

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA AGROPECUARIA

Tesis previa a la obtención del título de

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

**EFFECTO DEL SUMINISTRO DE GRASA BY-PASS MEDIANTE
SUPLEMENTACIÓN COMO FUENTE DE ENERGÍA EN VACAS EN ETAPA
DE POSTPARTO (BALANCE ENERGÉTICO NEGATIVO) EN LA HACIENDA
SAN CARLOS TABACUNDO – ECUADOR 2012.**

AUTORA:

ANA MARÍA GRAMAL ANDRANGO

DIRECTORA:

DRA. NANCY BONIFAZ G

Quito, Abril del 2013

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Los conceptos desarrollados, análisis realizados, conclusiones y recomendaciones de la presente investigación, son de exclusiva responsabilidad del Autor.

No se permite la reproducción total o parcial de este documento, sin la autorización previa.

Quito, Abril del 2013.

(f) _____
ANA MARÍA GRAMAL ANDRANGO

Agradecimiento

En primer lugar agradezco a Dios, por acompañarme todos los días y haberme guiado por el camino de la felicidad, a mi padre y madre por ser mis mejores amigos que con su ejemplo de esfuerzo y su amor incondicional permitieron que culminara la carrera universitaria.

Agradecer sinceramente a la Dra. Nancy Bonifaz, directora de esta tesis, por su apoyo, conocimiento, paciencia y su motivación que han sido fundamentales para que sea posible la elaboración de este trabajo.

Al lector Ing. Francisco Gutiérrez, por sus valiosas sugerencias y colaboración.

Al médico veterinario de la Hacienda San Carlos Dr. Richard Mancheno, por compartir su experiencia y amplio conocimiento.

En particular, quiero expresar mi agradecimiento al Ing. Carlos Espinosa por permitirme realizar la presente investigación en la Hacienda San Carlos.

Un especial agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana que me apoyo durante estos 5 años de formación.

Me gustaría resaltar la comprensión, la paciencia y el cariño de mis hermanos Nelly, Josué y Jesús quienes han sido siempre mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

Así mismo, hago extensivos estos agradecimientos a todos mis compañeros, por sus constantes muestras de interés y apoyo.

En general quiero agradecer a todas y cada una de las personas que han hecho posible la realización de esta tesis, que no necesito nombrar por que tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo pero sobre todo su cariño y amistad.

Dedicatoria

El presente trabajo dedico a Dios por permitirme culminar con éxito el esfuerzo de todos estos años de estudio y poder así poner los conocimientos al servicio de los más necesitados. Para Él mi agradecimiento infinito.

A mis padres:

Alfonso Gramal Cachiguango y Nelly Marina Andrango Gualavisi.

Por ser el pilar fundamental en mi vida, por todo su esfuerzo y sacrificio, que me apoyaron durante todo el tiempo, lo que hizo posible el triunfo profesional alcanzado.

A mis hermanos/as.

Por su ayuda y apoyo incondicional que me brindaron en los momentos que más lo necesité, mis sinceros agradecimientos.

A mis familiares y amigos/as.

Que de una u otra forma me ayudaron y participaron para que lograra el presente éxito profesional. Gracias por sus palabras de aliento y fe en mí.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	14
2. OBJETIVOS	17
2.1. Objetivo General	17
2.2. Objetivos específicos	17
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1. Estructura y función del aparato digestivo	18
3.2. Fisiología digestiva del rumiante	18
3.3. Rumiantes	18
3.4. Retículo-rumen	19
3.5. Omaso	20
3.6. Abomaso	20
3.7. Intestino delgado	20
3.8. Intestino grueso	21
3.9. Microbiota ruminal	21
3.10. Principales nutrientes en la alimentación de los rumiantes	22
3.10.1. Proteínas	22
3.10.2. Carbohidratos	23
3.10.3. Lípidos	24
3.10.3.1. Función de los lípidos	25
3.10.3.2. Digestión de lípidos en rumiantes	26
3.10.3.3. Absorción de los lípidos	27
3.10.3.4. Hidrólisis y saturación de lípidos en el rumen	28
3.10.3.5. Absorción intestinal de lípidos	28
3.10.4. Minerales	29
3.10.5. Agua	30
3.11. Periodo de transición	30
3.12. Balance energético negativo y alteraciones metabólicas.	33
3.13. Acelerada movilización y oxidación lipídica: su efecto sobre la fertilidad	34

3.14. Balance energético negativo: sus efectos sobre el balance hormonal y la función ovárica.....	35
3.15. Las grasas en la alimentación de rumiantes	36
3.15.1. Grasas by-pass.....	36
3.15.2. Respuestas productivas y reproductivas	37
3.16. Concentración y composición de la grasa en leche.....	39
3.16.1. Síntesis de la grasa en la leche	40
3.16.2. Síntesis de nova de los ácidos grasos.....	40
3.16.3. Liberación de ácidos grasos de las lipoproteínas	41
3.16.4. Introducción de enlaces dobles	41
3.16.5. Secreción de la grasa de la leche.....	42
3.17. Influencia de la concentración y composición de la grasa de la leche.....	42
4. UBICACIÓN	44
4.1. Ubicación Política Territorial.....	44
4.2. Ubicación Geográfica.....	44
4.3. Condiciones Agroecológicas.....	44
5. MATERIALES Y MÉTODOS	46
5.1. Materiales	46
5.2. Métodos.....	47
5.2.1. Diseño Experimental	48
5.2.2. Tratamientos.....	48
5.2.3. Unidad Experimental y Parcela Neta	48
5.2.4. Variables en estudio	49
5.2.4.1. Dinámica de la producción de leche litro /vaca/día	49
5.2.4.2. Calidad composicional de leche (sólidos totales).	50
5.2.4.3. Peso y condición corporal de los animales	51
5.2.4.4. Número de días al primer servicio	52
5.2.5. Prueba de Significancia.....	52
6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	53
6.1. Fase de campo	53
6.1.1. Composición de la ración alimenticia.....	54
6.1.2. Preparación de los tratamientos	55

6.1.3. Chequeo ginecológico	56
6.1.4. Toma de la muestra de leche	57
6.1.4.1. Código: PG/LCL/2009	57
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	59
7.1. Incremento en la producción de leche	59
7.2. Calidad composicional de la leche	61
7.2.1. Grasa en leche	61
7.2.2. Proteína en leche	64
7.2.3. Sólidos totales en leche	67
7.2.4. Peso de los animales postparto	70
7.2.5. Número de días a primer servicio	71
7.2.6. Porcentaje de días abiertos	73
8. CONCLUSIONES	74
9. RECOMENDACIONES	77
10. RESUMEN	78
SUMMARY	81
11. BIBLIOGRAFÍA	83
12. ANEXOS	85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS N°	Pág.
CUADRO 1. Descripción de los tratamientos en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”	48
CUADRO 2. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche cruda respecto a grasa en el estudio del, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (BEN) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”	61
CUADRO 3. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche respecto a proteína en el estudio de, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”	64
CUADRO 4. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche respecto a sólidos totales en el estudio, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.	67

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°	Pág.
GRÁFICO 1. Estructura de los lípidos.....	25
GRÁFICO 2. El periodo de transición alrededor del parto.	31
GRÁFICO 3. Sucesión de eventos de origen nutricional involucrados en el trastorno metabólico en vacas en lactancia temprana.	34
GRÁFICO 4. Mecanismos de acción propuestos a través de los cuales la suplementación con ácidos grasos poli-insaturados puede afectar la función reproductiva (Adaptado de Staples et al., 1998).	38
GRÁFICO 5. Ubicación general de la zona destinada a la investigación. “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	45
GRÁFICO 6. Producción de leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	59
GRÁFICO 7. Calidad composicional grasa en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	63
GRÁFICO 8. Calidad composicional proteína en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	65
GRÁFICO 9. Calidad composicional sólidos totales en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	68
GRÁFICO 10. Incremento de peso en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	70
GRÁFICO 11. Número de días a primer servicio en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	71
GRÁFICO 12. Número de días abiertos en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012.”.....	73

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N°	Pág.
Anexo 1. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 15 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	85
Anexo 2. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 30 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	86
Anexo 3. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 45 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	87
Anexo 4. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 60 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	88
Anexo 5. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 75 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	89
Anexo 6. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 90 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	90
Anexo 7. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 105 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.....	91
Anexo 8. Reporte de resultados AGROCALIDAD Laboratorio bromatológico en la investigación.	92
Anexo 9. Historial de producción de leche en la Hacienda San Carlos.....	93
Anexo 10. Producción litro/vaca/día.....	94
Anexo 11. Grasa por tratamiento en leche.....	94
Anexo 12. Proteína por tratamiento en leche.....	95
Anexo 13. Sólidos totales por tratamiento en leche.....	95
Anexo 14. Sólidos totales por días evaluados en leche	96
Anexo 15. Reporte de lactancia historial ha. San Carlos 2012.....	96
Anexo 16. Reporte días abiertos historial ha. San Carlos 2012.....	97
Anexo 17. Reporte peso corporal historial ha. San Carlos 2012	97
Anexo 18. Producción diaria de la leche Litros/vaca/día	98
Anexo 19. Requerimiento energético	99

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍAS N°	Pág.
FOTOGRAFÍAS 1 y 2. Control diario de producción de leche en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.	49
FOTOGRAFÍAS 3 y 4. Toma de muestras para la calidad composición en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.	50
FOTOGRAFÍA 5. Control del peso en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	51
FOTOGRAFÍAS 6 y 7. Control y registro de peso en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	52
FOTOGRAFÍA 8. Selección e identificación de vacas en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	53
FOTOGRAFÍA 9. Preparación de los tratamientos, grasa by-pass en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.	55
FOTOGRAFÍAS 10 y 11. Chequeo ginecológico de los animales en estudio, en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.	56
FOTOGRAFÍA 12. Toma de la muestra de leche, en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	57
FOTOGRAFÍA 13. Entrega de muestras de leche en laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.....	58

FOTOGRAFÍA 14. Selección de animales en la investigación en la Hacienda San Carlos, Tabacundo-Ecuador.....	100
FOTOGRAFÍA 15. Ración alimenticia para suministrar a las vacas en la investigación en la Hacienda San Carlos, Tabacundo-Ecuador.	100
FOTOGRAFÍA 16. Preparación de ración alimenticia para suministrar a las vacas en la investigación.	101
FOTOGRAFÍA 17. Suministro de ración alimenticia a las vacas en la investigación.	101

GLOSARIO DE TÉRMINOS

CC: Condición corporal

BEN: Balance energético negativo

DA: Días abiertos

GB: Grasa bruta

MS: Materia seca

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería en el país es una actividad familiar, la producción lechera es de gran relevancia en la generación de empleo dentro del sector pecuario así como también importante contribuyente en la economía del país, la ganadería de leche se ha convertido en empresas, específicamente en la región andina.

En el Ecuador, los datos del Censo Agropecuario del año 2000 indican que de la producción lechera dependen aproximadamente 1,5 millones de ecuatorianos, directamente e indirectamente, cifra de la cual el 70% son pequeños productores la misma que ha venido avanzando de generación en generación hasta nuestros días. En este contexto, el componente nutricional es uno de los factores que más impacto tiene sobre la ganadería lechera en el País.

La mayoría de los sistemas de producción lechera en el Ecuador se desarrollan en condiciones de suelos pobres lo que trae como consecuencia deficiencia marcadas en la cantidad y calidad de forraje disponible para el ganado, deficientes en energía y ricas en proteína, provocando deficiencias nutricionales y fisiológicas de los animales.

La nutrición es uno de los pilares más importantes en el desempeño productivo y reproductivo del ganado lechero, siendo uno de los factores de mayor relevancia durante el período de lactancia, etapa de postparto tema al que nos referimos en esta investigación.

El análisis de la problemática alimentación del ganado lechero en el Ecuador es un tema complejo que involucra aspectos técnicos y prácticos. Cómo se administra la práctica nutricional del ganado lechero en el Ecuador merece un análisis profundo y realista de los aspectos que lo modulan, así como su

origen y consecuencia. La comprensión de esta temática, así como de las medidas a tomarse en la actualidad y en el futuro tendría un impacto importante en la orientación que deben seguir los profesionales y los productores que se hallan involucrados en la lechería nacional.

La lechería Ecuatoriana se desarrolla en un sistema productivo donde predomina el pastoreo de forraje de variable calidad. Esta práctica (el pastoreo) es sin lugar a duda la más lógica y recomendable en un país donde tenemos condiciones favorables para realizarla; mas aun si consideramos que la estructura de costos de producción y el precio actual de la leche inevitablemente obligan al productos a implementar practicas alimenticias de bajo costo y alta rentabilidad.

La introducción de genética productiva importada y la selección local de animales que producen mayores volúmenes de leche desde varios años, ha creado una demanda nutricional que en la mayoría de los casos no es satisfecha. Aquí debemos hacer una diferenciación obligatoria de los requerimientos nutricionales de las vacas lecheras de mayor o menor producción. Las vacas que producen más lógicamente requieren más nutrientes. De esta manera, los problemas nutricionales afectan de manera más notable a las vacas de mayor producción; sin excluir los casos en donde existe una clara referencia nutricional sobre lo que requieren las vacas sea cual sea su nivel de producción (por debajo de sus requerimientos de mantenimiento).¹

Por lo expuesto anterior, el propósito de la presente investigación fue determinado la suplementación que ayude a cubrir los requerimientos nutricionales de las vacas en las diferentes etapas de producción. “Adicionalmente la vaca lactante de leche durante el postparto temprano, presenta un desfase entre la cantidad de energía que consume y la que requiere, traduciéndose en que al momento de máximos requerimientos, la vaca no logra cubrir sus exigencias nutricionales, lo que provoca la movilización masiva de sus

¹ BATALLAS, Carlos. *Tecnología forrajera y sistema de producción ganadera*, Modulo Sistema de Producción, Maestría en Producción Animal, E.S.P.E.2011, p.1-3.

reservas corporales, particularmente energía, generando un estado conocido como el Balance Energético Negativo”²

*En épocas recientes, se ha hecho énfasis en la utilización de la grasa sobre pasante como una estrategia alimenticia para disminuir estos problemas. El desarrollo de grasas inertes a nivel ruminal, no solo permite su utilización en una mayor proporción, sin tener los efectos detrimentales de las grasas activas, sino que da un aporte energético importante para cubrir los requerimientos nutricionales de dicho nutriente. En caso que la grasa sobre pasante sea elaborada con fuentes ricas en ácidos grasos poliinsaturados, permitirá la incorporación de ácidos grasos esenciales, los cuales aportan efectos no energéticos, beneficiosos, de gran importancia para la producción de leche, la reproducción y hasta efectos nutracéuticos que podrían ayudar a mejorar la salud humana.*³

² HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. “Las grasa sobre pasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes”. Estudio publicado Innovación y Tecnología en la Ganadería, C. Madrid-Bury. Editorial Astro. 2011, p. 1-3.

³ BATALLAS, Carlos. Op. Cit. p.1-3.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Evaluar el rendimiento productivo y reproductivo con suministro de grasa bypass como suplemento energético para vacas en la etapa de posparto a fin de compensar el balance energético negativo.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar la ración de suplementación con grasa by-pass que presente el mejor rendimiento en la producción de leche.
- Evaluar, peso y condición corporal de las vacas posparto en respuesta a la suplementación de grasa by- pass.
- Determinar la calidad composicional de la leche y sólidos totales.
- Establecer número de días al primer servicio postparto.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Estructura y función del aparato digestivo

Los órganos relacionados que están estrechamente vinculados con digestión y la absorción son: el hígado (secreta bilis que desemboca en el intestino delgado) y el páncreas (secreta enzimas digestivas que van al intestino delgado). El conducto digestivo es básicamente una estructura tubular modificada que se emplea para ingerir y dirigir alimentos, así como para eliminar alguno de los desechos de la actividad metabólica realizada por el cuerpo del animal.

Su función primordial es de encargarse de la asimilación eficiente de los nutrientes y rechazar los componentes de la dieta que no se necesita o son en potencia dañinos para el animal.⁴

3.2. Fisiología digestiva del rumiante

Los animales que se clasifican como rumiantes tienen ciertas características de morfología y fisiología digestivas que los diferencian de los demás animales de granja. Las principales diferencias están en la porción anterior del tubo digestivo, ya que los órganos responsables del proceso de degradación de los alimentos a partir del abomaso, es decir, el estómago y el proventrículo, son similares para todas las especies pecuarias mencionadas.⁵

3.3. Rumiantes

La boca de los rumiantes difiere a la de los otros mamíferos en que no presenta dientes incisivos superiores; así mismo, solo pocas especies de

⁴ CHURCH, D. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales*, 2^{da} Edición, Editorial Limusa, México, 2009, p. 35-36.

⁵ Idem., p. 41-43.

rumiantes tienen dientes caninos; Así, los rumiantes dependen para la presión de los alimentos de una almohadilla dental superior y los incisivos inferiores sobrando junto con los labios y la lengua. Los rumiantes se dividen en consumidores de heno y paja, consumidores selectivos y tipos de transición (Hoffmann); esta clase presentan diferencias en particular en la movilización de la lengua y la estructura de los labios, al fin de facilitar la selección y el consumo de los alimentos.

En lo que se refiere a la masticación, los molares de los rumiantes tienen tal forma y están tan separados que el animal puede masticar en un solo lado de la mandíbula a la vez. El movimiento lateral de las mandíbulas ayuda a desmenuzar las fibras vegetal correosas.

La producción de saliva en los rumiantes es muy abundante; en las vacas adultas llegan a cantidades de 150 litros o más por día, la producción de la saliva es relativamente continua, aunque producen mayores cantidades cuando el animal come y rumia que cuando está en reposo. La saliva constituye una fuente de nitrógeno (urea y mucoproteínas), P y Na, que son utilizados por los microorganismos del rumen. Asimismo, poseen una gran cantidad amortiguadora y ayuda a mantener un pH apropiado en el rumen.

El estómago de los rumiantes se divide en cuatro cavidades o compartimientos: retículo, rumen, omaso y abomaso.⁶

3.4. Retículo-rumen

El retículo y el rumen no están completamente separados pero tienen funciones diferentes. El retículo mueve el alimento ingerido hacia el rumen o hacia el omaso y lleva a cabo la regulación de dicho alimento durante la rumia. El rumen hace las veces de un recipiente de fermentación más grande y tiene una población muy alta de microorganismos.⁷

⁶ CHURCH, D. Op, Cit. P. 42-43.

⁷ SHIMADA, Armando. *Nutrición Animal*, 2^{da} Edición, Editorial Trillas, México, 2009, p. 4-7.

3.5. Omaso

“La función principal del órgano es extraer los líquidos de la digesta retenida, y absorber agua, NH_3 , ácidos grasos volátiles y electrolitos inorgánicos.”⁸

3.6. Abomaso

Su función es secretar ácidos clorhídricos y pepsina, que indican la degradación de las proteínas alimenticias (de escape) y microbianas. Un zimógeno producido en los rumiantes neonatos es la prorenina, que al entrar en contacto con el HCL se transforma en renina. La enzima que se forma ataca a la proteína de la leche (caseína) en presencia de iones de calcio, formando un producto que se denomina paracaseína, que después desdoblan enzimas duodenales.

“A diferencia de los animales de estómago simple, los rumiantes tiene pliegues abomasales que previenen la estratificación de la ingesta, esto, junto con la naturaleza semilíquida de la misma, hacen que el tiempo del proceso hidrolítico al que se somete sea menor.”⁹

3.7. Intestino delgado

“Aunque en general las características y funciones de las secreciones digestivas que desembocan en el intestino delgado son similares a las de aves y cerdos, el hecho de que en los rumiantes el proceso digestivo sea una función relativamente continua, hace que

⁸ SHIMADA, Armando. Op. Cit. p.8-9.

⁹ Idem., p 4-7.

haya un flujo más o menos constante de jugo digestivo (compuesto por los jugos gástricos, pancreático, intestinal y la bilis).”¹⁰

3.8. Intestino grueso

“Aun sin importancia que el órgano tiene en caballos, en los últimos años se comenzó a reconocer la función digestiva complementaria de la del retículo-rumen que realiza el intestino grueso, al producir y absorber ácidos grasos volátiles. Su principal función adicional es de absorber el agua.”¹¹

3.9. Microbiota ruminal

*Es principalmente la presencia de microorganismos en el rumen lo que confiere al animal sus características digestivas diferenciales con respecto a otros mamíferos domésticos, como son las posibilidades de desdoblamiento de los glúcidos estructurales o complejos (celulosa, hemicelulosa, pectina), aprovechamiento de nitrógeno no proteico para su conversión en aminoácidos y proteínas microbianas, síntesis de la mayoría de las vitaminas hidrosolubles, producción y utilización de ácidos grasos de cadena corta como fuente de energía metabólica, neutralización de compuestos químicos detrimentales presentes en el alimento. El entendimiento de la fermentación ruminal está, por tanto, supeditado principalmente al conocimiento de la microbiota que habita dicho comportamiento.*¹²

¹⁰ SHIMADA, Armando. Op. Cit. p. 8-9.

¹¹ Idem., p. 9-10.

¹² Idem., p. 9-10.

3.10. Principales nutrientes en la alimentación de los rumiantes

3.10.1. Proteínas

Las proteínas son compuestos orgánicos conformados por aminoácidos unidos por enlaces peptídicos estos que intervienen en diversas funciones vitales esenciales, como el metabolismo, la contracción muscular o la respuesta inmunológica. El metabolismo proteico en el rumen es bastante complejo; los microorganismos degradan los alimentos, destruyendo inicialmente la pared de las células e iniciando el proceso hidrolítico continuo de las proteínas. La destrucción proteica por desaminación fermentativa produce dióxido de carbono, amoníaco y ácidos grasos de cadena corta.

*Los aminoácidos, urea y nitratos, son convertidos en amoníaco, usado por los microorganismos para sintetizar sus proteínas; una parte de él se absorbe en el rumen, pasa a la sangre y se excreta en la orina en forma de urea. El sistema de predicción desarrollado por la universidad de cornellcornell net carbohydrate and proteinsystem, (CNCPS); descrito y validado por russell et al., 1992), define esta fracción como **a**, y está compuesta principalmente por nitrógeno no proteico(**nnp**) que en el rumen se transforma en amoníaco; además, el reciclamiento por la saliva y las paredes ruminales se estima como el 15% del nitrógeno ingerido, esta fracción está incluida dentro la proteína soluble y se la cuantifica dentro de la proteína soluble. El amoníaco liberado por esta fracción en el rumen es absorbido a la sangre, conducido al hígado en donde se forma urea (ciclo de la urea), la cual se puede reciclar en la saliva, o por las paredes del rumen o eliminarse a través de la orina, el proceso de reciclaje es más eficiente cuando la dieta tiene niveles bajos de proteína, permitiendo tener niveles de nitrógeno amoniacal para crecimiento microbiano.*

En el rumen se absorben aminoácidos en cantidades pequeñas ya que la mayoría de aminoácidos libres son desaminados para dar lugar a ácidos grasos volátiles de cadena ramificada, CO_2 y CH_4 . El nivel de ácidos grasos volátiles de cadena ramificada en el líquido ruminal es un índice de la degradación de aminoácidos en el rumen, ya que estos normalmente se derivan a partir de la fermentación de valina, leucina, isoleucina y prolina, y son conocidos como ácido isobutírico, ácidoisovalérico, ácido 2-metilbutirato y valerato. Los AGV de cadena ramificada son utilizados por las bacterias como factores de crecimiento.

*El sistema CNCPS cuantifica la proteína verdadera soluble, cuyos aminoácidos se liberan prácticamente en su totalidad en el rumen. Y se define como fracción **b1**, existe una fracción compuesta por la proteína verdadera insoluble no ligada a la fibra en detergente neutro (fdn) la cual se utiliza en el rumen entre el 70 y 85%; el resto pasa al intestino delgado donde es completamente digerida es definido como fracción **b2**.¹³*

3.10.2. Carbohidratos

Los Carbohidratos son el componente principal de los tejidos vegetales. Constituyen hasta el 70% o más de la materia seca de los forrajes de origen vegetal. Algunas semillas, en particular los cereales, presentan concentraciones más altas (hasta el 85%).

Los cloroplastos de las hojas de las plantas sintetizan sus carbohidratos utilizando energía solar, bióxido de carbono y agua, y liberan oxígeno en el proceso. Este es un proceso vital para los animales, ya que la existencia no sería posible sin esta transformación energética y el oxígeno libre que se produce como subproducto de la fotosíntesis.

En el caso de los animales, los carbohidratos, principalmente glucosa y glucógeno, constituyen menos del 1% del peso de aquellos.

Funciones:

Las funciones principales de los carbohidratos en la nutrición animal son de servir como fuente de energía para los procesos vitales normales. Sin embargo en las plantas alguno de los azúcares simples, en particular de la glucosa y la ribosa, parten de la transformación de la energía y la síntesis de tejidos. Las formas menos solubles, como el almidón, funciona como reservas de energía en raíces, tubérculos y semillas

¹³SHIMADA, Armando. Op. Cit. p. 11-12

Con el conducto gastrointestinal solo son absorbidos los monosacáridos, con excepción de animales recién nacidos, que son capaces de absorber moléculas más grandes.

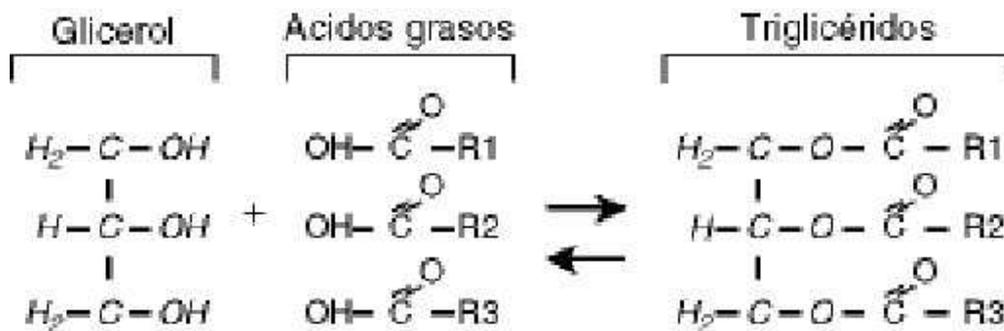
Los carbohidratos son la fuente más importante de energía y los principales precursores de grasa y azúcar (lactosa) en la leche de la vaca. Los microorganismos en el rumen permiten a la vaca obtener energía de los carbohidratos fibrosos (celulosa y hemicelulosa) que son ligados a la lignina en las paredes de las células vegetales. La fibra es voluminosa y se retiene en el rumen donde la celulosa y la hemicelulosa fermentan lentamente. Mientras que madura la planta, el contenido de lignina de la fibra incrementa y el grado de fermentación de celulosa y hemicelulosa en el rumen se reduce. La presencia de fibra en partículas largas es necesaria para estimular la rumia. La rumia aumenta la separación y fermentación de fibra, estimula las contracciones del rumen y aumenta el flujo de saliva hacia el rumen. La saliva contiene bicarbonato de sodio y fosfatos que ayudan a mantener el contenido del rumen en un pH casi neutro. Las raciones que no tienen fibra suficiente producen un porcentaje bajo de grasa en la leche y contribuyen a desordenes tales como desplazamiento del abomaso y acidosis. Los carbohidratos no-fibrosos (almidones y azúcares) fermentan rápidamente y completamente en el rumen. Estos incrementan la densidad de energía en la dieta, mejorando el suministro de energía y determinando la cantidad de proteína bacteriana producida en el rumen. Sin embargo, los carbohidratos no-fibrosos no estimulan la rumia o la producción de saliva y cuando se encuentran en exceso pueden inhibir la fermentación de fibra. En consecuencia, el equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos es importante al alimentar las vacas lecheras para la producción eficiente de leche.¹⁴

3.10.3. Lípidos

Los lípidos son compuestos orgánicos que son relativamente insolubles en agua pero son solubles en solventes orgánicos, realizan funciones bioquímicas y fisiológicas en los tejidos animales y vegetales. Los constituyentes lipídicos más importantes de la nutrición animal incluyen: ácidos grasos, glicerol, monogliceroles, digliceroles y trigliceroles (también conocidos como triglicéridos), y fosfolípidos.¹⁵

¹⁴WATTIAUX, Michel y ARMENTANO, Louis E. *Metabolismo de carbohidratos en vacas lecheras*, Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera, Universidad de Wisconsin-Madison.

¹⁵ CHURCH, D. Op. Cit. p. 105-106.



Fuente: http://elcuadernodecalpurniatate.blogspot.com/2012_04_01_archive.html

GRÁFICO 1. Estructura de los lípidos.

3.10.3.1. Función de los lípidos

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

1. “Proporcionan la energía necesaria para el mantenimiento normal y las funciones relacionadas con la producción.
2. Construyen una fuente de ácidos grasos esenciales.
3. Funcionan como medio de transporte de las vitaminas liposolubles.
4. Son un constituyente integral de las membranas celulares”.¹⁶

“Usualmente la dieta consumida por las vacas contiene solo 4 a 6% de lípidos. Sin embargo, los lípidos son parte importante de la ración de una vaca lechera porque contribuyen directamente a casi 50% de la grasa en la leche y son la fuente más concentrada de energía en los alimentos”.¹⁷

¹⁶ CHURCH, D. Op. Cit. p.109-110.

¹⁷ WATTIAUX, Michely GRUMMER, Ric R. *Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera*. Universidad de Wisconsin-Madison, p. 1-2.

3.10.3.2. Digestión de lípidos en rumiantes

El objetivo primario de la digestión de los lípidos es hacerlos hidromiscibles y puedan absorberse a través de las micro vellosidades intestinales que están recubiertas por una capa acuosa.

El aporte de lípidos en el alimento de los rumiantes es moderado en comparación con la ingesta total, pero importante si se mide cuantitativamente. Por ejemplo, en una vaca que consume entre 40 y 50 Kg diarios de forraje fresco (que equivalen de 12 a 15 kg de materia seca), los lípidos constituyen de 3 a 4% de la materia seca consumida, y en este caso equivale a casi 500 g diarios.

Cuando la alimentación se basa principalmente de forraje, los lípidos más abundantes son los glicolípidos, especialmente los mono y digalactoglicéridos.

Si el nivel del concentrado es grande, los triglicéridos serán más abundantes.

Los animales que consumen ensilaje como principal fuente de alimento reciben un porcentaje significativo de ácidos grasos volátiles en la ingesta.

Los ácidos grasos presentes en los triglicéridos alimenticios son en su mayoría insaturados (75%), principalmente el linoleico (56.8%) y linolénico (12.2%), el ácido oleico constituye solo 3.2%. El ácido graso saturado más abundante es el palmítico (14.7%), el ácido estéarico representa 1.9% del total.

En contraste, los ácidos grasos que componen el tejido adiposo de los rumiantes son insaturados en una menor proporción (58%), contiene cantidades elevadas de los ácidos oleico (50.5%), palmítico (23%) y esteárico (15%), además de isómero trans y ácidos grasos de cadena ramificada. La leche contiene ácidos grasos de cadena impar. La diferencia notable en la composición de los ácidos grasos alimenticios con respecto a los corporales y lácteos, así como el hecho los primeros no tienen isómeros trans, ni ácidos

*grasos ramificados, ni de cadena impar, implican que el proceso digestivo microbiano tiene una acción significativa en los cambios observados.*¹⁸

3.10.3.3. Absorción de los lípidos

Los lípidos se absorben por difusión, pinocitosis o ambas. Las moléculas pequeñas como el glicerol y los ácidos grasos de menos de 10 átomos de carbono se absorben por vía portal mientras que los monoglicéridos y ácidos grasos de cadenas más largas (que luego de la absorción se vuelven a esterificar a triglicéridos), pasan a la Circulación linfática en mamíferos o portales en aves. Existen seis hechos fisiológicos en los cuales se basa la teoría actual sobre absorción de grasas.

- *La presencia de microvellosidades intestinales.*
- *La existencia de las alfa y alfa lipasas pancreáticas.*
- *El hecho de que los monoglicéridos puedan absorber intactos.*
- *La formación de la micela.*
- *La resíntesis de triglicéridos.*

Originalmente se pensaba que las microvellosidades eran poros o canales que perforaban el intestino; ahora se sabe que son prolongaciones o conjuntos protoplasmáticos de las células epiteliales del intestino.

Las lipasas pancreáticas son enzimas que desdoblan el triglicérido a un alfa, beta-glicerido y posteriormente a un beta-monoglicérido, que puede isomerizarse a un alfa-monoglicerido. Aparentemente la especificidad por los eslabones ésteres no se alteran por el grado de instauración de los ácidos grasos no por el largo de las cadenas.

De 50 a 78% de los triglicéridos alimenticios se absorben como beta-monoglicéridos, el resto como glicerol y ácidos grasos libres.

La formación de las micelas ya se explico. La micela formada en el intestino se rompe al ponerse en contacto con las microvellosidades, absorbiéndose. En

¹⁸ WATTIAUX, Michel y GRUMMER, Ric R. Op. Cit. p. 1-2.

el interior de las células epiteliales del retículo endoplasmático ocurre la resíntesis de triglicéridos (en el caso de los rumiantes se da a partir del alfa-glicerolfosfato) y la formación de una estructura llamada quilomicrón, constituida por ésteres de colesterol (8%), fosfolípidos (7%), colesterol (2%) y lipoproteínas (2%), que rodean a los triglicéridos, haciendo así hidrosolubles para el transporte en la circulación.¹⁹

3.10.3.4. Hidrólisis y saturación de lípidos en el rumen

En el rumen, la mayoría de los lípidos son hidrolizados. El enlace entre el glicerol y los ácidos grasos se rompe dando origen a glicerol y tres ácidos grasos. El glicerol se fermenta rápidamente para formar ácidos grasos volátiles. Algunos ácidos grasos son utilizados por las bacterias para sintetizar los fosfolípidos necesarios para construir sus membranas de células.

Otra acción importante de los microbios del rumen es de hidrogenar los ácidos grasos no saturados. En este proceso, un ácido graso resulta saturado porque un enlace doble se reemplaza por dos átomos de hidrogeno. Por ejemplo la hidrogenación convierte el ácido oleico en ácido estearico.

Los ácidos grasos libres en el rumen tienden a ligarse a partículas de alimentos y microbios y propiciar más fermentaciones, especialmente de los carbohidratos fibrosos. La mayoría de los lípidos que salen del rumen son ácidos grasos saturados (85-90%) principalmente en la forma de ácidos palmítico y esteárico) ligados a partículas de alimentos y microbios y los fosfolípidos microbianos (10-15%).²⁰

3.10.3.5. Absorción intestinal de lípidos

Los fosfolípidos microbianos son digeridos en el intestino delgado y allí contribuyen a formar la masa total de ácidos grasos procesados y absorbidos a través de la pared del intestino.

¹⁹ WATTIAUX, Michel y GRUMMER, Ric R. Op. Cit. p. 63.

²⁰ Idem., p. 2-3.

La bilis, secretada por el hígado, junto con las secreciones pancreáticas (ricas en enzimas y bicarbonato) se mezclan con el contenido del intestino delgado. Estas secreciones son esenciales para preparar los lípidos para absorción, formando partículas mezclables con agua que pueden entrar las células intestinales. En las células intestinales una porción importante de ácidos grasos son ligados con glicerol (proveniente de la glucosa de la sangre) para formar triglicéridos.

Los triglicéridos, algunos ácidos grasos libres, 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 los vasos linfáticos y de allí pasan al canal torácico y así llegan a la sangre. En contraste a la mayoría de nutrientes absorbidos en el tracto gastrointestinal los lípidos absorbidos no van al hígado sino general. Así los lípidos absorbidos pueden ser utilizados por todos los tejidos del cuerpo sin ser procesados por el hígado.²¹

3.10.4. Minerales

Los elementos minerales necesarios se dividen en dos grupos, tomando en cuenta las cantidades relativas que de ellos se necesita en la dieta, y son macrominerales, microminerales.

Los macroelementos son: Ca, P, Na, Cl, K, Mg y S.

La distinción entre macrominerales y oligoelementos se basa en las cantidades relativas que se requieren en la dieta para que se lleven a cabo los procesos normales de la vida, se sabe que los siguientes microelementos son indispensables: B, Co, Cr, Cu, F, I, Fe, Mg, Mo, Se, Si y Zn.

Los oligoelementos funcionan como activadores de sistemas enzimáticos o como componentes de compuestos orgánicos y, como tales, se requiere de cantidades pequeñas.²²

²¹ WATTIAUX, Michel. y GRUMMER, Ric R. Op. Cit, p. 2-3.

²² CHURCH, D. Op. Cit. p. 179-182.

3.10.5. Agua

El agua es un nutriente muy importante, pero muchas veces olvidado. El agua constituye el 74% del peso de un ternero recién nacido y 59% de una vaca adulta. En sus etapas inmaduras de crecimiento la mayoría de las plantas contienen de 70 a 80% agua. Las semillas contienen de 8 a 10% agua. El agua es el medio en el cual ocurren las reacciones básicas que controlan la vida. Puede jugar varios papeles dentro del cuerpo:

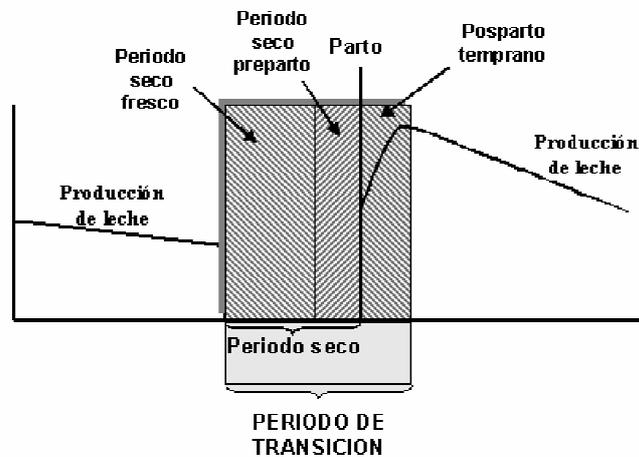
- 1. Transportar nutrientes;*
- 2. Regular la temperatura del cuerpo;*
- 3. Es un componente de muchas reacciones químicas;*
- 4. Mantener la forma de las células del cuerpo.*

Hay tres fuentes de agua para un animal: el agua asociada con los alimentos; el agua del bebedero; y el agua metabólica procedente de las reacciones biológicas dentro del cuerpo.²³

3.11. Periodo de transición

El periodo de transición, es considerado como aquel periodo que transcurre desde tres semanas antes del parto hasta tres o cuatro semanas después del parto, donde se produce modificaciones dramáticas en el estado endocrino de las vacas que las preparan para el parto y la lactogénesis.

²³ CHURCH, D. Op. Cit. p.182-185.



Fuente: Stalling, C. C. 1999.

GRÁFICO 2. El periodo de transición alrededor del parto.

Durante el periodo de transición el animal debe adaptarse a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas que le exigen el pasar de un estado de preñez y sin producir leche a un estado de no preñez o vacía y producir grandes cantidades de leche.

Así mismo en este periodo de transición tienen lugar una serie de cambios de adaptación del sistema digestivo y del metabolismo a una nueva situación productiva. El fracaso del proceso de adaptación genera alteraciones productivas y patológicas que se conocen como enfermedades del periparto, entre las que se incluyen la cetosis, el desplazamiento de abomaso, la retención de placenta, la mamitis, la reducción de la producción y los problemas reproductivos.

Es por ello que la vaca en transición continúa siendo hasta el presente, uno de los mayores retos para el manejo del ganado lechero.

Son muchos los factores que han contribuido al poco conocimiento que se tiene sobre este periodo. Históricamente los investigadores han evitado explorarlo cuando adelantan estudios nutricionales o de manejo y en lugar de ello se han enfocado en el periodo seco o en el periodo de la lactancia posterior al pico de producción. La razón de ello reside en que el periodo de transición plantea diferentes retos y dificultades para la investigación que tienen que ver con la rapidez con la que se suceden los cambios en la fisiología, el metabolismo y la anatomía del animal dentro de un periodo tan

corto como las seis semanas que van desde tres semanas antes hasta tres semanas después del parto.

Durante este periodo, el animal debe adaptarse a las nuevas condiciones metabólicas y fisiológicas que le exigen el pasar de estar en un estado de preñez y sin producir leche a estar vacía y produciendo grandes cantidades de leche. Las mediciones que se realizan durante este tiempo poseen un alto grado de variabilidad, reflejando diferencias entre vacas individuales en los procesos de adaptación a la lactancia. Es así como los coeficientes de variación para el consumo de materia seca durante la primer semana posparto está en el rango de 30 a 40%, mientras que para el consumo de materias seca después del pico de la lactancia estos son típicamente del 6 al 10%. Además la alta incidencia de disfunciones metabólicas y de enfermedades sanitarias durante este tiempo, estarían contribuyendo a la variación en el consumo de materia seca, la producción y composición de la leche, y la respuesta a los tratamientos.²⁴

Este tipo de alteraciones es más común en vacas de lactancia temprana consumiendo dietas con baja energía alta proteína, en las que las reservas corporales son movilizadas a una tasa exagerada y en las cuales la frecuencia de esteatosis es mayor además, el tipo de proteína y su digestibilidad pueden conducir a una excesiva producción de amoniaco y el subsecuente riesgo de intoxicación con éste. Los problemas de infertilidad en el sistema en estudio parecen estar estrechamente relacionados con las alteraciones metabólicas: esto puede ser así teniendo en cuenta que el hígado de un animal sometido a condiciones metabólicas adversas, como son la excesiva cantidad de NH_3 , la continua glucogénesis y la acelerada movilización y oxidación de lípidos, debe tener un riesgo alto de disfunción. Estos factores de riesgo se incrementan en la primera fase de lactancia y operan al máximo cerca del pico de producción; en este periodo se espera que la vaca realice la involución uterina y reinicie su actividad ovárica, lo que bajo estas condiciones puede ser difícil de lograr.²⁵

²⁴FERNÁNDEZ, Gilberto, “El Periodo de Transición en la Vaca Lechera”, Ponencia presentado Curso: Seminario Avanzado de Investigación Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Medicina Veterinaria, 2009.

²⁵GALVIS, Rubén y Correa, Héctor. “Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad glucogénica el eslabón perdido”, Maestría Universidad de Antioquia en bioquímica nutricional, Corporación Ciencias básicas biomédicas, Colombia-Medellín, 30 septiembre del 2001.

3.12. Balance energético negativo y alteraciones metabólicas.

La primera fase de la lactancia coincide con condiciones metabólicas adversas originadas en el déficit energético ocasionada por los bajos consumos de energía y la alta producción de leche.

Puesto que el BEN en la lactancia temprana se hace más marcada cuando las condiciones nutricionales son deficientes, con desequilibrio energéticos severos que provocan una exagerada movilización y oxidación lipídica, denotadas en la acelerada pérdida de la condición corporal en la lactancia temprana.

En esta fase de la lactancia normalmente se dan procesos catabólicos. Depende de la severidad del déficit energético, el catabolismo puede alcanzar magnitudes exageradas y, si a él se le suma los excesos de amoniaco, es probable que el fenómeno que son fisiológicos se convierta en patológicos. Este fenómeno puede ser el que suceda bajo las condiciones propias del sistema en estudio.

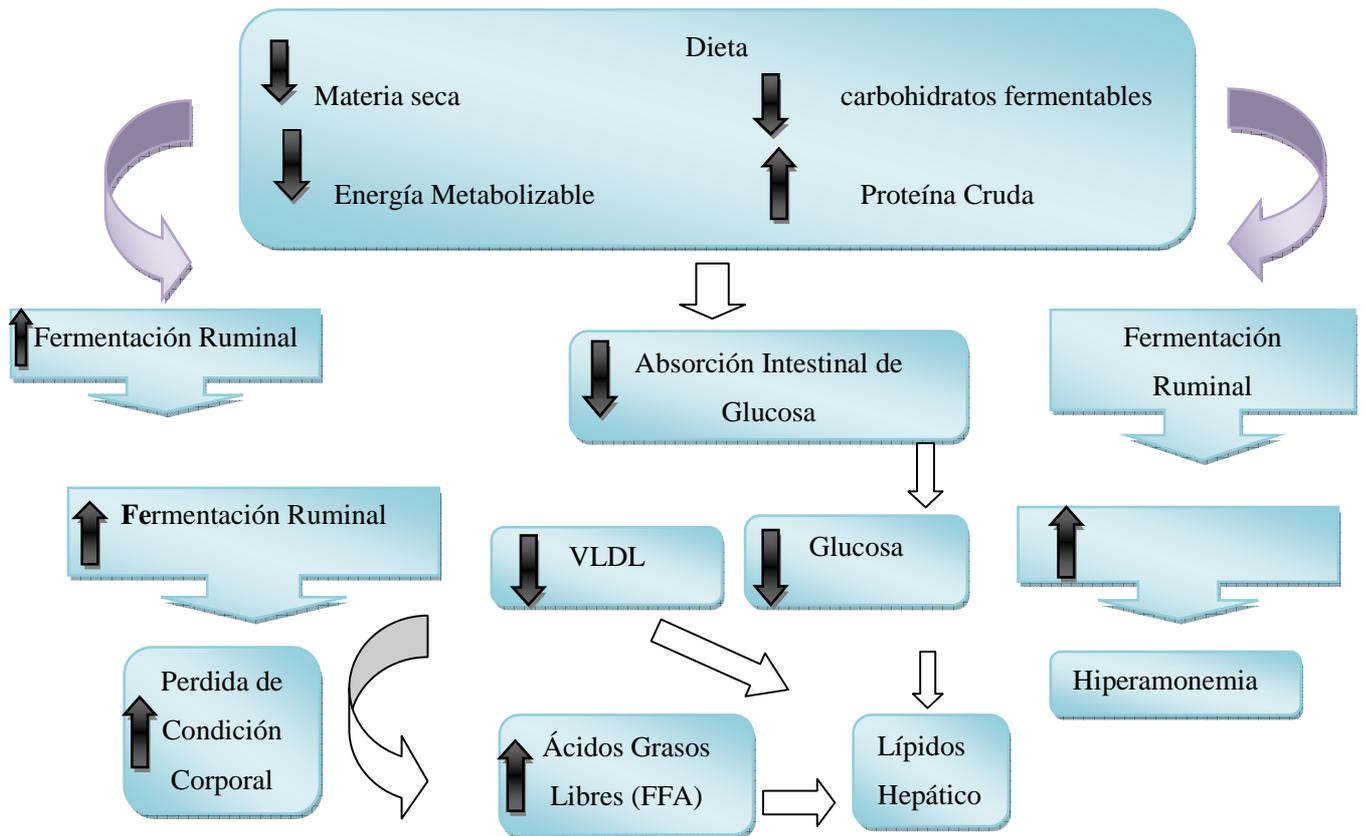
El balance energético negativo (BEN) provoca cambios en las concentraciones de glucosa y de las hormonas relacionadas con el metabolismo intermediario de la energía.

En las vacas en lactancia temprana estos fenómenos son fisiológicos; en vacas sanas se ha encontrado que los valores de glucosa, triglicéridos y lipoproteína y de muy baja densidad (VLDL) son más altos en el periodo seco que en la lactancia temprana (un mes posparto) y en la lactancia tardía (cuatro meses postparto). Los niveles de colesterol y de lipoproteínas de alta densidad (HDL) son más altos en lactancia tardía. Estos resultados sugieren que las vacas en lactancia temprana y tardía pueden ser susceptibles a esteatosis por los bajos niveles de VLDL y glucosa y evidencias la susceptibilidad de las vacas en lactancia temprana a la hipercetonemia, por presentar los más bajos niveles de insulina²⁶.

²⁶GALVIS, Rubén y Correa, Héctor. Op. Cit. p. 40-41.

3.13. Acelerada movilización y oxidación lipídica: su efecto sobre la fertilidad

La acelerada pérdida de condición corporal afecta el desempeño reproductivo debido a los efectos de la excesiva tasa de movilización de tejidos sobre la salud del útero y su motilidad, además está íntimamente relacionado con el balance energético negativo y sus efectos sobre la concentración de metabolitos que influyen el balance hormonal.²⁷



Fuente: GALVIS, Rubén y Correa, Héctor, 2002.

GRÁFICO 3. Sucesión de eventos de origen nutricional involucrados en el trastorno metabólico en vacas en lactancia temprana.

²⁷GALVIS, Rubén y Correa, Héctor. Op. Cit. p. 41-42.

3.14. Balance energético negativo: sus efectos sobre el balance hormonal y la función ovárica.

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

El desarrollo folicular está relacionado directamente con el estado energético de las vacas en el postparto.

La relación entre balance energético negativo (BEN) y función ovárica se cree debida en parte a la secreción del LH. Los centros cerebrales superiores donde se estimula la secreción de LH son sensibles a los niveles de hormonas secretadas en ovarios y también al balance energético. El balance energético negativo (BEN) ocasiona bajos niveles de progesterona, los cuales se asocian con baja fertilidad. Se cree que la baja producción de progesterona es debido a la alteración en la capacidad esteroidogénica del lúteo.

Al parecer, este efecto se debe a modificaciones en el patrón de secreción de las gonadotropinas (particularmente LH). Asimismo, se han descrito efectos directos, a nivel ovárico, que pueden modificar el crecimiento y desarrollo folicular, relacionados con hormonas metabólicas (insulina, leptina, IGF-I, GH). Adicionalmente, el estatus energético puede determinar la calidad y viabilidad del óvulo y la actividad esteroidogénica del cuerpo lúteo.²⁸

²⁸GALVIS, Rubén y Correa, Héctor. Op. Cit. p. 42-43.

3.15. Las grasas en la alimentación de rumiantes

Las grasas 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. 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:

- *Estructural (formando parte de las membranas celulares)*
- *Hormonales (algunas hormonas son de naturaleza lipídica: estradiol, progesterona, testosterona, entre otras)*
- *Inmunológicas. Asimismo, algunas vitaminas (A, D, E y K) son de naturaleza lipídica.²⁹*

3.15.1. Grasas by-pass

“Grasas sobre pasantes”, grasas inertes, by-pass, o grasas protegidas. Al respecto, Jenkins (2004) define las grasas inertes como aquellas que han sido diseñadas específicamente para tener muy poco, o ningún efecto negativo sobre la digestibilidad de los alimentos en rumiantes.

A menudo, las grasas sobre pasantes son sales de calcio carboxiladas (jabones cálcicos), ácidos grasos saturados o grasas hidrogenadas.

La utilización de los jabones cálcicos permite la incorporación de un mayor nivel de ácidos grasos insaturados en la dieta de rumiantes. Esto es particularmente importante en el caso de los ácidos grasos esenciales (ω -6 y ω -3), los cuales no solo aportan un efecto energético, sino que pueden tener efectos específicos sobre el metabolismo de tejidos y órganos.

²⁹ HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. Op. Cit. p. 5-6.

Generalmente el punto de fusión de las grasas by-pass, está por encima de 100 °C y la solubilidad se presenta a niveles de pH por debajo de 5,5. Estos valores de temperatura y de pH no se presentan normalmente en el rumen.

Sin embargo, a nivel del abomaso y primera porción del duodeno los niveles de pH son mucho menores. Esto permite la disociación de la sal carboxilada, dejando disponibles los ácidos grasos para su absorción. Con base en lo anterior, se puede concluir que la suplementación de rumiantes con grasas sobre pasantes genera un incremento en la disponibilidad de ácidos grasos insaturados a nivel intestinal, y por lo tanto, se puede incrementar la absorción de los mismos y su incorporación a los tejidos.³⁰

3.15.2. Respuestas productivas y reproductivas

Cuando se suplementa con grasa sobre pasante se puede incorporar mayor cantidad de ácidos grasos poli-insaturados (AGPI) en la dieta, lo que genera no solo un aporte energético, sino también, efectos no energéticos beneficiosos relacionados con el impacto que tienen estos AG sobre el metabolismo, la respuesta hormonal e inmunológica.

El efecto energético está relacionado con la mayor cantidad de energía que aportan los lípidos, lo que contribuye a disminuir el BEN durante el periodo postparto temprano, lo que se traduce en una mayor producción de hormona luteinizante (LH) y de hormona folículo estimulante (FSH) por la hipófisis, generando un mayor crecimiento y desarrollo folicular y favoreciendo la ovulación.

Los efectos no energéticos están asociados al tipo de AG presentes en la grasa suministrada, estos efectos tienen que ver con el incremento de los niveles de colesterol (particularmente la fracción HDL o “colesterol bueno”), efectos directos a nivel ovárico y uterino, incrementando los niveles de progesterona (P4) y modulando la producción de prostaglandinas (en particular PGF2 α), respectivamente. Además, se describen efectos directos sobre hormonas y factores de crecimiento involucrados con la actividad reproductiva y productiva (insulina, IGF-I, entre otros). La mayoría de estos efectos no energéticos se ven favorecidos cuando se utilizan AGPI ω -6 y/o ω -3. En la

³⁰ HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. Op. Cit. p. 8.

Figura 2 se muestran diversos mecanismos propuestos, no energéticos, que pueden generar este tipo de AG.³¹

El efecto energético de este tipo de grasa está asociado al balance energético del animal, particularmente en la vaca durante la lactancia temprana, disminuyendo los efectos deletéreos del BEN y mejorando la actividad reproductiva durante el postparto temprano. De esta manera, Staples et al. (1998) mencionan que en una revisión de 18 estudios hechos en vacas de leche suplementadas con grasa, 11 reportaron un incremento del desempeño reproductivo, bien sea porque se mejora la tasa de concepción al primer servicio o por incrementos en la tasa general de concepción o preñez.³²



Fuente: HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T.

GRÁFICO 4. Mecanismos de acción propuestos a través de los cuales la suplementación con ácidos grasos poli-insaturados puede afectar la función reproductiva (Adaptado de Staples et al., 1998).

³¹ HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. Op. Cit. p. 8-9.

³² Idem., p. 8-9.

Adicionalmente, al suplementar con grasa con altos niveles de AGPI se puede generar una respuesta favorable en cuanto a la producción de leche, composición de la misma y una mejora en el perfil de ácidos grasos que la componen, particularmente los niveles de ácido linoleico conjugado (ALC), al cual se le han descrito propiedades anticancerígenas, antidiabetogénicas, previniendo la formación de ateromas, potenciando la respuesta inmune y mejorando la mineralización ósea (Angulo et al., 2005). Así mismo, se puede incrementar los niveles de ácidos grasos esenciales (ω -6 y ω -3), lo que puede generar que la leche producida por vacas o cabras suplementadas con este tipo de grasa, pueda ser un alimento nutracéutico.³³

3.16. Concentración y composición de la grasa en leche

La grasa es el principal portador de energía de 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.

La grasa de la leche aparece en forma de minúsculas gotículas de grasa (0,1 - 15 μ m de un diámetro) del plasma. Las gotículas de grasa están envueltas por una membrana (8-10 nm de grosor). Está 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_4 y c_6), cadena media (c_8 , c_{10} y c_{12}) y cadena larga (c_{14} 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 valeriano. La hidrogenación microbiana de los ácidos grasos insaturados de las grasas alimentarias que hay en la panza es la responsable de la escasa proporción de ácido linoleico en la grasa de leche de los rumiantes.³⁴

³³ HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. Op. Cit. p. 9.

³⁴ GURLER, H y SCHWEIGERT, F, *Fisiología de la lactación*, 1^{ra} edición, Editorial ACRIBIA, S.A., España, 2002, p. 611.

3.16.1. Síntesis de la grasa en la leche

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 síntesis de los triglicéridos de la leche, la ubre debe disponer de los correspondientes ácidos grasos en forma de compuestos de acetil-CoA de glicerol en forma de glicerofosfato. La síntesis se produce por la vía del glicerofosfato. La esterificación de los ácidos grasos en triglicéridos corre a cargo de enzimas 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 C₄ y C₆ 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 de la glucólisis y vía la ruta de las pentosas fosfato en la ubre. Los ácidos grasos de los triglicéridos de la leche láctea producen de dos fuentes:

- *Síntesis de novo en la glándula mamaria, a partir del acetato y el β-hidroxibutirato.*
- *Lipoproteína de muy baja densidad (very low density lipoproteins, VLDL; en la vaca < 1,019 g/ml) así como quilomicrones del plasma sanguíneo.³⁵*

3.16.2. Síntesis de novo de los ácidos grasos

En los rumiantes todos los ácidos grasos con una longitud de cadena de hasta 14 átomos de C se sintetizan completamente en la ubre, y una parte del ácido palmítico, a partir de la vía del ácido malónico. Por lo contrario, en la mujer se elaboran muy pocas cantidades de ácidos grasos de cadena media. En los rumiantes que solamente absorben pequeñas cantidades de glucosa en el tracto intestinal y cuya actividad de la piruvatoquinasa y de la ATP-citrato-liasa del tejido mamario presenta actividad reducida, el acetato y el butirato proceden del metabolismo microbiano en los preestómagos, donde el butirato elaborado se transforma en β-hidroxibutirato durante su absorción. Una vez en la ubre volverá a ser transformada en butiril-CoA e incluido rectamente en los triglicéridos o, en caso necesario, igual que en los no rumiantes, se usará como cebador para la síntesis de ácidos grasos de cadena media y larga.

³⁵GURTLER, H y SCHWEIGERT, Op. Cit. p. 612.

El NADPH se puede elaborar mediante el ciclo de la transhidrogenación, la vía de las pentosas fosfato y la vía del isocitrato. Existen diferencias entre las diversas especies sobre el aprovechamiento de estas fuentes. El producto de síntesis predominante es el ácido palmítico, que se elabora tras combinarse siete veces con resto de acético mediante una tioesterasa. Unatioesterasa II puede acabar el proceso de síntesis cuando la cadena alcanza una longitud de ocho o diez átomos de C, desprendiendo el ácido graso. En los rumiantes es la sintasa de ácidos grasos la que libera acetyl-CoA que se puede utilizar para síntesis de triglicéridos sin otra activación.³⁶

3.16.3. Liberación de ácidos grasos de las lipoproteínas

La segunda fuente de ácidos grasos para la síntesis de triglicéridos para la elaboración de las grasas de la leche son los quilomicrones y lipoproteínas de muy baja densidad del plasma sanguíneo.

Cuando fluye por los capilares de la glándula mamaria, en la membrana de las células endoteliales se desprenden ácidos grasos a partir de las lipoproteínas por la acción de una lipoproteinalipasa, y después en su mayor parte se absorbe a través de la membrana basal lateral de las células epiteliales secretoras. Para activar la lipoproteinalipasa es necesario que se absorban apolipoproteínas CII de las partículas HDL.³⁷

3.16.4. Introducción de enlaces dobles

En los ácidos grasos obtenidos de la sangre o sintetizados en la ubre de los rumiantes puede introducirse enlaces dobles mediante una desaturasamicrosómica, elaborando ácido palmitoleico a partir del palmítico, y ácidos oleico a partir del esteárico. Esto hace que en la leche de los rumiantes haya una proporción relativamente elevada de ácido oleico si se compara con el linoleico.³⁸

³⁶ GURTLER, H y SCHWEIGERT, F. Op. Cit. p. 612-613.

³⁷ Idem., p. 613.

³⁸ Idem., p. 613-614.

3.16.5. 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 abombamiento esférico de la membrana plasmática, que acabará siendo expulsado hacia los alveolos. En su camino a través del citoplasma se absorben determinadamente 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 la vesículas secretoras del aparato de Golgi.³⁹

3.17. Influencia de la concentración y composición de la grasa de la leche.

La concentración y composición de la grasa de leche de vaca puede variar en función de la composición de la ración, la raza, el estadio de lactación, el número de lactaciones y la estación el año. Los factores de influencia más importantes de la ración alimentaria y el tipo de alimentación son la cantidad y el tipo de forraje, la proporción entre forraje y pienso, la composición de los hidratos de carbono, la proporción de lípidos, la cantidad de ración consumida y la frecuencia de comidas. En los rumiantes el patrón de ácidos grasos de las grasas alimentarias no tiene ninguna influencia sobre la proporción de ácidos grasos insaturados que hay en la grasa de la leche, puestos que estos ácidos se hidrolizan en el rumen:

La producción de leche con un contenido graso muy bajo no fisiológico, que se denomina síndrome de carencia de grasa de la leche, puede tener tres causas relacionadas con la ración.

- *La administración de una ración rica en energía y al a vez pobre en fibra.*
- *La administración de raciones con una proporción de forraje cuya estructura física ha sido alterada mediante molienda y granulado*
- *La adición de ácidos grasos insaturados a las raciones habituales.*

³⁹ GURTLER, H y SCHWEIGERT, F. Op. Cit. p. 613-614.

Las dos primeras causas provocan una producción demasiado escasa de acetato en los preestomagos, y por lo tanto una proporción acetato/propionato demasiado baja, o bien una absorción demasiado escasa de β - hidroxibutirato. También se discute como posible una disponibilidad insuficiente de ácidos grasos de cadena corta, provocada por la inhibición de la lipólisis del tejido graso derivada de una concentración elevada de propionato en sangre. Durante el curso de la lactación de la vaca el contenido de grasa de leche desciende. La raza también influye sobre la concentración de la grasa de la leche.⁴⁰

⁴⁰ GURLER, H y SCHWEIGERT, F. Op. Cit. p. 614.

4. UBICACIÓN

4.1. Ubicación Política Territorial

- País: Ecuador
- Provincia: Pichincha
- Cantón: Pedro Moncayo
- Parroquia: Tabacundo
- Comunidad: Luis Freire
- Lugar: Hacienda San Carlos

4.2. Ubicación Geográfica

- Longitud: 78° 11' 57.48'' N
- Latitud: 0° 02' 28,86'' O
- Altitud: 2838 msnm

4.3. Condiciones Agroecológicas

- Clima: Frío templado
- Temperatura: 15 °C
- Precipitaciones: 10,2 mm
- Viento: Norte, 7 Km/hora

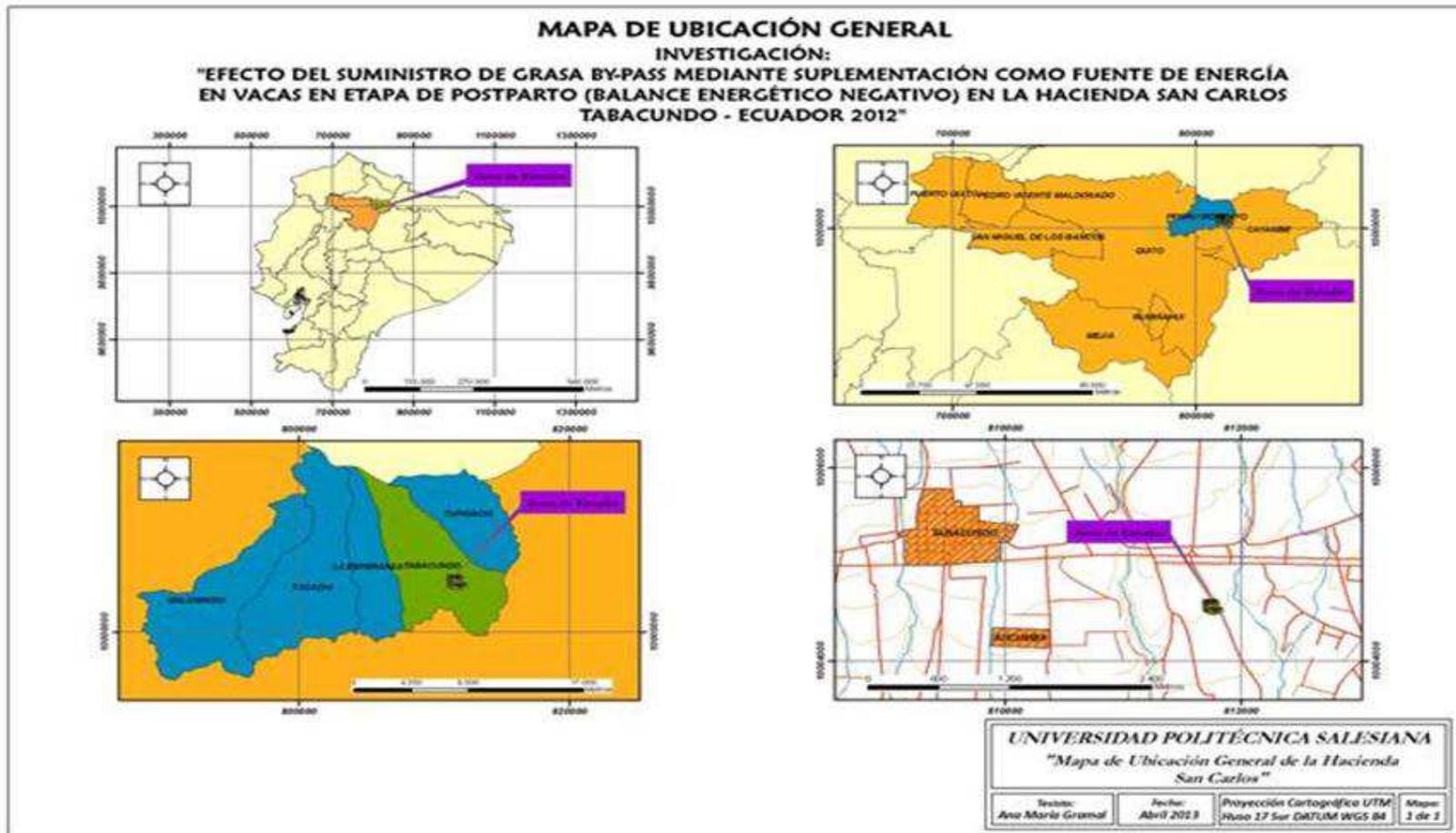


GRÁFICO 5. Ubicación general de la zona destinada a la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales

Material Experimental

- 12 sacos Grasa by-pass de 25 Kg.
- 20 vacas Holstein Friesian en etapa de postparto.

Materiales de Campo

- Cinta bovino métrica
- Balanza electrónica (bascula)
- Cinta de identificación de color verde
- Recipiente plástico
- Cooler
- Gel refrigerante
- Overol
- Botas de caucho
- Tabla de registro de muestras
- Frasco más conservante (bromopol)
- Guantes

Equipos y material de oficina

- Computadora
- Impresora
- Cámara digital
- Tablero de apunte
- Papel bon
- Esferos

5.2. Métodos

La investigación se realizó en la Hacienda San Carlos, ubicada en la provincia de Pichincha, Cantón Pedro Moncayo, sector Cananvalle.

Para la investigación se utilizaron 20 vacas Holstein, en postparto de diferente mérito genético para la producción de leche, que se alimentaban bajo un sistema de pastoreo rotacional con suplementación de concentrado.

Los animales escogidos estaban en un rango de edad de 3-8 años, con un peso promedio de 560 kg al parto, producción promedio de leche 17 litros/vaca/día

Las raciones de grasa by-pass para cada tratamiento fueron preparadas y pesadas para ser administradas conjuntamente con la ración de balanceado, cada tratamiento fue suministrado dos veces al día en los ordeños de la mañana y tarde.

De acuerdo al calendario de manejo reproductivo se realizó chequeos ginecológicos una vez al mes (por el Dr. Richard Mancheno), también se aplicaron vitaminas y antiparasitarios externos e internos.

5.2.1. Diseño Experimental

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco observaciones o repeticiones (vacas Holstein) con 4 tratamientos, y 5 repeticiones, total se utilizaron 20 unidades experimentales.

5.2.2. Tratamientos

CUADRO 1. Descripción de los tratamientos en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”

Tratamientos	
t1	Ración mejorada 100 g de grasa by- pass + 3 Kg balanceado
t2	Ración mejorada 300 g de grasa by- pass + 3 Kg balanceado
t3	Ración mejorada 500 g de grasa by- pass + 3 Kg balanceado
t4	Ración mejorada 0 g de grasa by- pass + 3 Kg balanceado

Fuente: La investigación

Elaborado por: La autora

5.2.3. Unidad Experimental y Parcela Neta

La unidad experimental para esta investigación fue 1 vaca de raza Holstein hembra en la etapa de post parto.

5.2.4. Variables en estudio

5.2.4.1. Dinámica de la producción de leche litro /vaca/día

La producción diaria de los animales en estudio, se tomaron en cada ordeño, dos veces al día usando el medidor volumétrico.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍAS 1 y 2. Control diario de producción de leche en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

5.2.4.2. Calidad composicional de leche (sólidos totales).

Para determinar la calidad composicional de la leche, contenido de grasa, proteína, lactosa y sólidos totales de las vacas suplementadas con grasa by-pass, se envió cada 15 días las muestras al laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana, durante el tiempo que duro la investigación.

La toma de las muestras de leche se realizó de acuerdo al protocolo del laboratorio, con código: PG/LCL/2009.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍAS 3 y 4. Toma de muestras para la calidad composición en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

5.2.4.3. Peso y condición corporal de los animales

Las vacas fueron pesadas cada 15 días con una cinta bovinométrica, esta actividad se lo realizó los días sábados, antes del suministro de alimento en el horario de 6 a 7 de la mañana, la variable se expresó en incremento de peso promedio y la condición corporal de las vacas se evaluó mediante inspección y palpación de los procesos transversos lumbares, de la observación y palpación de la fosa isquio-rectal e inserción de la cola, para que nos permita evaluar la ausencia o grado de cubierta de músculo y grasa existente entre la piel y el hueso; utilizándose la escala 1.0 (delgada) a 5.0 (obesa) con la tabla de niveles que son utilizadas a nivel mundial para ganado lechero.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍA 5. Control del peso en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍAS 6 y 7. Control y registro de peso en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

5.2.4.4. Número de días al primer servicio

Para medir esta variable, las vacas posparto fueron examinadas ginecológicamente por un profesional veterinario a los 45 días, los resultados del diagnóstico fueron registrados en una ficha de campo, también se utilizó los registros reproductivos para el cálculo del número de días al primer servicio (inseminación) luego del parto.

5.2.5. Prueba de Significancia

En la investigación establecida el diseño utilizado fue de bloques completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Donde el análisis funcional que se utilizó fue Tukey al 5%.

6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

6.1. Fase de campo

Se seleccionaron 20 vacas de dos o más partos en la etapa de postparto, clínicamente sanas, cada una de las cuales fue identificada con una cinta verde para facilitar el manejo.



Fuente: La investigación
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍA 8. Selección e identificación de vacas en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

Durante los primeros 15 días después del parto las vacas consumieron una dieta de mezcla forrajera en pastoreo más balanceado comercial, al finalizar este periodo, los animales fueron designados a los diferentes tratamientos. Las vacas ingresaron en forma diferida a sus respectivos tratamientos, a medida que se fueron produciendo los partos en la finca.

El periodo experimental de la investigación duró 6 meses y la aplicación de los tratamientos fue durante 90 días.

6.1.1. Composición de la ración alimenticia

DAN ENERGIN (Grasa By-Pass) y DAN FAT BAL 1040, es una Sal cálcica de ácidos grasos destilados de palma. Danfat Energin es una grasa by-pass ó protegida, utilizada para la alimentación animal; se conserva estable en el rumen y no altera la microflora ruminal. Debido a su perfil de ácidos grasos, el producto presenta una alta digestibilidad. Tiene una alta estabilidad a la oxidación.

La grasa by-pass fue administrada conjuntamente con balanceado comercial (PRONACA)

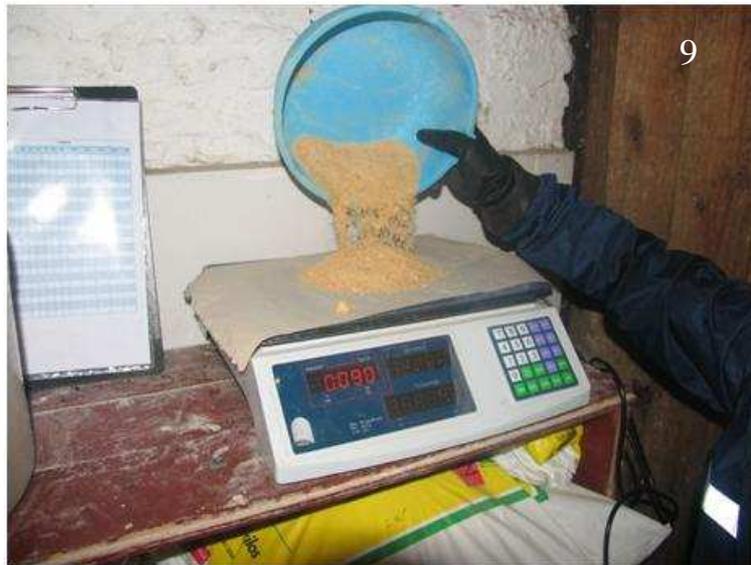
PARÁMETRO	UNIDADES	VALOR
Grasa Bruta	%	80 min.
Humedad	%	5 máx.
Calcio	%	12 min.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS (Valores típicos)	%
C12:0 – Láurico	2.2
C14:0 – Mirístico	1.3
C16:0 – Palmítico	41.7
C18:0 – Esteárico	4.6
C18:1 – Oleico	37.0
C18:2 – Linoleico	11.6
Otros	1.6

Fuente: DANEC S.A. Alimentos balanceados

6.1.2. Preparación de los tratamientos

Mediante una balanza electrónica se procedió a pesar en gramos la grasa by-pass a diferentes dosis de acuerdo a cada tratamiento, luego se administraba conjuntamente con el balanceado comercial en el momento del ordeño de las vacas en la mañana y la tarde.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍA 9. Preparación de los tratamientos, grasa by-pass en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de post parto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

6.1.3. Chequeo ginecológico

Utilizando los registros reproductivos de la finca se procedió a designar a los animales que estaban en el periodo de posparto para realizar el chequeo ginecológico, el médico veterinario utilizando un equipo de ecosonografía diagnostico si el animal estaba ciclando normalmente o si presentaba alguna alteración patológica.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍAS 10 y 11. Chequeo ginecológico de los animales en estudio, en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

6.1.4. Toma de la muestra de leche

Las muestras de leche fueron recolectadas de acuerdo al protocolo del laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana con código: PG/LCL/2009.



Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍA 12. Toma de la muestra de leche, en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

6.1.4.1. Código: PG/LCL/2009.

- Identificar el frasco con la tapa blanca, colocar la etiqueta del código de identificación de la muestra en la parte lateral.
- Colocar la muestra en el frasco de 40 ml. (previa homogenización del bidón o recipiente del que toma la muestra de leche)

- Inmediatamente después de transferida al frasco la leche debe ser homogenizada para disolver la pastilla de bromopol.
- La homogenización debe ser hecha volteando el frasco delicadamente por varias veces. Esta operación debe ser repetida después de algunos minutos para garantizar la disolución de la pastilla.
- Nota 1: No llenar completamente el frasco pues dificulta la disolución de la pastilla y su homogenización.

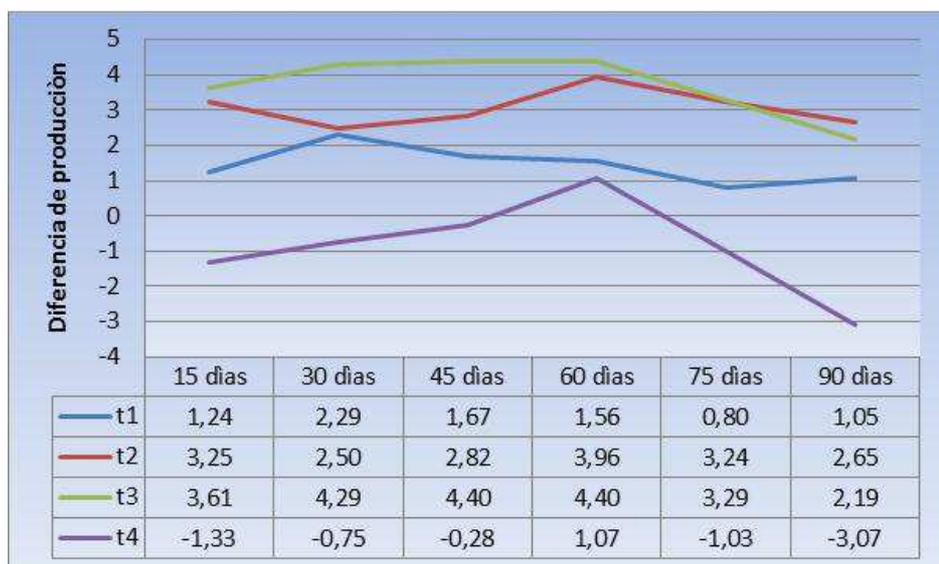


Fuente: La investigación.
Elaborado por: La Autora

FOTOGRAFÍA 13. Entrega de muestras de leche en laboratorio de Calidad de Leche de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación, “Efecto del suministro de Grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Incremento en la producción de leche



Fuente: La investigación

Elaborado por: La Autora

GRÁFICO 6. Producción de leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

En el gráfico 6, muestra la producción de leche promedio litros/ vaca/ día después de la aplicación de la grasa by-pass, en esta variable no se obtuvo diferencia estadística significativa entre los tratamientos, pero aritméticamente se encontró que el T3 mantuvo un incremento promedio de 3,69 litros/vaca/día en la producción, en el T4 que fue el testigo no existió ningún incremento más bien fue negativo. Las producciones en el inicio de lactancia fueron de 28 litros/vaca/día a los 45 días, 28-30 litros y a los 90 días disminuyen a un promedio de 25 litros.

En la investigación se observa que el T3 (500 g de grasa by-pass +3 Kg balanceado comercial) mantuvo la producción de leche (28,39 litros/vaca/día) sin disminuir hasta

los 90 días, el T2 (300 g de grasa by-pass +3 Kg balanceado comercial) mantiene su producción solo hasta los 60 días (29,71 L/vaca/día).(Ver anexos 10 y 18).

Al respecto, Hernández, 2010 señala: El tiempo que se mantendrá dicha suplementación durante el postparto, varía según las condiciones de la explotación, la dieta basal, el nivel de producción, tipo de animal, etc., pero en general se recomienda mantenerla durante 90 días luego del parto, período durante el cual los requerimientos de las vacas son más elevados, debido a que alcanzan el punto máximo de producción de leche.⁴¹

Según el historial de producción de la finca (17 litros/vaca/día), los promedios de producción de leche tienden a bajar en la etapa de balance energético negativo, de acuerdo a los cálculos de la energía que aportaron en alimentación de los animales que entraron en la investigación se tiene un aporte negativo, es decir que para la producción promedio de la finca falta cubrir los requerimientos energéticos. (Ver anexo 19)

Este período dura más o menos hasta el día 80 de lactancia. El consumo aumenta en 50-65% después del parto y alcanza su máximo entre 8 y 12 semanas mientras que la producción llega a su máximo entre las 5 y 6 semanas. Es decir que durante las primeras 6 a 12 semanas de su lactancia la vaca se encuentra en un balance nutricional negativo el cual compensa tomando de las reservas corporales que acumula hacia el final de la lactancia y durante el periodo seco. En las primeras 12 semanas de lactancia una vaca de 540-600 kg puede movilizar para la síntesis de leche entre 1,5 y 2,0 kg/día de grasa y en total entre 55 y 70 kg así como unos 20 kg de proteína (Hernández, 2010).

⁴¹ HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. Op. Cit. p.10-11.

7.2. Calidad composicional de la leche

7.2.1. Grasa en leche

CUADRO 2. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche cruda respecto a grasa en el estudio del, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto(BEN) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”

Calidad composicional grasa																							
Trat	15 días				30 días				45 días			60 días				75 días				90 días			
	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango
Trat	Ns	T4	3,50	A	Ns	T3	3,87	A	Ns	T4	3,70	*	T3	3,84	A	Ns	T1	4,25	A	Ns	T3	3,88	A
C.v.	24,36	T3	3,46	A	22,62	T4	3,50	A	14,83	T2	3,66	18,73	T2	3,76	A	19,96	T4	4,16	A	13,15	T2	3,54	A
		T2	3,20	A		T2	3,20	A		T1	3,36		A b	T2	4,15		A	T4	3,45		A		
		T1	2,93	A		T1	3,06	A		T3	3,30		B	T3	4,09		A	T1	3,11		A		

Fuente: La investigación

Elaborado por: La autora

(ns) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5%).

(*) Existen diferencias significativas entre las medidas de los tratamientos (F tabulado al 5% < F calculado < F tabulado al 1%).

(**) Existen diferencias altamente significativas entre las medidas de los tratamientos significativas (F calculado > F tabulado al 1%)

Promedios con letras iguales no se diferencian entre sí, según Tukey (p>0,05)

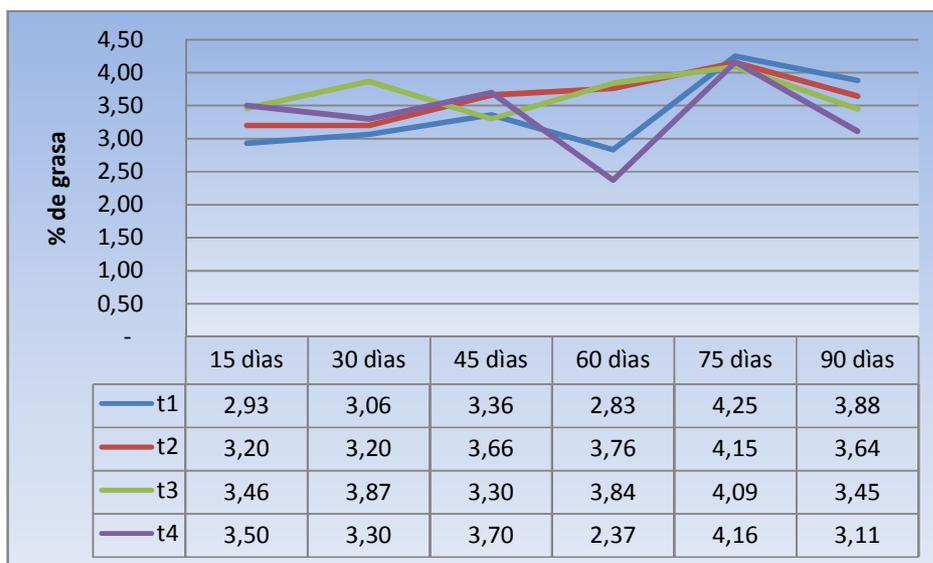
En el análisis de varianza, cuadro 2, se encuentra una diferencia significativa para los tratamientos y sus respectivas comparaciones.

La prueba de Tukey al 5% para tratamientos, (ver Cuadro 2), identifica dos rangos de significancia, ubicándose en el primer rango el T3 con (500 g de grasa by-pass +3 Kg balanceado comercial) obtuvo la mejor respuesta 3,84% de grasa en leche cruda en el segundo rango se encuentra el T2 con (300 g de grasa by-pass +3 Kg balanceado comercial) 3,76% de grasa en leche cruda, indicando que la cantidad de energía suministrada que aporta la grasa by-pass mantiene o puede aumentar el porcentaje de grasa en leche, a partir de los 60 días podemos observar los efectos en la mejora de la calidad composicional de la leche (ver anexo 11).

Según los resultados de la investigación en la calidad composicional con respecto a la grasa, se obtuvo mejores características de grasa en el tratamiento 3 con la aplicación de 500 g de grasa by-pass, esto indica a mayor cantidad en miligramos aportados en la dieta existe un incremento en la energía de mantenimiento y producción, mejorando los niveles de grasa en leche.

“Se estima que la síntesis de grasa en rumiantes, cerca de la mitad de los ácidos grasos de la GB son tomados directamente del plasma sanguíneo y la otra mitad sintetizados por la glándula mamaria”⁴²

⁴² GERACI, José, “*Nutrición de la vaca lechera*”, Modulo de nutrición de las vacas lecheras, 2004. p. 23-25.



Fuente: La investigación
Elaborado por: La Autora

GRÁFICO 7. Calidad composicional grasa en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”

En el cuadro 2, se observa que de los 15 a 45 días posparto, el porcentaje de grasa permanece estable, durante el periodo crítico (BEN) en todos los tratamientos, manteniendo un incremento en grasa los tratamientos T3 y T2 de los 60 a los 75 días, indicando también que a los 75 días la grasa en leche se estabiliza, estos porcentajes pueden variar por varios factores, como el tipo de pasto, días de lactancia, periodo reproductivo.

Según (GERACI, 2004), la incorporación de un suplemento de alta densidad energética puede mejorar significativamente los rendimientos de grasa y proteína láctea.⁴³

⁴³ GERACI, José. Op. Cit. p. 26.

7.2.2. Proteína en leche

CUADRO 3. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche respecto a proteína en el estudio de, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

CALIDAD COMPOSICIONAL PROTEÍNA																								
	15 DÍAS				30 DÍAS				45 DÍAS			60 DÍAS				75 DÍAS				90 DÍAS				
	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Sig	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	
TRAT	NS	t4	3,01	A	NS	t 4	3,30	A	NS	t1	2,89	*	t3	3,25	A	NS	t3	3,33	A	NS	t3	3,18	A	
C.V.%	7,75	t3	3,03	A	7,95	t 1	2,94	A	11,54	t4	2,91	6,63	t2	2,90	A B	7,54	t1	3,16	A	8	t1	3,98	A	
		t1	2,89	A		t 3	3,26	A		t3	3,13		A B	t2	3,10		A	t2	3,08		A			
		t2	2,97	A		t 2	3,04	A		t2	3,19			t 4	2,81		B	t4	3,17		A	t4	2,99	A

Fuente: La investigación

Elaborado por: La autora

(ns) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos (F calculado < F Tabulado al 5%).

(*) Existen diferencias significativas entre las medidas de los tratamientos (F tabulado al 5% < F calculado < F tabulado al 1%).

(**) Existen diferencias altamente significativas entre las medidas de los tratamientos significativas (F calculado > F tabulado al 1%)

Promedios con letras iguales no se diferencian entre sí, según Tukey (p>0,05)



Fuente: La investigación
 Elaborado por: La Autora

GRÁFICO 8. Calidad composicional proteína en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

Según TUKEY al 5%, para tratamientos, (cuadro 3) existe significancia donde el T3 con 3,25% de proteína a los 60 días es el mejor, en el gráfico 8, se observa que el T3 (500 g de grasa by-pass + 3 Kg de balanceado comercial) es el que permite mantener un mejor porcentaje de proteína durante el balance energético negativo, incrementando el porcentaje hasta los 75 días con un promedio de 3,20%, mientras que el tratamiento T2 (300 g de grasa by-pass + 3 Kg de balanceado comercial) presenta menor promedio de proteína con 2,97% (ver anexo 12). Es importante recalcar que el porcentaje de proteína se mantuvo constante durante el periodo de BEN.

Según Gurtler H. 2002, al igual que la grasa de la leche de la vaca, la concentración de la proteína de la vaca se modifica en función del estadio de la lactación la raza y la dieta. Al comienzo de la lactancia es rica en lactoglobulinas. Cuando se transforma en elche completa, en la vaca la concentración de proteína desciende rápidamente al principio y después más lentamente hasta alcanzar una concentración mínima en la 5ta y 10ª semana

*post-parto. A continuación la concentración vuelve a subir, con mayor intensidad al final de lactación. Por otra parte también existen diferencias de concentración de proteína de la leche dependiendo de la raza. De entre todos los factores de la dieta el que más influye sobre la concentración de proteína en la leche es la energía; cuando el aporte energético es insuficiente la concentración proteica disminuye.*⁴⁴

⁴⁴ GURTLER, H y SCHWEIGERT, F, *Fisiología de la lactación*, 1^{ra} edición, Editorial ACRIBIA, S.A., España, 2002, p. 611.

7.2.3. Sólidos totales en leche

CUADRO 4. ADEVA y TUKEY al 5% para Calidad composicional de la leche respecto a sólidos totales en el estudio, “Efecto del suministro de grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de posparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

SÓLIDOS TOTALES EN LECHE																							
	15 DÍAS				30 DÍAS				45 DÍAS			60 DÍAS				75 DÍAS				90 DÍAS			
	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango	Sign	Trat	Prom	Rango
TRAT	NS	t3	11,33	A	NS	t3	11,33	A	NS	t3	12,14	NS	t3	12,04	A	*	t3	12,37	A	NS	t2	12,63	A
C.V. %	7,03	t2	10,51	A	6,04	t2	10,51	A	4,62	t2	11,96	6,12	t2	12,05	A	5,84	t2	11,75	AB	9,42	t3	12,58	A
		t1	10,49	A		t4	10,30	A		t4	11,67		t1	11,86	A		t1	11,95	AB		t1	12,58	A
		t4	10,30	A		t1	10,99	A		t1	11,44		t4	11,57	A		t4	10,89	B		t4	11,88	A

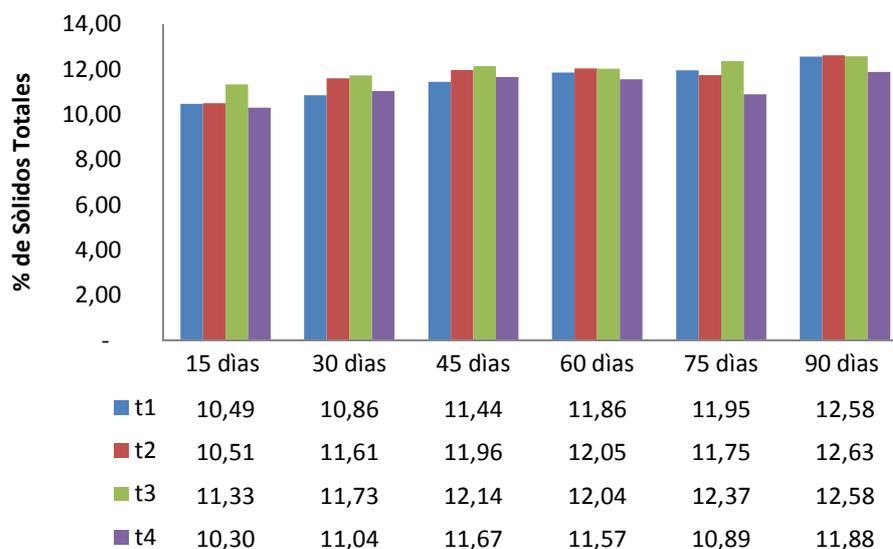
Fuente: La investigación
Elaborado por: La autora

(ns) No existe diferencia significativa entre las medias de los tratamientos ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{Tabulado}}$ al 5%).

(*) Existen diferencias significativas entre las medidas de los tratamientos (F_{tabulado} al 5% $< F_{\text{calculado}} < F_{\text{tabulado}}$ al 1%).

(**) Existen diferencias altamente significativas entre las medidas de los tratamientos significativas $F_{\text{calculado}} > F_{\text{tabulado}}$ al 1%)

Promedios con letras iguales no se diferencian entre sí, según Tukey ($p > 0,05$)



Fuente: La investigación
Elaborado por: La Autora

GRÁFICO 9. Calidad composicional sólidos totales en leche en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

El gráfico 9, muestra que durante BEN existe un bajo porcentaje de sólidos totales con un promedio de 10,99% en la leche hasta los 30 días post-parto, luego va incrementándose hasta los 90 días que se estabiliza. Presentando un mejor promedio de sólidos el T3 (500 g de grasa by-pass + balanceado comercial) con un promedio de 11,92% de sólidos totales y el menor porcentaje encontramos en el tratamiento T4 con un promedio de 11,1% (ver anexos 13 y 14).

Según los resultados obtenidos en esta variable se observa un mejor comportamiento en los sólidos totales en leche a mayor cantidad en gramos, así (500 g T3 y 300 g T2) de grasa by-pass se obtuvo un incremento en los sólidos totales, estabilizándose a partir de los 60 días post- parto (ver anexos 13 y 14).

“Existen gran cantidad de factores que determinan la concentración de cada uno de los componentes de los sólidos totales de la leche pudiendo ser manipulados muchos de ellos”⁴⁵

*Algunos de estos factores son: genética estado de lactancia, número de partos, tipo de alimentación, edad, salud de la ubre condiciones climáticas estación del año y, factores nutricionales adicionados con cambios en la disponibilidad y calidad de la pradera a través del año cuyos efectos individuales son difíciles de precisar, ya que muchas veces existe un efecto asociativo difícil de separar.*⁴⁶

⁴⁵ LATRILLE, L. 1993. *El valor nutritivo de la leche y factores que afectan su composición*. In: LATRILLE, L. (ed). Producción Animal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, p. 27-56.

⁴⁶ PALMQUIST, D. y BEAULIEU, D. 1993. Feed and Animal: *Factors influencing milk fat composition*. Symposium: Milk fat synthesis and modification. Journal Dairy, Science. 76: 1753-1771.

7.2.4. Peso de los animales postparto.

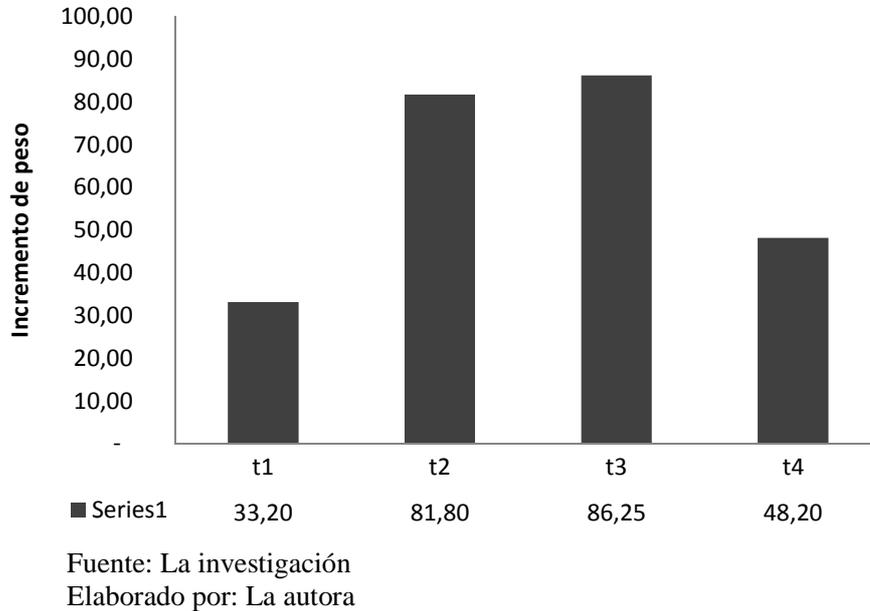
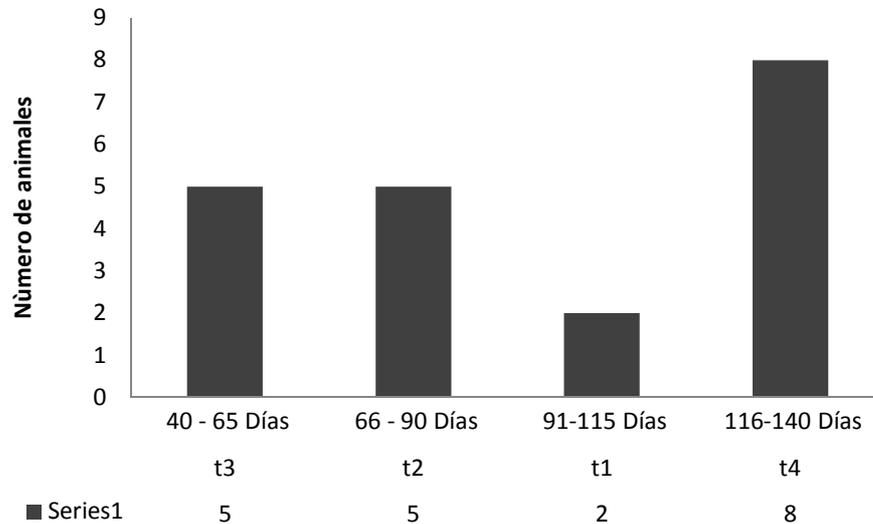


GRÁFICO 10. Incremento de peso en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

En el gráfico 10, observamos incrementos promedio para peso, al suministrar la energía by-pass aportada en su mantenimiento, el incremento por diferencia los pesos en los animales evaluados se obtuvo el mejor resultado en el tratamiento T3 (500 g grasa by-pass + balanceado comercial) con un incremento de peso de 86, 25 kg, y el T2 (300 g de grasa by-pass + balanceado comercial) con incremento de 81,80 kg, el tratamiento que menos peso presentó fue el T1 con 33,20 kg.

En el análisis de esta variable la aplicación de la grasa by-pass fue positiva ya que influyó en el aporte de energía para mantenimiento y condición corporal de los animales sobre todo los que conformaron los grupos del T3 y T2, concluyendo que el aporte de grasa en el periodo de post-parto (BEN) evita la pérdida de peso en esta etapa crítica en vacas de alta producción.

7.2.5. Número de días a primer servicio



Fuente: La investigación
Elaborado por: La autora

GRÁFICO 11. Número de días a primer servicio en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by- pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012”.

Según referencias de registros y datos estadísticos de la hacienda San Carlos del año 2012, los días abiertos son muy largos, es decir que el 50% de los animales de la finca tienen >de 120 días, presentando problemas reproductivos, esto puede deberse a muchos factores como son: sanitarios, manejo y sobre todo nutricionales (Ver anexo 16)

Al evaluar el efecto de la grasa by- pass sobre el parámetro reproductivo de los animales, se pudo apreciar que el aporte de energía ayudó a reducir los días abiertos en los animales en estudio.

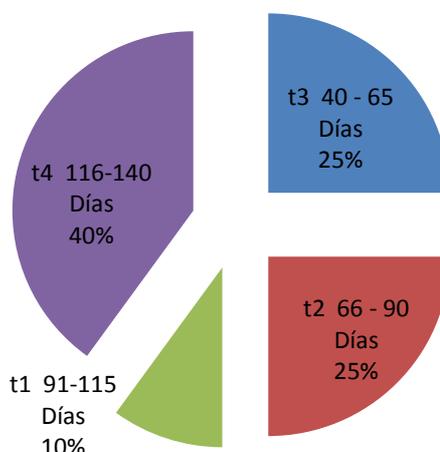
Según (Gallo, 2009), tanto en ganado lechero como en el de doble propósito y de cría, las investigaciones realizadas con relación al efecto de las grasas sobrepasantes sobre la eficiencia reproductiva han tenido dos enfoques: uno hacia el efecto general en la fisiología y en los parámetros reproductivos y otro hacia la diferenciación de los efectos de acuerdo con el tipo de ácido graso utilizado en la suplementación.

En términos generales, la investigación relaciona los beneficios del suministro de grasa en la reproducción con efecto tanto de carácter calórico, como no calórico. El primero ha sido asociado con el influjo que puede ejercer las grasas sobre el balance energético del animal y, por tanto sobre la producción de niveles adecuados de HL y FSH en la hipófisis estimulando la ovulación.

El problema de la deficiencia energética sobre los parámetros reproductivos ocurre en la etapa inicial de la lactación. Se establece que el balance energético durante los primeros 20 días posparto, es importante para determinar el momento en que se regresa a la actividad ovárica posparto.⁴⁷

⁴⁷GALLO, J.A. *Manejo alimenticio de la vaca en transición*. 2009.
En:http://www.nutribasicos.com.ve/documentos/Documentos_8.pdf

7.2.6. Porcentaje de días abiertos



Fuente: La investigación
Elaborado por: La autora

GRÁFICO 12. Número de días abiertos en la investigación, “Efecto del suministro de grasa by-pass mediante suplementación como fuente de energía en vacas en etapa de postparto (balance energético negativo) en la Hacienda San Carlos Tabacundo – Ecuador 2012.”

En el gráfico 12, se puede observar que existen de 40-65 días abiertos, esto representa el 25% que corresponde al T3 (500 g de grasa by-pass + balanceado comercial) y de 66 a 90 días abiertos que representa el 25%, que corresponde al T2 (300 g de grasa by-pass + balanceado comercial) estos dos grupos mencionados anteriormente se encuentran entre los parámetro reproductivos DA, es decir son normales para nuestro país, logrando reducir los días abiertos al 50% en las vacas estudiadas, permitiendo realizar el primer servicio postparto más pronto, incrementando la tasa de preñez y reduciendo los servicios por concepción.

La suplementación con grasa sobrepasante con altos niveles de AGPI ($\omega - 3$ y $\omega - 6$), debería iniciarse con suficiente antelación al parto, para favorecer las reservas energéticas del animal (condición corporal) y mantenerse durante el postparto temprano, de manera de disminuir los efectos negativos que tiene el BEN sobre la producción y reproducción en los rumiantes, recomiendan que la suplementación con este tipo de grasa, debería iniciarse entre 21 a 40 días previos al parto, en dosis que van entre 100 y 400 g/vaca/día, según se suplemente vacas en sistemas de cría o de doble propósito y lechería especializada, respectivamente.⁴⁸

⁴⁸ DÍAZ, T. Aspectos de la Fisiología Reproductiva de la Hembra Brahman. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, p. 93.

8. CONCLUSIONES

Si bien la producción de leche promedio litros/ vaca/ día después de la aplicación de la grasa by-pass no obtuvo estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos, aritméticamente se encontró que el T3 mantuvo un incremento promedio de 3,69 litros/vaca/día en la producción, en el T4 que fue el testigo no existió ningún incremento más bien fue negativo. Las producciones en el inicio de lactancia fueron de 28 litros/vaca/día a los 45 días, 28-30 litros a los 90 días disminuyen a un promedio de 25 litros (ver anexo 10).

Los resultados obtenidos con respecto a la calidad composicional de la leche en lo que se refiere a la grasa, se obtuvo las mejores características en el T3 con 500 g de grasa by-pass + balanceado comercial con la mejor respuesta de 3,84% de grasa en leche cruda y en segundo rango se encuentra T2 con 3,76% de grasa en leche, mejorando los niveles de grasa a los 60 días.

Los resultados obtenidos en la variable calidad composicional en proteína, muestran que, el T3 (500 g de grasa by-pass + 3 Kg de balanceado comercial) obtuvo un mejor perfil de porcentaje de proteína durante el balance energético negativo, incrementando este porcentaje hasta los 75 días con un promedio de 3,20%, mientras que el tratamiento T4 (300 g de grasa by-pass + 3 kg de balanceado comercial) presenta menor promedio de proteína con 2,97%. Es importante recalcar que el porcentaje de proteína se mantuvo constante durante el periodo de BEN.

El cuanto al comportamiento de la grasa by-pass en los sólidos totales en leche, se concluye que, a mayor cantidad en gramos (300 g T2 y 500 g T4 de grasa by-pass) se obtuvo un incremento en los sólidos totales, estabilizándose a partir de los 60 días post-parto. Con un mejor promedio de sólidos totales (11,92%) el tratamiento T3 con (500 g de grasa by-pass + balanceado comercial) fue el mejor y el de menor porcentaje encontramos en el tratamiento T4 con un promedio de 11,1%.

El suministro grasa by-pass fue positiva en la variable peso de los animales, ya que influyó en el aporte de energía para mantenimiento y condición corporal sobre todo los que conformaron los grupos del T3 y T2, concluyendo que el aporte de grasa en el periodo de post-parto (BEN) evita la pérdida de peso en esta etapa crítica en vacas de alta producción. Observándose el mejor resultado en el tratamiento T3 (500 g grasa by-pass + balanceado comercial) con un incremento de peso de 86,25 kg, y el T2 (300 de grasa by-pass + balanceado comercial) con incremento de 81,80 kg, el tratamiento que menos peso presentó fue el T1 con 33,20 kg.

Al evaluar el efecto de la grasa by-pass sobre el parámetro reproductivo de los animales, se pudo apreciar que el aporte de energía ayudó a reducir los días abiertos en los animales en estudio, así el grupo de animales del T3 (500 g de grasa by-pass) presentaron celo entre los 45-60 días post-parto y representan el 25% de los animales evaluados, en el T2 (300 g de grasa by-pass) presentaron celo entre los 66 a 90 días post-parto. Estos dos grupos se encuentran dentro de los parámetros reproductivos para días abiertos que son normales para nuestro país, logrando reducir los días abiertos al 50% en las vacas estudiadas, permitiendo realizar el primer servicio postparto más pronto, incrementando la tasa de preñez y reduciendo los servicios por concepción.

(Díaz 2009) encontraron que aquellas vacas con un estatus energético más bajo al inicio de la lactación, presentaban el mayor número de días a primer estro, la primera ovulación y el mayor número de días abiertos.

Estima que el tiempo requerido para que una vaca ovule por primera vez después del parto, se atrasa en promedio 2.75 días por cada Mcal de de balance energético negativo que se produzca durante los 20 primeros días de lactación.⁴⁹

Se concluye finalmente que la grasa by-pass en dosis de aplicación de 500 g y 300 g de adición en el sobrealimento de las vacas post-parto, aportan en la mejora de la energía de mantenimiento, producción y reproducción, superando el desequilibrio energético que se presenta en vacas lecheras luego del parto.

⁴⁹DÍAZ, T. Op. Cit. p. 94.

9. RECOMENDACIONES

Luego de la investigación se recomienda la utilización de grasa by-pass en dosis de 500 g y 300 g en vacas post- parto para mejorar parámetros productivos y reproductivos ya que con estos valores se encontró mejores resultados.

Se recomienda adicionar a la alimentación la grasa by-pass, en vacas de alta producción en un promedio de 20 a 30 litros/vaca/día, cuando después de dar una buena disponibilidad de concentrado y forraje no cubre su requerimiento, se debe utilizar productos de poco volumen y alta energía como las grasas by-pass.

Se recomienda la utilización de grasas by-pass en el primer tercio de lactancia (hasta 120 días post parto), para mantener o aumentar la producción de leche, ya la ingesta de grasas sobre pasantes está relacionada con una mejor utilización de la energía en lugar de un aumento de la ingestión energética.

Nuestros sistemas de producción son netamente pastoriles, muchas veces con deficiencias de nutrientes ya sean por cuestiones climáticas o de manejo, por lo que, recomendamos complementar con insumos como la grasa by-pass para poder equilibrar las deficiencias de nutrientes en el periodo de transición o balance energético negativo.

Se recomienda realizar el monitoreo de la investigación durante más tiempo en cada una de sus etapas de lactancia.

10. RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Hacienda San Carlos, Provincia Pichincha, Cantón Pedro Moncayo a 2838 msnm, Sector Cananvalle, donde los objetivos del estudio fue evaluar el rendimiento productivo y reproductivo con suministro de grasa by-pass como suplemento energético para vacas en la etapa de postparto a fin de compensar el balance energético negativo en la alimentación de vacas Holstein.

Para la investigación se utilizaron 20 vacas Holstein, en post parto de diferente mérito genético para la producción de leche, que se alimentaban bajo un sistema de pastoreo rotacional con suplementación de concentrado.

Los animales escogidos estaban entre los rangos de edad de 3-8 años, con un peso promedio de 560 kg al parto, producción promedio de leche 17/litros/vaca/día.

Las raciones para cada tratamiento fueron preparadas y pesadas para ser administradas conjuntamente con la ración de balanceado, cada tratamiento fue suministrado dos veces al día en los ordeños de la mañana y tarde.

En la presente investigación se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con cinco observaciones o repeticiones (vacas Holstein) por tratamiento, se utilizaron los siguientes tratamientos: T1 (100 g de grasa by-pass), T2 (300 g), T3 (500 g) y T4 (0 g), todos los tratamientos fueron incluidos con 3 Kg de balanceado comercial.

La unidad experimental para esta investigación fue 1 vaca de raza Holstein hembra en la etapa de postparto, con 4 tratamientos y 5 repeticiones, total se utilizaron 20 unidades experimentales.

Las variables de estudio fueron: Dinámica de la producción de leche litro /vaca/ día en etapa postparto, Calidad composicional de la leche, Peso y condición corporal de los animales postparto, Número de días al primer servicio.

En base a los resultados estadísticos obtenidos se puede concluir que, la producción de leche promedio litros/ vaca/ día después de la aplicación de la grasa by-pass no presentó estadísticamente diferencia significativa entre los tratamientos, pero aritméticamente se encontró que el T3 mantuvo un incremento promedio de 3,69 litros/vaca/día en la producción, en el T4 que fue el testigo no existió ningún incremento más bien fue negativo.

Los resultados obtenidos con respecto a la calidad composicional de la leche en lo que se refiere a la grasa, se obtuvo las mejores características con el tratamiento T3 (500 g de grasa by-pass + balanceado comercial) con la mejor respuesta de 3,84% de grasa en leche cruda. Los resultados obtenidos en la variable calidad composicional en proteína, se observa que, el T3 presentó el mejor porcentaje de proteína durante el balance energético negativo, incrementando hasta los 75 días con un promedio de 3,20%. En cuanto al comportamiento de la grasa by-pass en los sólidos totales en leche, se concluye que, a mayor cantidad en gramos con 300 g (T2) y 500 g (T3) de grasa by-pass se obtuvo un incremento en los sólidos totales, estabilizándose a partir de los 60 días postparto.

El suministro de grasa by-pass fue positiva en la variable peso de los animales, ya que influyó en el aporte de energía para mantenimiento y condición corporal de los animales sobre todo los que conformaron los grupos del T3 y T2, concluyendo que el aporte de grasa en el periodo de post-parto (BEN) evita la pérdida de peso en esta etapa crítica en vacas de alta producción.

Al evaluar el efecto de la grasa by-pass sobre el parámetro reproductivo de los animales, se pudo apreciar que el aporte de energía ayudó a reducir los días abiertos en los animales en estudio, se pudo observar que el grupo de animales del T3 (500 g de grasa by-pass) presentaron celo entre los 45-60 días post-parto y representan el 25% de los animales evaluados, en el T2 (300 g de grasa by-pass) presentaron celo entre los 66 a 90 días post-parto.

Según la investigación la grasa by-pass en dosis de aplicación de 500 g y 300 g de adición en el sobrealimento de las vacas post-parto, aportan en la mejora la energía de mantenimiento, producción y reproducción, superando el desequilibrio energético que se presentan en vacas lecheras luego del parto.

SUMMARY

This research was conducted in San Carlos Farm, it is located in Pichincha Province, Pedro Moncayo Canton to 2,838 sea level, in Cananvalle Sector, where the objectives of this study was to evaluate the productive and reproductive performance with by-pass fat like a supply energy supplement for cows in the post partum stage to offset the negative energy balance in Holstein cows to feed.

For the research we used 20 Holstein cows, in post partum of different genetic merit for milk production, they were feeding under a rotational grazing system supplementary concentrate.

The animals chosen were between the age ranges of 3-8 years, with an average weight of 560 kg at birth, average milk production 17/liters/cow/day.

The portions for each treatment were prepared and weighted to be administered with a balanced portion; each treatment was given twice daily in the morning and evening, when cows are milked.

In this investigation we used a Completely Randomized Design (DCA) with five observations or repetitions (Holstein cows) by treatment, we used the following treatments: T1 (100 g of fat by-pass), T2 (300 g), T3 (500 g) and T4 (0 g), all treatments were included with 3 kg of commercial feed.

The experimental unit for this research was one female Holstein cow in the postpartum period, with 4 treatments and 5 repetitions, 20 experimental units were used in total.

The variables studied were: Dynamics of cow milk production / liter / day postpartum, milk compositional quality, weight and body condition of the animals' postpartum, number of days to first service.

Based on the statistical results obtained, we can conclude that the average milk production liters / cow / day after application of the grease by-pass was not presented statistically significant difference between treatments, but arithmetically we found that T3 remained an average increase of 3.69 liters / cow / day in production, in T4 that it was the witness there was no an increase, it was negative.

The results obtained with respect to quality of milk compositional regard to fat, the best characteristics were obtained with treatment T3 (500 g + by-pass fat commercial feed) with the best response of 3.84 % fat in raw milk. The results obtained in the variable compositional quality protein, it is observed that, the T3 had the best percentage of protein during negative energy balance, increasing to 75 days with an average of 3.20%. On the behavior of bypass fat in total milk by themselves, it is concluded that the greater the amount in grams to 300 g (T2) and 500 g (T3) bypass fat there was an increase in solids total stability after 60 days postpartum.

The supply bypass fat was positive in the variable weight of the animals; it influenced in the maintenance energy and body condition of the animals especially the ones who formed the T3 and T2 groups, concluding that the contribution of fat in the postpartum period (BEN) prevents weight loss at this critical stage in high producing cows.

At evaluate the effect of bypass fat on reproductive parameters of the animals, we observed that the energy input helped to reduce the opened days in the animals that we studied, we can see that the T3 animals group (500 g bypass fat) presented zeal between 45-60 days post-partum and represent 25% of the animals tested, in T2 (300 g of fat by-pass) presented zeal between 66-90 days post-partum.

According to the research, the by-pass fat in application rate of 500 g and 300 g in the supercharged addition of postpartum cows, bring energy to improve maintenance, production and reproduction, exceeding the energy imbalance presented in dairy cows after birth.

11. BIBLIOGRAFÍA

- AULDIST, M.; WALSH, B. y THOMSON, N. 1998. *Seasonal and lactational influences on bovine milk composition in New Zeland. Journal of Dairy Research.* 65: 401- 411.
- BALDWIN, Vi, R.L. Mcleod, K.R.; Capuco, A.V. 2004 *J. DAIRY Sci.* 87:2977-2986
- BANSAL, B.; HABIB, B.; REBMANN, H. y CHEN, X. 2009. *Effect of seasonal variation in milk composition on dairy fouling.* Published (On line) http://heatexchangerfouling.com/papers/papers2009/23_Bansal_F.pdf. (05-08-2011).
<http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2002/staples.pdf>
- BATALLAS, Carlos. *Tecnología forrajera y sistema de producción ganadera*, Modulo sistema de producción, Maestría en Producción Animal, E.S.P.E. 2011, p. 1-3.
- BATH, D.L; Bennet, L.F. 1980. *J. Dairy Sci.* 63: L1379-1385.
- CHURCH, Daniel. *Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales*, 2^{da} Edición, Editorial Limusa, México, 2009, p. 41-43.
- DÍAZ, T. 2009. *Aspectos de la Fisiología Reproductiva de la Hembra Brahman.* Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, p. 93.
- FERNÁNDEZ, Gilberto, “*El Periodo de Transición en la Vaca Lechera*”, Ponencia presentado Curso: Seminario Avanzado de Investigación Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Medicina Veterinaria, 2009.
- GALVIS, Rubén y Correa, Héctor. “*Interacciones entre el metabolismo y la reproducción en la vaca lechera: es la actividad glucogénica el eslabón perdido*”, Maestría Universidad de Antioquia en bioquímica nutricional, Corporación Ciencias básicas biomédicas, Colombia-Medellín, 30 septiembre del 2001.
- GALLO, J.A. 2009. *Manejo alimenticio de la vaca en transición.*
En:http://www.nutribasicos.com.ve/documentos/Documentos_8.pdf
- GERACI, José, “*Nutrición de la vaca lechera*”, Modulo de nutrición de las vacas lecheras, 2004.
- GURTLER, H y SCHWEIGERT, F, *Fisiología de la lactación*, 1^{ra} edición, Editorial ACRIBIA, S.A., España, 2002, p. 611.
- HERNÁNDEZ, Rolando y DÍAZ, T. “*Las grasa sobre pasantes y su efecto sobre la actividad productiva y reproductiva en rumiantes*”. Estudio publicado Innovación y Tecnología en la Ganadería Doble Propósito, de la Fundación GIRARZ, C. Madrid. Editorial Astro. 2011, p. 1-3.
- HERNÁNDEZ, R. 2010. *Efectos de la suplementación con grasa sobrepasante sobre parámetros productivos y reproductivos en vacas Brahman de primer parto a pastoreo.* Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela, p. 97.

- SHIMADA, Armando. *Nutrición Animal*, 2^{da} Edición, Editorial Trillas, México, 2009, p. 4-7.
- MAG. 2000. Producción de leche. Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Mimeógrafo no publicado. Quito, Ecuador. Estadísticas
- MADHAV, V; komaragiri, S. And Erdman, R. E. 1997. *J. DairySci.* 80: 929-937.
- Staples, C.R., Burke, J.M. and Thatcher, W.W. 1998. *Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows.* *Journal of Dairy Science.* 81:856-871.
- STALLING, C. C. 1999. Transition Cow Nutrition. In: Poceedings Virginia Tech. Feedand Nutritional Management Cow College. <http://www.dasc.vt.edu/nutritioncc/ccs99.pdf>
- LATRILLE, L. 1993. *El valor nutritivo de la leche y factores que afectan su composición.* In: LATRILLE, L. (ed). *Producción Animal.* Valdivia. Universidad Austral de Chile, p. 27-56.
- PALMQUIST, D. y BEAULIEU, D. 1993. *Feed and Animal: Factors influencing milk fatcomposition.* Symposium: Milk fat synthesis and modification. *Journal Dairy, Science.* 76: 1753-1771.
- JENKINS, T. y MCGUIRE, M. 2006. *Major advances in nutrition: Impact on milk composition.* *Journal Dairy Science.* 89: 1302-1310.
- OZRENK, E. y SELCUK, S. 2008. *The effect of seasonal variation on the composition of cow milk in Van Province.* *Pakistan Journal of Nutrition.* 7 (1): 161-164.
- WATTIAUX, Michely GRUMMER, Ric R. *Instituto Babcock para la Investigación y Desarrollo Internacional de la Industria Lechera.* Universidad de Wisconsin-Madison, p. 1,2- 63.

12. ANEXOS

Anexo 1. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 15 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA						
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE						
Cliente: Anita Gramal						
Dirección: Cayambe			Teléfono: 02-2127069		E-mail: anitagram7@yahoo.es	
Contacto: Anita Gramal						
INFORME DE RESULTADOS						
Cantidad de muestras:		COMP		21		
Lote: 12115						
Temperatura: 5,9 y 4,2 °C (Máx. permitido 7-10°C)						
Fecha de Colecta: 26.06.12 27.07.12						
Fecha de recepción: 26.06.12 28.07.12						
Fecha de análisis: 02.07.12 28.07.12						
Fecha de emisión informe: 04.07.12 15/10/2012						
Descripción: Leche cruda						
						Total pag 1
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)
Filtro:						
101263	1	2,28	3,81	4,80	11,79	9,51
101262	2	1,47	3,02	4,95	10,27	8,80
101264	3	1,05	3,24	4,83	10,07	9,02
101265	4	1,16	2,83	4,95	9,80	8,64
101266	5	2,28	4,32	4,79	12,21	9,93
101267	6	1,45	2,94	4,79	10,02	8,57
101268	7	1,98	2,57	4,73	10,20	8,22
101269	8	1,02	2,85	4,72	9,48	8,46
101270	9	1,64	3,75	4,96	11,16	9,52
103675	1	3,10	3,02	4,79	11,69	8,59
103676	2	3,29	2,93	4,50	11,51	8,22
103677	3	4,21	3,62	4,46	13,06	8,85
103678	4	2,28	2,70	4,78	10,58	8,30
103679	5	2,38	3,10	4,81	11,13	8,75
103680	6	2,95	2,78	4,81	11,33	8,38
103681	7	2,79	2,72	4,71	11,03	8,24
103682	8	2,06	3,07	4,86	10,79	8,73
103683	9	4,05	3,17	4,85	12,83	8,78
103684	10	3,22	3,17	4,08	11,34	8,12
103685	11	3,85	3,08	4,86	12,52	8,67
103686	12	3,55	3,71	4,32	12,41	8,86
Promedios resultados		1,59	3,26	4,84	10,56	8,96
Patrón		3,2*	2,9	4,2*	11,3*	8,2*
Leyenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias						
* VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008)						
** VMP = Valor máximo permitido						
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo.						
Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR						
Método: LCL-PEE-001 para CCS						
Simbología:-						
Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente.						
Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa						
Bio. Rocio Contero					Q. de Alim. Paola Simbaña	
Jefe de Laboratorio					Control de Calidad	

Anexo 2. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 30 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA							
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE							
Ciente: Anita Gramal							
Dirección: Cayambe		Teléfono: 02-2127069			E-mail: anitagram7@yahoo.es		
Contacto: Anita Gramal							
INFORME DE RESULTADOS							
Cantidad de muestras:		COMP	15				
Lote:		12188 A					
Temperatura: 10,9 °C (Máx. permitido 7-10°C)							
Fecha de Colecta: (13-14).09.12							
Fecha de recepción:(13-14).09.12							
Fecha de análisis: 14.97.12							
Fecha de emisión informe: 15.10.12							
Descripción: Leche cruda						Total pag 1	
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ESM (%)
Filtro:							
104145	V1	2,88	2,94	4,95	11,54	8,66	8,46
104146	V2	3,06	2,88	4,77	11,53	8,47	8,38
104147	V3	1,48	3,01	4,77	10,16	8,68	8,52
104148	V4	2,07	2,97	5,00	10,92	8,85	8,75
106630	V1	4,69	3,04	4,76	13,28	8,59	8,47
106631	V2	3,07	3,16	4,64	11,70	8,63	8,53
106632	V3	4,19	3,49	4,79	13,23	9,04	8,93
106633	V4	2,93	3,20	4,79	11,78	8,85	8,75
106634	V5	3,12	2,77	4,66	11,38	8,26	8,15
106635	V6	2,05	2,77	4,73	10,44	8,39	8,22
106636	V7	3,42	2,91	4,61	11,75	8,33	8,20
106637	V8	2,68	2,79	4,78	11,08	8,40	8,29
106638	V9	3,91	3,27	4,65	12,64	8,73	8,62
106639	V10	3,66	3,24	4,78	12,52	8,86	8,81
106640	V11	3,49	2,86	4,89	12,04	8,55	8,46
Promedios resultados		3,11	3,02	4,77	11,73	8,62	
Patrón		3,2*	2,9	4,2*	11,3*	8,2*	
Legenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias * VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008) ** VMP = Valor máximo permitido							
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo.							
Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR							
Método: LCL-PEE-001 para CCS							
Simbología: -							
Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente.							
Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa							
Bio. Rocío Contero					Q. de Alim. Paola Simbaña		
Jefe de Laboratorio					Control de Calidad		

Anexo 3. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 45 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA							
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE							
Cliente: Anita Gramal							
Dirección: Cayambe		Teléfono: 02-2127069		E-mail: anitagram7@yahoo.es			
Contacto: Anita Gramal							
INFORME DE RESULTADOS							
Cantidad de muestras:		COMP	22				
Lote: 12188 B							
Temperatura: 14,2 °C (Máx. permitido 7-10°C)							
Fecha de Colecta: (24-28).09.12/01.10.12							
Fecha de recepción:(24-28).09.12/01.10.12							
Fecha de análisis: 28.09.12/01.10.12							
Fecha de emisión informe: 15.10.12							
Descripción: Leche cruda				Total pag 1			
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)	ESM (%)
Filtro:							
107696	1	3,28	3,23	4,81	12,13	8,85	8,72
107697	2	2,21	3,11	4,58	10,74	8,53	8,40
107698	3	4,38	3,40	4,73	13,24	8,86	8,77
107699	4	3,55	2,79	4,67	11,87	8,32	8,29
107700	5	3,10	2,66	4,63	11,23	8,13	8,05
107701	6	2,03	2,99	4,93	10,77	8,74	8,62
107702	7	3,53	3,20	4,69	12,26	8,73	8,65
107703	8	3,01	2,86	4,81	11,51	8,50	8,39
107704	9	3,24	2,73	4,80	11,56	8,32	8,24
107705	10	4,17	2,94	4,79	12,70	8,53	8,54
107706	11	2,32	2,82	4,79	10,79	8,47	8,28
107707	12	2,83	2,98	4,70	11,30	8,47	8,33
107708	13	4,07	3,24	4,86	12,95	8,88	8,75
107709	14	2,88	3,08	4,98	11,75	8,87	8,82
107710	15	3,21	2,90	4,72	11,63	8,42	8,32
107711	16	3,64	3,20	4,15	11,82	8,18	8,20
107712	17	3,39	2,92	4,82	11,86	8,47	8,34
107713	18	3,24	3,11	4,69	11,85	8,61	8,51
107714	19	3,81	3,69	4,99	13,26	9,45	9,37
107715	20	4,57	3,39	4,34	13,20	8,63	8,58
107716	21	3,57	3,55	4,86	12,77	9,20	9,14
107720	22	5,27	3,25	4,89	14,23	8,96	8,87
Promedios resultados		3,42	3,09	4,74	12,06	8,64	
Patrón		3,2*	2,9	4,2*	11,3*	8,2*	
Leyenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias * VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008) ** VMP = Valor máximo permitido							
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo.							
Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR							
Método: LCL-PEE-001 para CCS							
Simbología: -							
Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente.							
Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa							
Bio. Rocio Contero				Q. de Alim. Paola Simbaña			
Jefe de Laboratorio				Control de Calidad			

Anexo 4. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 60 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA						
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE						
Ciente: Anita Gramal						
Dirección: Cayambe		Teléfono: 02-2127069		E-mail: anitagram7@yahoo.es		
Contacto: Anita Gramal						
INFORME DE RESULTADOS						
Cantidad de muestras:		COMP	20			
Lote: 12201						
Temperatura: 17,4 °C (Máx. permitido 7-10°C)						
Fecha de Colecta: 15-16.10.12						
Fecha de recepción: 16.10.12						
Fecha de análisis: 19.10.12						
Fecha de emisión informe: 05.12.12						
Descripción: Leche cruda				Total pag 1		
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)
Filtro:						
109495	Azul	3,46	2,61	4,68	11,51	8,05
109494	Bacha AG	3,93	3,17	4,56	12,51	8,58
109505	Celeste AG	5,36	3,19	4,47	13,86	8,5
109492	Chicle AG	2,96	2,64	4,55	11,01	8,05
109496	Dulce AG	4,52	3,08	4,75	13,13	8,61
109489	Esmeralda AG	3,79	3,03	4,58	12,21	8,42
109498	Golosa AG	2,67	2,99	4,29	10,81	8,14
109491	Gracia AG	3,03	2,58	4,68	11,12	8,09
109506	Jamón AG	2,93	3,23	5,02	11,99	9,06
109501	Jardín AG	3,3	2,69	4,81	11,62	8,32
109499	Linasa AG	3,66	3,16	4,75	12,37	8,71
109493	Luna AG	3,46	2,84	4,4	11,59	8,13
109503	Mango AG	3,34	3,13	4,95	12,18	8,84
109490	Mazorca AG	4,36	3,35	4,76	13,2	8,84
109504	Morocha AG	3,7	2,97	4,62	12,08	8,38
109502	Pinol AG	3,17	3,14	4,27	11,45	8,28
109500	Tapa AG	3,36	2,89	4,76	11,85	8,49
109507	Tomate AG	2,95	2,76	4,67	11,22	8,27
109488	Toronga AG	4,35	2,99	4,74	12,88	8,53
109497	Trago AG	3,78	2,84	4,66	12,13	8,35
Promedios resultados		3,60	2,96	4,65	12,04	8,43
Patrón		3,2*	2,9	4,2*	11,3*	8,2*
Legenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias * VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008) ** VMP = Valor máximo permitido						
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo. Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR Método: LCL-PEE-001 para CCS Simbología: - Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente. Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa						
Bio. Rocio Contero					Q. de Aim. Paola Simbaña	
Jefe de Laboratorio					Control de Calidad	

Anexo 5. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 75 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA						
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE						
Ciente: Anita Gramal						
Dirección: Cayambe		Teléfono: 02-2127069		E-mail: anitagram7@yahoo.es		
Contacto: Anita Gramal						
INFORME DE RESULTADOS						
Cantidad de muestras:		COMP	20			
Lote: 12223						
Temperatura: 12 °C (Máx. permitido 7-10°C)						
Fecha de Colecta: 31.10.12						
Fecha de recepción: 31.10.12						
Fecha de análisis: 31.10.12						
Fecha de emisión informe: 05.12.12						
Descripción: Leche cruda						Total pag 1
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)
Filtro:						
110126	Bacha	3,46	3,31	4,83	12,42	8,96
110136	Celeste	4,03	2,96	4,7	12,51	8,48
110124	Chicle	2,28	2,67	4,74	10,53	8,25
110127	Dulce	4,17	3,14	4,74	12,81	8,64
110121	Esmeralda	3,75	3,18	4,54	12,29	8,54
110129	Golosa	3,43	3,16	4,72	12,14	8,71
110123	Gracia	3,23	2,76	4,63	11,43	8,2
110137	Jamón	3,43	3,28	4,89	12,37	8,94
110132	Jardín	2,04	2,95	4,65	10,48	8,44
110130	Linasa	4,58	3,19	4,76	13,32	8,74
110125	Luna	3,05	2,63	4,76	11,27	8,22
110134	Mango	3,21	2,82	4,9	11,67	8,46
110122	Mazorca	4,16	3,16	4,7	12,78	8,62
110135	Morocho	3,56	2,99	4,72	12,04	8,48
110133	Pinol	3,06	3,11	4,29	11,33	8,27
110131	Tapa	2,58	2,81	4,84	11,05	8,47
110120	Tomate	3,33	2,8	4,81	11,75	8,42
110119	Toronga	4,10	3,07	4,66	12,60	8,50
110128	Trago	2,01	2,94	4,78	10,58	8,57
110138	Azul	2,01	2,59	4,76	10,21	8,20
Promedios resultados		3,27	2,98	4,72	11,78	8,51
Patrón		3,2*	2,9*	-	11,3*	8,2*
Leyenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias * VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008) ** VMP = Valor máximo permitido						
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo.						
Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR						
Método: LCL-PEE-001 para CCS						
Simbología: -						
Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente.						
Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa						
Bio. Rocío Contero						Q. de Alim. Paola Simbaña
Jefe de Laboratorio						Control de Calidad

Anexo 7. Reporte de resultados Calidad Composicional de leche a los 105 días del Laboratorio de la Universidad Politécnica Salesiana en la investigación.

UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA						
LABORATORIO DE CALIDAD DE LECHE						
Ciente: Anita Gramal						
Dirección: Cayambe		Teléfono: 02-2127069		E-mail: anitagram7@yahoo.es		
Contacto: Anita Gramal						
INFORME DE RESULTADOS						
Cantidad de muestras:		COMP	20			
Lote: 12252						
Temperatura: 15,0 °C (Máx. permitido 7-10°C)						
Fecha de Colecta: 30.11.12						
Fecha de recepción: 30.11.12						
Fecha de análisis: 30.11.12						
Fecha de emisión informe: 05.12.12						
Descripción: Leche cruda						Total pag 1
Muestra	Código examinado	Grasa (%)	Prot Total (%)	Lactosa (%)	EST (%)	ESM (%)
Filtro:						
112013	Azul	3,22	2,65	4,68	11,35	8,13
112011	Bacha	4,03	3,43	4,50	12,83	8,80
112008	Borracha	2,61	2,78	4,63	10,83	8,22
112023	Celeste	3,03	3,08	4,74	11,69	8,66
112009	Chicle	3,31	2,77	4,51	11,42	8,11
112014	Dulce	4,44	3,06	4,64	12,93	8,49
112006	Esmeralda	4,09	3,22	4,47	12,58	8,49
112016	Golosa	3,33	3,01	4,53	11,66	8,33
112024	Jamón	3,44	3,21	4,88	12,32	8,88
112019	Jardín	4,48	2,68	4,58	12,57	8,09
112017	Linasa	4,57	3,35	4,75	13,47	8,90
112010	Luna	3,45	2,98	4,45	11,73	8,28
112021	Mango	3,52	2,98	4,76	12,01	8,49
112007	Mazorca	3,21	3,41	4,69	12,07	8,86
112022	Morocha	3,59	3,15	4,51	12,02	8,43
112020	Pinol	3,66	3,37	4,17	12,07	8,41
112018	Tapa	3,76	2,96	4,76	12,29	8,53
112012	Tomate	3,06	2,75	4,76	11,42	8,36
112005	Toronga	3,18	3,21	4,74	11,98	8,80
112015	Trago	3,27	2,93	4,65	11,67	8,40
Promedios resultados		3,56	3,05	4,62	12,05	8,48
Patrón		3,2*	2,9	4,2*	11,3*	8,2*
Leyenda: CCS = Conteo Células Somáticas, UFC= Unidad Formadora de Colonias * VMP = Valor mínimo permitido. (Fuente de Datos INEN Leche cruda N°0009:2008) ** VMP = Valor máximo permitido						
Método Empleado: CCS y CBT, técnica por Citometría de Imagen y Flujo.						
Composición Centesimal, técnica por Espectrofotometría IR						
Método: LCL-PEE-001 para CCS						
Simbología: -						
Nota 1: Muestra proporcionada por el cliente.						
Nota 2: Este informe corresponde a la muestra que se ingresa						
Bio. Rocío Contero					Q. de Alim. Paola Simbaña	
Jefe de Laboratorio					Control de Calidad	
					Pag. 1	

Anexo 8. Reporte de resultados AGROCALIDAD Laboratorio bromatológico en la investigación.

	LABORATORIO DE BROMATOLOGÍA	
	INFORME DE ANÁLISIS	

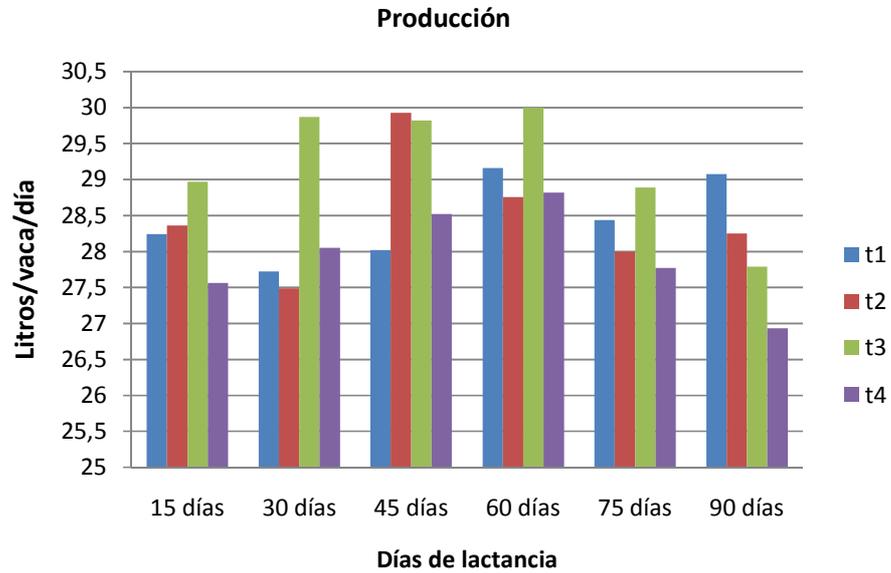
(Vía Interoceánica Km. 14, Granja del MAG, Tumbaco – Quito
Tel: 02-2372-845 Ext: 235)

CODIGO MUESTRA	NOMBRE MUESTRA	EXPRESIÓN	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO ANALÍTICO	FORMULACIÓN TEÓRICA
B120372	PASTO S.Carlos 2do.A	Humedad	4.45	%	Gravimétrico PEE/L-B/01	---
		Materia Seca	95.55	%		---
		Cenizas	10.15	%	Gravimétrico PEE/L-B/04	---
		Proteína	10.38	%	Kjeldahl PEE/L-B/02	---
		Grasa	1.88	%	Soxhlet PEE/L-B/03	---
		Fibra	24.30	%	Gravimétrico PEE/L-B/05	---
		ENN*	53.29	%	Cálculo	---
B120373	PASTO S. Carlos 2doB	Humedad	5.52	%	Gravimétrico PEE/L-B/01	---
		Materia Seca	94.48	%		---
		Cenizas	11.37	%	Gravimétrico PEE/L-B/04	---
		Proteína	9.84	%	Kjeldahl PEE/L-B/02	---
		Grasa	2.33	%	Soxhlet PEE/L-B/03	---
		Fibra	21.89	%	Gravimétrico PEE/L-B/05	---
		ENN*	54.57	%	Cálculo	---
B120374	PASTO S. Carlos 3ero.	Humedad	4.62	%	Gravimétrico PEE/L-B/01	---
		Materia Seca	95.38	%		---
		Cenizas	12.42	%	Gravimétrico PEE/L-B/04	---
		Proteína	8.71	%	Kjeldahl PEE/L-B/02	---
		Grasa	2.69	%	Soxhlet PEE/L-B/03	---
		Fibra	21.58	%	Gravimétrico PEE/L-B/05	---
		ENN*	54.6	%	Cálculo	---

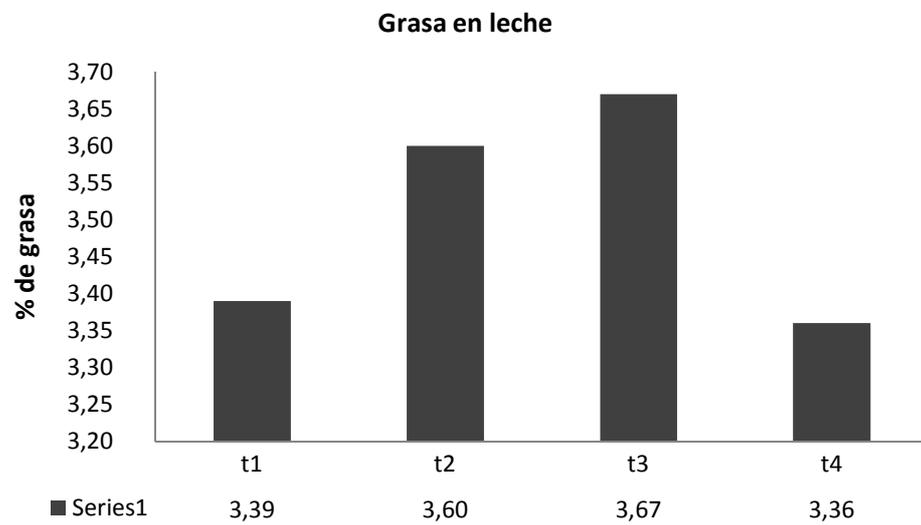
Anexo 9. Historial de producción de leche en la Hacienda San Carlos

1. ESTADO COMPOSICIONAL Y SANITARIO DE LA LECHE HACIENDA SAN CARLOS											
LITROS RECEP.	PRECIO UNITARIO	TOTAL USD\$	No ORDEN CALIDAD	% GRASA	CCS	CBT	% AGUA	ANTI BIOTICOS	% PROTEINA	CTA MULTIPLE	
820,00	0,420	344,400	OCA0056553	3.30	126	25	0.00	NEGATIVO	2.97	NINGUNA	
825,00	0,420	346,500	OCA0056713	3.30	126	25	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
819,00	0,418	341,930	OCA0056849	3.20	220	22	0.00	NEGATIVO	3.06	NINGUNA	
810,00	0,418	338,180	OCA0057023	3.20	220	22	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
828,00	0,410	339,480	OCA0057147	3.50	209	75	0.00	NEGATIVO	3.12	NINGUNA	
837,00	0,410	343,170	OCA0057313	3.50	209	75	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
882,00	0,413	363,830	OCA0057449	3.60	262	14	0.00	NEGATIVO	2.94	NINGUNA	
843,00	0,413	347,740	OCA0057618	3.60	262	14	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
825,00	0,413	340,310	OCA0057756	3.60	262	14	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
817,00	0,418	341,100	OCA0057921	3.20	205	22	0.00	NEGATIVO	2.99	NINGUNA	
825,00	0,418	344,440	OCA0058056	3.20	205	22	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
794,00	0,420	333,480	OCA0058228	3.50	196	23	0.00	NEGATIVO	3.09	NINGUNA	
817,00	0,420	343,140	OCA0058374	3.50	196	23	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
779,00	0,423	329,130	OCA0058529	3.20	160	19	0.00	NEGATIVO	2.99	NINGUNA	
763,00	0,423	322,370	OCA0058673	3.20	160	19	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
813,00	0,423	343,490	OCA0058814	3.30	160	19	0.00	NEGATIVO	0.00	NINGUNA	
13102,00	0,417	5463,534									
REPORTE PASTEURIZADORA QUITO											

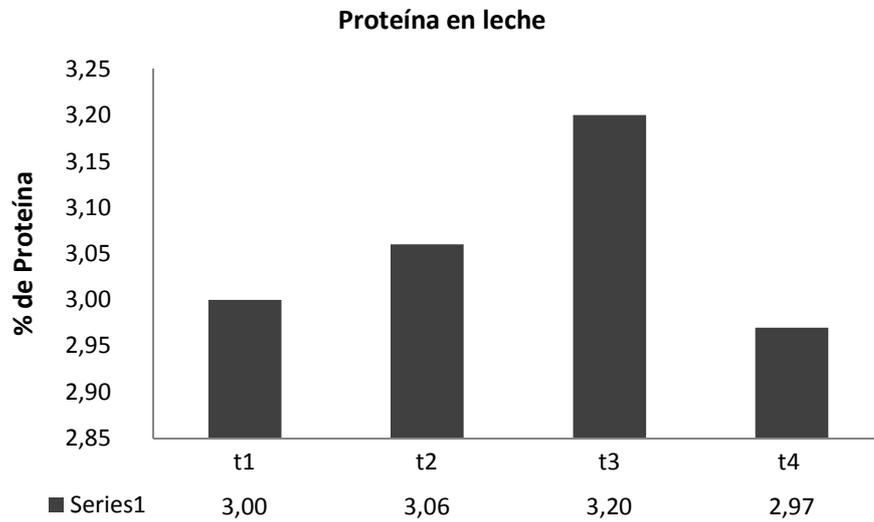
Anexo 10. Producción litro/vaca/día



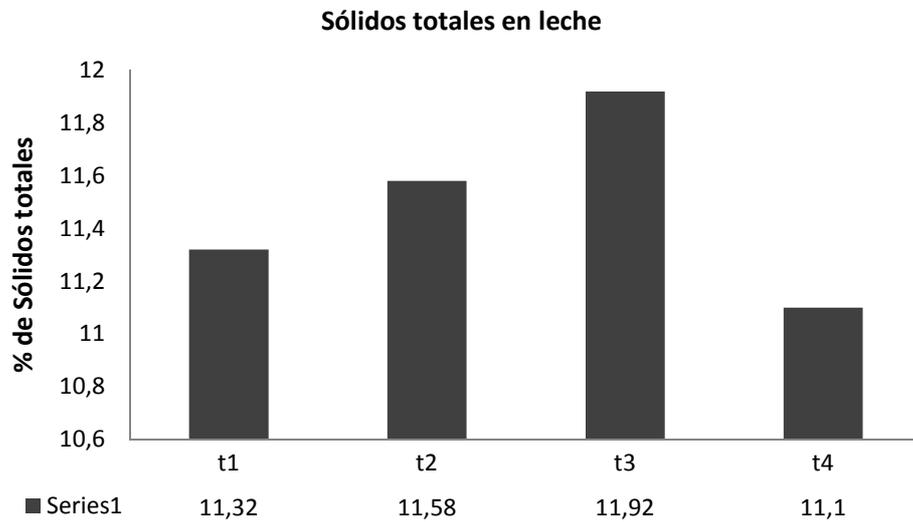
Anexo 11. Grasa por tratamiento en leche



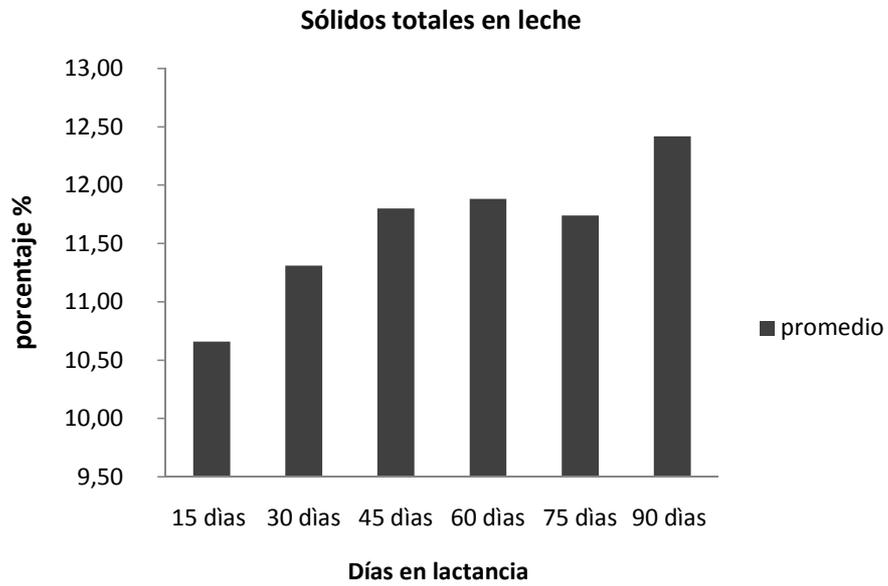
Anexo 12. Proteína por tratamiento en leche



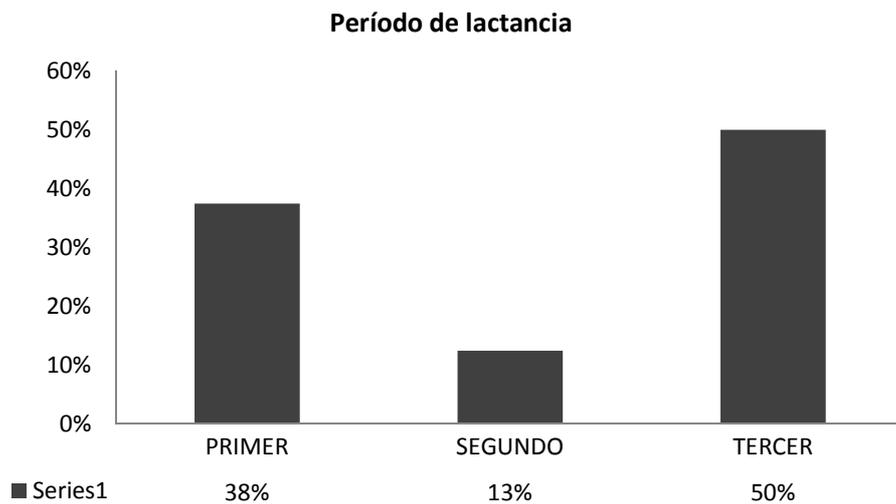
Anexo 13. Sólidos totales por tratamiento en leche



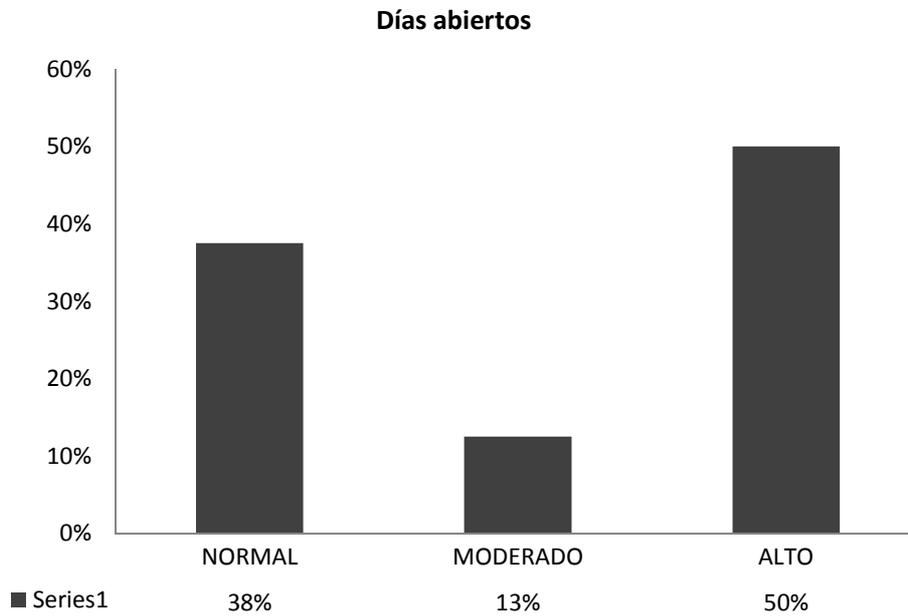
Anexo 14. Sólidos totales por días evaluados en leche



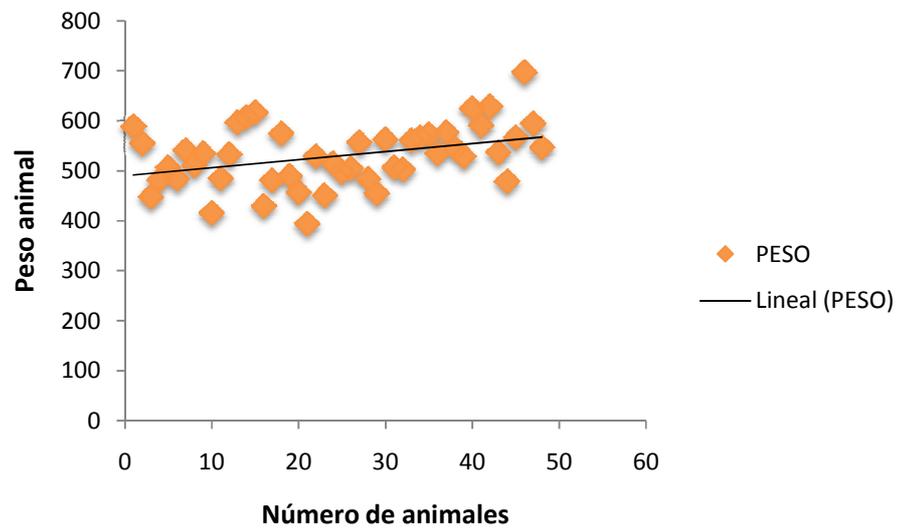
Anexo 15. Reporte de lactancia historial ha. San Carlos 2012



Anexo 16. Reporte días abiertos historial ha. San Carlos 2012



Anexo 17. Reporte peso corporal historial ha. San Carlos 2012



Anexo 18. Producción diaria de la leche Litros/vaca/día

Producción diaria de leche Litros/vaca/día				
Días evaluados	t1	t2	t3	t4
15	28,24	28,36	28,97	27,56
30	27,72	27,49	29,87	28,05
45	28,02	29,93	29,82	28,52
60	29,16	28,76	30,00	28,82
75	28,44	28,00	28,89	27,77
90	29,08	28,25	27,79	26,93

Anexo 19. Requerimiento energético

Requerimientos energéticos																		
ANIMAL							ALIMENTOS											
Nombre	Peso vivo	Edad de producción	Mantenimiento Mcal E. metabolizable	Producción/litros	Energía Mcal E. metabolizable	Total	KILOGRAMOS DE PASTO	ENERGÍA PASTO Kg Mat.seca	Aporte energía pasto	Aporte energía balanceado	Energía balanceado	Energía total balanceado	Grasa by pass	Energía grasa by pass	Aporte E de la R	Energía total alimentos	balance energético	
Toronga	560	570,8	16,3	24	28,1	44,5	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,1	7,0	0,7	39,8	-4,7	
Esmeralda	560			26	30,7	30,7	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,1	7,0	0,7	39,8	9,1	
Mazorca	575			24	29,1	29,1	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,1	7,0	0,7	39,8	10,7	
Borracha	592			29	34,9	34,9	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,1	7,0	0,7	39,8	4,9	
Chicle	567			30	35,9	35,9	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,1	7,0	0,7	39,8	4,0	
Luna	600	579,6	16,53766987	29	34,5	51,0	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,3	7,0	2,1	41,2	-9,8	
Bacha	568			28	33,3	33,3	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,3	7,0	2,1	41,2	7,9	
Tomate	670			26	30,9	30,9	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,3	7,0	2,1	41,2	10,3	
Azul	490			28	33,3	33,3	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,3	7,0	2,1	41,2	7,9	
Dulce	570			25	29,8	29,8	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,3	7,0	2,1	41,2	11,5	
Trago	577	546,6	15,82633142	27	32,1	48,0	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,5	7,0	3,5	42,6	-5,3	
Golosa	630			33	39,3	39,3	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,5	7,0	3,5	42,6	3,4	
Linasa	560			25	29,8	29,8	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,5	7,0	3,5	42,6	12,9	
Tapa	476			26	30,9	30,9	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,5	7,0	3,5	42,6	11,7	
Jardín	490			23	27,4	27,4	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,5	7,0	3,5	42,6	15,3	
Pinol	622	597	16,90864414	24	28,6	45,5	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,0	7,0	0,0	39,1	-6,3	
Mango	577			25	29,8	29,8	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,0	7,0	0,0	39,1	9,4	
Morocha	526			28	33,3	33,3	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,0	7,0	0,0	39,1	5,8	
Celeste	630			26	30,9	30,9	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,0	7,0	0,0	39,1	8,2	
Jamón	630			27	32,1	32,1	12,0	2,8	33,1	2,0	3,0	6,0	0,0	7,0	0,0	39,1	7,0	

FOTOGRAFÍA 14. Selección de animales en la investigación en la Hacienda San Carlos, Tabacundo-Ecuador.



FOTOGRAFÍA 15. Ración alimenticia para suministrar a las vacas en la investigación en la Hacienda San Carlos, Tabacundo-Ecuador.



FOTOGRAFÍA 16. Preparación de ración alimenticia para suministrar a las vacas en la investigación.



FOTOGRAFÍA 17. Suministro de ración alimenticia a las vacas en la investigación.

