.

García (2012) realizó un trabajo en Colombia el cual se tituló: “Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de trópico”. García se propuso como objetivo evaluar diferentes niveles de inclusión de grasa sobrepasante en la alimentación de vacas lecheras en periodo de post parto, el total de unidades experimentales fueron 17, divididas en tres grupos: el grupo control con 7 animales y dos grupos de cinco animales cada uno a los cuales se les asignaron dos niveles de suplementación, el grupo dos con 150 gramos, denominado tratamiento 1 y un tercer grupo con 300 gramos de una grasa sobrepasante comercial, denominado Tratamiento 2. Las variables que se analizaron en el presente trabajo fueron: producción de leche, composición de leche, reactivación ovárica posparto, peso corporal, condición corporal, cuadro hemático y hematocrito. Después de realizar los análisis correspondientes para cada variable, García determinó que la suplementación con grasa sobrepasante incrementó la producción de leche en el posparto temprano sin que los animales se hubieran visto obligados a movilizar drásticamente sus reservas corporales.

Castellanos (2012) formuló una investigación el cual se tituló: “Suplementación alimenticia con ácidos grasos omega 3 y omega 6 sobrepasantes y su efecto en la calidad del semen bovino”, en municipio el Rosal, Colombia. El propósito de la investigación fue determinar si los ácidos grasos omega 3 y omega 6 sobrepasantes tienen efecto mejorador de la calidad del semen en bovinos. Para esta investigación se utilizaron 6 toros de razas lecheras por tratamiento durante tres meses. Se formularon raciones con granos enteros de linaza y de soya como fuente de estos ácidos. Se realizaron tres tratamientos: T1, semillas de linaza íntegras como fuente de omega 3. T2, grano íntegro de soya para omega 6. T3, ración testigo. Los animales se suplementaron con 2 kg de las raciones experimentales por animal/día. Las tomas de datos las realizaron semanalmente con electroeyaculador a cada animal desde el inicio hasta que finalizó la investigación. El autor Castellano llegó a la conclusión que las raciones que contenían omega 3 y omega 6 produjeron semen con mayor densidad (cantidad de espermatozoides/ml), diferencia estadísticamente significativa con respecto al tratamiento testigo.

Méndez (2013) ejecutó un estudio en la universidad de Zamorano, Honduras, el cual se tituló: “Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada”. Los objetivos de la investigación fue evaluar la condición corporal y la producción diaria de leche. Se utilizaron 40 vacas primíparas de las razas Holstein, Pardo Suizo y Jersey y sus cruces colocándolas en corrales separados por cada tratamiento utilizando un diseño completamente al azar con medidas repetidas en el tiempo con 2 tratamientos (T1= dieta con grasa sobrepasante, T2= dieta sin grasa sobrepasante). Los resultados de la investigación fueron que la suplementación con grasa sobrepasante aumento la producción de leche en 2.84 Lts/vaca/día y que el consumo de grasa sobrepasante no causo diferencia significativa sobre la condición corporal.

Gramal (2013) ejecutó un estudio nombrado: “Efecto del suministro de grasa BY-PASS mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto”. El objetivo que se pretendió en esta investigación fue evaluar el rendimiento productivo y reproductivo con la utilización de esta grasa sobrepasante comercial en diferentes niveles de inclusión, por cada 3 kg de alimento balanceado contenía 100 gr, 300 gr, 500 gr de grasa bypass, y un testigo. Las unidades experimentales estaban compuestas por 20 vacas Holstein Friesen en etapa de postparto. Al concluir la investigación se encontró que el T3 (500gr + balanceado) mantuvo un incremento promedio de 3.69 litros/vaca/día en la producción, en el T4 (testigo) no existió ningún incremento más bien fue negativo.

Guerrero (2013) realizó una investigación en México, el cual se tituló: “Obtención y evaluación de grasa protegida por medio de saponificación y encapsulado para su aplicación en la alimentación de rumiantes”, el objetivo principal de esta investigación era determinar el efecto de la inclusión de grasa protegida en la alimentación de ovinos y al mismo tiempo brindar información que favorezca la utilización de dicho producto. Se utilizarón 5 ovinos machos de la raza Charoláis con peso promedio de 30 kg. La prueba de alimentación tuvo una duración total de 36 días. Se evaluaron 3 tratamientos con 5 repeticiones. Todos los tratamientos se utilizó la misma relación en tipo y cantidad de ingredientes (T1: dieta base + grasa sin procesar, T2: dieta base + grasa saponificada, T3: dieta base + grasa encapsulada). Al finalizar la investigación y proceder a todos los análisis correspondientes, llegó a la conclusión, que la inclusión de grasa de sobrepaso en la alimentación de rumiantes, favorece

la eficiencia alimenticia, influye de manera positiva sobre los valores de digestibilidad, en otras palabras, se reduce los afectos negativos en el metabolismo animal en comparación con la inclusión de grasa en forma convencional.

Romero (2014) realizó una investigación en Ecuador, la cual se tituló: “Uso de grasas sobrepasantes sobre la producción y reproducción de vacas Jersey en la hacienda La Virginia”. El objetivo que tenía esta investigación evaluó el efecto de la suplementación alimenticia con concentrado comercial y concentrados elaborados con dos tipos de grasas sobrepasantes (jabones de calcio de residuos de aceite de palma y sebo ovino). Se evaluaron cuatro tratamientos experimentales, bajo un diseño completamente al azar (DCA), evaluándose diferentes variables productivas como: mayor peso final, mejor condición corporal, rendimientos en producción de leche y mayor contenido de grasa. Determinándose además el menor intervalo parto-primer servicio, menor número de servicios/concepción y mayor peso de las crías. Al concluir la investigación se llegó al resultado que la suplementación a base de jabón de calcio con residuos de aceite de palma aumentó las variables de mayor peso final, mejor condición corporal y los mejores rendimientos en producción de leche.

Los autores antes citados coinciden en que ante la problemática que sufren las vacas lecheras en el periodo de post parto y lactancia, sobre la deficiencia entre la cantidad de energía que consume y la que requiere. El uso de grasa sobrepasante es una alternativa viable para contrarrestar las demandas nutricionales que requieren las vacas en el periodo de lactancia; en los estudios que han realizado estos autores con respecto al uso de esta tecnología se han encontrados concordancias principalmente en resultados que indican un aumento en la producción de leche y mejora de la condición corporal y peso del animal al suministrar una cantidad mayor a 400 gr/ día / vaca de grasa sobrepasante, por ejemplo: Méndez (2013) y Rojas & Palavicini. (1996) obtuvieron entre sus resultados: un margen de entre 2-3 litros/vacas/día en vacas de razas lecheras, traduciéndose en un aumento sustancial de entre 10-20 % en comparación a la producción del testigo y condiciones corporales de 3-4.5.

## **b. Marco Teórico**

### **b.1. Bovinos**

#### **b.1.1. Características**

Según Buxade (1999). *Las características generales del ganado bovino quedan reflejadas en su clasificación. Pertenecen al orden artiodáctilos, (mamíferos de número par de dedos con pezuñas) y al suborden Rumiantes (estómagos divididos en cuatro compartimentos y con un número reducido de dientes, sin incisivos). Como otros miembros de la familia Bovinos, tienen dos cuernos o astas huecos y sin ramificar, que conservan durante toda la vida.*

Según estas características como todo rumiante, los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, lo que significa que su alimento es a base de pasturas y forrajes, los cuales le proporcionan los nutrientes necesarios para su crecimiento. Cabe destacar que los bovinos dependen en alto grado de su visión, característica que lo hace diferente, tiene una visión periférica en un ángulo amplio de 360°, ellos pueden voltear a ver hacia atrás sin necesidad de voltear la cabeza.

#### **b.1.2. Raza Jersey**

*“Los bovinos de la raza Jersey son animales de porte pequeño... Esta raza es originaria de la Isla de Jersey, en el canal de la Mancha, en Inglaterra... Es la raza que deposita mayor cantidad de grasa en la leche”* (Laguna, 2011). Es un bovino que muestra una conformación fina, con aspecto elegante, vivaz, tiene los ojos saltones, con temperamento nervioso, muy activo, que hace que a veces sea un animal difícil de manejar, los cuernos son cortos con punta negra. Esta raza presenta un color que va desde crema, hasta el amarillo pálido, en ocasiones presenta manchas irregulares de color blanco.

Esta es una raza lechera, con tamaño más pequeña, con altura a la cruz que va de 1.25 metros para las hembras y 1.35 metros para los machos adultos. El peso para los bovinos adultos es de 500 kg para los machos y de 350 kg para las hembras. Los terneros al nacer pueden registrar un peso de 25 kg.

### **b.1.3. Consumo de alimentos**

#### **1. Materia seca**

El consumo de materia seca se expresa en dos formas:

1) kg/día

2) % del PV

Rango de consumo de MS

Los bovinos tienen un consumo de materia seca, entre 1.5 y 3% conforme a su peso vivo como máximo, criterio que reafirma Laguna (2011) *“un bovino consume por día del 2 al 3 % de materia seca (MS) en relación a su peso vivo, además que normalmente en la producción lechera el 75 % del consumo de materia seca está dado por una fuente forrajera”*.

*“El ganado mayor consume menos porcentaje de su peso vivo comparándolo con el ganado joven. Muchos factores afectan el consumo de MS: Peso, edad, sexo y raza entre otros”* (UNAM, 2009).

La manera adecuada del consumo va a depender del peso vivo que tenga el animal. Otro factor importante es que la materia seca ayuda a la degradación de las fibras en el rumen ya que si no se realiza el proceso de degradación se acumulara más tiempo y limitara el consumo de alimentos.

#### **2. Materia Húmeda**

Laguna (2011) afirma que *“un bovino consume el 10 % de materia húmeda o también llamada materia verde, en relación a su peso vivo”*. Cuando se formulan dietas para ganado es recomendable estimar en base a la materia seca, en lugar de alimento libre de humedad.

### **3. Suplemento**

En el caso de suplementación el mismo autor plantea que no se le debe de suministrar al ganado por vía de suplementación más del 2.8 kg, porque por lo general y por propia experiencia del autor, aunque dejemos alimentarse al libitum, el animal llega un punto en que ya no ingiere mayor cantidad a la propuesta y lo que estaríamos haciendo es desperdiciando el alimento.

#### **b.1.4. Requerimientos nutricionales de la especie**

Las raciones para bovinos de leche deben incluir agua, materia seca, proteínas, fibras vitaminas, minerales en cantidades suficientemente balanceadas para satisfacer la demanda que necesita el animal para que se desarrollen todas sus actividades celulares a nivel de organismo; dependiendo del estado fisiológico y edad del animal los requerimientos de estos nutrientes puede variar.

##### **b.1.4.1. Agua**

Según datos del autor Koeslag (2001) citado por Blandón & Lay (2014), *“las necesidades de agua dependen de la edad, la raza del animal, el clima, consumo de materia seca y sales minerales. La cantidad recomendada es que un animal necesita de entre 2-5 litros de agua por cada kilogramo de materia seca”*. Una vaca necesita de entre a 4- 5 litros de agua por cada litro de leche que produce y esta cantidad puede aumentar si se maneja en condiciones de altas temperaturas debido a que se pierde cierta cantidad por evaporación.

##### **b.1.4.2. Proteína**

Las proteínas son parte de los tejidos del cuerpo, esenciales para los animales que se encuentran en crecimiento o producción, los rumiantes tienen la habilidad de convertir la proteína vegetal en componentes nitrogenados no proteicos, a través de las bacterias del rumen. *“Por cada kilogramo de materia seca que consume la vaca, necesita aproximadamente 70 a 100 gramos de proteína digestible”* Koeslag (2001) citado por Blandón & Lay (2014).

### **b.1.4.3. Lípidos**

Los lípidos son compuestos orgánicos que son relativamente insolubles en el agua, pero son solubles en solventes orgánicos, realizan funciones bioquímicas y fisiológicas en los tejidos animales y vegetales. “*Los constituyentes lipídicos más importantes en la nutrición animal incluyen: ácidos grasos, glicerol, monoglicerol, diglicerol y triglicerol (también conocido como triglicéridos) y fosfolípidos*” (Gramal, 2013).

#### **b.1.4.3.1. Función.**

Las funciones de los lípidos pueden enumerarse de manera global de esta manera:

1. *Proporcionan la energía necesaria para el mantenimiento normal y las funciones relacionadas con la producción.*
2. *Constituyen una fuente de ácidos grasos esenciales.*
3. *Funcionan como medio de transporte de vitaminas liposolubles.*
4. *Son un constituyente esencial de las membranas plasmáticas* (Gramal, 2013).

Usualmente la dieta consumida por vacas contiene de 4 a 6 % de lípidos. Según datos de JICA (2016) el requerimiento diario de una vaca adulta con un peso promedio de 400 kg es “*16.2 Mcal/kg de Energía Bruta (EB), 17.2 Mcal/kg Energía Digestible (ED), 14.1 Mcal/kg Energía Metabolizable (EM), 6.9 Mcal/kg Energía Neta de Mantenimiento (ENM) y 3.1 Mcal/kg Energía Neta de Lactación (ENL)*”. Energía que será usada por el organismo para el desarrollo de sus actividades y específicamente en términos de alimentación esta será utilizada para que las bacterias del rumen puedan activarse y digerir la proteína que se le es suministrada al animal para que produzca leche.

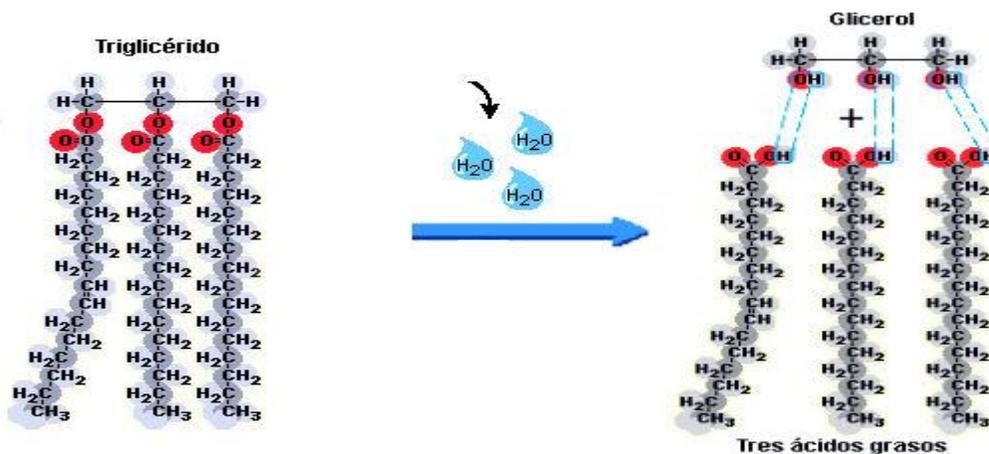
#### **b.1.4.3.2. Digestión de los Lípidos en Rumiantes**

Los nutrientes son inútiles para el animal en medida que no puedan ser digeridos y absorbidos, debido que, pasan a través de los tractos digestivos sin ser aprovechados, llegando al punto de perderse en las heces.

La mayoría de las grasas en los alimentos para animales están presentes como triglicéridos o, en el caso de los forrajes, como glicolípidos, donde uno de los ácidos grasos se sustituye con un azúcar. La primera etapa de la digestión de la grasa se produce en el rumen, donde las bacterias separan los ácidos grasos y azúcares del glicerol, mediante el proceso fisiológico hidrolisis.

En el rumen la mayoría de los lípidos son hidrolizados. El enlace entre el glicerol y los ácidos grasos se rompen dando origen al glicerol y tres ácidos grasos (figura 1). “*El glicerol se fermenta rápidamente para formar ácidos grasos volátiles. Algunos de estos son utilizados por las bacterias para sintetizar los fosfolípidos necesarios para construir sus membranas celulares*” (AgroGlobal, 2012).

Figura 1. Hidrolisis de lípidos



Fuente: [www.google.com/imagenes](http://www.google.com/imagenes).

La mayoría de los ácidos grasos insaturados se convierten en ácidos grasos saturados por el proceso de biohidrogenación; los ácidos grasos saturados salen del rumen en forma de ácido palmítico y esteárico; adheridos a partículas de alimentos, microbios, propiciando la aparición de más fermentaciones, especialmente la de los carbohidratos fibrosos.

#### **b.1.4.3.3. Absorción Intestinal**

*La absorción de las grasas inicia a nivel de duodeno en el cual la bilis secretada por el hígado, junto con las secreciones pancreáticas (ricas en lipasas, proteasas y bicarbonatos) se mezclan con el contenido del intestino delgado, estas secreciones son esenciales para preparar los lípidos para la absorción, formando partículas mezclables con el agua que pueden entrar las células intestinales. En las células intestinales una porción importante de los ácidos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos (Gramal, 2013).*

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos, colesterol y otras sustancias relacionadas con lípidos son cubiertos con proteínas para formar lipoproteínas ricas en triglicéridos, también llamados lipoproteínas de baja densidad. Las lipoproteínas ricas en triglicéridos entran a los vasos linfáticos y de ahí pasan al canal torácico hasta llegar a la sangre.

#### **b.1.4.3. Fibra**

Vélez (2002) afirma que: *Los rumiantes necesitan cierta cantidad de fibra para estimular las bacterias del rumen, también ayuda a mantener el nivel de grasa de la leche, además que los niveles de fibra cruda que debe de consumir un animal promedio se encuentra entre el 17-22 %; si existe un déficit o exceso en base a estos porcentajes podemos provocar trastornos en el animal, como por ejemplo la reducción del consumo de alimento y baja cantidad de grasa en la leche.*

#### **b.1.4.4. Vitaminas**

Las vitaminas son compuestos orgánicos que los animales requieren en pequeñas cantidades, las más importantes para bovinos son las A, D y las del complejo B; la deficiencia de vitamina A provoca disminución del apetito, raquitismo, pérdida de peso, diarrea, ceguera, baja fertilidad, en algunos casos abortos, presencia de crías débiles. Es por ello que en los últimos meses de gestación necesitan una buena fuente de vitamina liposolubles (A, D, E, K1 y K2) para que puedan parir crías fuertes y sanas.

*La deficiencia de vitamina D (calciferol) causa en los animales raquitismo y en vacas que han pasado por el ciclo de parto pueden llegar a provocar fiebre de leche. Los animales no necesitan de vitamina D suplementaria porque esta es sintetizada al exponerlos a la luz solar, pero si se necesitase aplicársele esta requiere 5000-6000 unidades internacionales de vitamina D (calciferol) por día (JICA, 2016).*

#### **b.1.4.5. Minerales**

La cantidad de minerales presentes en las dietas de los animales depende del tipo de alimento que se les esté suministrando, por ejemplo: las leguminosas por lo general son más ricas en calcio que las gramíneas; dependiendo del alimento que nosotros estamos suministrando se realiza el cálculo de cuantos minerales se le deben de suministrar como complemento para no provocar una intoxicación en el animal.

De acuerdo a Koeslag (2001) citado por Blandón & Lay (2014), los minerales más importantes en dietas para bovinos son el calcio, magnesio, sodio, cobre, cobalto, yodo. El calcio y fosforo actúan junto a la vitamina D en la formación de huesos, y su deficiencia provocan precisamente deformaciones en el sistema óseo, además que la deficiencia de calcio provoca la fiebre de leche. El fosforo tiene influencia en la fertilidad, entre las recomendaciones que realiza el autor destaca que se debe de racionar hasta tres partes de calcio por una parte de fosforo.

#### **b.2. Período de transición**

*El continuo mejoramiento genético buscando mayor producción de leche se ha relacionado con la disminución en la fertilidad, lo cual se explica por el incremento en los requerimientos nutricionales del animal y la deficiencia en las condiciones de manejo y alimentación para suplir estas necesidades, llevando a una exagerada movilización de reservas del tejido adiposo, cambios en la concentración de metabolitos y hormonas del metabolismo intermediario que interactúan con el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios, causando un retraso en la reactivación fisiológica de la reproducción (García, 2012).*

Se considera que el período donde ocurren mayores cambios a nivel metabólico, endocrino y nutricional en la vaca está comprendido entre las tres semanas antes y después del parto, este intervalo de tiempo se denomina período de transición. Durante este período el animal debe adaptarse a las nuevas condiciones que le generan el pasar de un estado de preñez sin producción de leche a un estado de no preñez con elevada producción de leche, si el animal no se llega a adaptar rápidamente a esos cambios se corre el riesgo de que se presenten alteraciones productivas y patológicas que van a repercutir en el futuro reproductivo, productivo, metabólico y sanitario del animal.

### **b.3. Balance Energético Negativo**

*“El balance energético negativo (BEN) ha sido definido como el déficit de energía entre el consumo de energía por parte del animal y la energía requerida para la preñez, mantenimiento y lactación”* (McNamara, 2003).

*“En relación con el periodo preparto, el balance energético negativo empieza pocos días antes del parto, puede alcanzar su nivel mínimo a las 2 semanas pos parto y se extiende hasta 10-12 semanas”* (Butler, 2000).

#### **b.3.1. Efectos**

Entre los efectos más destacados del balance energético negativo (BEN) que afectan directamente la producción láctea son los siguientes:

1. Disminución de pérdida de peso y Condición Corporal (CC).
2. Abortos o probabilidad de parto riesgoso.
3. Disminución en tasa de preñes, ocasionada por los déficit nutricional y pobre estado corporal.
4. Reducción de la actividad hormonal y ovárica.
5. Baja producción láctea.
6. Aumento en los costos de producción.

#### **b.4. Las grasas en alimentación de Rumiantes**

Las grasas son importantes en la alimentación de los rumiantes por su alto contenido energético, la combustión completa de un gramo de grasa produce alrededor de 9,45 Kcal de energía neta, <sup>mientras</sup> que un carbohidrato típico genera alrededor de 4,4 Kcal. Por lo que, los lípidos en general aportan 2,25 veces más energía que las fuentes tradicionales de la misma. Pero no solo es importante considerar el aporte energético de las grasas en la dieta, sino también por las vitaminas liposolubles y los ácidos grasos esenciales que aportan.

*Las grasas forman parte de un grupo de moléculas orgánicas llamadas lípidos, los cuales cumplen muchas funciones en el organismo animal, que van desde funciones estructurales (formando parte de las membranas celulares), funciones hormonales (algunas hormonas son de naturaleza lipídica: estradiol, progesterona, testosterona, entre otras) y hasta funciones inmunológicas. Así mismo, algunas vitaminas (A, D, E y K) son de naturaleza lipídica (Hernández & Díaz, 2011).*

En síntesis, las grasas tienen muchas funciones e importancias en el organismo de los rumiantes, ayudándoles principalmente a complementar las exigencias nutricionales que demandan en el periodo de lactancia para el sustento de la producción así también formar parte de estructuras celulares dentro del organismo del animal.

#### **b.5. Grasas protegidas o de Sobrepaso**

Una de las características esenciales del proceso digestivo en rumiantes corresponde a la capacidad fermentativa que tiene lugar en el complejo retículo-rumen. En estos compartimentos, pero principalmente en el rumen se llevan a cabo una serie de procesos metabólicos en los que los microorganismos mediante vías fermentativas descomponen las macromoléculas del alimento y utilizan elementos solubles con el fin de proporcionar energía y de manera indirecta proteína al rumiante.

Sin embargo, aunque la degradación ruminal parece ser el proceso de mayor impacto en rumiantes, existen componentes de los alimentos tales como: proteína, carbohidratos, aminoácidos, grasas y algunas vitaminas, que pueden evadir este proceso, a dichos nutrientes se les asigna el nombre de nutrientes de sobrepaso, porque su digestión y metabolismo se lleva a cabo principalmente en la parte baja del sistema digestivo.

La suplementación con grasas sobrepasante o grasas protegidas se presenta como una alternativa para incrementar la densidad energética en la ración suministrada a la vaca, sin comprometer la actividad celulítica de las bacterias, al haber sido sometidas a procesos previos que les permiten ser inertes en el rumen y ser totalmente digestibles en el tracto intestinal inferior. Aunque en la actualidad, esta alternativa es poco utilizada por los productores, una de las razones de esto es por el desconocimiento de los beneficios tantos productivos como reproductivos.

#### **b.5.1. Tipos de grasas sobrepasante**

En la producción ganadera son conocidos cuatro tipos de grasas inertes: las recubiertas con proteínas y enfriadas mediante pulverización, grasa endurecidas hidrogenadas, las semillas intactas y las sales de calcio, potasio y sodio de los ácidos grasos.

1. *“Las semillas enteras como el algodón y soya son consideradas grasas inertes al permitir una tasa de liberación del aceite lo suficientemente lenta para que la población microbiana pueda manejar y tolerar los efectos negativos de los ácidos grasos insaturados”* (García, 2012).
2. *Las grasas hidrogenadas, son grasas de diferentes fuentes lipídicas que han sido sometidas a un proceso donde se hidrogenan parcialmente los dobles enlaces para elevar su punto de fusión y hacerlas insolubles para disminuir su actividad en el rumen, el inconveniente que presentan estas grasas es que su digestibilidad en el intestino delgado desciende al ser grasas parcialmente saturadas y por esta razón su inclusión en las raciones para vacas lecheras es baja* (García, 2012).

3. *Las sales de calcio (Ca), potasio (K) o sodio (Na) de los ácidos grasos se obtienen por medio de un proceso de saponificación donde los ácidos grasos libres se unen con iones de (Ca, K y Na), formando una sal o jabón, razón por la cual son también llamados jabones, estos compuestos presentan un punto de fusión alto y su solubilidad se presenta en pH inferior a 5.5, y por lo tanto no se disocian en el rumen, ni se disuelven en el líquido ruminal, el abomaso presenta un pH de 2 a 2.5 el cual le permite a esta sal disociarse liberando las moléculas de ácidos grasos y el calcio (Ca), potasio (K) o sodio (Na) para que sean digeridos en el intestino (García, 2012).*

Actualmente existen distintos tipos de grasa sobrepasante; seleccionar el tipo de grasa que se quiere elaborar dependerá de ciertos criterios por parte del formulador como por ejemplo: disposición de materias primas (Ca, K, Na), los aportes nutricionales de los ingredientes, los niveles de inclusión tanto de los ingredientes como al momento de suministrar la grasa a los rumiantes; teniendo en cuenta estos criterios, la elección y formulación de la grasa sobrepasante tendrá muchos beneficios, ya que al proporcionar los nutrientes necesarios para mantener los índices productivos, el productor se le generan mayores ganancias por el aumento de la producción.

#### **b.5.2. Calidad de la grasa**

La calidad de la grasa depende del contenido de ácidos grasos libres, humedad, color, olor y dureza. La grasa animal está sujeta a la oxidación y cuando ello ocurre se da un proceso de rancidez, lo cual reduce su palatabilidad y puede ser causa de problemas nutricionales y digestivos. De manera que la grasa utilizada en la alimentación animal debe ser resistente a la oxidación, recomendándose adicionar sustancias antioxidantes como el tocoferol, ácido cítrico, entre otros, especialmente si el alimento no va a ser administrado totalmente y será almacenado por cierto tiempo.

*“El uso de antioxidantes protege contra la pérdida de algunas vitaminas como, por ejemplo: la vitamina E. La grasa animal también debe estar libre de sustancias tóxicas e indeseables, ya que se hace inestable y aumenta su reacción con los metales” (Guerrero, 2013).*

Tener en cuenta la calidad de la grasa sobrepasante es indispensable, por lo que de esta forma tendrá un mayor impacto y uso en la finca ganaderas, la calidad no solamente tiene que ver con los aportes nutricionales que esté brinde, también tiene mucho que ver con el tiempo que esté puede ser almacenado sin llegar a tener una descomposición, por ejemplo: al momento de que un productor compra o elabora su grasa sobrepasante no ofrecerá todo el producto en mismo tiempo, almacenara otra parte para ser utilizada en otra ocasión.

### **b.5.3. Uso de grasas sobrepasante**

Las vacas con altos niveles de producción utilizan de manera más eficiente la energía en comparación con las vacas de baja producción, y a su vez la respuesta a la energía de la ración es más alta en la lactancia temprana que a finales de la lactación. *Las vacas en lactancia temprana utilizan la mayor parte de la energía suministrada en la dieta para la producción de leche, mientras que en la lactancia tardía utilizan menos energía para producción, almacenando la que no se consume en forma de grasa corporal* (García, 2012).

Por esta razón el uso de grasa sobrepasante se recomienda en animales con niveles considerables de producción de leche y durante el inicio de la lactancia, donde la demanda de energía es más alta.

La grasa sobrepasante pueden presentar sabores poco gustosos para el animal, las sales cálcicas de aceite de palma presentan un olor penetrante y un sabor ligeramente amargo, por lo cual los animales que no han estado expuestos a éste tipo de alimentos requieren un período de adaptación con pequeñas inclusiones aumentando la cantidad periódicamente hasta llegar a la dosis deseada, además la grasa sobrepasante a suministrar a los animales debe tener un tamaño de partícula que permita la manipulación y mezcla con el alimento rutinario del animal con el fin de asegurar su consumo

El uso de grasa sobrepasante se da comúnmente para aumentar la densidad energética de la ración, pero actualmente se ha extendido su importancia a la composición de ácidos grasos con el fin de manipular la composición de la leche, la reproducción y los parámetros metabólicos en la vaca.

Generalmente se recomienda el uso de lípidos de origen vegetal por su composición de ácidos grasos insaturados, mientras que se censura el uso de cebo animal por su alto contenido de ácidos grasos saturados los cuales se tornan indigestibles en el intestino.

#### **b.5.4. Efectos sobre la producción**

*La suplementación con grasa protegida permite disminuir la concentración de ácidos grasos libres previniendo la incidencia de cetosis, pues los ácidos grasos son absorbidos dentro del sistema linfático sin pasar por el hígado, proporcionando así, energía para los tejidos y la glándula mamaria (García, 2012).*

Diferentes estudios coinciden en que la suplementación con grasas protegidas incrementa la producción de leche aproximadamente en un 10%, además de que se aumenta el porcentaje de grasa y lactosa; mientras que para la proteína los resultados difieren mostrando incremento en algunos experimentos, manteniéndose igual o disminuyendo para otros, la disminución en el porcentaje de proteína se ha atribuido a la mayor síntesis de lactosa y un efecto de dilución provocado por el incremento en el volumen de la leche y solo se presenta cuando la suplementación excede los 400 gr/día.

El suministro de grasa sobrepasante participa en el aumento de peso después del parto, ayudando a los animales en inicio de lactancia a mantener y/o aumentar la condición corporal, evitando la movilización de reservas grasas. *El perfil de ácidos grasos en la dieta puede determinar características físicas, organolépticas y nutricionales de la leche y los productos lácteos, por esta razón la suplementación con grasa sobrepasante se ha visionado como una ruta de modificación de los ácidos grasos presentes en la grasa láctea, especialmente, buscando una mayor proporción del ácido linoleico conjugado (A<sub>6</sub>C), obtenido a partir del metabolismo lipídico en los rumiantes y al cual se le han atribuido propiedades benéficas en la salud humana (García, 2012)*

De lo anterior expuesto, podemos considerar que tiene una gran importancia la adición de grasa sobrepasante en la alimentación de los rumiantes, por ejemplo: es común en las vacas, especialmente las altas productoras, estar en un balance energético negativo, por un bajo consumo de alimentos que no satisface los requerimientos de producción y mantenimiento

en el inicio de la lactación. Sin embargo, una forma para incrementar el consumo energético de la vaca es mediante un aumento en la densidad energética de la dieta mediante el uso de grasas sobrepasante.

#### **b.5.5. Efectos en el metabolismo del Rumen**

De forma desglosada, son cuatro los procesos que ocurren a nivel ruminal con las grasas: hidrólisis, biohidrogenación, síntesis, y saponificación de ácidos grasos. Estos cuatro procesos, se realizan siempre y en forma sucesiva. El proceso de síntesis de grasas a nivel ruminal depende de la cantidad de ácidos grasos consumidos. Los microorganismos ruminales modifican sustancialmente los lípidos consumidos.

El primer paso de la digestión de las grasas en el rumen consiste en procesos de hidrólisis por lipasas bacterianas, ubicadas en la superficie de los microorganismos, por lo cual las bacterias necesitan adherirse a la superficie del alimento. *Como principales productos del hidrólisis se liberan ácidos grasos y glicerol, sumados a alcoholes aminados derivados de los fosfolípidos y galactosa de los galactolípidos. Estos últimos junto con el glicerol son metabolizados y convertidos en ácidos grasos volátiles, que se absorben por la pared ruminal* (Guerrero, 2013).

A continuación, los ácidos grasos insaturados sufren un proceso de hidrogenación microbiana o biohidrogenación (adición de hidrogeno a los ácidos grasos), especialmente por bacterias adheridas al alimento. Debido a que, los ácidos grasos al ser moléculas bipolares disminuyen la digestibilidad de los alimentos, ya que los extremos hidrofílicos se ven expuesto, formando una bicapa de protección en los extremos hidrofóbicos, lo que dificulta el acceso de las enzimas digestivas bacterianas.

Por otro lado, los ácidos grasos insaturados alteran la tensión superficial y la permeabilidad de las membranas bacterianas, perjudicando especialmente a la flora celulolítica. Esta hidrogenación no es compleja, afecta entre el 70 y el 90% de los ácidos grasos y queda un remanente que en parte es incorporado al propio microorganismo, pasando a ser una fuente de ácidos grasos esenciales e insaturados para el rumiante al ser absorbidos en el intestino.

*El porcentaje de hidrogenación es en relación con la cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que lleguen al rumen y del pH ruminal. La biohidrogenación resulta también útil al inactivar ciertos compuestos tóxicos como alcaloides, fenoles y estrógenos vegetales, y representa para el organismo un ahorro de vitamina E, encargada de proteger a los ácidos grasos insaturados de los procesos oxidativos (Guerrero, 2013).*

Debido al pH del rumen, los lípidos se saponifican formando jabones insolubles de calcio (Ca) y de magnesio (Mg), de esta forma cerca del 70 a 80% de los lípidos abandonan el rumen. El resto de los lípidos llegan al abomaso como fosfolípidos, especialmente de origen microbiano. *Los microorganismos ruminales no almacenan lípidos como triglicéridos, pero deben sintetizar sus membranas plasmáticas para lo cual emplean ácidos grasos que toman del rumen o bien que sintetizan en su estructura, creando así una variedad de ácidos grasos, algunos de ellos de cadenas impares y ramificadas, los cuales al reciclarse en el rumen por muerte bacteriana representan un factor de crecimiento importante para otros microorganismos, y una vez absorbidos pueden seguir alguna vía común a los demás ácidos grasos (Guerrero, 2013).*

La cantidad de ácidos grasos sintetizados por las bacterias dependen de la cantidad que ingrese por la dieta, disminuyendo a medida que aumenta su cantidad. Los lípidos representan del 10 al 15% de la materia seca bacteriana, sumando 100 a 150 gramos diarios a los lípidos aportados por la dieta.

## **b.6. Concentración y composición de la grasa en la leche**

*“La grasa es el principal portador de energía en la leche, y de todos los componentes es el que representa las mayores diferencias cualitativas y cuantitativas de una especie a otra. En la grasa de la leche hay vitaminas liposolubles (vitamina A, D, E y K) así como carotenoides” (Gramal, 2013).*

*“La grasa de la leche aparece en forma de minúsculas gotículas de grasa (0.1 – 15  $\mu$ m de un diámetro) del plasma. Las gotículas de grasa están envueltas por una membrana (8-10 nm de grosor)” (Gramal, 2013).* Formada por una doble capa: una capa interna predominante formada por triglicéridos y una capa externa que básicamente está formada por fosfolípidos,

esfingomielinas, lisofosfátidos y proteínas. A través de esta membrana se reduce mucho la tensión superficial entre la grasa y el plasma sanguíneo, lo que retrasa la formación de nata y la composición enzimática de los triglicéridos.

*El contenido en grasa de la leche varía mucho de una especie en otra (20-103 g/litro). La grasa de la leche contiene ácidos grasos de cadena corta (C<sub>4</sub> y C<sub>6</sub>), cadena media (C<sub>8</sub>, C<sub>10</sub> y C<sub>12</sub>) y cadena larga (C<sub>14</sub> y más). En cuanto a la composición de ácidos grasos existen importantes diferencias entre especies. La grasa de leche de los rumiantes se caracteriza por una porción relativamente elevada de ácido butírico y valeriánico (Gramal, 2013). La hidrogenación microbiana de los ácidos grasos insaturados de las grasas alimentarias que hay en el rumen es la responsable de la escasa proporción de ácido linoleico en la grasa de los rumiantes.*

#### **b.7. Síntesis de la grasa**

Según Gramal (2013) “*en la glándula mamaria se produce una intensa síntesis de grasa, que en la vaca puede representar una producción diaria hasta 1.5 kg de grasa de mantequilla*”. Para la síntesis de los triglicéridos de la leche, la ubre debe disponer de los correspondientes ácidos grasos en forma de compuestos de acetyl-CoA de glicerol en forma de glicerofosfato.

La esterificación de los ácidos grasos en triglicéridos corre a cargo de enzima de la superficie del retículo endoplasmático, tras una escisión intermedia del radical fosfato del ácido fosfórico. Una particularidad de los rumiantes radica en que los ácidos C<sub>4</sub> y C<sub>6</sub> están incluidos casi exclusivamente en la posición sn-3 del glicerol.

En los rumiantes, el glicerofosfato necesario para la síntesis de la grasa láctea se forma hasta en un 50-60% a partir de glucosa vía las triosas fosfato del glucolisis y vía la ruta de las pentosas fosfato en la ubre. Los ácidos grasos de los triglicéridos de la leche láctea se producen de dos fuentes:

- la Síntesis de novo en la glándula mamaria, a partir del acetato y el B-hidroxibutirato.
- la Lipoproteína de muy baja densidad, así como quilomicrones del plasma sanguíneo.

### **b.7.1. Síntesis de novo de ácidos grasos**

En los rumiantes todos los ácidos grasos con una longitud de cadena de hasta 14 átomos de Carbono (C), la síntesis se realiza fundamentalmente a partir de acetato, aunque en la ubre se utilizan ciertas cantidades de beta- hidroxibiruvato, el acetato mediante la enzima acetil-CoA sintetasa en acetil-CoA y posteriormente la enzima acetil-CoA carboxilasa lo transforma en malonil-CoA.

En los rumiantes que absorben solamente pequeñas cantidades de glucosa en el tracto intestinal y cuya actividad piruvatoquinasa y la de ATP-citrato-liasa del tejido mamario presenta actividad reducida, la glucosa, procedente del propionato y aminoácidos glucogénicos, provee el NADPH empleado en la síntesis de novó, principal precursor del glicerol-3-fosfato necesario para la síntesis de triglicéridos.

El acetil-CoA y butirato-CoA proceden del metabolismo microbiano en los pre-estómagos, donde reaccionan con el malonil-CoA para activar la elongación del ácido palmítico, principal precursor de la síntesis de novo, la elongación de más de 16 carbonos no es posible en la glándula mamaria.

### **b.8. Secreción de la grasa de la leche**

La grasa de la leche se elabora en la forma de pequeñas vesículas lipídicas en el retículo endoplasmático. Cuando se dirige hacia las proporciones apicales de la célula van aumentando de tamaño por fusión con gotas de grasa mayores, para finalmente provocar un abudamiento esférico de la membrana plasmática, que acabará siendo expulsado hacia los alveolos.

*En su camino a través del citoplasma se absorben determinadas moléculas (por ejemplo, xaninoxidasa y la glucoproteína butirofilina). La membrana que rodea a los gránulos de grasa procede la membrana celular, con una porción evidentemente mucho menor de membrana de las vesículas secretoras del aparato de Golgi (Gramal, 2013).*

## **c. Marco Legal**

### **c.1. Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense denominada NTON 03 027-17 leche y productos lácteos. Leche cruda (vaca)**

El principal objetivo de la presente norma es establecer las especificaciones técnicas, que debe cumplir la leche cruda de vaca destinada al procesamiento. Esta se aplicará a la Leche Cruda, que no ha sufrido ningún proceso adicional excepto la filtración y enfriamiento.

#### **Disposiciones generales**

- La leche cruda debe estar limpia y libre de calostro, trazas de residuos químicos, metales pesados, residuos extraños y plaguicidas.
- La leche cruda no podrá haber sido sometida a tratamiento alguno que disminuya o modifique sus componentes originales.

#### **Clasificación de la Leche Cruda**

- La leche cruda se clasifica en Clase A, Clase B, de acuerdo a recuentos microbiológico y de tiempo de reducción de azul de metileno (TRAM).
- La leche cruda que no cumpla con las especificaciones de Clase A y Clase B, se considera Clase C.
- La leche considerada Clase C, no debe de ser utilizada para el proceso industrial de la leche fluida.

#### **Características Organolépticas.**

Organolépticos: La leche cruda deberá estar exenta de color, olor, sabor y consistencia, extraños a su naturaleza.

- Aspecto: debe ser homogéneo, libre de materias extrañas.
- Color: debe ser blanco, opalescente o ligeramente amarillento.
- Olor: característico, sin olores extraños.

## Especificaciones Microbiológicas

Cuadro 1. Límites Máximos de UFC en la leche cruda.

Clasificación	Clase A	Clase B	Clase C
Especificaciones microbiológicas	Hasta 400,000 ufc/ml	$\leq 1,000,000$ ufc/ml	$\leq 1,500,000$ ufc/ml

Fuente: NTON 03 027-17

## Pruebas TRAM (Tiempo de reducción del azul de metileno)

Cuadro 2. Tiempo de reducción del azul de metileno.

Escala de Clasificación	Clase A/Leche fría	Clase B/Leche fría	Clase C/Leche fría
Requisitos, Tiempo en horas de Reductasa	$\geq 4,5h$	$\leq 4,5h$ y $\geq 2,5h$	$< 2,5h$ hasta 1

Fuente: NTON 03 027-17

## Características Físico Químicas.

Cuadro 3. Características Físico Químicas que debe presentar la leche.

Características	Mínimo	Máximo
Densidad a 15°C (Gravedad específica)	1.029	1.033
Densidad a 20°C (Gravedad específica)	1.028	1.033
Materia Grasa % m/m	3.2	-
Sólidos no grasos % m/m (g/100g)	8.3	-
Sólidos Totales % m/m (g/100g)	11.5	-
Acidez expresada como ácido láctico % (m/v)	0.13	0.17
Ph	6.6	6.8
Impureza macroscópicas	-	3.0
Índice crioscópico (para recibos individuales por fincas)	-0.530°C (-0.550 °H)	-0.510 °C (-0.530 °H)

Índice de refracción	20 <sup>nD</sup> 1,3420	-
Prueba de alcohol	No se coagulará por la adición de un volumen de 75% alcohol.	
Presencia de conservantes	Negativa	
Presencia de adulterantes	Negativa	
Presencia de neutralizantes	Negativa	

Fuente: NTON 03 027-17

## **2.2. Hipótesis**

### **Incrementos productivos**

H<sub>0</sub>: La suplementación con grasa sobrepasante no tendrá efectos significativos sobre los incrementos productivos (lts/vaca/día), con relación a la dieta testigo.

H<sub>a</sub>: Al menos uno de los tratamientos con suplementación de grasa sobrepasante tendrá efectos significativos sobre los incrementos productivos (lts/vaca/día).

### **Composición química**

H<sub>0</sub>: La suplementación con grasa sobrepasante, no presentara efectos significativos sobre la composición química de la leche (PG, SNG y ST), con relación a la dieta testigo.

H<sub>a</sub>: Al menos uno de los tratamientos con grasa sobrepasante, tendrá efectos significativos sobre los indicadores de composición química de leche (PG, SNG y ST).

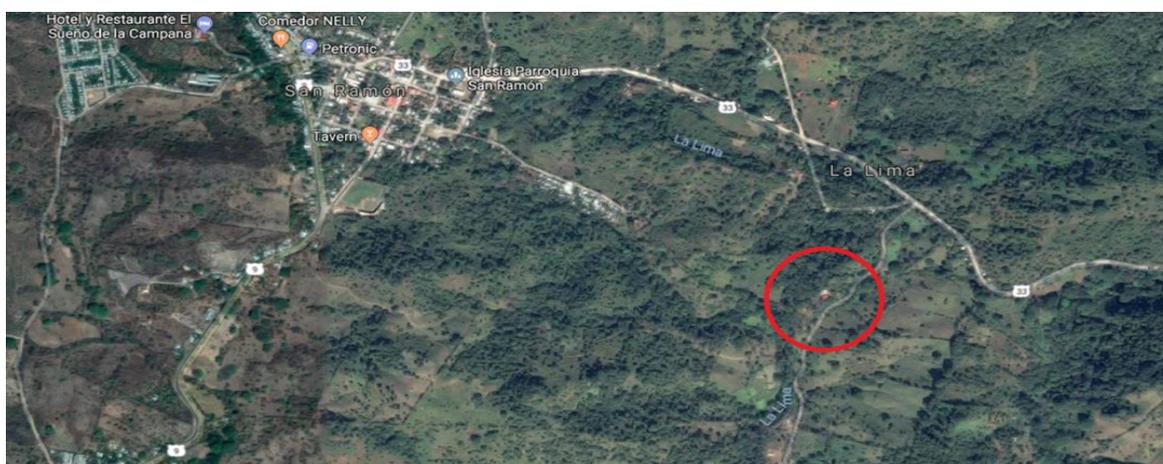
## CAPITULO III

### 3.1. Diseño metodológico

#### 3.1.1. Ubicación del estudio

El presente estudio se realizó en la finca San Ramón, propiedad del señor Leonardo Castro, la cual se encuentra ubicada en comunidad La Lima, municipio de San Ramón a 12 km de la cabecera departamental de Matagalpa. *La finca se encuentra ubicada en una zona con una altitud promedio de 640.93 msnm, con precipitaciones pluviales que varían entre 2000 a 2400 mm de agua anual, temperatura media de 20 a 26 °C y con coordenadas geográficas de: 12°55'02 N. 85°49'38 W* (Molinares & Hernández, 2011).

Figura 2. Ubicación geográfica de finca San Ramón



Fuente: [www.googleearth.com.ni](http://www.googleearth.com.ni)

#### 3.1.2. Tipo de investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo con algunos elementos cualitativos, ya que se integran la observación como medio para la obtención de información numérica, según su propósito es aplicada debido que, se contrasta lo expuesto en la teoría con la realidad de los resultados encontrados. Según su nivel es descriptiva, ya que describe el proceso de fabricación de una grasa sobrepasante y se correlaciona su ingesta con los efectos sobre las variables de estudio.

Según su diseño es experimental, puesto que, se evaluó bajo condiciones de manejo controladas de campo, los efectos que genera la ingesta de grasa sobrepasante sobre las variables de estudio. Según su cobertura es de corte transversal, porque el estudio se realizó en un plazo que abarca el segundo semestre del año 2017 y los primeros dos meses del año 2018.

### **3.1.3. Descripción del Experimento**

El experimento consistió en evaluar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la fisiología productiva de nueve vacas en periodos de lactancia, para ello, se estudiaron dos diferentes niveles de inclusión con grasa sobrepasante y se contrastaron sus efectos con un testigo, durante un periodo de cuarenta días, iniciando el día 5 de enero y finalizando el 15 de febrero del año 2018. En el cual se evaluaron las siguientes variables: Incrementos productivos, Composición química, Condición Corporal (CC), y Rentabilidad económica.

El total de cuarenta días, se dividió en dos periodos:

- El primero tuvo una duración de cinco días, en el cual se le otorgo al animal un periodo de adaptación ante el suplemento; este periodo permitió a las vacas en estudio adaptarse a los procesos digestivos y metabólicos provocado por la ingesta de grasa sobrepasante dentro de la dieta que consumen normalmente; de igual manera, este periodo fue usado para identificar las formas de suministro más idóneas para facilitar su consumo y asimilación por parte del animal.
- El segundo periodo se compuso por un total de treinta y cinco días, los cuales fueron utilizados para realizar toma de datos productivos, evaluación de CC por medio de la guía de evaluación visual (anexo 2) y obtención de muestras para análisis de laboratorios.

La selección de animales para el experimento se realizó, teniendo en cuenta seis aspectos fundamentales: raza Jersey, edad menor o igual a 5 años, periodos de lactancia de entre 1–2 meses, producción promedio de 5-10 lts/día en época seca (verano), peso corporal entre 350-400 kg, y número de partos igual o con una diferencia no mayor a uno.

Cumplidas las condiciones exigidas, se seleccionaron nueve hembras (Cuadro 4) de composición raza Jersey, de tercer o cuarto parto, con una producción promedio de 6.25 lts/vaca/día, un peso medio de 375 kg, y con un tiempo de lactancia de 2.5 meses promedio.

Cuadro 4. Caracterización de unidades experimentales

Nombre	Código	Raza	Edad (años)	Producción (lts/día)	Fecha de parto	Peso (Kg)	Número de partos
Naranja	71	Jersey	4	10.00	13/11/17	386	3
Pozo	00	Jersey	4	6.80	13/11/17	355	3
Cola Blanca	25	Jersey	5	5.00	18/11/17	400	4
Alejandra	4822	Jersey	4	6.00	21/11/17	355	3
Capullo	26	Jersey	5	5.00	13/11/17	390	4
Sombrilla	23	Jersey	5	8.00	16/11/17	390	3
Maraca	67	Jersey	4	5.00	7/11/17	370	3
Galleta	17	Jersey	5	5.50	7/11/17	375	3
Calambre	4818	Jersey	5	5.00	7/11/17	361	3

Fuente: Elaboración propia.

En esta investigación, se evaluaron los efectos de la ingesta de grasa sobrepasante sobre las variables de estudio, utilizando el diseño experimental: Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual se conformó por tres tratamientos, dos tratamientos con inclusión de grasa sobrepasante y un testigo; cada tratamiento consto de tres repeticiones, cada una representada por una unidad experimental; para un total de nueve unidades experimentales.

Para ello, se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta de la ij-ésima unidad experimental.

$\mu$  = Es la media general del experimento.

$\tau_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental asociado a la i-ésima unidad experimental.

### 3.1.3.2. Tratamientos

Los tratamientos evaluados son los siguientes:

**T1:** 400 gr de Grasa sobrepasante + Alimentación habitual

**T2:** 600 gr de Grasa sobrepasante + Alimentación habitual

**T3:** Testigo (Mezcla de Taiwán, nacedero, afrecho de cerveza y levadura de cerveza).

El contenido de proteína y Energía del tratamiento (T3), fue calculado por medio del método de Prueba y Error, utilizando la información nutricional de las materias primas (MS%, PB%, EE%, FB%, CE%, ELN%), obtenida de los análisis bromatológicos proporcionados por el dueño de la finca, los cuales se verificaron mediante confirmación visual. El aporte de cada componente de la mezcla fue el siguiente: Taiwán (45.91%), Nacedero (15.52%), Afrecho de cerveza (37.09%), y Levadura de cerveza (1.48%).

Esta mezcla representa el 90% del consumo de Materia Seca (MS) por animal, equivalente a 24.3 libras, calculado en base a un 3% de consumo diario por animal de 400 kg de peso en pie; el 10 % restante equivalente a 2.7 libras se complementó con pastoreo de gramíneas forrajeras como: pasto Toledo (*Brachiaria Brizantha* Ciat 26110) y pasto Mulato II (*Brachiaria Brizantha* Híbrido Ciat 36087), en un área común ubicada a cien metros de la zona de ordeño, con una pendiente menor al 5%. No existiendo rechazo debido a la poca disponibilidad de estas pasturas.

Las nueve vacas en producción utilizadas en el experimento fueron distribuidas al azar en tres tratamientos, lo cual se representa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Distribución de tratamientos

Tratamientos	Repeticiones		
	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3
T1	71	00	17
T2	25	67	4818
T3	26	23	4822

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 5. El proceso de asignación de las unidades experimentales que conformo cada tratamiento, se realizó utilizando el método aleatorio, el cual consiste en mezclar nueve papeles que contienen los códigos únicos de identificación animal y luego seleccionar uno a uno de forma aleatoria hasta obtener la distribución de cada unidad dentro del experimento.

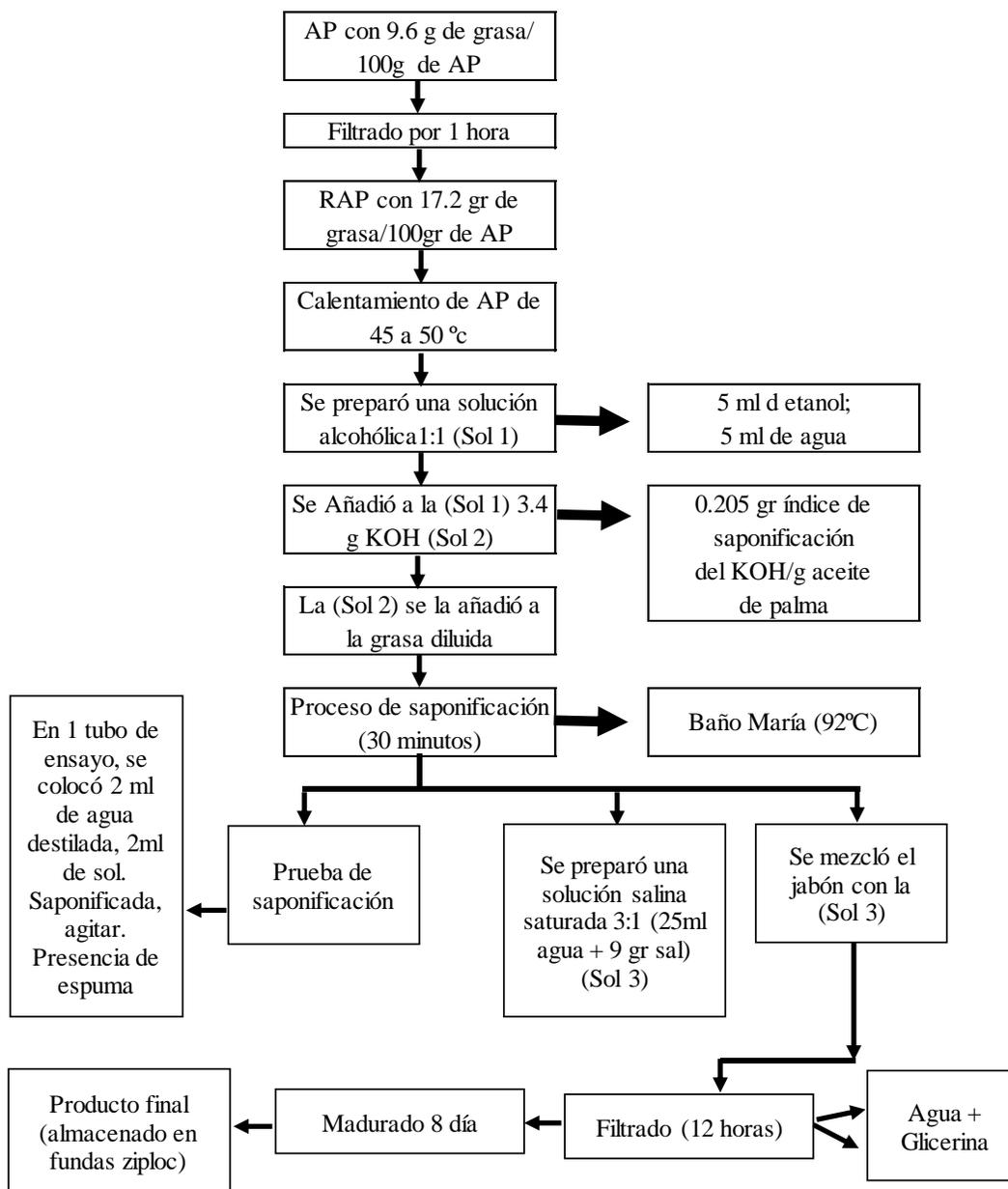
### 3.1.3.3. Elaboración de suplemento

La elaboración del suplemento se dividió en dos etapas:

- La primera consistió en la elaboración del núcleo de grasa protegida o grasa sobrepasante utilizando el método de hidrogenación por medio de calor, y posterior a este proceso transformar la grasa pasando de estado líquido a solido por medio del proceso de saponificación con Hidróxido de Potasio (KOH).
- La segunda etapa consistió en balanceo de materias primas usadas como medio de transporte para el núcleo (Grasa sobrepasante), esta etapa incluye el cálculo de aporte energético de las materias primas utilizadas como transporte, balanceo de todas las materias primas, finalmente la mezcla y adición de colorantes artificiales que permitan una mejor presentación del producto ante el animal.

### 3.1.3.3.1. Elaboración del núcleo (Grasa Sobrepasante)

Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de grasa sobrepasante a base de Aceite de Palma (AP) empleando hidróxido de potasio (KOH).



Fuente: Elaborado basado en los principios de Yubaille (2013)

### 3.1.3.3.2. Balance de Materias Primas

Se elaboró una base de datos en el programa de Microsoft Excel, con el propósito de calcular el aporte de PB (%), EB (Mcal/kg), ED (Mcal/kg), ENM (Mcal/kg), ENL (Mcal/kg), FB (%) y contenido de Ca y P que ofrecen las materias primas utilizadas como transporte de la grasa sobrepasante.

Las fórmulas utilizadas para calcular los aportes nutricionales de cada una de las materias primas son las siguientes:

**1. Extracto libre de Nitrógeno (ELN)**

$$\text{ELN (\%)} = 100 (\text{PB (\%)} + \text{EE (\%)} + \text{FB (\%)} + \text{CC (\%)})$$

Fuente: UNC (2015).

**2. Nitrógenos Digestible totales (NDT)**

$$\text{NDT (\%)} = 1.15 * \text{PB} + 1.75 * \text{EE} + 0.45 * \text{FB} + 0.0085 \text{ELN}^2 + 0.25 * \text{ELN} - 3.4$$

Fuente: García (2008).

**3. Digestibilidad in vitro de la Materia seca (DIVMS)**

$$\text{DIVMS (\%)} = 88.9 - (\text{FDA} * 0.779)$$

Fuente: Marcos (2011).

**4. Energía Bruta (EB)**

$$\text{EB (Mcal/Kg)} = 5.6 \text{PC} + 9.4 \text{EE} + 4.2 \text{FC} + 4.2 \text{ELN}$$

Fuente: Roberto (2012).

**5. Energía Digestible (ED)**

$$\text{ED (Mcal/Kg)} = \text{EB} * \text{DIVMS}$$

Fuente: Gonda (2011).

**6. Energía Metabolizable (EM)**

$$\text{EM (Mcal/Kg)} = \text{ED} * 0.82$$

Fuente: Gonda (2011).

**7. Energía Neta para Mantenimiento (ENM)**

$$\text{ENM (Mcal/Kg)} = 0.029 * \text{NDT (\%)} - 0.29$$

Fuente: García (2008).

## 8. Energía Neta para Lactancia (ENL)

$$\text{ENM (Mcal/Kg)} = 0.0245 * \text{NDT (\%)} - 0.12$$

Fuente: García (2008).

Posterior al cálculo de aporte energético de cada materia prima utilizada como transporte, se balancearon junto con el núcleo de grasa sobrepasante utilizando una base de Microsoft Excel, bajo el método de prueba y error, teniendo como parámetro a balancear la ENM y ENL.

Cuadro 6. Especificaciones de grasa sobrepasante

Especificaciones	Resultado
Humedad %	5.000
Materia no saponificable	< 12.000
Índice de saponificación (mg/KOH/gr)	0.205
Acido palmítico (%)	20.500
Energía Digestible (Mcal/Kg)	6.700
Energía Neta Mantenimiento (Mcal/Kg)	4.290
Energía Neta Lactación (Mcal/Kg)	4.520

Fuente: Laboratorio Polivalente de UNAN FAREM- Matagalpa.

### 3.1.3.4. Manejo de los Animales

Antes de iniciar el experimento a los animales se les aplicó vitaminas AD<sub>3</sub>E y Endectocida 1% para control de parásitos externos e internos, entre los cuales se destacan: mosca negra (*Simuliidae*), garrapatas (*Amblyomma*), nematodos gastrointestinales (*Bunostomum spp*, *Haemonchus spp*, *Gongylonema spp*), además de su respectiva vacuna contra ántrax y pierna negra. Las vacas se ordeñaron de forma automatizada utilizando una ordeñadora con pichinga al pie, una vez por día, a las 04:00 am, hora en la cual se realizó la toma de registros de producción de leche, toma de muestras de leche, y suministro de los tratamientos.

### **3.1.3.5. Variables a Medir**

#### **3.1.3.5.1. Incrementos productivos**

Se realizó la medición del incremento de leche (lts/vaca/día) durante el periodo de evaluación de 35 días, el cual se anotó en la hoja de registro de la vaca (Anexo 1), en ella se adjuntó la fecha de la medida y el resultado en litros. Las vacas se ordeñaron los cuatro cuartos en su totalidad, usando el mecanismo de ordeño automatizado para disminuir el porcentaje de error en la toma de datos. Los datos resultantes fueron utilizados para comparar si existe diferencia significativa entre los tratamientos con grasa sobrepasante y el testigo, mediante un Análisis de Varianza (ANOVA).

#### **3.1.3.5.2. Composición química**

Se realizaron análisis de laboratorio periódicamente a la leche de cada unidad experimental durante los 35 días de evaluación, dividiéndolas en tres momentos, el día 1 posterior al periodo de adaptación, luego a los 17 días y para finalizar a los 35 días; se midieron los indicadores de Porcentaje de Grasa (PG), Sólidos No Grasos (SNG) y Sólidos Totales (ST); los resultados obtenidos fueron comparados mediante análisis estadístico, con la finalidad de determinar si existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados para cada uno de los indicadores medidos.

El volumen de las muestras por tratamiento constó de 1 litro de leche, la cual fue conformada de tres submuestra, cada submuestra fue tomada de una unidad experimental, con un volumen de 0.33 litros, estas fueron almacenados en frascos recolectores de muestras y resguardados en un termo refrigerante a una temperatura de 4 °C, hasta llegar al laboratorio de la empresa PROLACSA S.A, ubicada en el departamento de Matagalpa.

#### **3.1.3.5.3. Condición Corporal (CC)**

Para evaluar la condición corporal de las unidades experimentales, se efectuó el levantamiento de datos al mismo tiempo de realizar el pesaje; a partir del día 5 y finalizar en el día 40. Utilizando la escala de 1-5 la cual se usa en ganado en producción. *“Siendo 1 el valor para un animal extremadamente flaco (animal sin grasa visible o palpable sobre las costillas)”*

y 5 el correspondiente a un animal extremadamente gordo (animal con las estructuras de los huesos no visibles y apenas palpables con la mano)’ Escobosa & Avila (2012). Las evaluaciones se realizaron por la misma persona para evitar variaciones en los resultados.

#### **3.1.3.5.4. Rentabilidad económica**

Se estimó la rentabilidad, mediante el uso del indicador de Margen de Utilidad Bruta (MUB). El cual es una medida financiera utilizada para determinar la solvencia financiera de una empresa, en este caso finca; indica la cantidad de fondos que quedan después de la eliminación del costo de los productos vendidos a partir de las cifras de ingresos; este puede ser expresada en porcentaje o cifras.

Para la investigación utilizaremos la expresión en cifras planteada por Ross & Westerfield (2012).

$$MUB = V - CP$$

Donde:

MUB: Margen de Utilidad Bruta

V: Ventas

CP: Costos de Producción

Los ingresos para los tratamientos, se estimaron considerando la producción por venta de leche durante los 35 días de evaluación, basado en la producción promedio inicial (litros/vaca/día) de dicho periodo para el caso de la producción sin grasa y con la ganancia de leche (litros/vaca/día) para estimar los ingresos generados por la venta de leche, comercializándose a un precio fijo de 14 córdobas.

Los costos o egresos serán estimados utilizando el costo ya calculado por el productor para el caso del tratamiento testigo (T3) y los tratamientos T1 y T2 se calculó a partir del costo de producción de la cantidad usada, tomando en cuenta el costo de producción por libra del producto.

### 3.1.3.6.Operacionalización de variables

Cuadro 7. Operacionalización de variables

Objetivos Específicos	VARIABLES	Indicador	Instrumento	Método de Verificación
Determinar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en los incrementos productivos (Its/vaca/día) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.	Incrementos productivos	(Its/vaca/día)	Hoja de campo (Anexo 2)	Datos productivos
Comparar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la composición de la leche (PG, SNG y ST) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.	Composición química	Porcentaje de Grasa (%)	Análisis de propiedades químicas de la leche	Resultado de análisis
		Sólidos No Grasos (%)		
		Sólidos Totales (%)		
Determinar los efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la Condición Corporal (CC) de las vacas Jersey.	Condición Corporal (CC)	Escala (1-5)	Evaluación de CC de vacas (Anexo 2)	Registros de producción de Hoja de campo (Anexo 2)
Estimar la rentabilidad económica del uso de grasa sobre pasante como fuente de energía suplementada en dietas de vacas Jersey.	Rentabilidad económica	Margen de Utilidad Bruta (MUB=V-CP)		Registro de costos del producto y de ventas proyectadas.

Fuente: Elaboración propia

### **3.1.3.7. Materiales**

Los materiales utilizados para el desarrollo del experimento fueron los siguientes:

1. Termo refrigerante tamaño mediano.
2. Vasos recolectores de muestras.
3. Materias primas para elaboración de tratamientos.
5. Hoja de campo (Anexo 1)
6. Desparasitante (IVERMECTINA CALOX 1%).
7. Vacuna Ántrax y Pierna negra.
8. Vitamina (VIGORAVIT).
9. Horno de Secado.

### **3.1.3.8. Análisis Estadístico de Variables**

El método estadístico se basa en el análisis de varianza (ANOVA), donde se evaluó la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, la interacción tratamiento-periodo de evaluación en relación a los incrementos productivos (lts/vaca/día) y composición de leche, con un nivel de confiabilidad de 95 %.

Para ello se elaboró una base de datos utilizando el programa de SPSS 22 donde se realizó el análisis de varianza (ANOVA) para comprobar si existe diferencia significativa entre los tratamientos, los resultados se presentaron mediante estadísticos descriptivos como: media, desviación estándar, varianza e intervalos de confianza para la media, además se siguieron los principios de normalidad de datos, independencia del error y homogeneidad de la varianza que estipulan los supuestos de ANOVA.

Para determinar, cuál de los tratamientos presenta diferencias significativas, se realizaron comparación de medias de los resultados obtenidos en el experimento por medio de la prueba a posteriori Tukey

## CAPÍTULO IV

### 4.1. Análisis y Discusión de Resultados

Las variables evaluadas para determinar el efecto de los tratamientos son: Incrementos productivos, Composición química (PG%, SNG%, ST%), Condición Corporal (CC), y la rentabilidad económica del producto.

#### 4.1.1. Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en los incrementos productivos (lts/vaca/día) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo.

##### 4.1.1.1. Incrementos productivos

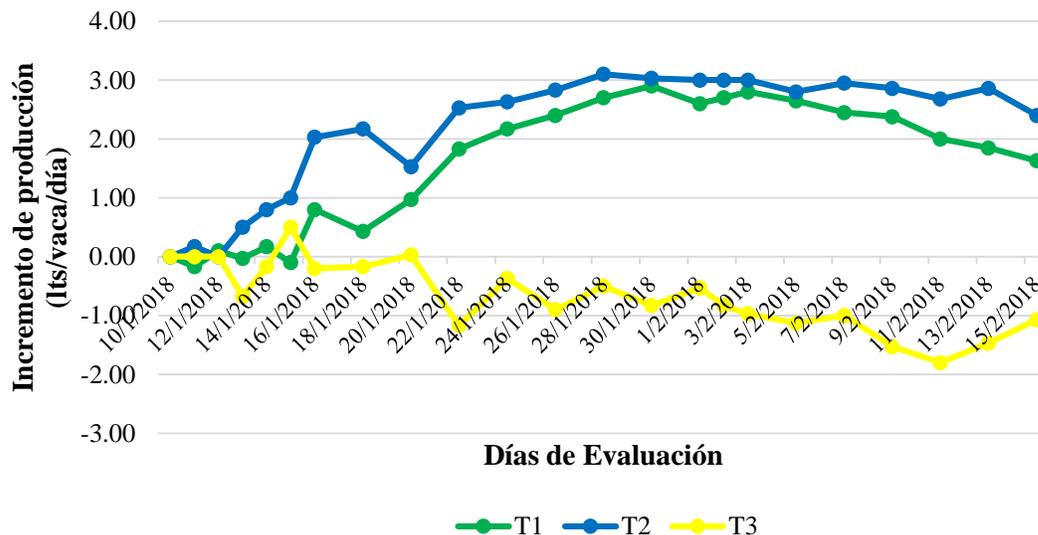


Gráfico 1. Incremento de producción de leche (lts/vaca/día).

Fuente: Resultados de investigación.

Gráfico 1, el incremento de producción (lts/vaca/día) después de la inclusión de grasa sobrepasante en la dieta de los animales en estudio; se observa que los tratamientos suplementados con grasa sobrepasante lograron mejores efectos sobre la producción, siendo el tratamiento T2, quien tuvo mejores efectos, ya que logro producir un aumento promedio de 2.08 lts/vaca/día, seguido del tratamiento T1, el cual registro un aumento de 1.53 lts/vaca/día.

Resultados que al compararlos con el tratamiento T3, dejan en manifiesto que la suplementación con grasa sobrepasante aumenta los volúmenes de leche (lts/vaca/día), además se comprueba que usar únicamente la dieta testigo, no se cubren en su totalidad los requerimientos energéticos que los animales necesitan para poder mantener la producción; debido que el tratamiento T3 no registro un aumento durante los 35 días, por el contrario, disminuyo 0.64 litros/vaca en un periodo de 35 días.

Según García (2012) “ la suplementación con grasas sobrepasante incrementa la producción de leche en un 10%”, argumento que se comprueba al observar los resultados de producción (gráfica 1), logrando el tratamiento T2 un incremento del 39.02% con respecto a su producción inicial, seguido del tratamiento T1, el cual registro un aumento del 20.59 %; los resultados indican que una mayor cantidad de gramos en la ración aumenta las probabilidades de tener un mayor incremento en los volúmenes de leche.

Dichos resultados indican la existencia de un efecto positivo sobre la producción de vacas lecheras. Sin embargo, para comprobar dicha teoría, se realizó un análisis comparativo entre las medias de los tratamientos para determinar efectos significativos en comparación con la dieta testigo (T3), para ello, primeramente, se elaboró un resumen con los estadísticos descriptivos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Estadísticos descriptivos, incrementos productivos (lts/vaca/día).

Tratamientos	N	Media	Suma	Desviación estándar	Varianza	Intervalo de confianza 95%	
						Límite Inferior	Límite superior
T1	23	1.532	35.232	1.129	1.275	1.043	2.020
T2	23	2.081	47.871	1.096	1.201	1.607	2.555
T3	23	-.643	-14.783	.5889	.347	-0.897	-0.388
Total	69	.990	68.322	1.522	2.317	0.625	1.356

Fuente: Resultados de Investigación, elaborado en SPSS 22.

El cuadro 8, representa un informe con los estadísticos descriptivos, calculados a partir de los resultados de campo para la variable de Incrementos productivos (Gráfica 1), los cuales confirman que, los tratamiento que contienen suplemento de grasa sobrepasante presenta los

mejores resultados, teniendo como ejemplo el tratamiento T2, el cual influencio un incremento promedio de 2.081 lts/vaca/día, con una desviación estándar de 1.096, lo cual indica que en el transcurso de la evaluación las unidades experimentales tuvieron una tendencia a incrementar o disminuir su producción en 1 litro con respecto a la media, tal como se observa en los intervalos de confianza; ocurriendo de igual forma con el T1. Fenómeno que se ve explicado tomando en cuenta que, los resultados están basados en una respuesta fisiológica propia de cada animal ante el suplemento.

Tomando en cuenta las medidas de dispersión: desviación estándar y varianza de cada tratamiento se comprueba que estos presentan una distribución con varianza mínima que permite comprobar el supuesto de homocedasticidad, además, al comparar los intervalos de confianza de cada tratamiento se asume que el T3 (Testigo) difiere con los tratamientos que contienen suplementación a base de grasa sobrepasante, teoría que se comprobó al realizar el análisis de varianza.

El análisis de varianza (ANOVA), sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa. Esta prueba es una generalización del contraste de igualdad de medias para dos muestras independientes, en este caso se analizó el incremento productivo (lts/vaca/día) con el fin de evaluar los efectos de la suplementación utilizando grasa sobrepasante como suplemento energético para vacas lecheras. Para ello, se trabajó un nivel de confianza del 95 %, obteniendo como resultado, lo siguiente (Cuadro 9).

Cuadro 9. Resultados de Análisis de Varianza, incrementos productivos (lts/vaca/día).

ANOVA					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Valor P
Entre grupos	95.446	2	47.723	50.715	.000
Dentro de grupos	62.106	66	.941		
Total	157.552	68			

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22.

El cuadro 9, muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA), para la variable de incrementos productivos; el cual con un nivel de confianza 95% describe que, el valor de P es menor que 0.05 ( $p < 0.05$ ), las medias de los tratamientos presentan diferencias significativas, es decir, por lo menos un tratamiento con suplementación de grasa sobrepasante presenta efectos positivos sobre la producción de leche, por ello, se procedió a realizar la prueba de Tukey (Cuadro 10), para identificar el o los tratamiento que presentan medias diferentes.

Cuadro 10. Resultado de prueba de Tukey

Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T3	23	-.643	
T1	23		1.532
T2	23		2.081
Sig.		1.000	0.059

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22.

El cuadro 10, representa los resultados de la prueba a post hoc Tukey, la cual agrupo las medias de los tratamientos en dos grupos diferentes, con el fin de identificar cuáles son los tratamientos con medias de producción diferentes; resultando que el tratamiento T3 presenta una media agrupada en una categoría diferente a los tratamientos (T1 y T2), es decir, los tratamientos (T1 y T2), son diferentes al tratamiento T3.

Según los resultados de Tukey, los tratamientos con suplementación de grasa sobrepasante son diferentes estadísticamente al tratamiento T3, estos resultados comprueban que efectivamente la suplementación con grasa sobrepasante tiene efectos positivos en la producción de leche, aumentando considerablemente la cantidad de leche producida por vaca al día.

## 4.1.2. Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante en la composición de la leche (PG, SNG y ST) de vacas Jersey, con relación a la dieta testigo

### 4.1.2.1. Composición química

#### 4.1.2.1.1. Porcentaje de grasa (PG%)

El contenido de grasa en la leche que es acopiada en los centros de acopio de las zonas lácteas del departamento de Matagalpa, es un parámetro de gran importancia. Un buen manejo y una buena alimentación son los factores decisivos al momento de aumentar este parámetro (grasa) en la producción diaria.

Los resultados obtenidos en la investigación realizada por Gramal (2013), recalcan usar grasas parcialmente hidrogenadas como alternativa energética en la alimentación de ruminantes, ya que tiene un efecto positivo sobre el aumento en las concentraciones de la grasa en la leche.

Para comprobar este supuesto dicho por Gramal (2013), se realizaron análisis de laboratorio a muestras de leche de las unidades experimentales que conforman los tratamientos, obteniéndose los siguientes resultados (Gráfico 2).

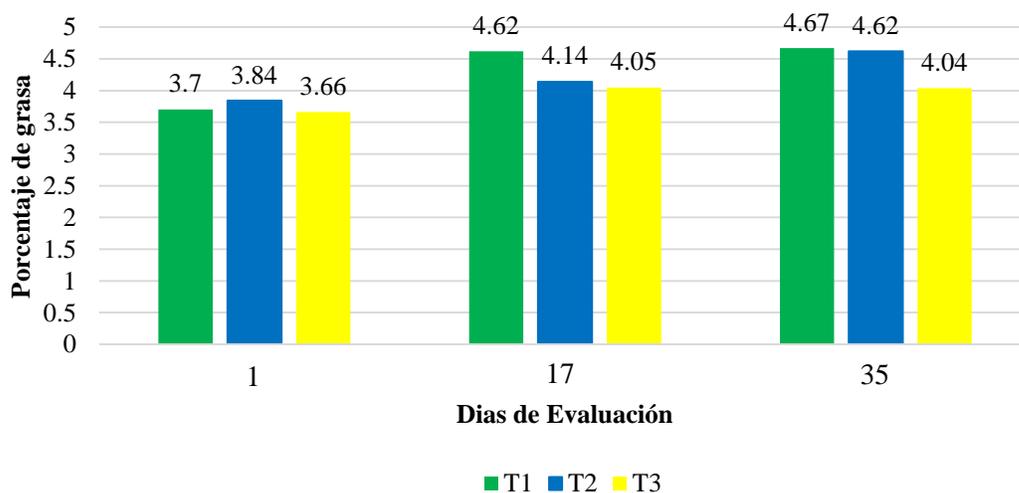


Gráfico 2. Resultados de Porcentaje de Grasa (%).

Fuente: Resultados de investigación.

El gráfico 2, muestra los resultados de los análisis de laboratorios hechos durante 3 observaciones, notándose en cierta medida, que al inicio del experimento las unidades experimentales de todos los tratamientos presentan porcentaje de grasa mayor al mínimo de 3 % que producen las vacas jersey. Logrando un incremento por encima del 4 % de materia grasa al transcurrir los primeros 17 días del experimento y manteniendo este comportamiento hasta finalizar el experimento en el día 35. Estos resultados se atribuyen a la mejora en la oferta energética contenida en la dieta suplementada con grasa sobrepasante, aportan una mayor cantidad de ácidos grasos que la vaca puede sintetizar para formar grasa en leche.

Los resultados encontrados, indican que los tratamientos suplementados con grasa sobrepasante fueron los que mejor efecto tuvieron sobre este indicador, siendo el tratamiento T1 quien obtuvo mejores resultados, ya que obtuvo una media de 4.33 % de materia grasa durante todo el experimento, superando al tratamiento T2, el cual logró un porcentaje de grasa promedio de 4.20%, y al T3 quien obtuvo 3.92% de materia grasa (Gráfico 3).

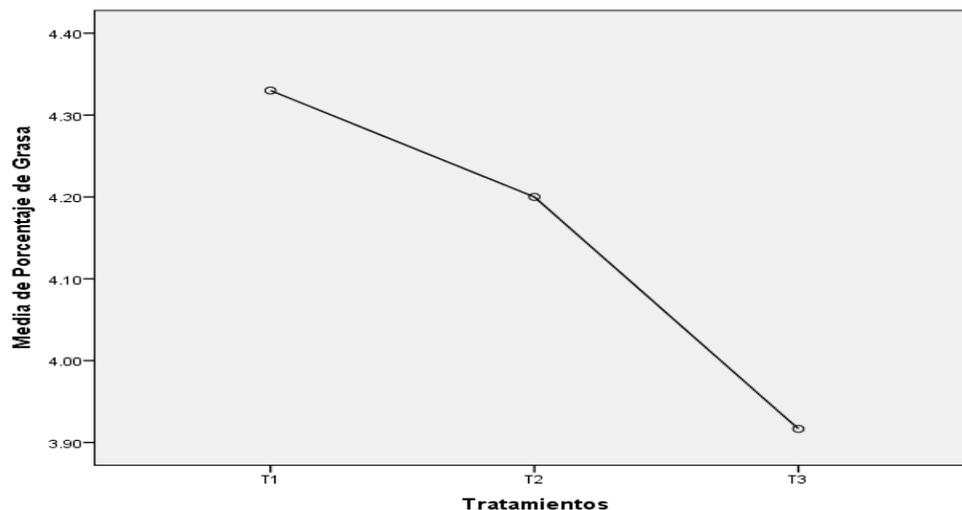


Gráfico 3. Promedio de Porcentaje de Grasa (%).

Fuente: Resultados de investigación.

Basado en lo expuesto anteriormente, se realizó un análisis estadístico entre las medias de los tratamientos (T1, T2 y T3) con la finalidad de comprobar, si existe diferencia significativa entre los tratamientos. Para ello, primeramente, se elaboró un informe con los estadísticos descriptivos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Estadísticos descriptivos, indicador Porcentaje de Grasa (%).

Tratamientos	N	Media	Suma	Desviación estándar	Varianza	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
T1	3	4.330	12.991	.546	.298	2.973	5.687
T2	3	4.200	12.601	.393	.155	3.223	5.177
T3	3	3.917	11.754	.222	.049	3.364	4.469
Total	9	4.149	37.343	.399	.159	3.842	4.455

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22

El cuadro 11, representa el informe con los estadísticos descriptivos, calculados a partir de los resultados de laboratorios (PROLACSA S.A.), los cuales muestran, que los tratamientos evaluados presentan medidas de dispersión como: desviación estándar y varianza, con resultados mínimos, lo cual indica que el conjunto de datos presentan una distribución homogénea, así también, al evaluar los intervalos de confianza se muestra que no existe un margen amplio de varianza entre los tratamientos en los resultados de laboratorio para el parámetro de (PG%), lo cual es un indicador de la no existencia de diferencias significativas entre tratamientos al momento de ser comparados entre sí, dicho supuesto se confirmó realizando el análisis de varianza (ANOVA), el cual podemos observar en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de Varianza, indicador Porcentaje de Grasa (%)

ANOVA					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Valor P
Entre grupos	.268	2	.134	.800	.492
Dentro de grupos	1.005	6	.168		
Total	1.273	8			

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22

El cuadro 12, muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA), para el indicador de porcentaje de grasa en leche (%), el cual indica que, el valor de P es mayor a 0.05 ( $P < 0.05$ ), no existe diferencias significativas entre los tratamientos, por lo tanto, no se realizan las pruebas Post hoc (Tukey) para identificar el tratamiento que tiene medias diferentes.

En síntesis, según los resultados de esta investigación en cuanto al indicador de porcentaje de materia grasa, el uso de grasa sobrepasante no incrementa significativamente este indicador, resultado que difiere con lo encontrado por Gramal (2013), sin embargo, cabe recalcar que el estudio tuvo una duración máxima de 40 días y, el experimento realizado por el autor antes mencionado, tuvo una duración de 90 días, en el cual, el porcentaje de grasa incremento significativa en un periodo de 60 días.

Los resultados infieren que las grasa sobrepasante no presenta efectos significativos en comparación con la dieta testigo (T3), sin embargo, los tratamientos ayudan a mantener el contenido de materia grasa en un 0.41 % más que el T3, usando la ración del T1. Por lo cual, puede ser usada como un medio de suplementación para el mantenimiento de la producción de grasa en la leche en periodos de sequía por encima de 4%.

#### **4.1.2.1.2. Sólidos No Grasos (SNG %)**

Los sólidos no grasos, son todos los sólidos totales a excepción de la grasa. Ellos son: proteína, azúcares, vitaminas y material mineral. Estos por lo general, se ven afectados de gran manera al aumentar la eficiencia en el aprovechamiento de los nutrientes en los alimentos.

La adición de grasa sobrepasante según estudios como: Gramal (2013) & García (2012) aumenta la producción de grasa y lactosa; mientras para la proteína, los resultados difieren mostrando incremento en unos experimentos, y disminuyendo para otros, la disminución en el porcentaje de proteína se ha atribuido a la mayor síntesis de lactosa y un efecto de dilución provocado por el incremento en el volumen de la leche y solo se presenta cuando la suplementación excede los 400 gr/día.

De acuerdo a lo argumentado por dicho autor, durante este estudio, se decidió comprobar, si, efectivamente la suplementación con grasa sobrepasante tiene efectos sobre el contenido de sólidos no grasos presentes en la leche, por medio de un análisis comparativo entre tratamientos, para ello, primeramente, se realizaron análisis de laboratorios a las muestras, obteniéndose los siguientes resultados (Gráfico 4).

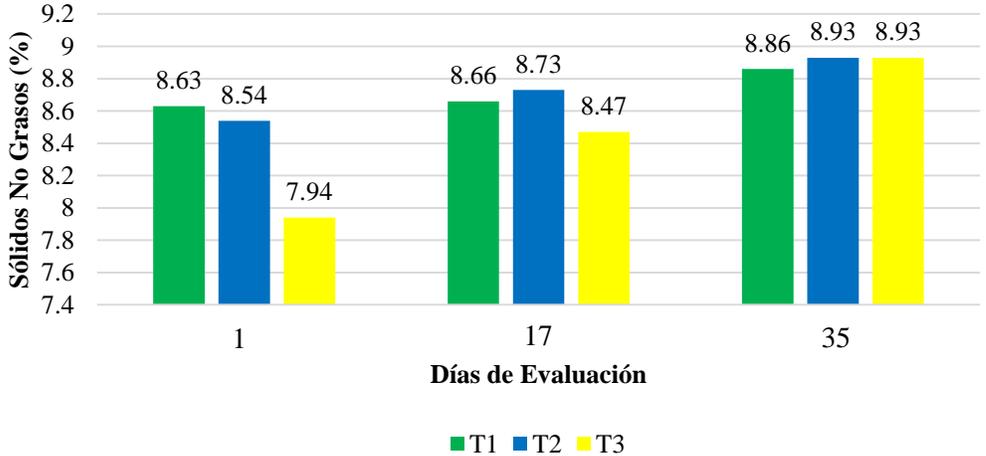


Gráfico 4. Resultados de Sólidos No Grasos (%)

Fuente: Resultados de investigación.

El gráfico 4. Muestra los resultados de los análisis de laboratorios hechos durante 3 observaciones, notándose en cierta medida, que al inicio del experimento las unidades experimentales de los tratamientos T1 y T2 presentan una cantidad de sólidos no grasos por encima del mínimo de 8.3 % establecido por la NTON 03 027-17, a excepción de las vacas que conforman el T3; esta situación se vio influenciada por la reducida oferta de proteína en la dieta sin suplementación en ese momento, sin embargo, a medida que avanzó el experimento, el contenido de sólidos no grasos en la leche estuvieron por encima del mínimo establecido por la norma, para ser considerada leche cruda de buena calidad.

Al finalizar el experimento los tratamientos (T1 y T2), obtuvieron, mayor porcentaje de SNG (gráfico 5); se puede apreciar que, el tratamiento T2, fue el mejor tratamiento, puesto que obtuvo una mejor respuesta fisiológica, logrando una media 8.73 %, seguido del tratamiento T1 con 8.71% y por último el tratamiento T3 con una media de 8.28 %. Este incremento de SNG por los tratamientos con suplementación de grasa sobrepasante estuvo influenciado por

la poca dilución de proteína en los volúmenes de leche y un mejoramiento en la digestión de azúcares influenciada por un incremento en la flora microbiana especializada a nivel de rumen aportada por la grasa sobrepasante.

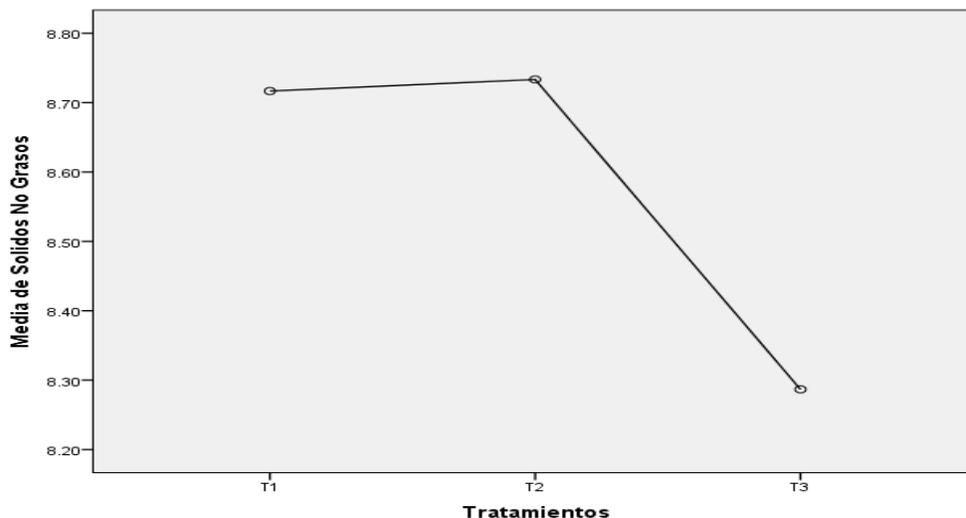


Gráfico 5. Promedio de Sólidos No Grasos (%).

Fuente: Resultados de investigación.

Los resultados concuerdan con lo encontrado por Gramal (2013) ya que el contenido de sólidos no grasos aumentan usando como suplemento energético grasa sobrepasante, y difieren con lo encontrado por García (2012) ya que el uso de una cantidad mayor a 400 gr, en este caso el tratamiento T2 (600 gr de grasa sobrepasante + dieta testigo) no presenta mucha diferencia en comparación al tratamiento T1.

Basado en estos resultados, se realizó un análisis estadístico entre las medias de los tratamientos, para comprobar la existencia de un efecto significativo sobre el contenido de sólidos no grasos, por parte de la suplementación de grasa sobrepasante. Para ello, primeramente, se elaboró un informe con los estadísticos descriptivos (Cuadro 13).

Cuadro 13. Estadísticos descriptivos, indicador Sólidos No Grasos (%).

Tratamientos	N	Media	Suma	Desviación estándar	Varianza	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
T1	3	8.717	26.154	.125	.016	8.406	9.027
T2	3	8.733	26.203	.195	.038	8.249	9.218
T3	3	8.287	24.863	.300	.090	7.545	9.033
Total	9	8.579	77.213	.290	.084	8.356	8.802

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22

El cuadro 13, representa el informe con los estadísticos descriptivos, calculados a partir de los resultados de laboratorios (PROLACSA S.A.), los cuales muestran que, los tratamientos evaluados presentan una distribución con un conjunto de datos homogéneos entre sí, es decir, no existe un rango de varianza en la distribución de los datos con respecto a las medias de cada tratamientos, además presentan intervalos de confianza semejantes lo cual es un indicador de la no existencia de diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el parámetro de SNG debido a que presentan una distribución de datos y medias semejantes, resultado que fue confirmado realizando el análisis de varianza, el cual podemos observar en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de Varianza, indicador Sólidos No Grasos (%).

ANOVA					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Valor P
Entre grupos	.385	2	.192	4.010	.078
Dentro de grupos	.288	6	.048		
Total	.672	8			

Fuente: Resultados de investigación. SPSS 22.

El cuadro 14, muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) el cual infiere que el valor P es mayor a 0.05 ( $p > 0.05$ ), no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo cual no se procedió a hacer las Pruebas Post hoc (Tukey), para identificar que tratamiento difiere de otro.

Según los resultados de la investigación la suplementación con grasa sobrepasante no muestra diferencias significativas con el tratamiento T3. Sin embargo, puede ser usado como un medio de mantenimiento ya que su efecto sobre el contenido de sólidos no grasos es positivo, logrando un aumento de 0.43% en comparación con el tratamiento T3.

#### 4.1.2.1.3. Sólidos Totales (ST %)

Sólidos totales son el conjunto conformado por un porcentaje de sólidos grasos totales y sólidos no grasos totales. Según el autor Gramal (2013) *La cantidad de sólidos totales se ven influenciados positivamente por la adición de grasa sobrepasante en consecuencia del aumento de la cantidad de porcentaje de grasa y sólidos no grasos, además, la cantidad de sólidos totales aumenta en dependencia de la cantidad de gramos de grasa sobrepasante, se le suministre en la dieta al animal, en un periodo mayor a 60 días, siendo la cantidad de 400 gr el mínimo para presentar efectos en este parámetro.*

Para comprobar dicho supuesto, se realizaron análisis de laboratorio a las muestras. Obteniéndose los siguientes resultados:

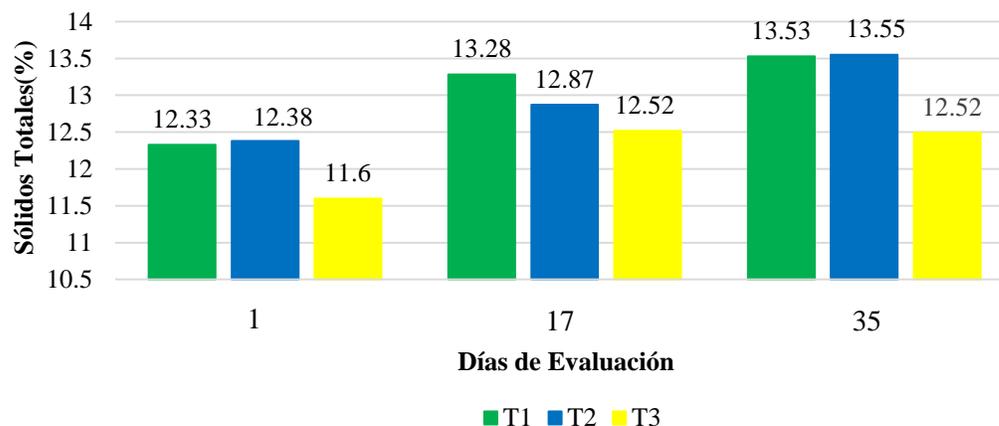


Gráfico 6. Resultados de Sólidos Totales (%).

Fuente: Resultados de investigación.

El gráfico 6. Muestra los resultados de los análisis de laboratorios realizados durante las 3 observaciones hechas en los días 1, 17 y 35, se observó que, al inicio del experimento las unidades experimentales del T1 y T2 presentan una cantidad de sólidos totales por encima del mínimo 11.5 % de establecido por la NTON 03 027-17. Al finalizar el experimento el contenido de sólidos totales en la leche de las unidades experimentales de todos los tratamientos estuvo mayor al su porcentaje inicial.

Los resultados muestran que, al finalizar el periodo de evaluación las unidades experimentales suplementadas con los tratamientos a base de grasa sobrepasante producen una mayor cantidad de sólidos totales (gráfico 7). Siendo el tratamiento T1, quien mejores resultados presenta con una media de 13.04%, seguido del tratamiento T2 con una media de 12.93% y por último el tratamiento T3 con una media de 12.03%. Este comportamiento se ve asociado al incremento de porcentaje de grasa y lactosa en la leche y a la poca inhibición del contenido de proteína; siendo este un factor muy importante en la producción de grasa, proteína en la leche; ya que un incremento desproporcionado de uno reduce la presencia de la otra.

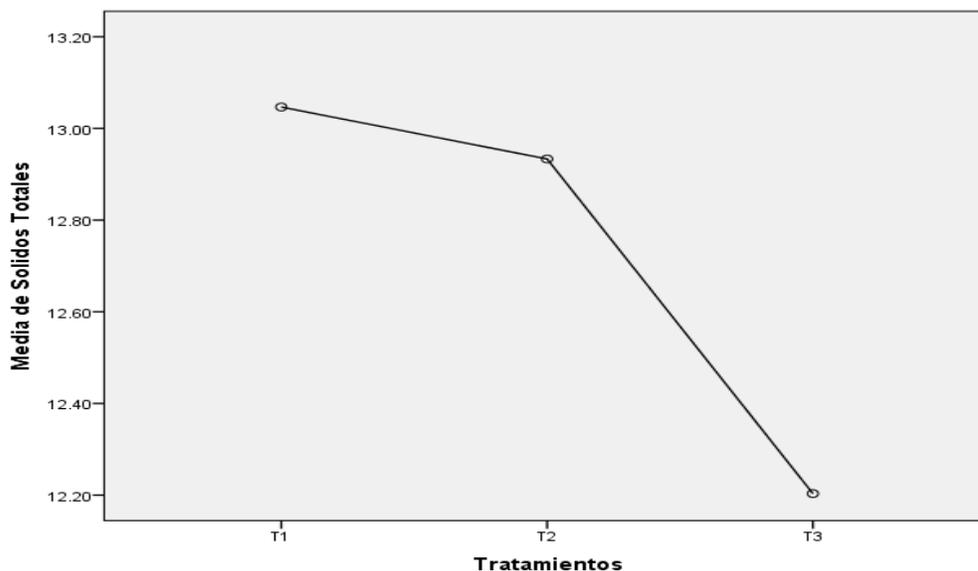


Gráfico 7. Porcentaje de Sólidos Totales (%).

Fuente: Resultados de investigación.

Según el estudio realizado por Gramal (2013), el contenido de sólidos totales, se mejora a medida que la cantidad de gramos en la dieta aumentan, sin embargo, los resultados encontrados difieren con lo encontrado por dicho autor, ya que una ración de 400 gr promueve con mayor eficacia la producción de Sólidos Totales dentro de la leche, este comportamiento se atribuye a que, la grasa sobrepasante promueve la eficiencia en la producción de organismos en el rumen, lo cual promueve una mejora en la digestión de la fibra presente en las pasturas; promoviendo de esta forma la asimilación y conversión suplemento. Al aumentar la ración se corre el riesgo de sufrir pérdidas de producto.

Basado en estos resultados, se realizó un análisis estadístico entre las medias de los tratamientos, para comprobar efectivamente la existencia de un efecto significativo sobre el contenido de sólidos totales por parte de la grasa sobrepasante. Para ello, primeramente, se elaboró un informe con los estadísticos descriptivos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estadísticos descriptivos, indicador Sólidos Totales (%)

Tratamientos	N	Media	Suma	Desviación estándar	Varianza	Intervalo de confianza 95%	
						Límite Inferior	Límite superior
T1	3	13.047	39.141	.633	.401	11.474	14.619
T2	3	12.933	38.804	.588	.345	11.474	14.393
T3	3	12.203	36.612	.523	.273	10.905	13.502
Total	9	12.728	114.553	.642	.412	12.234	13.221

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SSPS 22.

El cuadro 15, representa el informe con los estadísticos descriptivos, calculados a partir de los resultados de laboratorios (PROLACSA S.A.), los cuales muestran la medida de tendencia central (media), y las medidas de dispersión: desviación estándar y varianza, las cual indican que los tratamientos evaluados (T1, T2, T3) presentan una distribución de datos con varianza mínima entre sí, lo cual es un indicador que el experimento fue manejado con un nivel de precisión alto y el margen de error es mínimo, además se un antecedente que indica la no existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, debido a que la

dispersión de datos de cada tratamiento se encuentran en intervalos de confianza semejantes entre sí, lo cual confirmó realizando el análisis de varianza (ANOVA), cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de Varianza, indicador Sólidos Totales (%).

ANOVA					
Fuente de variación	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Valor P
Entre grupos	1.257	2	.628	1.850	.237
Dentro de grupos	2.039	6	.340		
Total	3.296	8			

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en SPSS 22.

El cuadro 16, muestra los resultados del análisis de varianza (ANOVA) el cual indica que debido a que, el valor P es mayor a 0.05 ( $P > 0.05$ ), no existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, por lo cual no se procedió a hacer las Pruebas Post hoc (Tukey) para identificar que tratamiento difiere de otro.

En resumen, la suplementación con grasa sobrepasante presenta un incremento de 0.85% utilizando el mejor tratamiento de la evaluación (T1), versus el tratamiento (T3), sin embargo, esta diferencia no es significativa y los resultados únicamente demuestran que el producto puede ser usado para mantenimiento de sólidos totales presente en la leche y no para lograr un aumento.

#### **4.1.3. Efecto de la suplementación con grasa sobrepasante sobre la Condición Corporal (CC) de vacas Jersey**

##### **4.1.3.1. Condición Corporal (CC)**

La condición corporal es una forma de evaluar en forma de escala numérica la cantidad de grasa subcutánea que cubre al animal, y a su vez indica las reservas de energía de que dispone. Animales que presentan una baja condición corporal en el periodo seco, dan como resultado bajas producciones de leche al momento de la lactancia.

Al momento del parto la condición corporal ideal es de 3.5. “Así se reducen los partos difíciles y las complicaciones uterinas que causan el alargamiento del periodo abierto o puerperio y se asegura una buena ingestión de alimento” (Méndez, 2013).

Este indicador se ve muy comprometido a medida que el balance energético negativo aumenta ya que la vaca se ve obligada a extraer del tejido graso acumulado en su cuerpo las reservas de energía que necesita para desarrollar sus funciones, por lo general en estas situaciones es muy común encontrar vacas con condiciones corporales menores a 2.5.

Según los resultados de esta investigación al evaluar la condición corporal de las vacas en estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

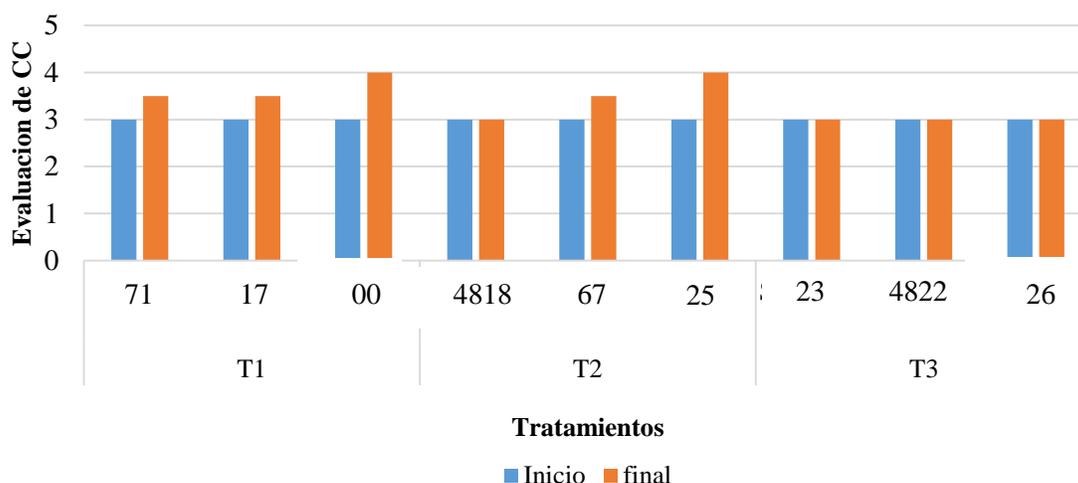


Gráfico 8. Resultados de evaluación de Condición Corporal (CC).

Fuente: Resultados de investigación.

El gráfico 8. Muestra los resultados promedio de las condiciones corporales que presentaron las unidades experimentales suplementadas con los diferentes tratamientos. Al inicio de la investigación todas las vacas tuvieron una calificación de condición corporal de 3. y al finalizar el experimento, el tratamiento T1, fue el que mejor resultados presentó, al influenciar una mejora en la CC de las vacas que consumieron el suplemento. Seguido del tratamiento T2, quien registro una mejora en la condición corporal de las vacas “25 y 67.” Por el contrario, las vacas del tratamiento testigo (T3) no mejoraron su condición corporal.

El resultado reafirma los efectos positivos de la grasa sobrepasante en el mantenimiento de las reservas corporal del animal, ya que las vacas sometidas a suplementación con grasa sobrepasante no se ven en la necesidad de utilizar sus reservas corporales, debido que el contenido energético presentes en la ración de suplemento satisface sus necesidades diarias.

#### **4.1.4. Rentabilidad económica del uso de grasa sobrepasante como fuente de energía suplementada en dieta de vacas Jersey.**

##### **4.1.4.1. Rentabilidad económica**

Se realizó el análisis económico de la suplementación con grasa sobrepasante en la producción y composición de la leche de vacas raza Jersey en periodo de lactancia, en la finca “San Ramón”, municipio de San Ramón-Matagalpa, segundo semestre 2018, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 17. Ventas y Costos de producción proyectados.

T1			T2			T3		
Ventas	Costos	Utilidad	Ventas	Costos	Utilidad	Ventas	Costos	Utilidad
C\$ 24,018.40	C\$ 18,114.54	C\$ 5,903.86	C\$ 24,942.40	C\$ 18,808.18	C\$ 6,134.22	C\$ 21,448.00	C\$ 16,086.00	C\$ 5,362.00

Fuente: Resultados de investigación, elaborado en Microsoft Excel.

El cuadro 17, representa los ingresos proyectados por la venta de leche, utilizando únicamente la dieta control y el contraste al incluir grasa sobre pasante en el sistema alimenticio de la finca. Resultando que al usar únicamente la dieta testigo (T3), con una producción promedio de 6.38 lts/vaca/día al inicio del experimento, genera un total de C\$ 21,448.00 córdobas de ingreso, con un costo de C\$ 16, 086.00 generando una utilidad de C\$ 5,362.00 córdobas en un periodo de 40 días. Es importante destacar que estas proyecciones aplican únicamente al periodo en que la vaca mantiene constante su producción sin tomar en cuenta que pueden ocurrir situaciones que afecten negativamente la producción.

Por el contrario, el tratamiento T1 genera los ingresos de C\$ 24,018.40 córdobas; con un costo de C\$ 18,114.54, resultado de sumar el costo inicial más el costo de la grasa sobrepasante, obteniendo una utilidad de C\$ 5,903.86, lo que equivale a un incremento de C\$ 541.86 o 10.11 % sobre las utilidades proyectadas utilizando únicamente la dieta control.

De igual manera, si se utilizara la ración del tratamiento T2, según las ventas proyectadas las rentabilidades generadas por el productor ascienden a C\$ 24,942.40 de ingreso, con un costo de C\$ 18, 808.18 generando una utilidad de C\$ 6,134.22 córdobas en un periodo de 40 días, lo cual indica un aumento en las utilidades proyectadas en un 14.40 % equivalente a C\$ 772.22 córdobas

Los resultados del indicador de margen de utilidad bruta, obteniendo como resultado que el T2 (600 gr de grasa + testigo) tiene mejor MUB, ya que genera C\$ 722.22 córdobas de más que el tratamiento testigo (T3).

## CAPÍTULO V

### 5.1. Conclusiones

Variable de incrementos productivos de leche: se rechaza la hipótesis nula con un 95 % de confianza, debido que los tratamientos (T1 y T2) presentan diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) con respecto al tratamiento testigo (T3).

Variable composición de leche: no se encontró diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ), por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, con un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, se destaca que el suplemento puede ser usado para mantener los niveles de PG, SNG y ST durante los periodos de sequía sin obligar al animal a utilizar sus reservas corporales.

Variable de condición corporal: los tratamientos con inclusión de grasa sobrepasante tuvieron efectos positivos, siendo el tratamiento (T1) el que logro mejores resultados, siendo notable el aumento de la condición corporal en s las unidades experimentales que lo conformaron.

La suplementación con grasa sobrepasante como fuente energética es rentable dentro del sistema de alimentación de la finca San Ramón, siendo el tratamiento T2, el que mejor, ya que genera C\$ 722.22 córdobas de MUB más que el tratamiento T3 en un periodo de 35 días.

## **5.2. Recomendaciones**

Utilizar grasa sobrepasante para la suplementación de vacas Jersey, durante los primeros 90 días de lactancia, ya que en la presente investigación se ha determinado que con la utilización de este suplemento mejora los rendimientos productivos y económicos en general.

Evaluar el uso de grasa sobrepasante durante la etapa pre-parto, midiendo variables como efectos sobre la actividad hormonal y condición física del animal.

Realizar una réplica del experimento, utilizando una cantidad mayor de unidades experimentales, en diferentes épocas del año, para obtener una mejor comprobación de la eficiencia de esta tecnología, de igual manera en esta replica se recomienda utilizar jabones cálcicos como fuente de grasa sobrepasante como alternativa para disminuir costos de producción.

Probar esta tecnología de suplementación con grasa sobrepasante en animales de razas destinadas a la producción de carne (engorde) y medir los efectos en las ganancias de peso en pie.

Evaluar los límites mínimos y máximos de niveles de inclusión de grasa sobrepasante en ganado lechero y de carne, midiendo indicadores como toxicidad y efectos sobre el metabolismo de nutrientes.

Realizar análisis bromatológicos a las materias primas utilizadas en el experimento para tener mayor precisión en los resultados.

### 5.3. Bibliografía

- AgroGlobal. (2012). *Guía de Grasas*. Recuperado el 1 de Octubre de 2017, de [http://agroglobal.cl/PDF/guia\\_grasas.pdf](http://agroglobal.cl/PDF/guia_grasas.pdf).
- Buxade, C. (1999). *Enciclopedia Práctica de Agricultura y Ganadería*. Barcelona Océano / Centrum. 332 p.
- Baltodano, W., & Chavarria, V. (2009). *Harina de madero negro (Gliricidia sepium) y su influencia en la producción de leche en vacas lactantes doble propósito, finca Santa Teresa, comunidad Patas Tule, municipio de Matiguas*. Matagalpa. Monografía para optar al título de Ingeniero Agronomo. UNAN-Managua.Nicaragua.
- Blandon, A., & Lay, E. (2014). *Efectos en la producción y calidad de leche de la suplementación con sacharina, finca Delicias, Muy muy*. Monografía para optar al título de Ingeniero Agronomo. UNAN-Managua.Nicaragua.
- Butler, W. (2000). Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci*, 57.
- Campabadal, C. (2005). *Utilización de las grasas en la alimentación de ganado lechero*. Recuperado el 17 de Octubre de 2017, de [http://www.feednet.ucr.ac.cr/servicios/publicacion/vol\\_3/3\\_6.pdf](http://www.feednet.ucr.ac.cr/servicios/publicacion/vol_3/3_6.pdf)
- Castellanos, A. (2012). *Suplementación alimenticia con ácidos grasos omega 3 y omega 6 sobrepasantes y su efecto en la calidad del semen bovino*. Bogotá, Colombia.
- Díaz, T. (2009). *Aspectos de la Fisiología Reproductiva de la Hembra Brahman*. Universidad Central, Ciencias Veterinarias , Venezuela.
- El-Shahat, K., & Maaty, A. (2010). The effect of dietary supplementation with calcium salts of long chain fatty acids and/or l-carnitine on ovarian activity of Rahmani ewes. *Animal Reproduction Science*, pp 78-82.

- Escobosa, A., & Avila, S. (2012). *Producción de leche con ganado bovino*. UNAM, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia , Mexico.
- García.K (2012). *Respuesta a la suplementación con grasa sobrepasante en vacas mestizas en posparto en condiciones de tropico*. Recuperado el 12 de Octubre de 2017, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7136/1/206518.2012.pdf>
- García. G (2008). *Calculo de energia neta para Lactación y su predicción desde el punto de vista de la fibra*. Instituto Dominicano de Investigación Agropecuaria y Forestal, Santo Domingo.
- Gonda, H. (2011). *Requerimientos de Energia de Bovinos*. Alimentación y Producción Animal, Buenos Aires. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AlimentosAlimentacion/imagenes/Documentos/2011/Requerimientos%20de%20energ%C3%ADa%202011.pdf>
- Gonzáles, B. (2001). *Las grasas protegidas como fuente de energia en la alimentación de vacas lecheras*. Universidad Catolica, Agronomia y Forestal, Chile. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de [http://agronomia.uc.cl/component/com\\_sobipro/Itemid,232/fid,218.886/sid,87/task\\_download.file/](http://agronomia.uc.cl/component/com_sobipro/Itemid,232/fid,218.886/sid,87/task_download.file/).
- Gramal, A. (2013). *Efecto de la suministración de grasa BY-PASS mediante suplementación como fuente energética en vacas de etapa postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo-Ecuador 2012*. Quito.
- Gramal, A. (2013). *Efecto de la suministración de grasa BY-PASS mediante suplementación como fuente energética en vacas de etapa postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo-Ecuador 2012*. Recuperado el 20 de Octubre de 2017, de <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4766/1/UPS-YT00153.pdf>
- Guerrero, P. (2013). *Obtención y evaluación de grasa protegida por medio de saponificación y encapsulado para su aplicación en la alimentación de rumiantes*. Recuperado el 12

de Septiembre de 2017, de:  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6872/GUERRERO%20RODRÍGUEZTE%2C%20PEDRO%20%20TESIS%20MAESTRIA.pdf?squence=1>

Hernández, R., & Díaz, T. (2011). *Las grasas sobrepasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2017, de <http://nutribasicos.com.ve/documentos/LAS%20GRASAS%20SOBREPASANTES%20Y%20SU%20EFECTO%20SOBRE%20LA%20ACTIVIDAD%20PRODUCTIVA%20Y%20REPRODUCTIVA%20EN%20RUMIANTES.pdf>

JICA. (2016). *Manual de Nutricion Animal*. Managua. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de [https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual\\_de\\_Nutricion\\_Animal.pdf](https://www.jica.go.jp/project/nicaragua/007/materials/ku57pq0000224spz-att/Manual_de_Nutricion_Animal.pdf)

Knop, R. (2009). *Effects of negative energy balance on reproduction in dairy cows*. Lucrări Stiinifice Medicină Veterinară. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, de [https://www.usab-tm.ro/vol9MV/97\\_vol9.pdf](https://www.usab-tm.ro/vol9MV/97_vol9.pdf)

Laguna, J. (2011). *Sistemas de Produccion Animal 1*. Managua: Comunicaciones SA.

Marcos, O. (2011). *Estimación de Calidad de Forrajes*. Buenos aires. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017, de [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/45-calidad.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/45-calidad.pdf)

Méndez, M. (2013). *Desempeño productivo y análisis económico de vacas lecheras primíparas suplementadas con grasa sobrepasante en una ración totalmente mezclada*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1743/1/CPA-2013-059.pdf>

Molinares, A., & Hernández, O. (2011). *Suplementación con Nacedero (Trichantea gigantea) y Morera (Morus Alba) y el efecto sobre calidad de leche, Finca San Ramón, Matagalpa, 2010*.

- Montaño, E., & Ruiz, Z. (2005). ¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano? *Ciencias Pecuarias*, pp 127-135.
- NcNamara, S. (2003). Effects of different transition diets on energy balance. *Livestock production Science*, 84, pp 195-206.
- Reyes, J., & Hernández, O. (2011). *Efecto de la suplementación con grasa protegida sobre la producción y calidad de carne de toretes mexicanos doble propósito*. Recuperado el 2 de Octubre de 2017, de <http://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/revistamvz/article/viewFile/287/355>
- Roberto, B. (2012). *Bioenergía*. Montevideo, Uruguay.
- Rojas, A., & Palavicini, G. (1996). *Suplementación con grasa protegida a vacas de alta producción en pastoreo*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de [http://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v20n01\\_081.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_agr/v20n01_081.pdf)
- Romero, D. (2014). *Uso de grasas sobrepasantes sobre la producción y reproducción de vacas jersey en la hacienda la virginia*. Recuperado el 15 de Octubre de 2017, de <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/3770/1/17T1238.pdf>
- Ross, S., & Westerfield, R. (2012). *Finanzas Corporativas*. Mexico: McGrawHill.
- Tellez, M., & Ospina, Y. (2007). *Rendimiento de vacas holstein en lactación alimentadas con grasa sobrepasante en la dieta*. Recuperado el 2 de Octubre de 2017, de <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/grasa-sobrepasante-t29180.htm>
- UNAM, F. d. (2009). *Alimentos en Bovinos*.
- UNC. (2015). *Valor nutritivo de los Alimentos*. Universidad Nacional del Centro, Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires.
- Velez, M. (2002). *Producción de ganado Bovino*. Honduras.

# ANEXO

## Anexo 1. Hoja de campo



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
NICARAGUA,  
MANAGUA  
UNAN - MANAGUA

**Facultad Regional Multidisciplinaria Matagalpa**  
**FAREM- Matagalpa**  
**Departamento de Ciencia Tecnología y Salud**  
**Carrera de Ingeniería Agronómica**

### “Hoja de Campo”

#### Datos Generales:

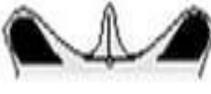
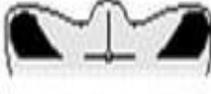
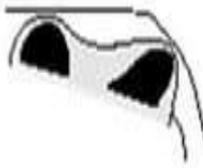
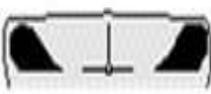
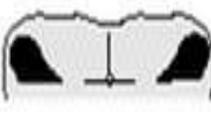
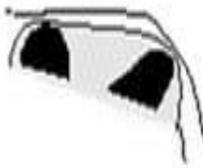
Nombre de Vaca \_\_\_\_\_  
 Número de Identificación: \_\_\_\_\_  
 Raza: \_\_\_\_\_  
 Color: \_\_\_\_\_  
 Fecha del parto: \_\_\_\_\_  
 Edad: \_\_\_\_\_  
 Peso inicial: \_\_\_\_\_



#### Datos Productivos

Fecha de muestreo	Producción (Lts/día)	Condición corporal (1-5)	Código de muestra de Leche	Observaciones

## Anexo 2. Metodología para evaluación de Condición Corporal de vacas

Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cda y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

### Anexo 3. Cronograma de Actividades

 <b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>			
<b><u>Actividades</u></b>	<b><u>Fecha</u></b>	<b><u>Observaciones</u></b>	<b><u>Encargado</u></b>
Recopilación de Información	Septiembre- Octubre 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de Antecedentes</li> </ul>	
Elaboración de protocolo de investigación	Septiembre- Octubre 2017	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protocolo de investigación en campo</li> <li>• Protocolo de elaboración de grasa sobrepasante</li> </ul>	
Formulación y elaboración de grasa sobrepasante	05/12/17 15/12/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de Materias Primas</li> <li>• Realización de análisis de calidad</li> </ul>	
Elección de vacas e inicio del periodo de adaptación	03/01/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medir la condición corporal y peso del animal mediante Guía de evaluación de condición corporal y Cinta Bovino métrica.</li> <li>• Agrupar Vacas del experimento de</li> </ul>	
Periodo de adaptación	05/01/18 09/01/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentar las vacas con los tratamientos</li> </ul>	
Periodo de evaluación	10/01/18- 15/02/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alimentar las vacas con los tratamientos.</li> <li>• Medición Corporal</li> <li>• Estimación de volumen de producción</li> <li>• Recolectar muestras de leche</li> </ul>	
Procesamiento de Información	18/02/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesar los datos de campo en programa SPSS 22.</li> </ul>	
Elaboración del documento final	20/02/18- 30/02/18	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de gráficas de Barra y puntos para mejor interpretación de resultados.</li> <li>• Elaboración de conclusiones y recomendaciones</li> <li>• Revisar documento</li> </ul>	

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 4. Estado de costos de producción de núcleo de grasa sobrepasante

Estado de Costos de Núcleo		
Cuentas	Parcial	Total
<b>Materia Prima</b>		C\$ 2,385.00
Sal	C\$ 10.00	
Aceite	C\$ 275.00	
Hidróxido de potasio	C\$ 2,100.00	
<b>Mano de Obra</b>		C\$ 35.00
Trabajadores	C\$ 35.00	
<b>CIF</b>		C\$ 300.00
Transporte	C\$ 200.00	/
Luz	C\$ 10.00	
Agua	C\$ 50.00	
Renta de equipo	C\$ 40.00	
<b>Total Costo</b>		C\$ 2,720.00
<b>Costo Unitario (24 libras producidas)</b>		C\$ 113.33

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 6. Cantidad de Materias primas para mezcla

Materia prima	Precio Unitario	Cantidad	Precio total
Semolina	C\$ 4.20	37.00	C\$ 155.40
Maíz	C\$ 4.80	56.00	C\$ 268.80
Núcleo de Grasa sobrepasante	C\$ 113.33	7.00	C\$ 793.33
Total	C\$ 122.33	100.00	C\$ 1,217.53

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 7. Estado de costos de producción de Grasa sobrepasante

Cuentas	Parcial	Total
<b>Materia Prima</b>		C\$ 1,217.53
Semolina	C\$ 155.40	
Maíz	C\$ 268.80	
Jabón Palma	C\$ 793.33	
<b>Mano de Obra</b>		C\$ 20.00
Mezcladores	C\$ 20.00	
<b>CIF</b>		C\$ 18.00
Saco	C\$ 5.00	
Cabuya	C\$ 3.00	
Transporte	C\$ 10.00	
<b>Costo Total</b>		C\$ 1,255.53
<b>Costo/unidad</b>		C\$ 12.56

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 8. Ventas y Costos de producción proyectados sin usar grasa sobrepasante

Sin Grasa sobrepasante.			
Descripción	T1 sin grasa	T2 sin grasa	Total
N vacas	3.00	3.00	6.00
Producción promedio inicial (lts)	7.43	5.33	6.38
Producción del tratamiento (lts)	22.30	16.00	38.30
Precio de leche	C\$ 14.00	C\$ 14.00	C\$ 14.00
Días de evaluación	40.00	40.00	40.00
Ventas	C\$ 12488.00	C\$ 8960.00	C\$ 21448.00
Costos /litro producido	C\$ 10.50	C\$ 10.50	C\$ 10.50
Costo Total	C\$ 9366.00	C\$ 6720.00	C\$ 16086.00
Utilidad Total	C\$ 3122.00	C\$ 2240.00	C\$ 5362.00

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 9. Ventas y Costo de Producción proyectados utilizando grasa sobrepasante**

Con grasa sobrepasante		
Descripción	T1 con (con 400 gr)	T2 (con 600 gr)
N vacas	3.00	3.00
Incremento de producción (lts)	1.53	2.08
Producción del tratamiento (lts)	4.59	6.24
Precio de leche	14.00	14.00
Días de evaluación	40.00	40.00
Ventas	C\$ 2,570.40	C\$ 3,494.40
Costos /litro producido	C\$ 11.05	C\$ 16.32
Costo Total	C\$ 2,028.54	C\$ 2,722.18
Utilidad Total	C\$ 541.86	C\$ 722.22

Fuente: Elaboración propia

**Foto 1. Aceite sometido a hidrogenación.**



Fuente: Propia

**Foto 2. Preparación de grasa sobrepasante**



Fuente: Propia

**Foto 3. Filtrado de producto final.**



Fuente: Propia

**Foto 4. Reducción de humedad en destilador de calor.**



Fuente: Propia

**Foto 5. Retirando grasa luego de 24 horas sometida a calor**



Fuente: Propia

**Foto 6. Mezcla de grasa sobrepasante.**



Fuente: Propia



Fuente: Propia

**Foto 7. Toma de muestras de leche para análisis.**



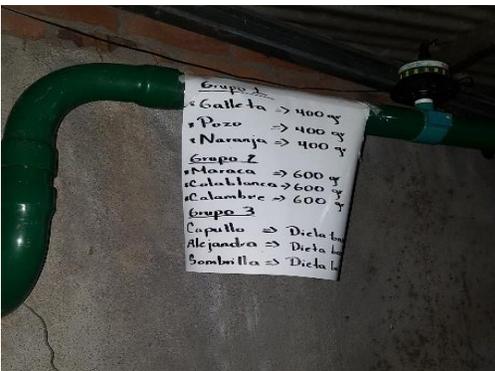
Fuente: Propia

**Foto 8. Suministro de grasa sobrepasante.**



Fuente: Propia

**Foto 9. Rotulación de los tratamientos en finca “San Ramón”.**



Fuente: Propia

**Foto 11. Vacas sometidas en la investigación.**



Fuente: Propia