

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y
AGROINDUSTRIA**

**EVALUACIÓN DE DOS TIPOS DE SOBREALIMENTO
CONCENTRADO PARA GANADO LECHERO DE LA RAZA
HOLSTEIN-FRIESIAN MESTIZA, EN LA HACIENDA “SAN JOSÉ
DEL BELÉN”, BAJO EL SISTEMA DE PASTOREO**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

**JOSÉ XAVIER MOSQUERA MÁRMOL
(xmosqueram@gmail.com)**

**DIRECTOR: Ing. M.C. LUIS FERNANDO RODRÍGUEZ I.
(luis.rodriguez@iniap.gob.ec)**

**CODIRECTOR: Ing. MARY FERNANDA CASA V.
(maryfercasa@yahoo.com)**

Quito DM, Julio 2014

© Escuela Politécnica Nacional (2014)
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo José Xavier Mosquera Mármol, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

José Xavier Mosquera Mármol

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por José Xavier Mosquera Mármol, bajo nuestra supervisión.

Ing. M.C. Luis Fernando Rodríguez I.
DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Mary Fernanda Casa V.
CODIRECTOR DE PROYECTO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

		PÁGINA
RESUMEN		x
INTRODUCCIÓN		xii
GLOSARIO		xiv
1	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
1.1	La ganadería en el Ecuador	1
1.1.1	Importancia del sector lechero en el país	1
1.1.1.1	Uso del suelo	1
1.1.1.2	Población de ganado vacuno en el Ecuador	2
1.1.1.3	Producción y destino de leche en el Ecuador	3
1.1.2	Relaciones de la Cadena Agroalimentaria de Leche con la Economía Nacional	4
1.1.2.1	Aporte de la producción de leche al PIB del País	4
1.1.2.2	Capacidad Industrial de procesamiento de Leche	5
1.1.2.3	Aporte de la cadena agroalimentaria a la generación de empleo y consumo per cápita de leche en el Ecuador.	5
1.1.2.4	Producción y Rendimiento de leche en el Ecuador	5
1.1.2.5	Participación de las exportaciones de leche en las exportaciones totales del país.	7
1.1.2.6	Participación de las importaciones de leche en las importaciones totales del país.	9
1.1.2.7	Comportamiento de los precios de leche	10
1.1.2.8	Costos de Producción de Leche	11
1.1.2.9	Caracterización de los productores	12
1.1.2.10	Actores y márgenes de utilidad	14
1.2	Alimentación de vacas lecheras	16
1.2.1	Metabolismo de la vaca lechera	16
1.2.1.1	Rumen y sus microorganismos	16
1.2.1.2	Características ruminales	17
1.2.1.3	Número y clases de bacterias que habitan en el rumen	17
1.2.2	Requerimientos alimenticios de las vacas lecheras	20
1.2.2.1	Agua	20
1.2.2.2	Energía	21
1.2.2.3	Carbohidratos	22
1.2.2.4	Proteínas	24
1.2.2.5	Vitaminas	24
1.2.2.6	Minerales	25
1.2.2.7	Materia seca	27

1.2.3	Principales aspectos reproductivos de la vaca lechera	28
1.2.3.1	Peso de los animales	28
1.2.3.2	Ciclos de lactancia	28
1.2.3.3	Ciclo estral	30
1.2.3.4	Gestación	31
1.2.3.5	Parto	32
1.2.3.6	Primer celo post-parto	32
1.3	Alimentos balanceados	33
1.3.1	Alimentos Energéticos suplementarios	34
1.3.1.1	Torta de palmiste	34
1.3.1.2	Semillas de algodón	34
1.3.2	Cereales	35
1.3.2.1	Maíz	36
1.3.2.2	Afrecho de maíz	36
1.3.2.3	Salvado de arroz	36
1.3.3	Especies herbáceas	37
1.3.3.1	Caña de azúcar	37
1.3.3.2	Melaza	38
2	MATERIALES Y MÉTODOS	39
2.1	Materiales	39
2.2	Evaluación de la situación actual de la Hacienda San José del Belén	40
2.3	Composición química y botánica de los pastos de corte y pastoreo	41
2.4	Diseño experimental	43
2.4.1	Selección de animales	43
2.4.2	Método para la elaboración del sobrealimento concentrado	45
2.4.3	Manejo de los tratamientos	48
2.5	Determinación de la relación beneficio-costo	49
3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
3.1	Evaluación de la situación actual de la Hacienda San José del Belén	50
3.2	Asignación y uso de lotes de la Hacienda San José del Belén	53
3.2.1	Inventario general	56
3.2.2	Inventario de semovientes	57
3.2.3	Construcciones e instalaciones	58

3.3	Composición nutricional de pastos y materias primas	58
3.4	Análisis estadístico de las variables de estudio	62
3.4.1	Selección de animales	62
3.4.2	Elaboración de sobrealimento concentrado para tratamiento I	65
3.4.1	Análisis de la variable producción de leche	74
3.4.2	Análisis de la variable peso	79
3.4.3	Análisis de la variable celo	85
3.5	Análisis económico	89
3.5.1	Determinación de la relación beneficio costo	96
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	99
4.1	Conclusiones	99
4.2	Recomendaciones	102
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	104
	ANEXOS	113

ÍNDICE DE TABLAS

		PÁGINA
Tabla 1.1.	Producto interno bruto	4
Tabla 1.2.	Datos globales de producción primaria de leche diaria en el Ecuador	6
Tabla 1.3.	Exportaciones de leche en el Ecuador, respecto de las exportaciones totales en miles de dólares FOB	8
Tabla 1.4.	Principales destinos de exportación de leche ecuatoriana	9
Tabla 1.5.	Importaciones de leche por país de origen	10
Tabla 1.6.	Márgenes de utilidad de productores de leche en el Ecuador	15
Tabla 2.1.	Métodos utilizados en el análisis bromatológico de muestras	42
Tabla 2.2.	Distribución de los animales en los distintos tratamientos	44
Tabla 2.3.	Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros	46
Tabla 2.4.	Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros ajustado a kilogramo de leche producida y porcentaje de grasa	46
Tabla 2.5.	Dosificación del alimento concentrado	49
Tabla 3.1.	Descripción de potreros “zona baja” destinada al pastoreo (código, superficie, relieve, composición botánica, observación)	53
Tabla 3.2.	Descripción de potreros “zona media” destinada a corte y ensilaje	55
Tabla 3.3.	Inventario de estructuras permanentes de la Hacienda San José del Belén	56
Tabla 3.4.	Inventario de Maquinaria y equipo de la Hacienda San José del Belén	56
Tabla 3.5.	Inventario de semovientes de la Hacienda San José del Belén	57
Tabla 3.7.	Composición química del Palmiste	59

Tabla 3.8.	Composición química de la semilla de algodón	60
Tabla 3.9.	Composición química del maíz molido fino	60
Tabla 3.10.	Composición química del salvado de arroz	60
Tabla 3.11.	Composición química de la melaza de caña	61
Tabla 3.12.	Composición química del sobrealimento comercial “Pronaca Súper Lechero”	61
Tabla 3.13.	Tratamientos a implementarse a cada grupo experimental	62
Tabla 3.14.	Datos productivos de las vacas de la hacienda San José del Belén.	65
Tabla 3.15.	Disposición de materia seca para las vacas de la hacienda San José del Belén	67
Tabla 3.16.	Requerimientos energéticos específicos para las vacas de la hacienda San José del Belén	69
Tabla 3.17.	Aporte energético/nutricional de grupo testigo T3	69
Tabla 3.18.	Déficit energético/nutricional en las vacas de la hacienda San José del Belén	70
Tabla 3.19.	Cantidad (kg) utilizado para formulación de 100 kg de sobrealimento para dieta 1	71
Tabla 3.20.	Energía neta aportada por el sobrealimento elaborado en la Hacienda San José del Belén	71
Tabla 3.21.	Aportes energéticos-nutricionales cubierto por los tratamientos T1 y T2	73
Tabla 3.22.	Efecto de los tratamientos sobre la producción de leche en los 100 días de experimentación	74
Tabla 3.23.	Análisis de varianza para la producción total de leche en los 100 días de evaluación.	74
Tabla 3.24.	Efectos de los sistemas de suplementación alimenticia sobre el peso de los animales en los 100 días de evaluación	79
Tabla 3.25.	Análisis de varianza para la evaluación de peso del ganado en cinco valoraciones realizadas, dentro de la evaluación de tres alternativas de suplementación alimenticia	79

Tabla 3.26.	Efectos de los sistemas de suplementación alimenticia sobre el celo de los animales en los 100 días de evaluación	85
Tabla 3.27.	Análisis de varianza para la evaluación de celo del ganado en cinco valoraciones realizadas, dentro de la evaluación de tres alternativas de suplementación alimenticia	85
Tabla 3.28.	Porcentaje de composición del “tratamiento uno” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento	90
Tabla 3.29.	Porcentaje de composición del “tratamiento dos” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento	91
Tabla 3.30.	Determinación del costo por unidad de 50 kg en la producción de leche en cien días en las tres alternativas de suplementación alimenticia	92
Tabla 3.31.	Ingreso total en los cien días producción de leche como variable dependiente de las tres alternativas de suplementación alimenticia	93
Tabla 3.32.	Costos de producción de la hacienda “San José del Belén” en el año 2 012	92
Tabla 3.33.	Costo de producción en los cien días producción de leche como variable dependiente de las tres alternativas de suplementación alimenticia	93
Tabla 3.34.	Proyección de ingreso anual en la producción de leche, con la evaluación de las tres alternativas de suplementación alimenticia	95
Tabla 3.35.	Relación beneficio costo en proporción del beneficio bruto y los costos en cien días de producción para la tres alternativas de suplementación alimenticia	97
Tabla AII.1.	Ejemplo de registro de variables para 100 días de tratamiento	116

ÍNDICE DE FIGURAS

		PÁGINA
Figura 1.1.	Contribución regional a la producción de leche en el Ecuador	1
Figura 1.2.	Número de vacas ordeñadas y cantidad de L producidos por región	2
Figura 1.3.	Número de cabezas de ganado según especie en el Ecuador	3
Figura 1.4.	Superficie cosechada, producción y rendimiento de leche en el Ecuador dentro del período 2002-2006 (Ha y TM)	7
Figura 1.5.	Estructura porcentual de costos para la producción de leche en el Ecuador	12
Figura 1.6.	Porcentaje de UPA's productoras de ganado bovino en el Ecuador	13
Figura 1.7.	Sistema digestivo de una vaca incluye estómago con sus cuatros compartimentos	17
Figura 1.8.	Metabolismo de carbohidratos en la vaca	23
Figura 1.9.	Consumo de alimento, producción lechera y peso vivo durante el período de lactancia	29
Figura 2.1.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sobrealimento formulado para grupo experimental T1	47
Figura 3.1.	Efecto de la composición de la dieta en porcentaje de grasa en leche, AGV ruminales y producción de leche	66
Figura 3.2.	Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación "T 3"	76
Figura 3.3.	Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación "T 1"	76
Figura 3.4.	Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación "T 2"	77
Figura 3.5.	Curvas de producción sistemática de leche en cada uno de los tratamientos	77
Figura 3.6.	Curvas de pérdida/ganancia sistemática de peso en cada uno de los tratamientos	82

Figura 3.7.	Producción de leche en 100 días como variable dependiente del peso para los tres tratamientos	84
Figura 3.8.	Presencia de celo en los tratamientos en las diferentes observaciones	86
Figura 3.9.	Número de celos en cien días como variable dependiente del peso para los tres tratamientos	88
Figura 3.10.	Porcentaje de composición del “tratamiento 1” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento	90
Figura 3.11.	Porcentaje de composición del “tratamiento 2” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento	92
Figura 3.12.	Detalle del punto de equilibrio y el costo total	94
Figura 3.13.	Relación entre costo y beneficio	98
Figura AV.1.	Colocación de parches detectores de preñez	129
Figura AVI.1.	Manejo de pastoreo con cerca eléctrica en la Hacienda San José del Belén	130
Figura AVII.1.	Waikato medidor de leche de la Hacienda San José del Belén	131
Figura AVIII.1.	Ingesta de tratamientos 1 y 2 por las vacas de la Hacienda San José del Belén	134
Figura AIX.1.	Equipos de refrigeración y sala de ordeño de la Hacienda San José del Belén	133

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I Método de medición de materia seca con plato medidor de forraje	113
ANEXO II Tabla de registro productivo-peso-celo de vacas	116
ANEXO III Método para formular raciones alimenticias a ganado lechero Holstein -friesian	117
ANEXO IV Adaptación de las ecuaciones a la realidad de las praderas	124
ANEXO V Parches detectores de estro o celo	129
ANEXO VI Manejo de pastoreo en hacienda san José del belén	130
ANEXO VII Medidores de leche “waikatos”	131
ANEXO VIII Manejo de tratamientos T1 y T2	132
ANEXO IX Sala, maquinaria de ordeño y refrigeración	133

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal evaluar los efectos del uso de dos tipos de sobrealimento concentrado, en vacas de la raza Holstein-Friesian mestiza, bajo el sistema de pastoreo, con el fin de encontrar una dieta adecuada, con un costo razonable.

Para poder lograr este objetivo se formuló un sobrealimento concentrado que tenía como ingredientes: palmiste (60 %), melaza (15 %), pepa de algodón (15 %), maíz (5 %) y polvillo de arroz (5 %) al cuál se lo llamó tratamiento 1 (T1), el mismo que fue comparado con el sobrealimento comercial denominado “Pronaca súper lechero”, nombrado como tratamiento 2 (T2), y ambos evaluados con un tercer grupo formado por 10 vacas las cuales sirvieron como grupo testigo, tratamiento 3 (T3), alimentadas únicamente con forraje, lo cual permitió poder comparar los efectos de las dos dietas propuestas en este trabajo.

Durante el estudio las 30 vacas permanecieron pastoreando sin segregación alguna. El experimento fue desarrollado los 100 días subsiguientes al parto y fue evaluado mediante un diseño experimental totalmente al azar.

Para seleccionar el tratamiento más efectivo se evaluó tres variables: la producción en litros de leche, el peso en kilogramo y el número de celos efectivos de cada animal.

Con base en los datos experimentales se concluyó que el tratamiento T1 (sobrealimento formulado en la hacienda San José del Belén) fue el más efectivo, debido a los siguientes factores: las vacas cubrieron de forma óptima sus requerimientos energético-nutricionales. Los animales presentaron un incremento de producción de leche. La recuperación de peso del grupo de vacas de este tratamiento fue adecuada y mostraron un mayor número de celos en comparación con los demás tratamientos.

Sin embargo en relación al aspecto económico el tratamiento testigo T3 nos entregó una utilidad de 0,15 dólares por cada kilogramo de leche producida; El tratamiento T1 entregó una utilidad de 0,05 dólares debido al incremento en el costo variable determinado por la adición a la dieta del suplemento balanceado y el tratamiento T2 entregó una utilidad de 0,02 dólares por kilogramo de producción de leche por las mismas circunstancias de incremento del costo variable; analizados estos factores se concluyó que económicamente el tratamiento más adecuado fue tratamiento T3 (testigo) debido a que el margen de utilidad por kilogramo de leche producida fue superior a los demás tratamientos.

INTRODUCCIÓN

El periodo comprendido entre el séptimo al noveno mes de gestación en las vacas lecheras, conocido como el período de transición, juega un papel importante ya que de su adecuado manejo se define el futuro productivo, reproductivo y económico del animal; en este período tienen lugar una sucesión de cambios tanto del metabolismo como del sistema digestivo a una nueva etapa productiva. Las llamadas enfermedades del periparto, (desplazamiento de abomaso cetosis, retención de placenta, problemas reproductivos) son el resultado de un ineficaz proceso de adaptación y generan variaciones productivas y patológicas (Fernandez Idrogo, 2009, p. 1).

Las vacas lactantes tienen una serie de objetivos muy desafiantes, que incluyen: parir una cría sin problemas, empezar una lactancia sin problemas, minimizar el balance negativo de energía al tiempo que se maximiza la ingesta de materia seca, alcanzar rápidamente el pico de producción de leche con alta persistencia y tener un intervalo entre partos de 12 a 13 meses; Además de ser verdaderos retos, muchos de estos objetivos pueden entrar en conflicto uno con otro. Estos objetivos deben incluir cubrir los requerimientos de la vaca: aire de buena calidad, un lugar seco y confortable para descansar, buen acceso al alimento balanceado y al agua y pisos donde la vaca pueda caminar apoyándose con seguridad (Kertz, 2010, p. 60).

El ciclo de lactancia está comprendido de varias fases, donde el período inmediato post parto o inicio de lactancia es el más crítico ya que en él se interrelacionan el pico de producción de leche, el peso y la ingestión de materia seca. Otro factor de alimentación y que caracteriza a las vacas lecheras, es el ser muy selectivas con lo que comen, debido a que cortan el forraje con su lengua es necesario que el pasto que se les suministre para la ingesta tenga una altura no menor a 12 cm caso contrario los animales deberán caminar distancias significativas dando como resultado que el balance energético sea alcanzado tardíamente (cinco a nueve semanas después del parto), y por consiguiente el inicio por debajo de lo esperado de la curva de lactancia, ocasionando que la vaca

tenga una baja producción de leche en su ciclo (Hazard, 2006, p. 3).

La alimentación de vacas lecheras al pastoreo permite sostener métodos de alimentación con costos bajos. Sin embargo a lo largo del año la calidad y cantidad de pasto no son iguales, existiendo en los meses de verano una disminución de producción de forraje, período en el cual el productor se ve en la necesidad de cubrir los requerimientos energéticos y nutricionales con suplementos alimenticios (ensilaje, piensos), para que los animales alcancen producciones adecuadas y recuperen cuanto antes su balance energético (Mella Fuentes, 2008, p. 33).

Los pastos no logran cubrir los requerimientos de energía, en consecuencia vacas altamente productoras no manifiestan todo su potencial genético surgiendo así la necesidad de probar diferentes tipos de suplementación energética en las vacas lecheras; el suministrar sobrealimento concentrado en base a granos durante los ordeños, es la manera más generalizada que tienen los ganaderos de proporcionar un suplemento alimenticio. Considerando la nutrición un factor importante que influye sobre la fisiología post-parto de la vaca, y teniendo en cuenta que las praderas como única fuente de alimento no son capaces de satisfacer los requerimientos de las vacas lecheras, la aplicación adecuada de suplementación energética permitirá adoptar medidas de manejo que conduzcan a mejorar la producción de leche (Bargo, Muller, Delahoy, y Cassidy, 2006, p. 1 785).

El propósito principal de este trabajo de investigación es el incrementar la producción lechera en el lugar donde se desarrolla la investigación (Hacienda San José del Belén), utilizando dos tipos diferentes de suplementación energética en la alimentación de las vacas lecheras Holstein-Friesian mestizas. El éxito de este experimento será el encontrar el punto donde la producción lechera sea lo más alta posible sin que esto implique un gasto excesivo de dinero; ya que la ventaja de una ganadería radica en tener un buen sistema de alimentación a bajo costo.

GLOSARIO

Abomaso: Estomago verdadero de los rumiantes, situado en la pared ventral del abdomen, cumple la función de realizar la hidrólisis ácida de los microbios y proteínas dietarias preparando a las proteínas para su posterior digestión y absorción en el intestino delgado (Boden, 1998, p.3).

Análisis de Van Soest: Método de análisis de forrajes el cual divide los carbohidratos por su disponibilidad nutricional disolviéndolos en un detergente neutro el cual separa celulosa, hemicelulosa y lignina (San Miguel y Gómez, 2006, p. 40).

Andisoles: Tipo de suelos desarrollados sobre materiales piroclásticos depositados por erupciones volcánicas cuya principal característica es la variedad de material parental debido a la naturaleza de los materiales expulsados en las erupciones (Moreno Ramon, et al, 2011, p.4).

Anestro: Intervalo de inactividad sexual entre dos periodos de estro en hembras de mamíferos que se reproducen cíclicamente (Boden, 1998, p.6).

Cadena agroalimentaria: Proceso que sigue un producto agrícola, pecuario, forestal o pesquero a través de las actividades de producción, transformación e intercambio hasta llegar al consumidor final (MINAG, 2012).

Calostro: Primera leche que da la hembra después del parto. Se suele considerar de gran importancia porque transmite defensas naturales a su cría (San Miguel y Gómez, 2006, p. 4).

Celulosa: Es un polímero natural formado por unidades de glucosa, constituye el principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas (Sanchez de Medina, 2010, p. 236).

Cetosis: Enfermedad metabólica que afecta al ganado vacuno de alta producción lechera al inicio de la lactación. Tiene su origen en un insuficiente aporte de energía en momentos que la vaca precisa grandes cantidades de la misma. Si esta no se puede procesar con la ingesta de los alimentos se hace necesaria la movilización de la energía almacenada de sus reservas; la movilización de la grasa y su posterior metabolismo producen gran cantidad de cuerpos cetónicos (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 349).

Cuerpo lúteo: Glándula endocrina que se desarrolla dentro del ovario de forma temporal y cíclica, tras la ovulación, y que segrega progesterona; se considera la fase final del proceso de foliculogénesis, es una masa amarillenta formada a partir del folículo de Graaf (Boden, 1998, p.11).

Diestro: Período de actividad del cuerpo lúteo maduro que comienza cuatro días después de la ovulación y finaliza con la lúteolisis (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 569).

Extracto etéreo: La grasa bruta o extracto etéreo corresponde al residuo obtenido de la extracción con éter etílico u otro disolvente no polar, de una muestra seca y homogenizada. Se refiere al conjunto de las sustancias extraídas que incluyen, además de los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol, a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, los carotenos, las clorofilas y otros pigmentos (San Miguel y Gómez, 2006, p. 33).

Estro: Período de disponibilidad sexual o celo de los animales mamíferos, se repite cíclicamente en las hembras de una especie a partir de la primera ovulación, y se cuenta en función de éstas a partir de entonces y hasta el final del período de fecundidad. Su frecuencia varía notablemente en función de la especie desde unas horas hasta varios días o meses (De Alba, 2000, p.50).

Fibra detergente ácida (FDA): Es el material insoluble en una solución detergente ácida y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina (San Miguel y Gómez, 2006, p. 39).

Grasa butírica: grasa de origen animal, obtenida y concentrada a partir de la leche fresca de vaca (Alais, 1985, p. 53).

Gosipol: Es un aldehído polifenólico que permeabiliza las células y actúa como un inhibidor para varias de las enzimas deshidrogenasas (San Miguel y Gómez, 2006, p. 10).

Lignina: Es el constituyente intercelular incrustante o cementante de las células fibrosas de los vegetales. Se concentra en la lámela media y funciona prácticamente como relleno para impartir rigidez al tallo de la planta. Es el segundo elemento en importancia de la composición vegetal. Representa el 30 % de los componentes del vegetal (Lincoln y Zieger, 2006, p.549).

Hemicelulosa: Heteropolisacáridos compuesto por un solo tipo de monosacáridos unidos por enlaces β formando una cadena lineal ramificada. Entre los monosacáridos se destacan la glucosa, galactosa y fructosa (Lincoln y Zieger, 2006, p. 19).

Hipovitaminosis: Es un cuadro patológico producido por la carencia parcial de una o más vitaminas en el organismo producto de una baja ingesta de estas a través del régimen alimentario u otros factores que puedan derivar, incluso la mala utilización de una vitamina (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 372).

Metritis: Inflamación del útero normalmente debido a una infección microbiana que se produce durante los 10 días posteriores al parto (De Alba, 2000, p.69).

Metaestro: Es la etapa posterior al estro y tiene una duración de 4-5 días. Durante esta etapa ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo. Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente aparece el cuerpo hemorrágico, el cual es el cuerpo lúteo en proceso de formación. Durante el metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse, momento a partir

del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez (Castro Ramirez, 1999, p. 142).

Metaloenzimas: Enzimas que contienen un ion metálico como cofactor. Las funciones de las metaloenzimas son muy variadas en las células. Actúan como proteínas de transporte, almacenamiento y también en la transducción de señales (Brown, et al, 2004, p. 561).

Microorganismos celulolíticos: Son microorganismos degradadores de celulosa incluyen hongos y bacterias aerobios y anaerobios mesolíticos y termófilos que ocupado una variedad de hábitats (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 139).

Niacina: Es un tipo de vitamina del complejo B y es hidrosoluble, lo cual significa que no se almacena en el cuerpo. Ayuda al funcionamiento del aparato digestivo, la piel y los nervios. También es importante para la conversión de los alimentos en energía (Williams, 2002, p. 220).

Premix: Mezclas de sales minerales y vitaminas no sintetizadas por las vacas (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 423).

Propionato: Precursor para la gluconeogénesis que genera oxalacetato por la vía anaplerótica (Williams, 2002, p. 195).

Rejo: Conjunto de vacas de ordeño diario (Jaramillo, 2011).

Rumen: Es básicamente una cámara de fermentación en donde las bacterias y otros microbios descomponen la fibra vegetal en componentes más pequeños y digeribles (De Alba, 2000, p.50).

Tiamina: Es una vitamina, también llamada vitamina B1 que se encuentra en muchos alimentos como la levadura, los granos de cereales, los frijoles, las nueces y la carne (Williams, 2002, p. 263).

Ureasa Microbiana: Enzima que cataliza la hidrólisis de urea a dióxido de carbono y amoníaco (Fidalgo Alvarez, et al, 2003, p. 305).

Waikato: Instrumento para la medición de leche de cada una de las vacas en producción al momento del ordeño (Jaramillo, 2011).

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. LA GANADERÍA EN EL ECUADOR

1.1.1. IMPORTANCIA DEL SECTOR LECHERO EN EL PAÍS

1.1.1.1. Uso del suelo

En el Ecuador un 20 % del territorio nacional está destinado a actividades netamente pecuarias, de las cuales un 63 % está dedicado a la explotación ganadera, de ella un 65 % están dedicadas a la explotación de leche, 25 % a explotaciones de carne y un 10 % al doble propósito (SINAGAP, 2011).

Como muestra la figura 1.1, la principal zona productora de leche en el Ecuador es la sierra (73,3 %), en especial las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Chimborazo y Azuay. En la costa el 17,9 % de la ganadería es mayoritariamente mixta para la producción de carne y de leche, localizada principalmente en las provincias de Manabí, Guayas y Los Ríos. El aporte de la región amazónica es del 8,6 % y la de la región insular tan solo un 0,1 % (INEC, ESPAC, 2011).

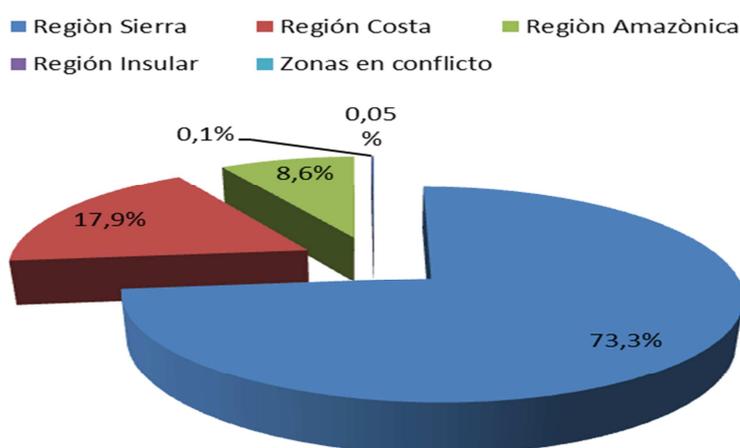


Figura 1.1. Contribución regional a la producción de leche en el Ecuador (SICA, 2006)

En el país, la región sierra es la mayor productora de leche con una producción total equivalente a 4 836 974 L de producción anual, donde la provincia de

Pichincha es la principal productora con un 25,44 %, seguido por Azuay, Chimborazo y Cotopaxi con un 9 % como muestran los datos de la figura 1.2 (INEC, ESPAC, 2011).

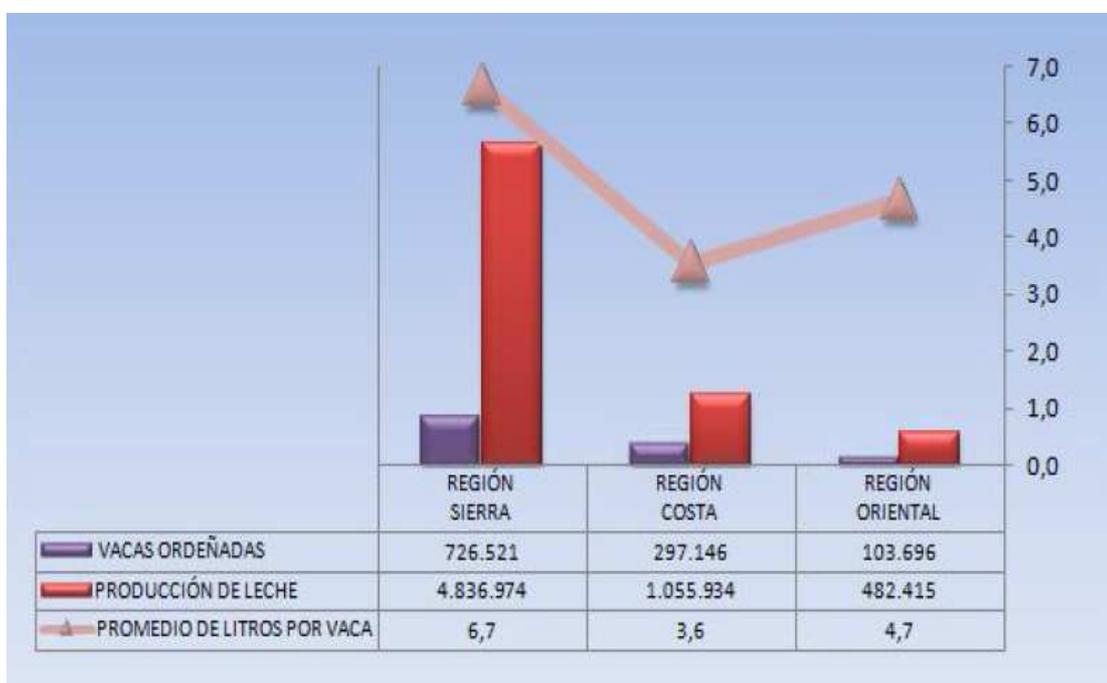


Figura 1.2. Número de vacas ordeñadas y cantidad de L producidos por región (INEC, SEAN, 2011)

En la región Costa el total de producción anual es de 1 055 934 L de leche, lo cual equivale al 16,56 % del total nacional de producción, donde la provincia de Manabí es la principal productora con un 9,8 %, seguida por la provincia del Guayas 4,45 % del total nacional (INEC, ESPAC, 2011).

La región Amazónica tiene una producción de 482 415 L de leche anuales del total nacional de producción, donde Morona Santiago (3,2 %) y Zamora Chinchipe (2,52 %) son sus principales provincias productoras (INEC, ESPAC, 2011).

1.1.1.2 Población de ganado vacuno en el Ecuador

Según datos del SINAGAP, 2011 el número de semovientes en el Ecuador es de 4 486 020 cabezas, de las cuales 1 127 363 son destinadas para la producción de

leche, ocupando porcentualmente un 64 % del número total de cabezas de ganado del País. El grupo que le continúa en importancia es el ganado porcino con un 22% del total nacional de cabezas de ganado seguido por el ganado caballar (5 %), mular (3 %), ovino (2 %), asnal (2 %) y alpacas (1 %) como lo muestra la figura 1.3.

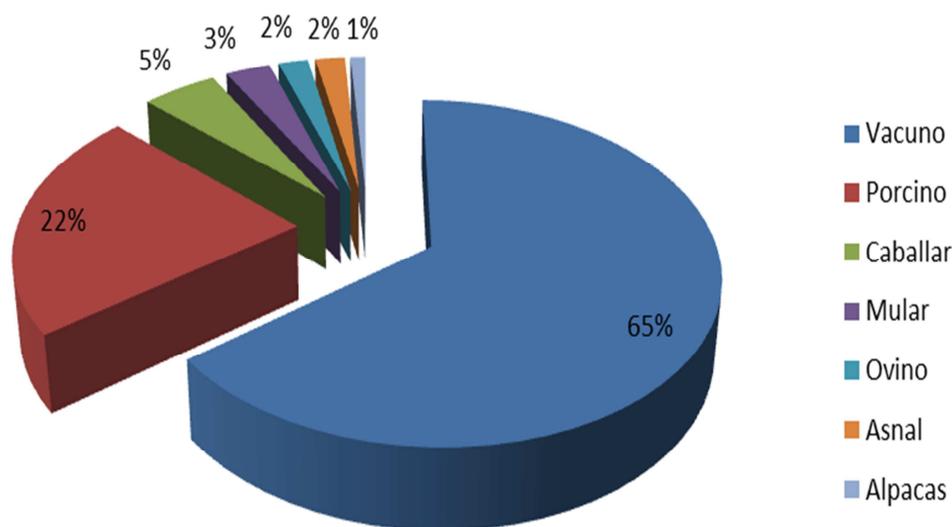


Figura 1.3 Número de cabezas de ganado según especie en el Ecuador (SINAGAP, 2011)

1.1.1.2. Producción y destino de leche en el Ecuador

La producción total de litros de leche a nivel nacional es de 6 375 323 de los cuales el 69,35 % es destinado para las industrias lácteas, el 12,1 % para el consumo en la UPAs (Unidad de producción agropecuaria), un 16,46 % va para venta directa a comerciantes informales de leche conocidos también como piqueros y un 2,08 % es usado para la alimentación de terneros en las propias fincas ganaderas (SINAGAP, 2011).

1.1.2. RELACIONES DE LA CADENA AGROALIMENTARIA DE LECHE CON LA ECONOMÍA NACIONAL

1.1.2.1. Aporte de la producción de leche al PIB del País

La leche es un producto de consumo básico en la dieta de los ecuatorianos, debido a su elevado nivel nutricional, niños y adultos requieren de la misma por el calcio que aporta para su desarrollo. La producción de leche en el país es constante a lo largo del año, sin embargo se aprecia un pico en la demanda en los últimos meses del año (Jaramillo, 2011).

En base a los datos disponibles en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua del INEC, la venta de leche en líquido en promedio alcanza 3 millones de L diarios en el período 2002 – 2007. En base a esto, al hacer las estimaciones de acuerdo a una producción continua los 270 días del año (dado que las vacas no producen leche todos los días del año), y a los precios promedio pagados al productor, se observa que la producción de leche destinada a la venta bordea los 209 millones de dólares (Flores, 2008).

Dicha producción representa un 9,6 % del total del PIB Agrícola entre el 2002 y el 2007 como lo muestran los datos presentados en la tabla 1.1.

Tabla 1.1. Producto interno bruto

Año	PIB Total (miles de USD)	PIB Agrícola	PIB de leche	PIB Agr./PIB T. (%)	PIB Leche/PIB Agr. (%)
2002	24 889,481	1 836,346	189,346	7,4	10,3
2003	28 635,909	1 986,104	186,028	6,9	9,4
2004	32 642,225	1 989,038	2 101,559	6,1	10,1
2005	37 186,942	2 153,881	209,254	5,8	9,7
2006	41 763,23	2 415,554	245,219	5,8	10,2
2007	45 789,374	2 664,854	226,433	5,8	8,5
Promedio	35 151,1935	2 174,29617	211,256	6,3	9,7

(SINAGAP, 2 011)

1.1.2.2. Capacidad industrial de procesamiento de leche

La mayor parte de producción de leche en el Ecuador se encuentra localizada en el callejón interandino, de la misma forma, la industria láctea se ha ubicado y desarrollado estratégicamente en el mismo lugar (Flores, 2008).

De acuerdo al SICA (2006), en 1998 se registraron 25 establecimientos con una capacidad instalada de procesamiento de 504 millones de litros al año, las mismas que producen principalmente leche pasteurizada, quesos, crema de leche, yogurt y otros derivados.

De acuerdo a Jumbo 2009, un 69,35 % de la producción de leche en el Ecuador va a la industria láctea. El 19 % de esta se destina a la producción de leche pasteurizada (aproximadamente 700 000 L de leche en funda y 250 000 L de leche en cartón diarios) y el 6 % a la producción de elaborados.

1.1.2.3. Aporte de la cadena agroalimentaria a la generación de empleo y consumo per cápita de leche en el Ecuador

Según los datos oficiales del INEC, la cadena agroalimentaria en su conjunto vincula a 267 315 unidades productivas agropecuarias (UPAs) con ganado bovino para la producción de leche (leche cruda o en combinación con otros productos agropecuarios) en el Ecuador (INEC, SEAN, 2011).

La leche es uno de los principales alimentos en la dieta de los ecuatorianos. El consumo per cápita promedio por año es de 187,42 kg (SINAGAP, 2011).

1.1.2.4 Producción y rendimiento de leche en el Ecuador

La producción de leche en el Ecuador, ha aumentado en un 1,5 % entre el 2002 y el 2007, como se puede observar en la tabla 1.2, esto se debe principalmente a la

variabilidad del precio por litro de leche pagado a los productores. En el 2008, el Estado fijó un precio oficial del litro de leche, lo cual aumento los rendimientos debido a la inversión en tecnología (SINAGAP, 2011).

Tabla 1.2. Datos globales de producción primaria de leche diaria en el Ecuador

Año	Producción		Vacas ordeñadas		Rendimiento	
	litros de leche	% Crecimiento	Número	% Crecimiento	litros de leche	% Crecimiento
2002	4 490 172	---	975 585	---	4,6	---
2003	4 318 243	3,80 %	959 656	-1,60	4,5	-2,20 %
2004	4 790 984	10,90 %	1 013 283	5,60	4,73	5,10 %
2005	4 569 780	- 4,60 %	934 383	-7,80	4,89	3,40 %
2006	5 179 049	13,30 %	991 143	6,10	5,23	6,80 %
2007	4 759 378	-8,10 %	936 887	-5,50	5,08	-2,80 %
Promedio	4 684 601	1,50 %	968 480	-0,60	4,84	2,10 %

(OFIAGRO, 2008)

Esta producción ha sido generada por un promedio de 968 480 000 cabezas de ganado, las mismas que se han reducido entre el 2002 y el 2007. Así, un menor número de animales generan una mayor producción de leche, pasando de un rendimiento de 4,6 L por cabeza diario en el 2002 a 5,1 L por cabeza en el 2007, como lo muestra figura 1.5 (OFIAGRO, 2008).

Sin embargo, tanto la producción como la superficie presentan alta variabilidad en los distintos años, principalmente por la inestabilidad del precio y de la demanda de leche, así como el reemplazo de otros cultivos no rentables por ganadería. En lo que respecta a mejoramiento genético, se han realizado cruces de razas de ganado para combinar la productividad de algunas razas con la resistencia de otras, lo que ha permitido incrementar los rendimientos en los últimos años (Mosquera, 2008).

Los rendimientos de producción de leche son superiores en la sierra ecuatoriana donde los picos más altos de producción se concentran en las provincias de

Pichincha con un rendimiento promedio de 6,65 L/vaca/día y Cotopaxi con 6,53 L/vaca/día; en la región costa, la provincia de Manabí encabeza el promedio de mayor rendimiento con un promedio de 5 L/vaca/día, como se muestra en la figura 1.4 (SINAGAP, 2011).

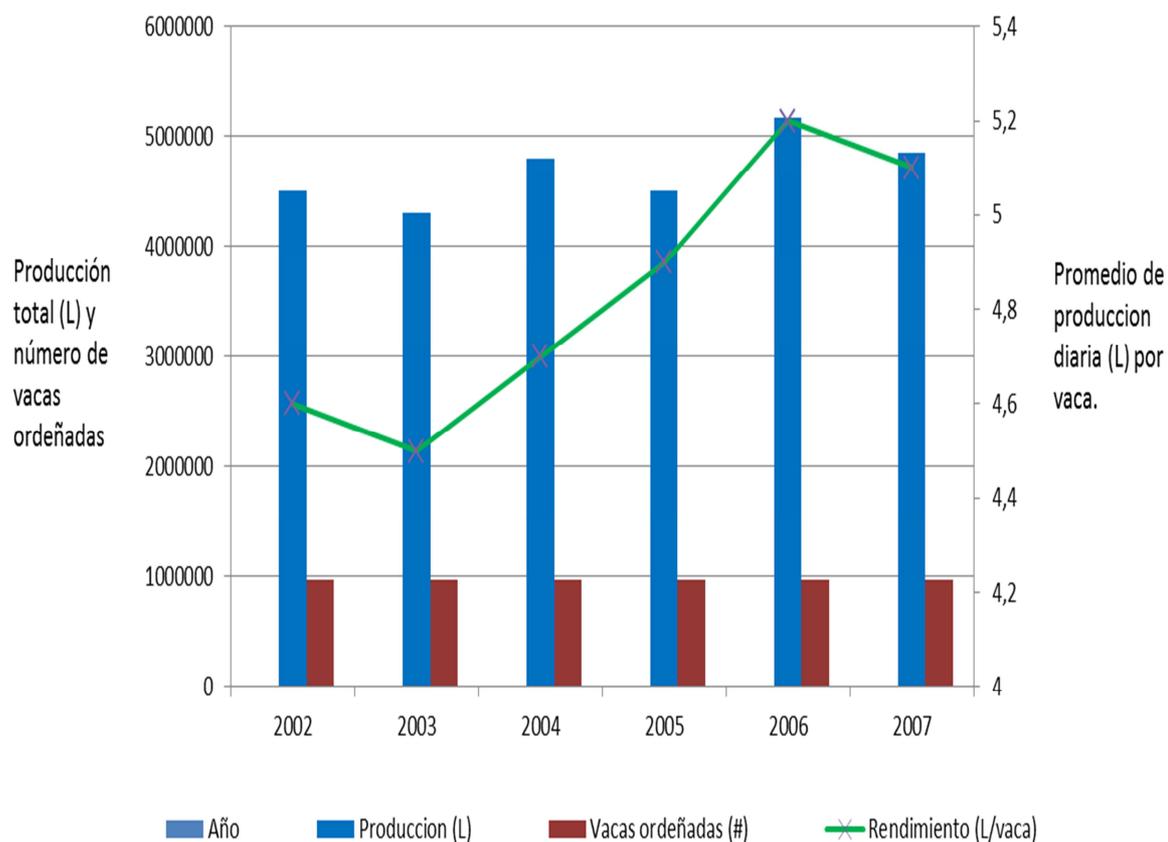


Figura 1.4 Superficie cosechada, producción y rendimiento de leche en el Ecuador dentro del período 2002-2006 (ha y TM)
(SICA, 2006)

1.1.2.5. Participación de las exportaciones de leche en las exportaciones totales del país

La exportación de leche hacia el extranjero está relacionada con la presencia de excedentes en la producción nacional. Sin embargo, durante los últimos años, debido a los altos precios de leche a nivel internacional, principalmente en la frontera, la exportación comenzó a incrementarse, por lo que el gobierno se vio en la necesidad de fijar un precio oficial de venta de la leche tanto a nivel de

productor como de consumidor y prohibir la exportación de leche cruda (SINAGAP, 2011).

En la tabla 1.3, se presentan los resultados de exportación de leche en el Ecuador, el país exportó un promedio de 611,7 mil dólares en el período 2002 - 2007, lo cual representa un 0,005 % de las exportaciones totales realizadas por el país (Mosquera, 2008).

Tabla 1.3. Exportaciones de leche en el Ecuador, respecto de las exportaciones totales en miles de dólares FOB

Año	Exportaciones de leche	Exportaciones totales	% de Participación
	Miles USD FOB	Miles USD FOB	
2002	84,98	5 036 121,25	0,0017
2003	118,88	6 222 692,89	0,0019
2004	284,04	7 752 891,53	0,0037
2005	453,18	10 100 030,02	0,0045
2006	153,95	12 726 243,02	0,0012
2007	2 575,34	14 321 315,58	0,018
Promedio	611,73	9 359 882,38	0,0052

(OFIAGRO, 2008)

En la tabla 1.4, se muestran los resultados donde el 49,9 % de las exportaciones de leche (período 2002 - 2007) tienen como destino Venezuela, en segundo lugar se encuentra Colombia, que ha concentrado un 31,1 % del volumen de las exportaciones y Estados Unidos con un 15,0 % de las exportaciones. Otros países de destino son Antillas Holandesas, Italia y España, sin embargo son poco significativas frente a los 3 primeros países de destino de las exportaciones (SINAGAP, 2011).

Tabla 1.4. Principales destinos de exportación de leche ecuatoriana

Países	Peso	%
	miles de kg	
Venezuela	685,34	49,9
Colombia	427,01	31,1
Estados Unidos	206,17	15
Antillas Holandesas	35,48	2,6
Zona franca de Ecuador	19,5	1,4

(OFIAGRO, 2008)

1.1.2.6 Participación de las importaciones de leche en las importaciones totales del país

Del lado de las importaciones, se observa una reducción en el valor absoluto de las mismas, que han pasado de 1,7 millones de dólares en el 2002 a 268 mil dólares en el 2007, siendo la importación de leche en polvo, gránulos o demás formas sólidas con un contenido de materias grasas la más importante (BCE, 2012).

En cuanto al origen de las importaciones, los 5 principales países de origen son Colombia (33,0 % del total del volumen de las importaciones en el período 2002 - 2007), seguido de Uruguay (29,4 %), Chile (12,1 %), Nueva Zelanda (7,4 %) y Holanda (6,9 %) que concentran cerca del 90 % del total de las importaciones, como se muestra en la tabla 1.5 (SINAGAP, 2011).

Tabla 1.5. Importaciones de leche por país de origen

Países	Peso (miles de kg)	%
Colombia	578,8	33
Uruguay	516	29,4
Chile	211,9	12,1
Nueva Zelanda	129,74	7,4
Holanda	121,1	6,9
Argentina	78,94	4,5
México	40,47	2,3
Alemania	21,31	1,2
Estados Unidos	19,11	1,1
Bélgica	11,83	0,7
Dinamarca	10,53	0,6
Suiza	7,36	0,4
Antillas Holandesas	5,66	0,3

(OFIAGRO, 2008)

1.1.2.7. Comportamiento de los precios de la leche

El precio al producto fue fijado por el gobierno nacional el año 2008 a través del decreto oficial No.136, y posteriormente modificado el 16 de Septiembre del 2013 a través del Acuerdo ministerial 394 el cual instaura: “Establecer el precio mínimo de sustentación al productor por litro de leche cruda que estará indexado en el 52,4 % al precio de venta al público (PVP), del producto líder en el mercado lácteo interno de leche fluida UHT en funda. Las industrias lácteas y en general toda persona natural o jurídica que adquieran leche cruda a los productores deberán pagar el precio mínimo de sustentación de 0,42 USD, más lo estipulado en la tabla oficial referencial de pago por componentes e higiene. Las industrias lácteas, no podrán resolver su aplicación de forma aleatoria ya que, deberán registrar en la Subsecretaría de Fomento Ganadero la tabla por componentes e higiene que utilizarán para el pago al ganadero o proveedor en el plazo de 15 días” (MAGAP, 2010).

Es importante señalar que el precio oficial ha permitido obtener una mejora en los rendimientos debido a que los pequeños ganaderos han invertido en un mayor número de cabezas de ganado, mejores equipos y en una mejora genética debido a que el negocio se volvió más rentable (Jaramillo, 2011).

Los precios de leche al consumidor han tenido un incremento entre el 2000 y el 2009 del 219 %, pasando de 0,20 dólares en el 2000 a 0,64 dólares en febrero del 2009. La tendencia es similar en los precios del litro de leche en finca y en feria ganadera que han pasado de 0,10 dólares a 0,42 dólares a septiembre del 2013.

Con la fijación de precios por parte del gobierno, principalmente en leche pasteurizada, la industria láctea podría optar por cambiar los volúmenes de producción hacia productos con mayor valor agregado (y más rentables) como la leche de cartón, yogures, queso, mantequilla, crema de leche entre otros, que no tienen un precio oficial fijado por parte del gobierno (Mosquera, 2008).

1.1.2.8 Costos de producción de leche

Como se muestra en la figura 1.5, el costo de producción de leche se concentra principalmente en los gastos en el animal (35,7 %) seguido por gastos de depreciación y gastos administrativos (29,6 %), mano de obra (16,1 %), control fitosanitario (10,1 %), maquinaria, transporte y equipo (5,7 %) y semilla (2,8 %) (Flores, 2008).

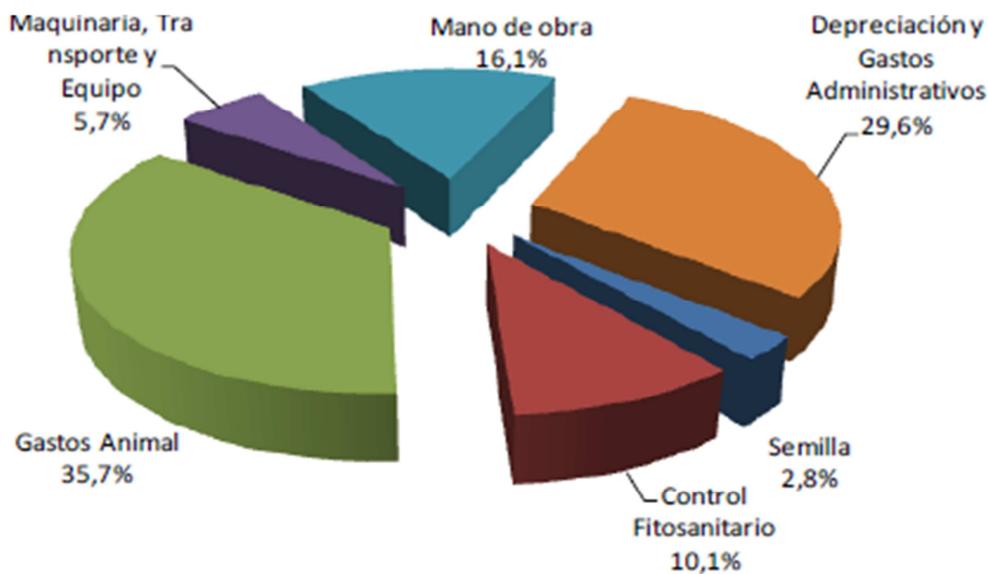


Figura 1.5. Estructura porcentual de costos para la producción de leche en el Ecuador. (SINAGAP, 2011)

1.1.2.9. Caracterización de los productores

La caracterización de los productores toma en cuenta el tamaño de la Unidad Productiva Agropecuaria (UPAs), el nivel de organización, el riego y la integración con la industria. Los agricultores dedicados a la actividad ganadera en su mayoría son pequeños y se encuentran dispersos. Los productores pequeños que tienen ganado en extensiones de terreno que no superan las 10 hectáreas, totalizan un 64,1 % de las UPAs a nivel nacional. Sin embargo, los pequeños productores concentran tan sólo el 33,6 % de la superficie de ganado a nivel nacional como se muestra en la figura 1.6 (Flores, 2008).

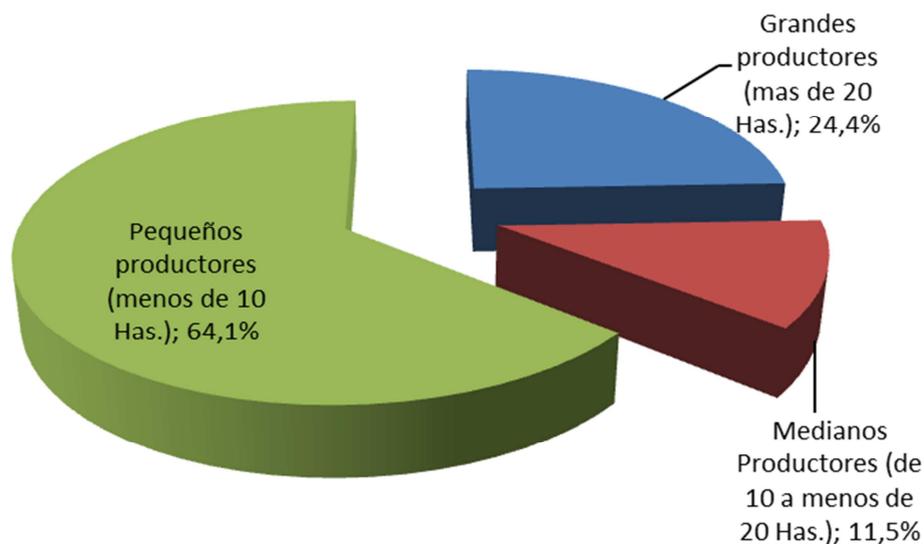


Figura 1.6. Porcentaje de UPAs productoras de ganado bovino en el Ecuador.
(OFIAGRO, 2008)

En cuanto a la tecnificación en el proceso de ordeño de las vacas, el porcentaje de UPAs que realizan ordeño mecánico es mínimo (1,0 %). (INEC, 2000). En la actualidad, debido a la estabilidad generada por el precio oficial establecido por el gobierno nacional, los productores han invertido en tecnología lo que ha permitido incrementar los rendimientos a nivel nacional. (MAGAP, 2010).

Resulta válido, además, analizar la situación del acceso al crédito de los productores. En su mayoría, acceden de manera informal a financiamiento para la producción, dada la baja penetración del sector formal en zonas rurales, y más aún, en actividades agrícolas (Mosquera, 2008).

De acuerdo al SINAGAP (2011), la situación se muestra bastante complicada, más del 90 % de agricultores no tiene acceso a crédito para sus actividades; del 7,4 % que sí accede, tan solo el 1,9 % se encuentra absorbido por Bancos y Cooperativas de Ahorro y Crédito Privadas, 1,2 % por el Banco de Fomento dejando a los remanentes a cargo de empresas privadas y prestamistas.

En el Ecuador los productores ganaderos han tenido mayor facilidad de acceso a un notable volumen de crédito, por las bajas tasas de interés así como por los niveles altos de pagos por el precio de leche y de carne. Así, este se puede

destinar para la mejora en la calidad del hato ganadero, infraestructura productiva de leche o carne, adquisición de tierras para ganadería a través de la automatización de procesos como el ordeño mecánico, sistemas de enfriamiento de la leche, construcción de establos, mejoramiento de la calidad de pastos entre otros (Jaramillo, 2011).

1.1.2.10. Actores y márgenes de utilidad

En el Ecuador los productores de leche producen a pequeña escala y su vinculación con el mercado y el grado de participación depende del tamaño de su propiedad y del volumen de producción. Los productores entregan su producción a los centros de acopio a nivel rural o su producción es retirada directamente por el industrial, dependiendo del volumen (Flores, 2008).

Posterior al proceso de pasteurización, el producto resultante es distribuido a los mayoristas a nivel nacional, provincial y urbano e incluso a los detallistas. Posteriormente, el producto se distribuye a minoristas y supermercados (detallistas), teniendo como destino final el consumidor, los minoristas actúan en las cabeceras cantonales. Los volúmenes que comercializan varían según la red de distribución que controlen (SICA, 2 006).

Como lo muestra los datos de la tabla 1.6, el margen de ganancia en la producción de leche va a depender de la tecnología empleada dentro del proceso. Para el caso de la elaboración tecnificada, el costo de producción bordea los 0,32 dólares, dejando un margen del 18 % al productor a un precio de leche de 0,39 dólares; el caso de la producción no tecnificada, la situación es diferente, debido a que el precio que les pagan es inferior al precio fijado por el gobierno y este no les alcanza para cubrir sus costos. Sin embargo, debido a esfuerzos de mejora en la productividad a través de la inversión en tecnología de ordeño, se ha mejorado el margen de ganancia (SINAGAP, 2011).

Tabla 1.6. Márgenes de utilidad de productores de leche en el Ecuador.

Productores	USD/L	%
Costo de producción de leche	0,319	81,80 %
Margen de utilidad	0,0709	18,00 %
Precio al productor	0,39	100,00 %
Precio al consumidor	0,65	

(Mosquera, 2008)

Desde el punto de vista del sector industrial, el precio de equilibrio para un litro de leche procesada debería ser de 0,72 dólares para poder cubrir los costos de producción; sin embargo el gobierno fijó el precio de 0,65 dólares para que exista un beneficio tanto para el consumidor como para el industrial (Jumbo, 2009).

1.2 ALIMENTACIÓN DE VACAS LECHERAS

1.2.1 METABOLISMO DE LA VACA LECHERA

1.2.1.1 Rumen y sus microorganismos

El rumen es un órgano que no produce enzimas, sin embargo contiene la mayor batería enzimática que se conoce ya que contiene bacterias en concentraciones de 10^{10} a 10^{11} y protozoarios en concentraciones de 10^2 a 10^6 por mL, según el tipo de dieta. Es fundamental conocer a profundidad los procesos bioquímicos digestivos, ya que este conocimiento, nos permitirá obtener una mayor producción de leche (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 236).

La vaca lechera es un animal herbívoro rumiante cuya dieta está compuesta principalmente de materia vegetal. Los ruminantes son conocidos porque mastican varias veces su comida, aun cuando no ingieren alimentos. Esta acción de masticación conocida como rumia es parte del proceso que permite a las vacas obtener energía de las paredes de las células de las plantas (Wattiaux y Howard, 2002, p. 2).

La fibra es la estructura que da fuerza y rigidez a las plantas y es el componente principal de las gramíneas y otras plantas. La celulosa y hemicelulosa se encuentran encerrados en las paredes de las células vegetales y son inaccesibles para animales no-ruminantes; en cambio los animales poli gástricos poseen hongos y bacterias que producen la enzima celulasa y las cuales logran romper el enlace β -1,4-glucosídico permitiendo utilizar a las moléculas de glucosa como fuente de energía (Wattiaux y Howard, 2002, p. 3).

1.2.1.2 Características ruminales

El rumen es un órgano donde se almacena en forma parcial forraje y cereales entre otros alimentos consumidos por la vaca, el proceso en el rumen dura cerca de 9 horas. Los alimentos rumiados pasan por la redecilla, se devuelven a la boca donde se mastican y pasan al resto de compartimentos gástricos (cuajar); El rumen se caracteriza por poseer un elevado contenido de agua (85-90 %), una temperatura de 39-40°C; una presión osmótica estable y un bajo potencial de reducción-oxidación que garantiza las condiciones anaerobias necesarias para el desarrollo de los microorganismos que lo habitan como lo muestra la figura 1.7 (Marrero Rodriguez, 2005, p. 3).

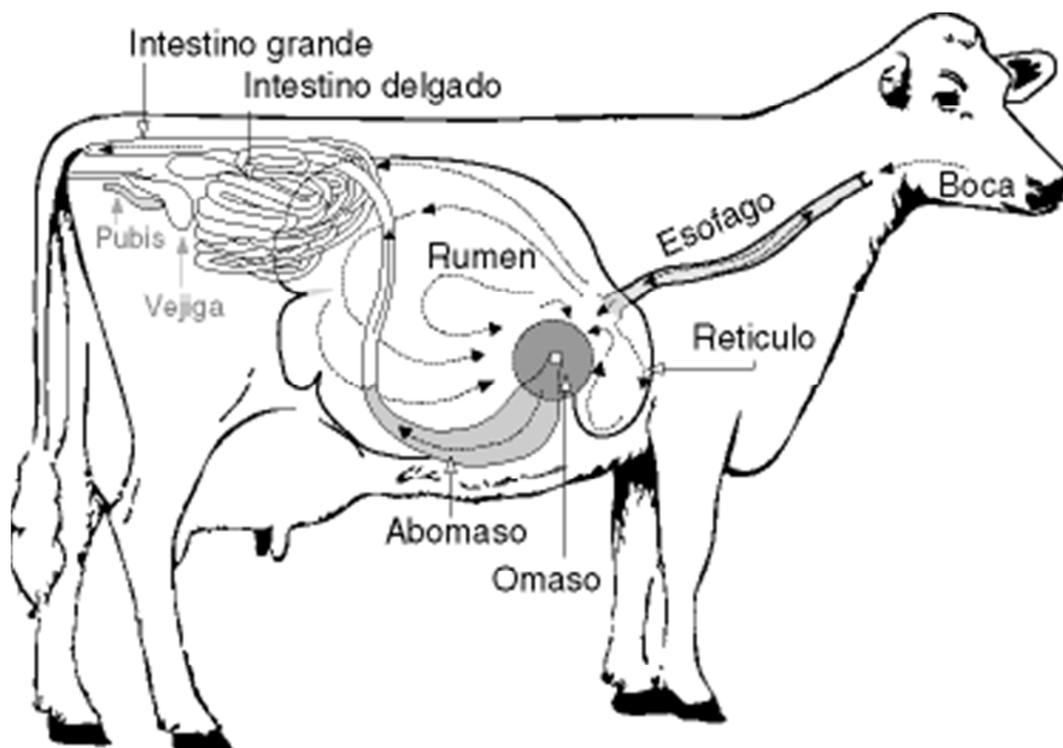


Figura 1.7. Sistema digestivo de una vaca incluye estómago con sus cuatro compartimentos.
(Wattiaux & Howard, 2002).

1.2.1.3 Número y clases de microorganismos que habitan en el rumen

El número de microorganismos presentes en el rumen es de alrededor de 10^{10} unidades por gramo de contenido o de fluido y pertenecen a varios grupos

taxonómicos (bacterias, arqueas y protozoos), de estos un 98 % son estrictamente anaeróbicos (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 245).

Las bacterias, principalmente bacilos o cocos Gram (-) llegan a alcanzar números muy altos 10^{10} a 10^{11} bacterias por gramo, las mismas que con rapidez hidrolizan las proteínas ingeridas y las transforman en péptidos, los cuales podrán ser catabolizados a amoníaco o convertidos a proteínas microbianas. El amoníaco es utilizado como fuente principal de nitrógeno, el remanente es absorbido al torrente circulatorio o convertido en urea y excretada, finalmente cierta cantidad de urea es retornada al rumen por la saliva donde la ureasa microbiana la convierte en amoníaco y bióxido de carbono. Dentro del grupo de bacterias, podemos mencionar las principales: digestoras de celulosa, digestoras de hemicelulosa, digestoras de almidones, fermentadoras de azúcar, bacterias que utilizan ácidos, bacterias metanogénicas, bacterias proteolíticas y bacterias lipolíticas (UNAVARRA, 2007, p. 2).

Los protozoarios actúan como depredadores de bacterias, su número varía de entre 10^2 a 10^6 unidades por mL, la mayoría son ciliados y algunas especies flagelados y son sensibles a un pH menor de 5.5; algunos protozoarios ingieren carbohidratos insolubles como almidones y celulosa, luego estos microorganismos serán digeridos en el abomaso, lo que representa cierto punto de energía para el huésped. Hay que tomar en cuenta que el número de protozoarios existentes en el rumen de los bovinos se ve notablemente reducido cuando su dieta es alta en alimento molido o peletizado (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 246).

Los microorganismos celulolíticos inician la degradación de la celulosa y representan entre el 1 y el 5 % de la flora ruminal; más del 85 % de los microorganismos de esta flora no son celulolíticos, pero si actúan en conjunto son capaces de degradar una alta cantidad de polímeros de elevado peso molecular como el almidón, pectina, lípidos, etc. La lignina es el único polímero de las células vegetales presente en las plantas que no puede ser digerido por la flora ruminal (Ramírez Lozano, 2005).

El metano producido por los rumiantes procede de la actividad de la bacteria *Methanobacterium ruminantium*, que lo forma a partir del CO₂ y del H₂ producidos en la fermentación ácida mixta. El resultado final del proceso ruminal son los ácidos grasos de cadena corta, el CO₂ (40 %) y el CH₄ (60 %). Estos gases son eliminados mediante eructos, de no realizar este proceso el animal sufriría la enfermedad conocida como timpanismo, la misma que sucede cuando los gases, producto de la fermentación, no pueden ser eliminados de manera correcta produciendo un efecto de sobrepresión en el aparato digestivo del animal que sin el tratamiento adecuado puede desencadenar incluso en la muerte. Finalmente, el metano es un gas tóxico presente en gran cantidad en el ambiente y una gran parte del mismo procede del proceso metabólico que ocurre en el organismo de los rumiantes (Ramírez Lozano, 2005, p. 25).

El rumiante es una especie animal con una fisiología digestiva más avanzada que la de los no rumiantes, debido a que pueden digerir los carbohidratos estructurales utilizando la flora microbiana que alberga en su interior, dicha flora produce las enzimas capaces de hidrolizar los carbohidratos presentes en las dietas de los rumiantes y degradar los compuestos como proteínas y lípidos. Dentro del rumen se lleva a cabo la mayor parte de la digestión de los hidratos de carbono, los cuales son convertidos en primera instancia en ácido pirúvico y posteriormente en ácidos volátiles que una vez absorbidos por el torrente sanguíneo son metabolizados en el hígado o almacenado en el tejido adiposo. Los compuestos nitrogenados son degradados en el rumen y convertidos en proteína microbial que posteriormente se digiere en el intestino delgado. La orina es la responsable de excretar el amoníaco absorbido en la sangre. Todas las vitaminas liposolubles y la vitamina K son sintetizadas por la flora microbiana en el rumen, por lo que un animal adulto con buen estado de salud no requiere ser complementado con dichas vitaminas (Van Soest, 1994, p. 28).

1.2.2 REQUERIMIENTOS ALIMENTICIOS DE LAS VACAS LECHERAS

La producción de leche de una vaca es el resultado de una sucesión de acciones combinadas como nutrición, sanidad, manejo y medio ambiente; a través de las nuevas técnicas de inseminación artificial la genética de las vacas tiende siempre a mejorar, así que es deber de los ganaderos el implementar los programas de alimentación adecuados para permitir a la vaca producir toda su potencialidad heredada. Un correcto esquema de nutrición para el hato lechero, debe considerar tanto la cantidad de alimento como la calidad del mismo, sin descuidar el cómo y cuándo los diferentes tipos de alimentos deben ser proporcionados (Beede DK, 1991, p. 9).

1.2.2.1 Agua

El agua es el elemento más importante para el ganado lechero, ya que es necesario para todos los procesos de transporte de nutrientes y otros compuestos hacia y desde las células, así como para la digestión, el metabolismo de los nutrientes, la eliminación de materiales de desecho (orina, heces, y la respiración) y el exceso de calor (transpiración del cuerpo); sirve también para mantener un adecuado fluido y equilibrio de iones en el cuerpo. Para vacas en estado gestacional, provee de un medio ideal para el desarrollo del feto. El contenido total de agua corporal de las vacas lecheras es del 56 al 81 % de su peso corporal y una pérdida del 20 % del agua en el cuerpo es fatal para cualquier vaca (Murphy, 1992, p. 326).

La leche contiene de 85 a 87 % de agua, una restricción en el consumo de agua ocasiona la disminución de la ingesta de alimento, hay un incremento en la pérdida de urea a través de la orina y mayor eliminación de nitrógeno por las heces. Los elementos que establecen la ingesta de agua son: la sal y materia seca consumida, (a mayor cantidad de materia seca ingerida, mayor consumo de agua), la temperatura ambiente, el incremento en la humedad relativa, talla y raza del animal, cantidad de leche producida, cantidad de agua y proteína en el

alimento. En vacas productoras de leche existe una medida, por cada kilogramo de leche secretada, el consumo de agua varía entre 2,08 a 3,83 kg con un promedio de temperatura entre 4,4 a 25°C (Avila Tellez & Gutiérrez Chávez, 2010, p. 263).

1.2.2.2 Energía

La energía viene proporcionada por los carbohidratos, las proteínas y grasas de la dieta de los animales, la energía es un término que en producción animal significa “calor”. La unidad de medida son las calorías (cal) o su equivalencia en Joules (J). La energía es esencial para el desarrollo normal de la función corporal y es el factor clave que sostiene la producción lechera (Avila Tellez & Gutiérrez Chávez, 2010, p. 249).

La energía total de un alimento se denomina energía bruta (EB) la cual no se encuentra disponible en su totalidad para los animales ya que una parte se pierde en las heces, mientras el alimento restante que se mantiene en el tracto digestivo, es la denominada energía digestible (ED) (Gasque Gómez, 2008, p. 9).

En el proceso digestivo de la vaca se pierde energía ya que una fracción de ésta se utiliza para generar productos de desecho como metano y orina, quedando por otra parte la fracción metabolizable de la energía (EM) que se conserva disponible para el mantenimiento corporal (incremento calórico), producción de leche, aumento de peso y preñez fundamentalmente. Con excepción del agua, la energía es el requerimiento que en forma mayoritaria necesita la vaca y la carencia de este elemento provoca un crecimiento lento y retardo en alcanzar la pubertad. Las vacas lecheras luego del parto presentan baja producción de leche al pico de lactación, pérdida de peso, ciclos estrales irregulares, ciclos productivos cortos, no exhiben el estro conllevando a un bajo porcentaje de concepción (Blood, 1976, p. 546).

1.2.2.3 Carbohidratos

Los hidratos de carbono son la principal fuente de energía en las dietas del ganado lechero y por lo general comprenden del 60 al 70 % de la dieta total. La función principal de los carbohidratos es proporcionar energía tanto para los microbios del rumen como para los diferentes procesos que deben realizar las vacas diariamente. Una de las funciones secundarias, pero que no por esto deja de ser esencial de ciertos tipos de hidratos de carbono, es el de mantener resistentes las vías del tracto gastrointestinal (Allen, 1991, p. 328).

Los carbohidratos pueden ser definidos como una compleja mezcla de numerosos monómeros y polímeros, una alta proporción de los carbohidratos se convierte en ácidos grasos volátiles en el rumen (acético, butírico y propiónico). Se clasifican en términos generales como hidratos de carbono no estructurales, los cuales se encuentran dentro de las células de las plantas y son fáciles de digerir, e hidratos de carbono estructurales, los cuales se encuentran en las paredes celulares de las plantas; los carbohidratos antes de ser absorbidos por el torrente sanguíneo, por reacciones químicas sucesivas, se convierten en precursores de grasa, lactosa y proteína láctea (NRC, 2001, p. 34).

Al tener una dieta alta en hidratos de carbono fermentables se favorece el desarrollo de bacterias glucolíticas y por ende se genera más propionato, precursor de la glucosa sanguínea, que se encarga de proporcionar energía para la síntesis de lactosa y proteína láctea; en consecuencia un déficit de propionato acarrea un incorrecto nivel de glucosa en las vacas lo que genera pérdida de peso en el animal, dado que tiene que movilizar sus reservas para hacer frente a sus requerimientos que según el estado de lactación puede ser la presencia de estro o el mantener su estado de preñez (Allen, 1991, p. 333).

La fibra juega un papel fundamental al hablar de hidratos de carbono y su facilidad de digestión en las vacas, por lo que es importante el conocer los procedimientos modernos para determinar el tipo de fibra que están ingiriendo los animales sobretodo para poder formular de manera correcta una ración

alimenticia que cubra las necesidades de los animales (Gasque Gómez, 2008, p. 11).

Para que exista una producción eficiente de leche debe existir un completo equilibrio entre carbohidratos fibrosos y no-fibrosos, la figura 1.8, muestra la interacción de varios órganos y glándulas con la transformación de carbohidratos, en las vacas lecheras dentro del primer tercio de lactancia, el rumen, el hígado y la glándula mamaria son los principales órganos involucrados en el metabolismo de hidratos de carbono.

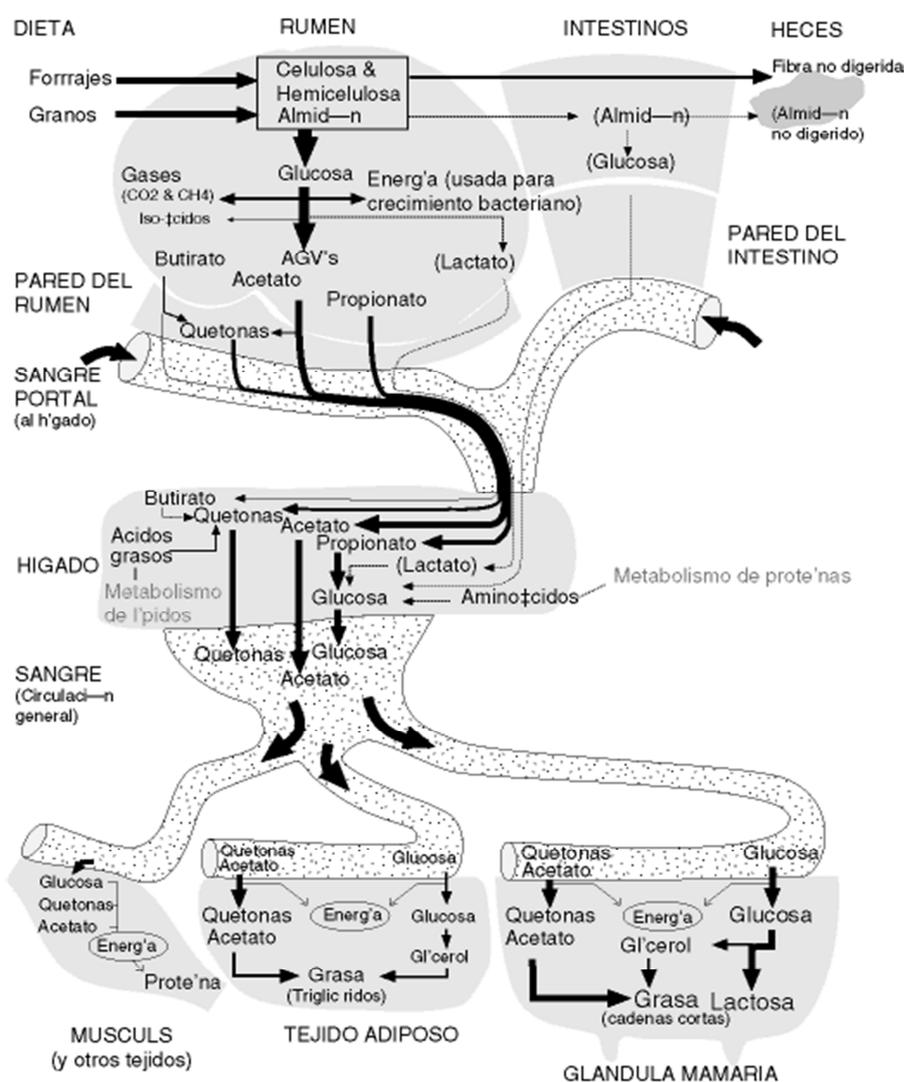


Figura 1.8. Metabolismo de carbohidratos en la vaca.
(Wattiaux y Howard, 2002)

1.2.2.4 Proteínas

Para un adecuado crecimiento, las vacas requieren un suministro superior de proteína en forma progresiva, debido a que el incremento de peso es el resultado de hallar suficientes cantidades de proteína y agua en sus tejidos y órganos. El bovino maduro incrementará su peso gracias a un mayor depósito de grasa que de proteína en su organismo. La cantidad de proteína digerida que pasa a través del rumen para la digestión, así como su absorción en el intestino delgado, puede ser afectada por la naturaleza misma de esta molécula debido a su alto contenido de nitrógeno (16 % aproximadamente) (NRC, 2001).

La mayor parte de la proteína que ingresa al rumen es desdoblada por las bacterias ruminales, sin embargo, una pequeña cantidad de proteína no es digestible y no será aprovechada por el organismo. La proteína desdoblada en el rumen se denomina proteína degradable en rumen (PDR). La proteína que pasa por el rumen sin ser utilizada por los microbios va al intestino delgado donde es digerida y absorbida, denominándose proteína dietética no degradable (PND). Los aminoácidos demandados para el sostenimiento de las funciones vitales (crecimiento, reproducción y lactancia), son proveídos por las proteínas. (Gasque Gómez, 2008, p. 10).

1.2.2.5 Vitaminas

Una dieta balanceada para un bovino debe indiscutiblemente incluir vitaminas ya que cumplen diversas funciones, entre ellas la participación en diversas vías metabólicas, función celular inmune y la regulación génica. La deficiencia clínica de una vitamina da como resultado enfermedades específicas tales como raquitismo (deficiencia de vitamina D). Las vitaminas se clasifican como solubles en grasa o soluble en agua. Las vitaminas A, D, E y K son solubles en grasa y la vitaminas del complejo B y la vitamina C son solubles en agua (NRC, 2001, p. 162).

La suplementación de vitaminas hidrosolubles no es necesaria en rumiantes con estado de salud y nivel de producción normal debido a que los microorganismos presentes en el rumen pueden sintetizar adecuadamente estas vitaminas (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 262).

Las vitaminas liposolubles que vienen incluidas en los llamados “premix” (mezclas de sales minerales y vitaminas no sintetizadas por las vacas) deben ser suplementadas en las dietas de los rumiantes, con excepción de la vitamina K que si es sintetizada en el organismo del animal; tomando como ejemplo el caso de la niacina suplementada a bovinos en su primer tercio de lactancia, la cual resulta altamente beneficioso debido a que la curva de lactación incrementa su permanencia y existe un aumento de grasa butírica en la leche, se ha observado también un mejoramiento en la prevención de cetosis y utilización de nitrógeno no proteico (Ramírez Lozano, 2005, p. 93).

1.2.2.6 Minerales

Para demostrar el desarrollo y reproducción de un bovino en forma normal, ciertos elementos inorgánicos han manifestado su esencialidad en la ingesta. Los forrajes proporcionan una importante fuente de minerales para los rumiantes. En algunas condiciones, los forrajes pueden proporcionar las cantidades adecuadas de todos los minerales esenciales que requieren los rumiantes. Sin embargo, en otras situaciones, los forrajes son deficientes en uno o más minerales, y se requiere complementar para alcanzar un óptimo equilibrio nutricional de las vacas (NRC, 2001, p. 105).

Los minerales o elementos inorgánicos son esenciales para el normal crecimiento y la reproducción de los animales. Para una mejor comprensión se los ha dividido en macro minerales y micro minerales. Los elementos cuyos requerimientos van en el orden de los gramos se los conoce como macro minerales e incluyen al calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio y azufre, son componentes estructurales importantes de los huesos primordialmente y otros tejidos y sirven

también como componentes importantes de fluidos corporales de las vacas. Por otra parte, los elementos requeridos a razón de miligramos o microgramos se los conoce como minerales traza o micro minerales e incluye al cobalto, cobre, yodo, hierro, manganeso, molibdeno, selenio, cinc, cromo y flúor. Los minerales están presentes en el cuerpo de los bovinos en sus tejidos en concentraciones muy bajas y a menudo sirven como componentes de metaloenzimas y cofactores de enzimas, o como componentes de las hormonas del sistema endocrino (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 253).

Los minerales se requieren para todos los procesos vitales en el organismo animal. Las deficiencias minerales que más afectan la producción de los bovinos productores de leche, conocidas también como carencias primarias, son las originadas por insuficientes niveles de fósforo, magnesio, sodio, zinc y/o selenio en las pasturas. En los desbalances o deficiencias de minerales puede que no se presenten signos clínicos o sólo haber una pequeña disminución de las funciones metabólicas, aunque el impacto sobre el crecimiento, reproducción o salud de los rumiantes puede ser sustancial. La deficiencia de macro o micro minerales únicamente se puede corregir mediante la administración del mineral deficiente, que en los predios ganaderos generalmente se da mediante el uso de suplementos comerciales de sales minerales que eviten una hipovitaminosis en las vacas (Ramírez Lozano, 2005, p. 72).

Los minerales deben satisfacer las exigencias básicas de cada bovino, sin embargo una suplementación superior puede causar un desbalance de otro elemento debido a interacciones metabólicas o por simple competencia de agentes transportadores. Por su relación con el ámbito reproductivo las relaciones calcio-fósforo son las más estudiadas, no obstante en vacas lecheras estudios demuestran que la relación dietética de Ca-P ideal para el crecimiento y la formación ósea, está entre 1:1 y 2:1; con cantidades excesivas de Ca o P en la dieta, la disponibilidad de ciertos microelementos puede disminuir. Los signos clínicos de éstas deficiencias no se pueden distinguir fácilmente. El caso más común de deficiencia de Ca es la hipocalcemia que es una enfermedad típica de las vacas lecheras de alta producción, es de curso agudo y se presenta durante

los tres primeros días después del parto, como su nombre lo indica, esta relacionado con la disminución del calcio plasmático debido a la alta demanda de este macro mineral que tiene lugar al final de la gestación, durante el desarrollo del ternero en conjunto con la producción de calostro y leche (NRC, 2001, p. 106).

1.2.2.7 Materia seca

El contenido de materia seca del forraje es la resultante de la extracción del agua que contienen las plantas en estado fresco o verde, esto quiere decir que el pasto sometido a un calor moderado (generalmente 65°C por 48 horas) logra que toda la cantidad de agua se evapore obteniendo la porción de materia seca de este alimento (Ramirez Ramirez, 2011, p. 3).

El proceso de extraer agua del forraje siempre debe ser lento, para poder asegurar que no se altere la composición nutricional del pasto. La expresión de la cantidad de agua de un alimento verde se realiza en forma proporcional; es decir, como porcentaje del forraje fresco total cosechado. Considerar las pasturas en base a materia seca, nos da como ventaja el que los nutrientes presentes en el alimento pueden ser comparados en forma absoluta y bajo un mismo patrón lo que facilita el proceso de evaluar una dieta que se esté proporcionando al bovino. El conocer la disponibilidad de forraje en base seca de la pradera permite tomar mejores decisiones con respecto al proceso de alimentación y su interrelación con los animales ya que permite cuantificar y evaluar las variables presentes en el pastoreo (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 247).

El conocer la disponibilidad de materia seca y el residuo en un sistema de pastoreo rotativo nos permite tener un criterio de rotación alimenticia donde se puede determinar cuándo y cuánto alimento están ingiriendo las vacas y por lo tanto es posible predecir el consumo aparente (kilogramo MS/ha o kilogramo MS/día/animal); con lo cual, se podría planificar un consumo exacto de forraje de un lote mejorando la eficiencia del pastoreo (Teuber K, Balocchi L., y Parga M., 2007, p. 27.).

1.2.3. PRINCIPALES ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA VACA LECHERA

1.2.3.1. Peso de los animales

Dentro de los primeros meses postparto se evidencia una notable pérdida de peso del ganado, acarreado problemas en la reproducción y baja de productividad, cuando los rendimientos productivos diarios son altos, la vaca se ve obligada a entregar la mayoría de su energía a la producción de leche como a la recuperación en general para un nuevo período reproductivo (Rippe, 2009, p. 4).

Como consecuencia de una inadecuada alimentación pre parto, las vacas con bajo peso o condición corporal incorrecta soportan variaciones en sus ciclos reproductivos, extienden demasiado sus lactaciones y no se fecundan a tiempo, dando lugar a que en su último tercio de lactancia sean poco productivas alargando los períodos secos que conllevan a una merma económica del ganadero (Maldonado & Velásquez, 1994, p. 1-5).

1.2.3.2 Ciclos de lactancia

La curva de lactancia o ciclo productivo en vacas lecheras es el período en el cual la vaca nos brinda su mayor aporte lechero, este se encuentra dividido en 3 etapas como se muestra en la Figura 1.9. Estas fases empiezan con el parto y se dividen en 4 períodos de 3 meses cada uno (tercios); el primer tercio de lactancia empieza con el parto de la vaca y es el más exigente en el aspecto alimenticio, condición que es directamente proporcional a la producción lechera donde el ganadero debe hacer los mayores esfuerzos con el objeto de satisfacer los requerimientos nutritivos de los animales (Hazard, 2006, p. 2).

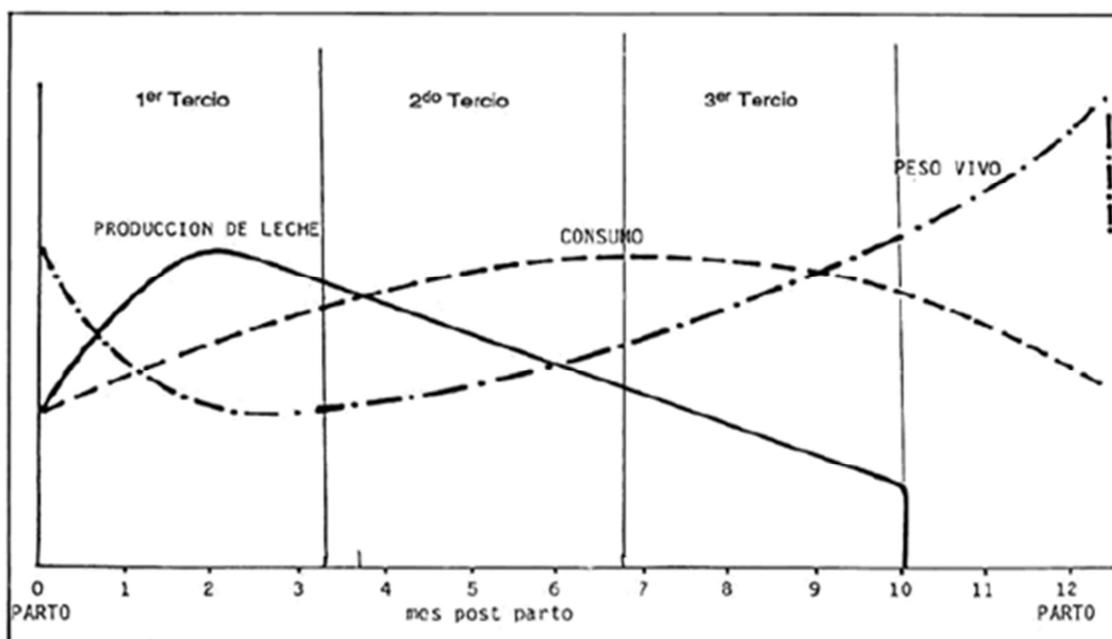


Figura 1.9. Consumo de alimento, producción lechera y peso vivo durante el período de lactancia. (Hazard, 2006)

La importancia económica en el primer tercio de lactancia es que en él se produce alrededor del 45 % del total de la leche del ciclo de producción de la vaca. En el segundo y tercer tercio se producen el 32 y 23 %, respectivamente (Avila Tellez y Gutiérrez Chávez, 2010, p. 277).

Otro factor importante en este período es que en el lapso del mes 2 al mes 3 la vaca debe quedar preñada una vez que haya pasado el primer celo post parto, según el NRC (2001) se debe inseminar a la vaca al segundo celo luego del parto ya que en este período el animal ha tenido un adecuado período de recuperación y su aparato reproductivo se encuentra completamente viable para una nueva concepción.

En el segundo tercio de la lactancia el consumo de alimento se incrementa debido a que el animal se encuentra preñado, de igual forma la recuperación de peso es notoria debido al incremento de ingesta de alimentos y obviamente del estado gestacional; ocurre lo contrario con la producción de leche, que en este período comienza a declinar debido a que la vaca utiliza los nutrientes ingeridos

primordialmente para el crecimiento del feto, dejando para un segundo o incluso tercer plano la producción de leche (Acosta G y Ronald, 2011, p. 4).

En el tercer ciclo el peso del animal a sufrido un incremento sustancial ya que el feto pesa aproximadamente unos 10 a 15 kg, la producción de leche mantiene su tendencia a la baja y el consumo de alimento de igual forma empieza a disminuir. El período final llega cuando la vaca tiene 7 meses de gravidez y en el cual el nivel de producción llega a 0 con el fin de que todos los nutrientes sean utilizados por el feto; en este último período gestacional es recomendable llevar las vacas a praderas con menor calidad de pasturas ya que el animal al tener menos espacio en su interior no puede ingerir la cantidad de alimento acostumbrada, de esta forma los animales tienen un adecuado período de descanso con el fin de que a los 9 meses alumbren y empiecen el pico de lactación lo mas alto posible para un mejor aprovechamiento productivo de la vaca (Hazard, 2006, p. 4).

1.2.3.3 Ciclo estral

Las hembras de los bovinos son poliestricas típicas ya que presentan un ciclo estral cada 21 días aproximadamente, de no estar en estado de gravidez se repite durante todo el año desde el inicio de la pubertad. Una hembra bovina llega a la pubertad aproximadamente a los 10 o 15 meses de edad, etapa en la cual está fisiológicamente en capacidad de reproducirse; no obstante, este factor no depende únicamente del estado funcional del animal, sino también de la madurez zootécnica, es decir, que la vaca haya alcanzado la edad y el peso adecuado para poder procrear según la raza (Rippe, 2009, p. 2).

El ciclo estral tiene una duración de 6 a 30 horas, el mejor momento para la inseminación ya sea artificial o natural es de entre 14 a 16 horas post aparición de los primeros síntomas de presencia del estro; el ciclo estral en las vacas está compuesto por: el proestro, que tiene una duración de 3 a 4 días aproximadamente y es cuando se inicia la regresión del cuerpo lúteo y empieza la secreción de limo; luego viene el estro o celo propiamente dicho, período en el

cual abunda el limo claro y sugestivo, la hembra se deja montar del macho, es la etapa justa donde se debe proceder a inseminar artificialmente al animal; inmediatamente luego del estro tenemos el metaestro, etapa en la cual el cuerpo lúteo inicia su formación, el flujo de limo baja y la hembra rechaza al macho; en la etapa final del ciclo, el útero se prepara para acoger al embrión y el cuerpo lúteo finaliza su desarrollo y es conocida como diestro, este ciclo se repite cada 21 días en caso de no presentar preñez (Acosta G y Ronald, 2011).

1.2.3.4 Gestación

Es el período comprendido desde la fecundación del óvulo hasta el parto, este puede variar de 278 a 283 días (9 meses aproximadamente). Cuando la res es fecundada en el momento oportuno, el esperma fertiliza el óvulo en el oviducto y luego, el óvulo fertilizado es transportado hasta los cuernos del útero, lugar que posteriormente se ampliará de gran forma para permitir el desarrollo del feto (Castro Ramirez, 2002, p. 158).

Un bovino preñado necesita mas alimento y en la etapa final del período de gestación es favorable añadir alimentos suplementarios como piensos de maíz o sobrealimento concentrado a su alimentación para de esta forma coadyuvar el futuro parto y brindar a la vaca la suficiente energía para la producción de calostro (primera leche post-parto) y empezar en lo más alto posible la curva de producción lechera. Es conveniente unos quince días antes del parto, llevar a los animales gestantes a potreros maternidad que posean pastos bajos, los cuales deben estar lo más cerca posible de las instalaciones centrales, de donde se puede observar continuamente para de ser necesario ayudar al animal si tiene algún problema el momento del parto (Caravaca Rodriguez, et al, 2003, p. 102-103).

1.2.3.5 Parto

El parto es el período biológico que marca el fin de la gestación y constituye un momento crítico en la vida de cualquier bovino, debido a que en este caso tanto la vaca como el feto se encuentran con sus defensas bajas y totalmente expuestos a cualquier enfermedad que comprometa la futura vida reproductiva y productiva de los animales (Castro Ramirez, 2002, p. 159).

El parto puede ser dividido en tres fases: primeramente la dilatación del cuello del útero con sus contracciones, que en vacas primerizas tiene una duración de 1 a 24 horas, en vacas con más de dos partos los tiempos son más cortos y van de 2 a 6 horas aproximadamente; luego se tendrá la expulsión del feto, momento en el cual se rompe el saco de aguas permitiendo a la nueva cría pasar por el canal de parto, la fase final tiene una duración de 1 a 3 horas, tiempo en el cual el ternero cruza el canal vaginal y nace. Posteriormente vendrá la expulsión de las membranas placentarias, que tiene una duración de 5 horas aproximadamente, en esta fase hay que tener sumo cuidado ya que si la vaca no puede expulsar correctamente la placenta existe un alto porcentaje de ocurrencia de la enfermedad conocida como metritis, que es una infección causada por microbios, que se manifiesta con una inflamación del útero y se produce una o dos semanas luego del nacimiento de la cría. La metritis es una enfermedad postparto considerada como grave ya que primeramente se presenta con fiebre y posterior reducción de leche y que de no tratarse a tiempo puede llegar a provocar trastornos de la fertilidad, desplazamiento del abomaso, cetosis y en casos aislados puede llegar hasta la muerte por septicemia (ECURED, 2010, p. 2).

1.2.3.6 Primer celo post-parto

En vacas lecheras el primer celo o calor después del parto puede presentarse entre los 14 y los 60 días, cuando se intenta servir a la vaca antes de ese tiempo la fertilidad puede ser menor y se aumenta el peligro de una infección en el útero

que puede resultar en la infertilidad permanente. Además cuando la vaca es servida antes de los 50 días, la producción de leche puede ser disminuida (Castro Ramirez, 2002, p. 161).

La primera ovulación luego del parto determina cuan pronto la vaca podrá quedar preñada y es un parámetro directamente relacionado al consumo de energía del animal. Debido a esta razón es necesario que la vaca llegue siempre al parto con una adecuada condición corporal (Hazard, 2006).

La no presencia de celo luego del parto (anestro) tiene estrecha relación con el manejo nutricional del bovino durante el ciclo prenatal y en el retraso del tiempo para la manifestación del primer celo luego del parto; por lo tanto para una producción óptima, el primer servicio debe ser efectuado entre los 60 y 90 días luego del parto (Castro Ramirez, 2002, p. 161).

1.3. ALIMENTOS BALANCEADOS

La alimentación de los bovinos tiene su base en el forraje, es por eso que el sistema de pastoreo y las buenas pasturas de los prados deben ser siempre la base de alimentación del ganado de leche; sin embargo, muchas de las veces esta porción diaria de alimento no es suficiente para cubrir los requerimientos de las vacas por lo que es necesario proveer una cantidad adecuada de nutrientes extras ya sean de origen vegetal, animal o mineral para mantener un adecuado crecimiento, mantenimiento corporal, preñez y producción. Es recomendable siempre realizar un diagnóstico de la cantidad y calidad de alimento que está ingiriendo el hato lechero, para de esta manera saber la cantidad exacta de alimento balanceado que se debe suplementar para cubrir las necesidades de energía, proteína y minerales que satisfagan y cubran el estado productivo y reproductivo del animal (Sagarpa, Senasica, y Ameg, 2008, p. 17).

Los suplementos alimenticios balanceados pueden ser compuestos con materias primas de origen mineral, animal o vegetal; los insumos de origen mineral como

calcio, fósforo y sales aniónicas, son administrados en dosis pequeñas ya que su objetivo principal es el de subsanar carencias de algunas vitaminas, aminoácidos y minerales necesarios para un mejor aprovechamiento de los nutrientes ingeridos a través de los alimentos; los ingredientes de origen animal son las harinas de sangre, de hueso, harina de pescado y, los ingredientes de origen vegetal comúnmente más utilizados son los cereales (maíz, avena, sorgo), y las semillas de oleaginosas como la pepa de algodón (Ortiz Rios, 2005, p. 13).

1.3.1. ALIMENTOS ENERGÉTICOS SUPLEMENTARIOS

1.3.1.1. Torta de palmiste

La torta de palmiste es el resultado de la extracción mecánica de las almendras del fruto de la palma africana y el aceite de palmiste, este tipo de extracción ocasiona que la composición, y especialmente el nivel de aceite, proteína y fibra sea bastante variable, sin embargo es la más común, teniendo un nivel de proteína relativamente alto y un valor biológico aceptable, el alto nivel de fibra la hace únicamente viable para la alimentación en rumiantes (Pardo Rincón, 2007, p. 363-364).

1.3.1.2. Semillas de algodón

El algodón es una planta de la familia de las malváceas, su semilla tiene un buen contenido de proteína y de aceite, lo cual hace que sea un alimento energético proteico; la semilla de algodón se caracteriza por tener una alta cantidad de extracto etéreo (18-20 % EE) y por lo tanto una alta concentración de energía. Es una buena fuente de tiamina pero pobre en carotenos (Pardo Rincón, 2007, p. 367).

Tiende a producir leche rica en grasa de un alto punto de fusión y grasas duras en las canales; otra característica de la semilla de algodón es su alto contenido en

fibra (45 % - 55 % FDN), lo que junto a su alto contenido de energía permite mantener un adecuado funcionamiento del rumen (Ferreira, 2006).

Contiene un pigmento amarillo en concentraciones que varían entre 0,03 y 0,02 % conocido como gosipol, que es una sustancia tóxica producida por la planta para protegerse contra los insectos, éste es un aldehído aromático que tiene propiedades antioxidantes y es un inhibidor de la polimerización (Pardo Rincón, 2007, p. 368).

El gosipol es tóxico para los no rumiantes (aves y porcinos) por lo que no es recomendable usarlo como complemento para su alimentación, al contrario que para los rumiantes donde los microorganismos presentes en el rumen cumplen un papel “desintoxicante” permitiendo aprovechar plenamente este suplemento alimenticio altamente energético, sin embargo si se sobrepasa el 30 % de consumo en base seca de semilla de algodón se pueden presentar consecuencias adversas como disminución de la fertilidad, reducción del consumo de materia seca y reducción del recuento de glóbulos rojos o anemia (Ferreira, 2006).

1.3.2. Cereales

Todos los cereales son ricos en carbohidratos lo cual los hace excelentes proveedores de energía y son altamente palatables para los animales. Se puede mencionar que el maíz y el arroz contienen el 80 % de Total de Nutrientes Digestibles (TND), que es la suma de las porciones digestibles de proteína, fibra, grasa y extracto libre de nitrógeno (Castro Ramirez, 2002, p. 90).

La avena por lo grueso de su corteza tiene altos contenidos de fibra lo cual disminuye su digestibilidad; el trigo y la cebada poseen niveles bajos de aceite, son pobres en vitamina A y ricos en niacina. Todos los granos suministran satisfactorias cantidades de vitamina B, tienen niveles bajos de riboflavina,

poseen moderadas cantidades de fósforo y bajas cantidades de calcio. El contenido de materia seca varía de entre 85 y 90 % (Pardo Rincón, 2007, p. 396).

1.3.2.1. Maíz

El maíz constituye la principal materia prima para la elaboración de alimentos balanceados o piensos los cuales están distribuidos en su mayoría en el área avícola, porcina y bovina para la producción tanto de leche como de carne (Hutjens, 2001, p. 45).

El maíz es un excelente proveedor de energía, pudiendo alcanzar hasta 13 700 kj, posee una buena cantidad de aceite en su interior pero tiene un bajo contenido de vitamina A, riboflavina y niacina; la humedad varía de entre el 14 al 16 % y la proteína de un 8,5 a un 9,5 % (Pardo Rincón, 2007, p. 396).

1.3.2.2. Afrecho de maíz

Es un subproducto obtenido de la producción industrial del maíz obtenido de la molturación húmeda, con un contenido de cascarilla menor a la del salvado; se encuentra constituido de la envoltura externa del grano, incluyendo el pericarpio y la raquilla, con un poco o nada de la parte amilácea del germen. Contiene más proteína y fibra que el maíz entero. Su composición varía de la siguiente manera: proteína del 10 al 11,5 %; fibra de 14 a un 16 %; y grasa del 4,2 al 5,5 % (IICA-PROCIANDINO, 1995, p. 34).

1.3.2.3. Salvado de arroz

El arroz como grano no se utiliza en la alimentación bovina, no porque sus características sean malas sino debido a que el consumo y demanda de los humanos es muy alto, el subproducto de mayor uso para suplementación animal

en el país es el salvado de arroz o más conocida en el Ecuador como “cascarilla de arroz”. El salvado está conformado por el pericarpio, las capas de almurona, el germen y algo de endospermo; es un producto valioso por sus contenidos nutricionales, contiene entre 11 y 13 % de proteína de muy buena calidad y un alto contenido de grasa de 10 a 15 %. La composición de grasa insaturada es alta por lo que tiene a enranciarse rápidamente con facilidad. Los contenidos de fibra varían considerablemente pero en promedio son de un 11 a 12 %, son ricos en vitaminas del complejo B especialmente tiamina y niacina (Arreaza T, y otros, 2002, p. 14).

1.3.3. Especies herbáceas

El uso de arbustos forrajeros en la alimentación de vacas lecheras es ampliamente usado en zonas tropicales donde su principal elemento de uso es la caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) que es un cultivo de enorme potencial ya que puede ser usada de las siguientes formas: directa, para lo cual es necesario una picadora para entregar el material verde directo a los animales; indirecta, que es la forma generalmente más usada ya que se usan los subproductos de la fabricación del azúcar principalmente la miel final o mejor conocida como melaza o el bagazo (Castro Ramirez, 2002, p. 90).

1.3.3.1. Caña de azúcar

La planta de la caña de azúcar cuyo origen está determinado en las zonas de la India, China, Nueva Guinea, y zonas aledañas, es una planta de la familia *Graminae*, tribu *Andropogonae*, subtribu *Saccharae* y género *Saccharum* (Subirós Ruiz, 2000, p. 3,11). Es una planta de metabolismo C4, en el trópico puede producir grandes capacidades de biomasa debido a sus capacidades excepcionales para captar energía solar en condiciones de luminosidad y temperaturas elevadas, esta planta preponderantemente es usada para la producción de azúcar, gracias a su extensa gama de subproductos es posible

utilizarla como materia prima en forma de alimento animal o abono; La vinaza es un derivado del mosto de las destilerías utilizado ampliamente como suplemento orgánico para las plantas gracias a su alto contenido de nitrógeno asimilable, por otro lado los jugos y mieles terminales del proceso de elaboración de azúcar son empleados como complemento alimenticio en la dieta de los poligástricos, mas conocido como melaza (Pardo Rincón, 2007, p. 372,375,377).

1.3.3.2. Melaza

La melaza es un producto líquido viscoso resultado de la industrialización de la caña de azúcar, existen dos tipos de melazas: una llamada inicial de mejor calidad y una final cuya calidad es inferior y es la que sirve para la alimentación de animales. La melaza contiene 6,68 Mj de energía digestible por kilogramo de peso, su contenido de azúcar no debe ser inferior al 48 % razón por la cuál es altamente palatable para el animal y le incita a consumir pasturas de baja calidad solo con rociar una cierta cantidad (Castro Ramirez, 2002, p. 91).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Hacienda San José del Belén, ubicada en el Km 1 de la Panamericana sur, cantón Mejía, provincia de Pichincha Ecuador con coordenadas latitud 0° 23' 13,2642" y longitud -78° 34' 7,9716"; la propiedad se encuentra situada en la zona de vida silvestre que corresponden al piso latitudinal montano y montano alto, específicamente en los bosques de neblina montano y al bosque verde montano alto.

2.1. MATERIALES

Los materiales utilizados para la realización de este proyecto fueron:

- Tractor marca John Deere, modelo s5530, cilindraje 95 Hp
- Cortadora de hierba marca Taarup, modelo 8526
- Carretón
- Palas y rastrillos
- Plato medidor de follaje marca JenQuip, modelo RPMnz0034
- Marco de 0,25 m²
- GPS marca Garmin, modelo 72H
- Hoz
- Fundas recolectoras
- Equipo de ordeño marca Surge, modelo Ge1028, capacidad 1 400 L
- 4 pezoneras marca De Laval modelo DSL 016
- Medidores de leche marca Waikato, modelo Nz31, capacidad 31 kg
- Tanque de enfriamiento de leche marca Muller, capacidad 1 090 L
- Guantes plásticos para palpación rectal
- Gel desinfectante
- Mascarillas
- Parches detectores de celo marca Estrotect
- Spray marcador de ganado marca De Laval

- Computador personal
- Software ganadero marca Vía láctea

Los insumos y equipos utilizados para elaborar el alimento concentrado fueron:

- Palmiste
- Semilla de algodón
- Afrecho de Maíz
- Melaza
- Salvado de Arroz
- Molino de martillos marca Massey Ferguson

2.2. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA HACIENDA “SAN JOSÉ DEL BELÉN”

El diagnóstico del predio se llevó a cabo mediante recorridos por los terrenos de la Hacienda San José del Belén y realizando entrevistas con el administrador y los trabajadores de la propiedad para conocer la distribución de los lotes, producción agropecuaria, equipos y maquinarias que posee el predio.

Se realizó una medición de cada potrero donde las vacas se encuentran alimentándose, para de esta forma estimar a futuro la cantidad de pasto que ingieren los animales y por consiguiente saber la cantidad de materia seca que cada animal come, para realizarlo se utilizó un GPS, el cual por geo posicionamiento nos indica la superficie del terreno.

Para establecer las características de la Hacienda así como sus debilidades se utilizó el criterio de productividad para saber a qué rubros se dedica la Hacienda y así correlacionar con las principales variables que influyen en la producción de la propiedad.

La asignación y uso de los lotes de la Hacienda se lo realizó mediante inspección visual; para el inventario de semovientes se ingresó los datos de cada vaca al software ganadero “vía láctea”, para efecto de acelerar el proceso de apertura de fichas de cada vaca se ingresó al sistema únicamente los animales nacidos a partir del año 2 000. En la ficha de cada vaca constan la edad, el peso, el número de lactancias y el estado reproductivo de cada animal.

2.3. COMPOSICIÓN QUÍMICA Y BOTÁNICA DE LOS PASTOS DE CORTE Y PASTOREO

El análisis de materias primas se realizó antes de formular cada dieta o tratamiento; las materias primas involucradas en este proyecto fueron: los pastos de la Hacienda y los alimentos energéticos suplementarios (palmiste, semilla de algodón, maíz, arroz, melaza).

Para conocer la cantidad de pasto ingerido por las vacas en la Hacienda San José del Belén, se utilizó el método de altura comprimida descrito por Teuber K, Balocchi L., y Parga M., (2007) como se presenta en el anexo I, mediante el cual se realizó varias tomas de muestras con el plato medidor en cada uno de los potreros, lo cual nos arrojó la cantidad de pasto en base a materia seca, ingerido por cada uno de los animales.

La determinación del valor nutritivo de los pastos de la Hacienda San José del Belén se realizó mediante el análisis bromatológico, para lo cual se tomaron 10 sub muestras de cada uno de los 22 potreros de pastoreo y corte, las cuales fueron homogenizados para obtener finalmente una sola muestra de 1 kg, la cual fue colocada en una funda de papel con su respectiva etiqueta de procedencia.

Posteriormente la muestra fue enviada al laboratorio de análisis físico químico de los alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias Santa Catalina, donde se realizaron los siguientes análisis: análisis de Van Soest (Fibra detergente ácida FDA y fibra detergente neutra FDN), análisis proximal que arroja

resultados de materia seca, proteína cruda, grasa, ceniza y energía metabolizable. Estos análisis permitieron conocer el aporte nutricional que en ese momento los pastos estuvieron otorgando a las vacas en el pastoreo; los métodos empleados para el análisis bromatológico que se detallan en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Métodos utilizados en el análisis bromatológico de muestras

Elemento	Método	Método de referencia
Humedad	MO-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970
Ceniza	MO-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970
Proteína	MO-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970
Grasa	MO-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970
F.D.N.	MO-LSAIA-02.01	U. FLORIDA 1970
F.D.A.	MO-LSAIA-02.02	U. FLORIDA 1970
Energía metabolizable	MO-LSAIA-13	U. FLORIDA 1974

(INIAP, 2013)

Para la caracterización botánica de los pastos, se utilizó el método de selección visual donde se diferenció la cantidad de gramíneas, leguminosas y malezas presente en cada una de las muestras de los 22 lotes en mención.

Para el análisis de los alimentos energéticos suplementarios, se procedió a tomar una muestra de cada saco adquirido para enviarlo al laboratorio y determinar su contenido nutricional, las muestras tuvieron un peso de 1 kg cada una y fueron almacenadas en fundas selladas y etiquetadas con la siguiente información: peso, fecha, nombre de la Hacienda, tipo de muestra. Fueron enviadas al laboratorio del INIAP Santa Catalina, estos productos fueron adquiridos por sacos de 50 kg en la ciudad de Machachi para luego ser llevados a la Hacienda y proceder a su elaboración.

2.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se trabajó con un diseño experimental totalmente al azar, con dos fuentes de energía más un testigo, donde se midió por el lapso de 100 días post-parto, la producción de leche en litros, peso y número de celos presentes; se consideraron 10 repeticiones por tratamiento (30 animales). Para evaluar correctamente los tratamientos de este experimento se usó una metodología estadística que permita la comparación de dos o más medias poblacionales, utilizando para ello el análisis de varianza de un factor ajustado a Tukey al 5 %; Todos estos animales estuvieron bajo el mismo sistema de pastoreo y no fueron segregados en ninguno de los grupos experimentales.

Para la toma de peso de cada animal se utilizó la cinta bovino métrica la cual nos entrega resultados muy similares a los medidos en báscula, por lo que su utilización en el país es ampliamente aceptada.

2.4.1 SELECCIÓN DE ANIMALES

Mediante el uso del software ganadero “vía láctea”, de todo el hato lechero se escogieron 30 vacas próximas al parto únicamente con el fin de llevar a cabo este experimento, las cuales cumplían con los requisitos de tener un peso de entre 400 y 500 kg, que posean un intervalo de 0 a 5 lactancias o partos y con una edad comprendida entre los 2 y 8 años.

Antes de empezar el ensayo a cada animal se le creó una ficha de registro, la misma que contenía datos de importancia como fecha de ingreso al experimento, número de arete, peso inicial, peso post-parto, número de partos, presencia de celo, cantidad de sobrealimento suministrado y litros de producción tanto para el ordeño de la mañana como para el de la tarde, lo cual se puede observar en el anexo II.

Las vacas posteriormente fueron seleccionadas totalmente al azar para ingresar a cada uno de los tratamientos de este experimento como se observa en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Distribución de los animales en los distintos tratamientos

No.	Nombre	Arete	Fecha de parto	Edad (años)	No. De partos (lactancias)	Tratamiento	Peso al parto (kg)
1	Enma	58	17-oct.-11	5	2	Testigo	439
2	Elena	93	30-oct.-11	4	1	Testigo	423
3	Arista	128	23-nov.-11	4	2	T1	501
4	Pinocha	105	29-nov.-11	4	2	T1	507
5	Chicoria	82	30-ene.-12	6	3	T2	425
6	Pepita	153	4-feb.-12	4	2	Testigo	435
7	Samantha	25	5-feb.-12	8	5	T1	495
8	Graciela	78	11-feb.-12	7	4	T1	504
9	Hyunday	4	12-feb.-12	5	2	T2	429
10	Brasil	151	22-feb.-12	4	2	T2	578
11	Sasquia	42	13-mar.-12	8	5	T1	505
12	Estefy	134	20-mar.-12	3	1	T2	523
13	Maruja	84	27-mar.-12	7	4	Testigo	461
14	Eugenia	108	29-mar.-12	6	3	T1	473
15	Bachita	102	9-abr.-12	4	1	T1	445
16	Lunar	43	10-abr.-12	8	5	T2	467
17	China	145	12-may.-12	3	1	Testigo	427
18	Toyota	1	19-jun.-12	5	2	T2	515
19	Cubana	7	2-jul.-12	5	1	Testigo	440
20	Anabel	99	7-jul.-12	4	1	T2	467
21	Mariela	106	28-jul.-12	7	2	T1	460
22	Jefa	157	29-ago.-12	4	2	Testigo	445
23	Judid	140	30-ago.-12	6	4	T1	440
24	Mazda	3	31-ago.-12	5	3	Testigo	433
25	Torta	96	2-sep.-12	8	4	T2	526
26	Erminia	189	11-sep.-12	3	1	Testigo	438
27	Sara	192	12-sep.-12	7	3	T1	530

Tabla 2.2. Distribución de los animales en los distintos tratamientos (**continuación...**)

28	Viviana	148	16-sep.-12	5	2	T2	484
29	Tomasa	142	29-sep.-12	6	3	Testigo	435
30	Gaby	147	5-oct.-12	4	1	T2	504

2.4.2. METODO PARA ELABORACIÓN DEL SOBREALIMENTO

CONCENTRADO

El sobrealimento se formuló siguiendo el método descrito en el anexo III para lo cual se utilizó el peso vivo promedio de los animales en estudio, su producción diaria en litros de leche y el porcentaje de grasa; estos datos correlacionados con las tablas del National Research Council (NRC) nos proporcionaron los requerimientos energético-alimenticio específicos necesarios para las vacas de la Hacienda San José del Belén tanto para su mantenimiento como para que puedan producir el promedio de litros de leche que tiene la propiedad.

Para formular la ración que cubra las necesidades energéticas de las vacas de la Hacienda San José del Belén, primero se buscó las necesidades nutricionales generales de los animales en estudio. Inicialmente se procedió a pesar a las vacas, luego se procedió a encontrar una media de producción diaria de leche de los animales y finalmente apoyado por los reportes diarios de calidad de leche que entrega a la Hacienda el laboratorio de la Pasteurizadora Quito, se obtuvo el aporte en grasa de la leche producida en la Hacienda "San José del Belén.

Luego se buscó los datos de los requerimientos diarios de lactancia y mantenimiento que se encuentran expresados en las tablas 2.3 y tabla 2.4, (requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros editado por el *National Research Council* (NRC)), la cual proporcionó los valores de energía neta, materia seca, proteína cruda, calcio y fósforo que son necesarios para cubrir los requerimientos energéticos y nutricionales de las vacas de la Hacienda San José del Belén.

Tabla 2.3. Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros

Peso (kg)	PC (g)	TND (kg)	ED (MJ)	EM (MJ)	ENL (MJ)	Ca (g)	P (g)
450	341	3,42	63,09	54,9	32,72	18	13
500	364	3,7	68,28	59,41	35,4	20	14
550	386	3,97	73,35	63,81	38,03	22	16
600	406	4,24	78,28	68,12	40,59	24	17
650	428	4,51	83,09	72,34	43,1	26	19
700	449	4,76	87,86	76,49	45,56	28	20
750	468	5,02	92,55	80,54	47,99	30	21

(Clarck H., et al, 2001)

Tabla 2.4. Requerimientos nutricionales de los bovinos lecheros ajustado a kilogramo de leche producida y porcentaje de grasa

% de grasa en leche	PC (g)	TND (kg)	ED (MJ)	EM (MJ)	ENL (MJ)	Ca (g)	P (g)
3	78	0,28	5,15	4,48	2,68	2,73	1,68
3,5	84	0,301	5,56	4,81	2,89	2,97	1,83
4	90	0,322	5,94	5,19	3,1	3,21	1,98
4,5	96	0,343	6,32	5,52	3,26	3,45	2,13
5	101	0,36	6,74	5,86	3,47	3,69	2,28
5,5	107	0,38	7,11	6,19	3,68	3,93	2,43

(Clarck H., et al, 2001)

Conocido el déficit energético-nutricional de las vacas, se formuló y elaboró el sobrealimento de la Dieta 1; primeramente se seleccionó los materiales más accesibles estacionalmente el momento, luego se procedió a pesarlos para en seguida someterlos a un proceso de pre molienda que homogenizó y brindo una mayor estabilidad a cada elemento, como lo muestra el flujograma de la figura 2.1.

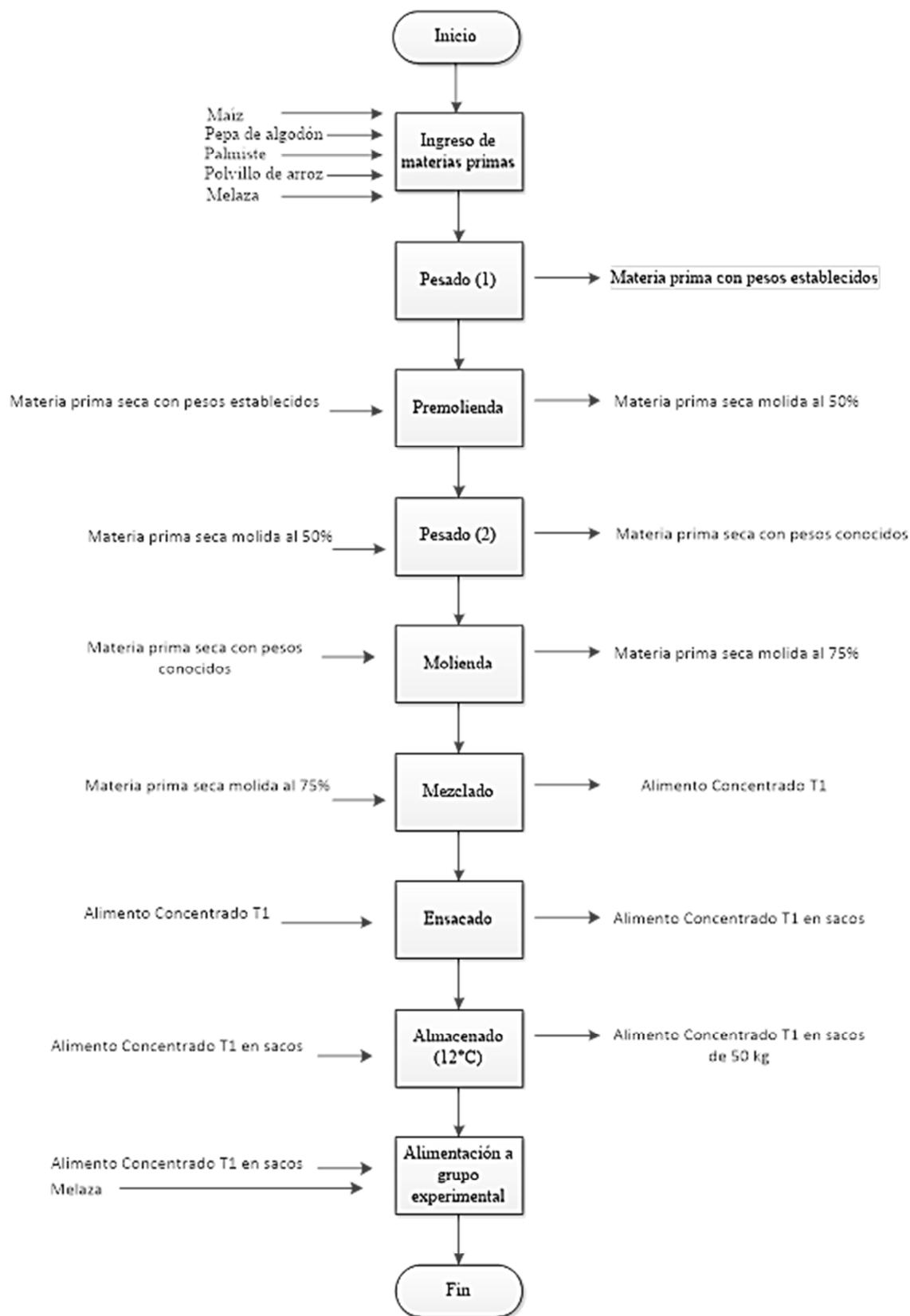


Figura 2.1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de sobrealimento formulado para grupo experimental T1

2.4.3. MANEJO DE LOS TRATAMIENTOS

Los animales fueron escogidos al azar para posteriormente formar tres grupos o tratamientos los mismos que se denominaron: Dieta 1 (T1), formado por diez vacas recién paridas alimentadas con el sobrealimento que se formuló en la Hacienda; Dieta 2 (T2) formado por diez vacas recién paridas que fueron alimentadas con el sobrealimento comercial denominado Pronaca Súper Lechero; Dieta 3 (T3) o testigo formado por diez vacas recién paridas a las cuales se le suministró únicamente forraje.

Diez días antes del parto se trasladó a los animales desde los potreros de pastoreo de las vacas secas hacia los potreros donde se encontraban los animales en producción, con el fin de empezar la suplementación de los tratamientos y tener un mayor control al momento del nacimiento de la nueva cría.

El tratamiento 1 o dieta 1 consistió en la suplementación a las vacas con un sobrealimento formulado en la Hacienda y que cubría las necesidades energéticas nutricionales de las vacas de la Hacienda “San José del Belén”.

El tratamiento 2 consistió en emplear el sobrealimento comercial denominado “Pronaca Súper Lechero”. La suplementación tanto para T1 como para T2 fue proporcionado de igual manera al momento del ordeño, la ración estimada inicial está en el orden de 2 a 3 kg por animal, suministrados de la forma como muestra la tabla 2.5.

Tabla 2.5. Dosificación del alimento concentrado.

Días de gestación o lactancia	Dosificación del alimento concentrado (kilogramo)	
	Ordeño de la mañana	Ordeño de la tarde
270-280 días de gestación	2	2
Parto-5 días de lactancia	2,5	2,5
5-100 días de lactancia	3	3

El suplemento fue proporcionado en horas del ordeño (5:30 am; 3:00 pm.), en los comederos ubicados en el lugar donde se ordeñan las vacas, tomando en cuenta que los animales permanecieron en los potreros 20 horas aproximadamente (5:00 p.m. a 5:00 a.m.- 7 a.m. a 3:00 p.m.).

2.5. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

El criterio adoptado para la metodología y el análisis de los recursos usados en este proyecto, teniendo en cuenta las condiciones que lo rodean, fue la relación beneficio/costo, para lo cual se tuvo en cuenta los ingresos de la Hacienda San José del Belén correspondiente a la venta y producción de leche cruda del año 2012, junto con los resultados económicos que cada tratamiento conllevó. Se colocó las cifras de cada tratamiento en dólares junto con sus costos, lo cual permitió estimar el impacto financiero acumulado de los diferentes tratamientos con una proyección a un año.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA HACIENDA “SAN JOSÉ DEL BELÉN”

El lugar donde se realizó el experimento fue la Hacienda San José del Belén que tiene una superficie total de 175,42 ha, esta extensión de terreno fue tomada de la escritura pública de la Hacienda; la propiedad en mención está conformada por un total de dieciocho lotes de terreno separados el uno del otro en algunos casos y en otros forman un solo cuerpo, se encuentran localizados en tres zonas o pisos altitudinales de diferentes características.

La Hacienda “San José del Belén” tiene más de 50 años dedicados a la producción agrícola y pecuaria. Por su ubicación cercana tanto a Quito como a Machachi y a sus mercados mayoristas. Por el momento la Hacienda se dedica en un 90 % a la producción ganadera de leche y el restante 10 % a cultivos de ciclo corto como tubérculos (papas, zanahoria) y cereales (maíz, avena).

El punto más sensible de la Hacienda y que no permite una explotación intensiva de la misma es la falta de agua. Por el momento la Hacienda cuenta con una adjudicación de agua en la zona alta del páramo de donde el líquido es llevado a través de mangueras, las mismas que abastecen a dos tanques de reserva y que luego son distribuidos para uso de los semovientes y uso del personal así como para la limpieza de maquinarias e instalaciones; dicho caudal funciona para los fines mencionados, pero imposibilita realizar labores de regadío de sembríos principalmente en épocas secas por lo que no se puede proyectar una producción a mayor escala.

La producción lechera de la Hacienda oscila entre los 350 a 600 litros diarios dependiendo de la época del año y sobre todo a las condiciones de pluviosidad, esta producción es vendida en su totalidad a la empresa pasteurizadora Quito, la cual retira la leche diariamente en un tanquero especializado.

La superficie de la propiedad está cubierta con pastizales mejorados entre los que podemos mencionar: *Lolium multiflorum* (Raygrass italiano, Raygrass anual), *Lolium perenne* (Raygrass inglés, Raygrass perenne), *Dactylis glomerata* (pasto azul), *Trifolium repens* (trébol blanco) y *Trifolium pratense* (trébol rojo).

La Hacienda tiene tres cuerpos denominados zona baja, zona media (lugares donde se realizará el experimento) y zona alta o llamada páramo.

La zona media es el lugar donde los animales se encuentran pastoreando y en el que están levantadas las edificaciones de la ganadería como establo con su sala de ordeño, los corrales pavimentados de entrada y salida de los animales, vivienda de empleado y sala de crianza de terneros.

La zona baja está conformada por 3 áreas denominadas “El Establo, Las Lomas y Los Gallardos”. La topografía de estos lotes es variable y posee suelos del orden andisoles con textura franco arcillosa.

El área denominada “El Establo” es una zona de topografía plana cuyos suelos son ricos en materia orgánica y se encuentra dividida en 3 lotes de aproximadamente 1 ha cada uno.

El área denominada “Las Lomas” posee suelos de mediana calidad que se encuentran desgastados debido al exceso de labranza; los cuales están divididos formando 3 lotes de aproximadamente 1,5 ha y media cada uno.

Los lotes conocidos como “Los Gallardos” son totalmente planos y están divididos por cercas, de tal forma que se obtiene un total de 10 lotes de 1 a 1,9 ha cada uno y a los que se los denomina con el nombre de “Gallardo 1”, “Gallardo 2” hasta el “Gallardo 10” con el fin de llevar un mejor control de la rotación de pastoreo de los animales.

En el lote denominado “Gallardo 10” está ubicado un tanque cisterna para el almacenamiento de agua, está construido en hormigón con unas dimensiones de

10 m de largo por 8 m de ancho y 5 m de profundidad lo que nos da una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 400 m³ que son distribuidos desde este punto a las construcciones y bebederos de los animales.

La “zona media” se divide en 2 lotes conocidos como “Las Cuevas” y “San Miguel” los cuales están separados por el camino público, “Las Cuevas” están divididas en 7 lotes individuales de aproximadamente una hectárea y media cada una; los lotes denominados “San Miguel” están de igual forma divididos individualmente y formando 6 lotes de aproximadamente 2 hectáreas cada uno; todos estos lotes poseen pendientes variables que van del 5 % al 35 %.

Los suelos en esta zona son muy escasos en materia orgánica, la capa arable es superficial, 15 a 20 cm de profundidad, encontrándose en ciertas áreas en el segundo perfil u “horizonte” una capa de cascajo, por lo que se les puede calificar como de baja a mediana calidad.

Los lotes antes descritos están cultivados con pastizales para la ganadería de leche que es la principal actividad de la Hacienda y al cultivo de tubérculos como papas (*Solanum tuberosum*), cereales como avena (*Avena sativa*) y maíz (*Zea mays*), en bajo porcentaje. Los cultivos que se encuentran en esta zona de la Hacienda son utilizados para elaborar ensilaje y/o para tenerlos como pastos de corte para suplementar al ganado al momento de ordeño en las tardes y mañanas.

Formando un cuerpo aparte y ubicado en las faldas del volcán Atacazo finalmente encontramos los lotes páramo bajo y alto, los cuales tienen una superficie de 120,14 ha; el lote páramo bajo está cubierto por pastos naturales y naturalizados que son un complemento de la ganadería, en esta zona pastorean los animales improductivos (animales jóvenes, toros de engorde); estos lotes están sobre los 3300 m.s.n.m., son suelos más profundos ricos en materia orgánica no mineralizada, de alta acidez y baja temperatura, son de textura franca-arcillo-limosa, negros y profundos.

Páramos altos son los lotes que se encuentran a continuación de los anteriores y que están cubiertos con pajonales, las características tanto de suelo como de topografía son similares a los anteriores y su importancia radica en que desde esta zona nace el agua que riega a toda la propiedad.

El agua que nace en estos lotes es conducida por gravedad y a través de mangueras hacia la “zona media y baja”, la misma que sirve para el consumo humano y de los animales, el caudal adjudicado es de 1,4 L por segundo, esta cantidad de agua no abastece el riego de los cultivos, únicamente sirve para las instalaciones y bebederos de los animales, factor que influye en la producción tanto de los cultivos como de la ganadería.

3.2. ASIGNACIÓN Y USO DE LOTES DE LA HACIENDA SAN JOSÉ DEL BELÉN

Las vacas utilizadas en el estudio se encontraron pastoreando en la llamada “zona baja” de la propiedad, que está conformada por los lotes denominados: El Establo, Las Lomas y Los Gallardos, cuya descripción se encuentra en la tabla 3.1 y tabla 3.2.

Tabla 3.1. Descripción de potreros “zona baja” destinada al pastoreo (código, superficie, relieve, composición botánica, observación)

CODIGO	NOMBRE	SUPERFICIE	RELIEVE	COMPOSICIÓN BOTÁNICA	OBSERVACIONES
1	Loma 1	1.3	50 % Pendiente, 50 % Plano	Mezcla forrajera rye grass inglés e italiano, trébol rojo y trébol blanco	
2	Loma 2	1.90	50 % Pendiente, 50 % Plano	Mezcla forrajera rye grass inglés y canadiense perennes, trébol rojo y trébol blanco	

Tabla 3.1. Descripción de potreros “zona baja” destinada al pastoreo (código, superficie, relieve, composición botánica, observación) (**continuación...**)

3	Loma 3	1.1	70 % Pendiente, 30 % Plano	Kikuyo, avena	Lote muy desgastado para pastoreo, necesita re siembra
4	Establo 1	1.1	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	
5	Establo 2	1.3	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	
6	Establo 3	1.2	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	
7	Gallardo 1	1.2	Plano	Avena y vicia	
8	Gallardo 2	1.3	Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45% Trébol blanco Alaska 5%, Trébol rojo 5%	
9	Gallardo 3	1.3	Plano	Pasto Sweetner 50%, Pasto tetralite 40 %, Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo Alaska 5 %	
10	Gallardo 4	1.2	Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	
11	Gallardo 5	1.9	Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	
12	Gallardo 6	1.6	Plano	Rye grass pichincha 45 % Pasto tetralite 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	
13	Gallardo 7	1.2	Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	

Tabla 3.1. Descripción de potreros “zona baja” destinada al pastoreo (código, superficie, relieve, composición botánica, observación) **(continuación...)**

14	Gallardo 8	1.3	Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	
15	Gallardo 9	1.9	90% inclinado 10% Plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	
16	Gallardo 10	1.8	90% inclinado 10% plano	Pasto bóxer 45 % Pasto Amazon 45 % Trébol blanco Alaska 5 %, Trébol rojo 5 %	

Tabla 3.2. Descripción de potreros “zona media” destinada a corte y ensilaje

CODIGO	NOMBRE	SUPERFICIE (ha)	RELIEVE	COMPOSICIÓN BOTÁNICA	OBSERVACIONES
17	Cueva 1	1.04	50 % Pendiente, 50 % Plano	Mezcla forrajera Rye grass inglés e italiano, trébol rojo y trébol blanco	
18	Cueva 2	1.90	50 % Pendiente, 50 % Plano	Mezcla forrajera Rye grass inglés y canadiense perennes, trébol rojo y trébol blanco	
19	Cueva 3	1.06	70 % Pendiente, 30 % Plano	Kikuyo, avena	Lote muy desgastado para pastoreo, necesita resiembra
20	Cueva 4	1.1	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	
21	Cueva 5	1.3	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	
22	Cueva 6	1.2	Plano	Rye grass anual, trébol rojo y trébol blanco	

3.2.1 INVENTARIO GENERAL

La Hacienda cuenta con infraestructura y maquinaria que se detalla en la tabla 3.3 y tabla 3.4. (Estructuras permanentes y maquinaria y equipo)

Tabla 3.3. Inventario de estructuras permanentes de la Hacienda San José del Belén.

CONCEPTO	UNIDAD	OBSERVACION
Casa Hacienda	1	196 m ²
Casa empleados	1	112 m ²
Casa mayordomo	1	98 m ²
Galpón de maquinaria	1	350 m ²
Establo	1	900 m ²
Reservorio 1	1	6,83 m ³
Reservorio 2 (Gallardo)	1	630 m ³

Tabla 3.4. Inventario de maquinaria y equipo de la Hacienda San José del Belén.

CONCEPTO	UNIDAD	OBSERVACION
Tractor John Deere 85 Hp	1	Año 1 997
Rastra de 20 discos	1	Estado bueno
Arado 3 discos	1	Estado bueno
Cortadora-picadora	1	Estado bueno
Remolque con malla	1	Estado bueno
Remolque de madera	1	Estado regular
Tanques de melaza	2	Estado bueno
Esparcidora/Boleadora	1	Estado bueno
Bomba manual de fumigar	1	Estado bueno
Cuchilla de tractor	1	Estado bueno
Rotavator	1	Estado regular
Báscula	1	Estado malo
Esmeril	1	Estado bueno
Equipo de ordeño	1	Estado muy bueno
Tanque enfriamiento	1	Capacidad 1 100 L estado muy bueno

3.2.2. INVENTARIO DE SEMOVIENTES

La raza predominante en la propiedad es la Holstein-Friesian, la misma que ha venido siendo manejada con inseminación artificial desde hace 20 años atrás, por lo que no existe pureza de raza, debido a esto la Hacienda San José del Belén maneja vacas de raza Holstein-Friesian mestizas de alta cruce, es decir animales pequeños con amplia caja torácica que les permite resistir a la altura donde se encuentra ubicada la propiedad. Sin embargo existen también ciertos cruces de animales de otras razas, según registros la Hacienda posee pocos animales cruzados principalmente con raza Jersey y con Milking Shorthorn pero que no son significativos al momento de realizar un inventario.

Como se muestra en la tabla 3.5, donde se expresa la clasificación que ha venido realizando la Hacienda desde hace 30 años atrás, encontramos distribuidos a los animales de la siguiente forma: rejo (vacas en producción desde el parto hasta los 7 meses de gestación), repelo (vacas secas en los últimos dos meses de gestación), vaconas (Vacas de 1 año y medio a 2 años listas para inseminar), páramo (vaquillas de entre 8 meses a 1 año y medio y toretes mayores a 5 meses) y finalmente ternera (animales jóvenes recién nacidos machos y hembras de entre 0 a 8 meses de edad).

Tabla 3.5. Inventario de semovientes de la Hacienda San José del belén.

Descripción	Unidad
Vacas en Rejo	45
Vacas en repelo	5
Vaconas	10
Páramo	11
Terneras hembras	10
Terneros machos	29
TOTAL	110

3.2.3. CONSTRUCCIONES E INSTALACIONES

En la denominada “zona baja” y adyacente a los lotes llamado “establo 1” se encuentra levantadas las instalaciones de la ganadería, es decir, el establo con la sala de ordeño, oficina, vivienda de empleados y salas de crianza de terneras; los patios de entrada y salida de los animales son, son pavimentados y disponen de bebederos, el cerramiento hacia uno de sus costados es de bloque, la puerta de tol.

Junto a esta infraestructura se encuentra la vivienda de los propietarios, vivienda de empleados, un galpón bodega y un troje, estas construcciones superan los 40 años de edad, son construcciones de tipo rústico, los patios son pavimentados y adoquinados, el cerramiento es de alambre de púas, el portón es de hierro y madera, junto al galpón se encuentra una cisterna de almacenamiento de agua.

En el lote denominado “gallardo 10” se encuentra ubicado un tanque cisterna de hormigón de capacidad aproximada de 600 m³ para el almacenamiento de agua y de donde se distribuye el líquido vital para limpieza de instalaciones y bebederos de animales.

3.3. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE PASTOS Y MATERIAS PRIMAS

En la tabla 3.6, se presentan los resultados del aporte energético/nutricional del forraje que sirve como base de alimentación al ganado de la Hacienda San José del Belén. Se puede observar que existe un bajo aporte de energía y que no cumple con la composición óptima, como lo menciona Van Soest (1994), donde expresa que la energía metabolizable debería encontrarse en el rango de 7,5 MJ/kg en base seca para vacas en estado lactante con un promedio de 15 L de producción al día, para poder tener un adecuado balance productivo y reproductivo.

Tabla 3.6. Composición química del pasto de la Hacienda San José del Belén.

Materia seca	18 %
Proteína cruda	23 %
FDA	25 %
FDN	45 %
Grasa	4,80 %
Ceniza	10 %
Energía metabolizable	5,84 MJ/kg (base seca)

La tabla 3.7, tabla 3.8, tabla 3.9, tabla 3.10 y tabla 3.11 nos muestran los resultados obtenidos en el laboratorio de las diferentes materias primas que se utilizará para elaborar el sobrealimento para la dieta 1 (T1) sobrealimento elaborado en la propiedad, según Wattiaux y Howard (2 002), el uso de materias primas con elevada cantidad de energía, ayuda al ganado a producir una mayor cantidad de leche a comparación de los animales alimentados en base únicamente a pasto, bajando los costos de mano de obra directa y ayudando al dinamismo del flujo de la economía de un predio.

Tabla 3.7. Composición química del Palmiste.

Materia Seca	85 %
Proteína cruda	9,31 %
Fibra	20 %
Ceniza	3,09 %
Energía Metabolizable	4.89 MJ/kg de materia seca

Tabla 3.8. Composición química de la semilla de algodón.

Materia seca	91 %
Proteína cruda	19,1 %
Fibra	9,8 %
FDN	12,4 %
Grasa	12,7 %
Ceniza	3,9 %
Energía metabolizable	7.19 MJ/kg

Tabla 3.9 Composición química del maíz molido fino.

Materia Seca	88 %
FDA	2,5 %
FDN	9 %
Proteína digestible	9 %
Grasa	5 %
Energía Metabolizable	8.36 MJ/kg de materia seca

Tabla 3.10 Composición química del salvado de arroz.

Materia Seca	90,3 %
Proteína cruda	11,3 %
FDA	18 %
FDN	27 %
Grasa	13,6 %
Ceniza	9 %
Energía Metabolizable	8.11 MJ/kg de materia seca

Tabla 3.11. Composición química de la melaza de caña.

Materia Seca	77 %
Cenizas	12 %
FDA	0 %
FDN	0 %
Proteína	3,5 %
Grasa	0,3 %
Energía metabolizable	6.61 MJ/kg

La tabla 3.12 nos muestra el análisis proximal realizado al sobrealimento comercial denominado “Pronaca Súper Lechero” cuya base es el maíz y como se observa tiene una cantidad adecuada de energía metabolizable para que sea aprovechada por el animal, según Fernández Idrogo (2009), la energía facilita el desarrollo, el crecimiento, salvaguarda las funciones corporales incluyendo la lactancia y reproducción en los rumiantes. La dieta o tratamiento T2 fue suministrado en idénticas condiciones al sobrealimento T1.

Tabla 3.12. Composición química del sobrealimento comercial “Pronaca Súper Lechero”

Materia seca	88 %
Proteína cruda	16 %
FDA	5 %
FDN	9 %
Grasa	6 %
Ceniza	7 %
Energía metabolizable	7,40 MJ/kg

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

3.4.1. SELECCIÓN DE ANIMALES

El presente capítulo tiene como propósito mostrar los resultados del experimento realizado en la Hacienda “San José del Belén”, en el cual se evaluó la respuesta de dos tratamientos alimenticios y un testigo con vacas lecheras de la raza Holstein-Friesian mestizas bajo un sistema de alimentación al pastoreo; se utilizaron un total de 30 vacas, 10 por cada tratamiento como se muestra en la tabla 3.13.

Tabla 3.13. Tratamientos a implementarse a cada grupo experimental

Tratamiento uno	T1	Manejo del ganado en un sistema de pastoreo más sobrealimento formulado en la Hacienda "San José del Belén"
Tratamiento dos	T2	Manejo del ganado en un sistema de pastoreo más sobrealimento comercial “PRONACA Súper Lechero”
Tratamiento Tres	T3	Sin tratamiento (Testigo)

La Hacienda San José del Belén tiene a los animales de su hato dividido de la siguiente forma: Vacas en producción o más conocido como “rejo” (grupo 1); vacas y vaconas gestantes en período seco (grupo 2) y vaquillas en crecimiento (grupo 3).

Cada grupo animal se encontraba posicionado en diferentes zonas de la Hacienda, el grupo 1 de vacas en producción se encontraba pastoreando en la denominada zona baja que cuenta con pastos de alta calidad y es cercana al sitio de ordeño diario; el grupo 2 de vacas y vaconas gestantes se encontraban pastoreando en la zona media donde los pastos son de baja calidad, con el fin que tengan un adecuado descanso en su período seco principalmente; finalmente las vaquillas en crecimiento se encontraban ubicadas en la zona alta o páramo de donde bajan a los 2 años de edad para ser inseminadas artificialmente.

Los animales se hallaban pastoreando de forma libre y voluntaria, únicamente delimitadas por una cerca eléctrica que permite un aprovechamiento óptimo de las praderas.

En los estudios de cada variable, se muestran los procedimientos del análisis de varianza, analizados con una metodología estadística que permita la comparación de dos o más medias poblacionales, midiendo la variación de las mismas, utilizando para ello el análisis de varianza de un factor con Tukey al 5 %; también se da a conocer un análisis desde el punto de vista productivo-económico de los costos fijos y variables a corto plazo, para determinar los factores inmiscuidos con el fin de poder obtener la relación del beneficio/costo ofrecido por cada tratamiento y su potencial uso como base para la producción óptima de leche, y mediante esto generar coeficientes técnicos aprovechables que puedan ser aplicados por los administradores, basado en metas financieras recomendables alcanzadas por el ganado en un espacio de cien días.

El sobrealimento de los tratamientos o dietas 1 y 2 será suministrado dos veces al día el momento de cada ordeño dividido de la manera que muestra en la tabla 3.24.

La razón de empezar a suministrar tanto el sobrealimento formulado en la Hacienda, como el sobrealimento comercial, unos 5 a 10 días pre parto es que se debe adaptar el rumen del animal que pasa de un período sin producción de leche, en el cual fue alimentado con pastos de baja calidad y por ende su micro fauna digestiva se vio afectada como lo explica García (2009), las variaciones en la dieta de un rumiante deben ser adaptada secuencialmente para que los microorganismos del rumen no se vean afectados, es recomendable que las vacas cercanas al parto, sean alimentadas con sobrealimento concentrado una o dos semanas antes del parto con el fin de coadyuvar el desarrollo de los microorganismos específicos encargados de la degradación de ciertos nutrientes y provocar el desarrollo de las papilas del rumen.

Para facilitar el manejo del sobrealimento se procedió a aforar varios recipientes los mismos que contenían cada uno una capacidad de 2, 2,5 y 3 kg cada uno y de esta forma no pesar cada vez que se confiara el sobrealimento a las vacas del experimento.

Posteriormente se tomó los datos de producción diaria en kilogramo de leche producida de los animales tanto de T1, T2 y T3; para registrar los pesos de cada animal se usó la cinta bovino métrica y los pesajes fueron realizados en la misma sala de ordeño donde los animales se encontraban en un collarín lo que lo que permitía que estos mantengan una posición adecuada para la medición con la cinta cada 30 días. Para realizar la detección del primer celo post-parto o de los celos subsecuentes se utilizó los marcadores de celo anteriormente descritos coadyuvados por la observación visual que el vaquero de la Hacienda proporcionaba diariamente.

El pastoreo para todos los tratamientos se lo realizó junto con los demás animales de la Hacienda sin segregación alguna, en los potreros de la “zona baja” de la Hacienda que se encuentran ubicados alrededor de la sala de ordeño y que poseen mezclas forrajeras en las que predomina el Raygrass tetraploide (*Lolium multiflorum*), pasto azul (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*).

Para seleccionar el tratamiento más efectivo se evaluarán tres variables: la producción en kilogramos de leche desde el inicio del experimento hasta los 100 días de lactancia, el peso en kilogramos de los animales que será medido cada 30 días dentro del período antes mencionado y el número de celos efectivos registrados a cada animal.

Grummer y Hayirli (2000) mencionan que se debe reconocer el papel dominante de la porción forrajera de la ración, de todos los posibles errores, el resultante de utilizar sobrealimento concentrado para compensar el bajo valor de un forraje es el más oneroso. Dentro de los puntos importantes al hablar de ganado bovino es que todo esquema de nutrición animal debe plantearse como objetivo que las

vacas tengan una ingesta suficiente y oportuna de los nutrientes requeridos para favorecer un estado fisiológico, que sea acorde a los objetivos productivos de la explotación y que impulse el potencial genético de los animales.

3.4.2. ELABORACION DEL SOBREALIMENTO CONCENTRADO PARA EL TRATAMIENTO 1

La base con la cual se formuló el sobrealimento o Dieta 1 es el palmiste, la semilla de algodón, el afrecho de maíz, el subproducto de la industrialización de la caña de azúcar (melaza) y el salvado de arroz.

En la tabla 3.14 se muestra los datos obtenidos luego de tomar el peso a las 30 vacas del experimento, de donde observamos que el promedio es de 478 kg, por lo que se sugiere tomar el inmediato superior en peso es decir 500 kg para referenciar las tablas del (NRC).

Tabla 3.14. Datos productivos de las vacas de la Hacienda San José del Belén.

Item	Cantidad
Peso promedio (kg) de las vacas en la Hacienda San José del Belén	500
Promedio de producción diaria de leche (kg)	18
Porcentaje promedio de grasa en leche (%)	4

Para el caso de porcentaje de grasa en leche, el promedio producido por las vacas de la Hacienda San José del Belén es de 4.0 %, este dato se ajusta a lo expresado por Wattiaux y Howard (2002), donde menciona que la relación de ácidos grasos volátiles (AGV) es influenciada directamente por el tipo de dieta y la fuente de carbohidrato que se esté usando. Los microorganismos ruminales transforman los carbohidratos fermentados en el rumen en un 65 % ácido acético, 20 % ácido propiónico y 15 % ácido butírico correlacionado con una elevada

ingesta de pasto. Al presentarse esta relación, el abastecimiento de acetato logra ser apropiado para maximizar la obtención de grasa en la leche, pero la cantidad de leche producida puede verse limitada debido a que la cantidad de glucosa es baja; como se observa en la figura 3.2, donde se ve el efecto del incremento del porcentaje de grasa en leche cuando las vacas son alimentadas únicamente con forraje gracias a la mayor producción de ácido butírico y ácido propiónico el cual es metabolizado y usado por la vaca para producir mayor cantidad de grasa en la leche.

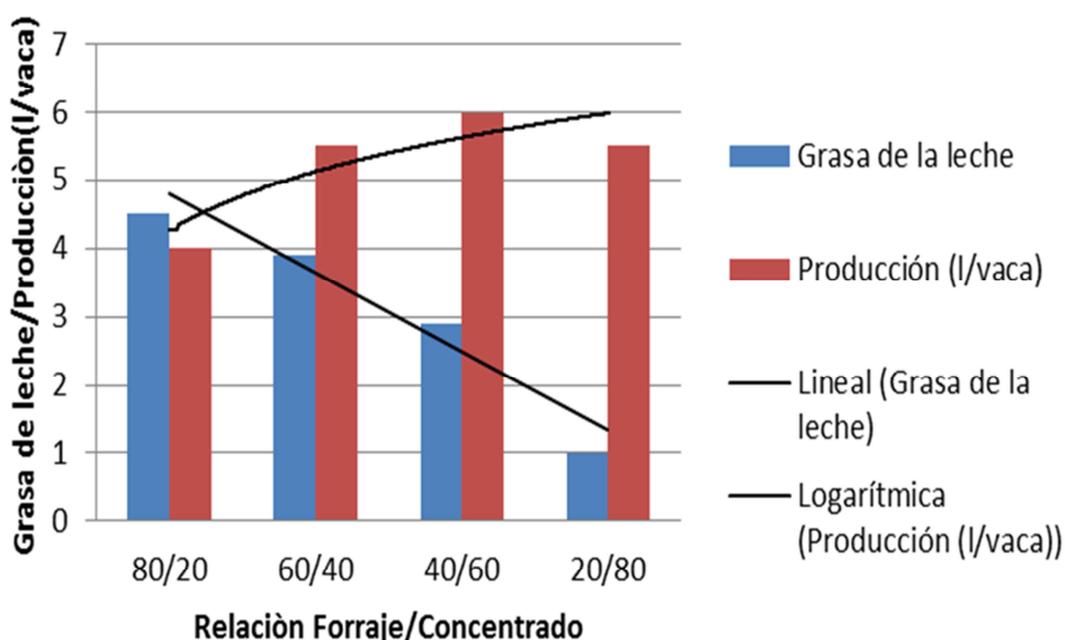


Figura 3.1. Efecto de la composición de la dieta en porcentaje de grasa en leche, AGV ruminales y producción de leche (Wattiaux y Howard, 2002)

En la tabla 3.15 se presenta la cantidad de pasto ingerido por las vacas, con lo cual se puede calcular la cantidad de materia seca en kilogramo ingerido por cada vaca al pastoreo en la Hacienda San José del Belén, los datos se encuentran descritos en la siguiente fórmula:

$$\text{kg de Materia Seca Ingerida (kg)} = \frac{\left(\frac{\text{Total kg MS real en campo}}{\text{promedio días de pastoreo}} \right)}{\text{promedio número de vacas en producción}}$$

$$\text{kg de Materia Seca Ingerida (kg)} = \frac{\left(\frac{1\ 573,84}{4} \right)}{46} = 8,48$$

Tabla 3.15. Disposición de materia seca para las vacas de la Hacienda San José del Belén

Código	Nombre	Superficie	n	X1	X2	UL(x)	Y kg M.S. disponible en 1 ha	kg M.S. real en campo	Días de Pastoreo	Número de vacas en producción
1	Loma 1	1,3	50	22 500	22 803	6,06	1 006	1 307,8	4	45
2	Loma 2	1,9	50	22 500	22 685	3,7	770	1 463	5	45
3	Loma 3	1,1	50	22 500	22 710	4,2	820	902	2	45
4	Establo 1	1,1	50	22 500	22 859	7,18	1 118	1 229,8	5	43
5	Establo 2	1,3	50	22 500	22 736	4,72	872	1 133,6	4	43
6	Establo 3	1,2	50	22 500	22 739	4,78	878	1 053,6	4	43
7	Gallardo 1	1,2	50	22 500	23 136	12,72	1 672	2 006,4	4	43
8	Gallardo 2	1,3	50	22 500	23 167	13,34	1 734	2 254,2	5	46
9	Gallardo 3	1,3	50	22 500	22 789	5,78	978	1 271,4	3	46
10	Gallardo 4	1,2	50	22 500	22 884	7,68	1 168	1 401,6	4	46
11	Gallardo 5	1,9	50	22 500	23 333	16,66	2 066	3 925,4	6	46
12	Gallardo 6	1,6	50	22 500	22 694	3,88	788	1 260,8	3	48
13	Gallardo 7	1,2	50	22 500	22 797	5,94	994	1 192,8	4	48
14	Gallardo 8	1,3	50	22 500	22 774	5,48	948	1 232,4	3	48
15	Gallardo 9	1,9	50	22 500	22 789	5,78	978	1 858,2	4	48
16	Gallardo 10	1,8	50	22 500	22 769	5,38	938	1 688,4	5	48
Promedios								1573,8375	4	46

n = número de muestras tomadas

X₁ = Constante del plato medidorX₂ = Lectura del plato medido luego de 50 tomas

UL(x) = Unidad de lectura (x) de la ecuación

Y = kilogramo de materia seca disponibles en 1 hectárea. Y = 100(x) + 400

una vez conciliados todos los datos se puede obtener los requerimientos energéticos específicos para las vacas bajo el sistema de pastoreo en la Hacienda San José del Belén que se muestran en la Tabla 3.16.

Tabla 3.16. Requerimientos energéticos específicos para las vacas de la Hacienda San José del Belén

Requerimiento	M.S.		E.N.L.	
	%	kg	A %	Req (MJ/kg)
Mantenimiento (500 kg P.V.)		15,59		35,4
Producción (18 kg leche al 4 % de grasa)				55,72
Total requerimiento		15,59		91,12

La tabla 3.17 muestra el aporte energético/nutricional que brindan los forrajes de la Hacienda San José del Belén, que sumados a la sal completa y a la melaza nos presenta los valores de energía que las vacas están ingiriendo el momento del experimento (A %); al tener como dato la cantidad promedio de ingesta de forraje diaria, se puede saber qué cantidad de materia seca y energía están metabolizando las vacas con la dieta 3 (testigo), compuesta únicamente con pasto *ad libitum*.

Tabla 3.17. Aporte energético/nutricional de grupo testigo T3

Aporte energético/nutricional Dieta 3 (testigo)	M.S.		E.N.L.	
	%	kg	A %	Req (MJ/kg)
Rye grass, poco trebol, 20 % Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	18	8,48	5,84	49,52
Sal completa	95	0,1	0	0
Melaza	77	1	6,61	6,61
Total		9,58		56,13

Establecidos los requerimientos nutricionales de las vacas, se procedió a calcular la cantidad de energía que tienen como déficit las vacas de la Hacienda San José del Belén, como lo muestra la tabla 3.18.

Tabla 3.18. Déficit energético/nutricional en las vacas de la Hacienda San José del Belén

Requerimiento	M.S.		E.N.L.	
	%	kg	A%	Req (MJ/kg)
Mantenimiento (500 kg P.V.)		15,59		35,4
Producción (18 kg leche al 4 % de grasa)				55,72
Total requerimiento		15,59		91,12
Aporte Hacienda (Testigo dieta T3)				
Rye grass poco trébol 20 % Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	18	8,48	5,84	49,52
Sal Completa	95	0,1	0	0
Melaza	77	1	6,61	6,61
Total		9,58		56,13
Déficit energético/nutricional		6,01		34,99

Para formular la dieta 1 se procedió a pesar las cantidades adecuadas de cada elemento; posteriormente pasamos a dosificar cada ingrediente pesándolos y ubicándolos en costales con los respectivos pesos como lo muestra la tabla 3.19, a continuación mezclamos los ingredientes anteriormente pre molidos y dosificados para de esta forma obtener 100 kg de sobrealimento que finalmente fue homogenizado y molido, dando como resultado un producto con un tamaño de partícula menor, estable y compacta; finalmente se colocó el producto en sacos de 40 kg (1 saco) que fueron almacenados en la bodega de la Hacienda. Cabe mencionar que este proceso se efectuó 1 vez cada mes, para de esta forma tener un total de 20 a 30 sacos de producto como reserva para el período.

Tabla 3.19. Cantidad (kilogramo) utilizado para formulación de 100 kg de sobrealimento para dieta 1

Ingrediente	Peso fresco (kg)	M.S. (%)	M.S. total (kg)	M.S. para 6 kg
Maíz molido fino	5	88	4,4	0,31
Polvillo de arroz	5	90,3	4,51	0,32
Pepa de algodón	15	91	13,65	0,96
Melaza	15	77	11,55	0,81
Palmiste	60	85	51	3,6
TOTAL			85,12	6

Experimentalmente se determinó las cantidades medidas en kilogramo de cada insumo, correlacionando con el contenido de materia seca proporcionado por los análisis de laboratorio para aforar las cantidades a los 6 kg de sobrealimento concentrado que se necesita entregar para la dieta o tratamiento 1 (sobrealimento elaborado en la Hacienda).

En la Tabla 3.20, se puede observar la energía neta que aporta el sobrealimento elaborado en la Hacienda San José del Belén, el cual brinda un total de 5,85 MJ por cada 6 kg de sobrealimento entregado en la dieta.

Tabla 3.20. Energía neta aportada por el sobrealimento elaborado en la Hacienda San José del Belén.

Ingrediente	E.N.L. (MJ/kg)	M.S. para 6 kg	Aporte real en MJ en 100 kg sobrealimento	Aporte real en MJ / 6 kg de sobrealimento
Maíz molido fino	8,37	0,31	2,6	0,43
Polvillo de arroz	8,12	0,32	2,58	0,43
Pepa de algodón	7,2	0,96	6,92	1,15
Melaza	6,61	0,81	5,38	0,9
Palmiste	4,9	3,6	17,6	2,93
TOTAL			35,1	5,85

La tabla 3.21, Indica los valores cubiertos por el sobrealimento formulado en la Hacienda, los cuales logran alcanzar los requerimientos energéticos/nutricionales de las vacas de la Hacienda San José del Belén para de esta forma evitar un balance energético negativo y el empezar el ciclo de producción de leche en un punto inferior a lo esperado, tal como lo expresa Calsamiglia (2005), la diferencia entre los aportes alimenticios y las necesidades del animal da como resultado el balance energético. Las semanas cercanas al parto existe un aumento importante de las necesidades energéticas producto de la síntesis de calostro y al crecimiento fetal; esta etapa acarrea un gran estrés para el bovino que se ve reflejada por una disminución en la ingesta de forraje, ambas circunstancias son generalmente causantes de la aparición de un balance energético negativo reflejado días antes del parto.

El tratamiento o dieta 2 se entregó de idéntica manera que el tratamiento T1, únicamente que en este tratamiento se utilizó el sobrealimento comercial denominado "Pronaca Súper Lechero" cuyo aporte energético/nutricional es conocido gracias a las pruebas realizadas en el laboratorio y que están descritas en el capítulo 2 de este trabajo.

Como se puede observar en los resultados de la tabla 3.21, el aporte energético/nutricional de este suplemento comercial es superior a la contribución necesaria para cubrir los requerimientos de las vacas del estudio por lo que se esperaría tener como resultados una mayor producción de leche o un incremento de peso mayor al esperado, según Marrero Rodríguez (2005) los efectos directos de la sobrealimentación son la obesidad y problemas de movilidad los cuales pueden contribuir en forma indirecta a un bajo desempeño en la conducta sexual; estos resultados serán expuestos y analizados a profundidad en el subcapítulo de análisis estadísticos de las variables en estudio.

Tabla 3.21. Aportes energético-nutricionales cubierto por los tratamientos T1 y T2

Requerimiento	M.S.		E.N.L.	
	%	kg	A %	Req (MJ/kg)
Mantenimiento (500 kg P.V.)		15,59		35,4
Producción (18 kg leche al 4 % de grasa)				55,72
Total requerimiento		15,59		91,12
Aporte Hacienda (Testigo dieta T3)				
Rye grass poco trébol 20 % Kikuyo (<i>Pennisetum clandestinum</i>)	18	8,48	5,84	49,52
Sal Completa	95	0,1	0	0
Melaza	77	1	6,61	6,61
Total		9,58		56,13
Déficit energético/nutricional				
		6,01		34,99
Sobrealimento formulado en Hacienda (Dieta T1)				
Dieta T1	85,12	6	5,85	35,1
Suma T3 + T1		15,58		91,23
déficit/beneficio dieta 1		-0,01		0,11
Sobrealimento comercial "Pronaca Súper lechero" (Dieta/tratamiento T2)				
Dieta T2	88	5,28	7,4	39,07
Suma T3 + T2		14,86		95,21
déficit/beneficio dieta 2		-0,73		4,09

3.4.3. ANÁLISIS DE LA VARIABLE PRODUCCIÓN DE LECHE

Tabla 3.22. Efecto de los tratamientos sobre la producción de leche en los 100 días de experimentación

Tratamientos	Evaluación productiva por cada tratamiento
T 1 Pastoreo + Fórmula Hacienda	19 353 ^a
T 2 Pastoreo + Balanceado PRONACA	20 238 ^a
T 3 Pastoreo	17 620 ^b

* Promedios con letra común no presentan diferencias estadísticas significativas ($p \leq 5\%$)

La tabla 3.22, muestra el análisis de varianza para la variable de la producción de leche

Tabla 3.23. Análisis de varianza para la producción total de leche en los 100 días de evaluación.

Origen de las variaciones	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Cuadrados medios	P-valor (%)
Tratamiento	2	375 087,8	187 543,90	187 543,90	5,60 ^{ns}
Error experimental	27	1 575 956,9	58 368,77	36 801 109,37	
Total	29	1 951 044,7			
Coefficiente de varianza				12.43 %	

*Diferencia significativa al 5 %

^{ns} No significativo

La tabla 3.23, muestra que, según el análisis de varianza las raciones de sobrealimento entregado en los dos tratamientos no influyeron sobre la respuesta al incremento de producción de leche, es decir que no representó un aumento estadísticamente significativo, comparándolos entre sí y con el tratamiento testigo (T3); en las evaluaciones realizadas se obtiene un coeficiente de varianza del 12.43 % adecuado para este tipo de experimentos en campo.

Fernández Idrogo (2009) menciona que suministrar una adecuada alimentación en el período preparto no es suficiente para contrarrestar los resultados de una dieta pobre en el postparto, hay que mantener siempre un adecuado equilibrio en

los aportes nutricionales tanto antes como después del parto y más aún si se tiene en cuenta que las vacas mantienen un balance de energía negativo.

La producción de leche es el parámetro de evaluación más importante en una ganadería ya que solo de él dependen los ingresos económicos de una Hacienda, de acuerdo a Salcedo Diaz (2006), al complementar la alimentación con sobrealimento a vacas en pastoreo, se puede conseguir los siguientes objetivos: 1) conservar y mejorar el estado reproductivo y corporal de las vacas; 2) optimizar el uso de las pasturas; 3) incrementar la producción de leche y 4) aumentar la carga animal por lote de pastoreo.

Por estas razones y a pesar de no existir diferencias estadísticas entre tratamientos se analizó la variable producción de leche de acuerdo a los valores obtenidos en los diferentes tratamientos del experimento.

Para el tratamiento o dieta T3 (testigo), los animales no recibieron sobrealimentación, el nivel de producción fue de 17 620 kg de leche dentro del período de 100 días de experimentación. Las vacas de este grupo tuvieron una producción con un promedio diario de 17,62, con una diferencia estadística a nivel del 8 % promedio de producción entre ellas durante las observaciones realizadas, como lo muestra la Figura 3.2.

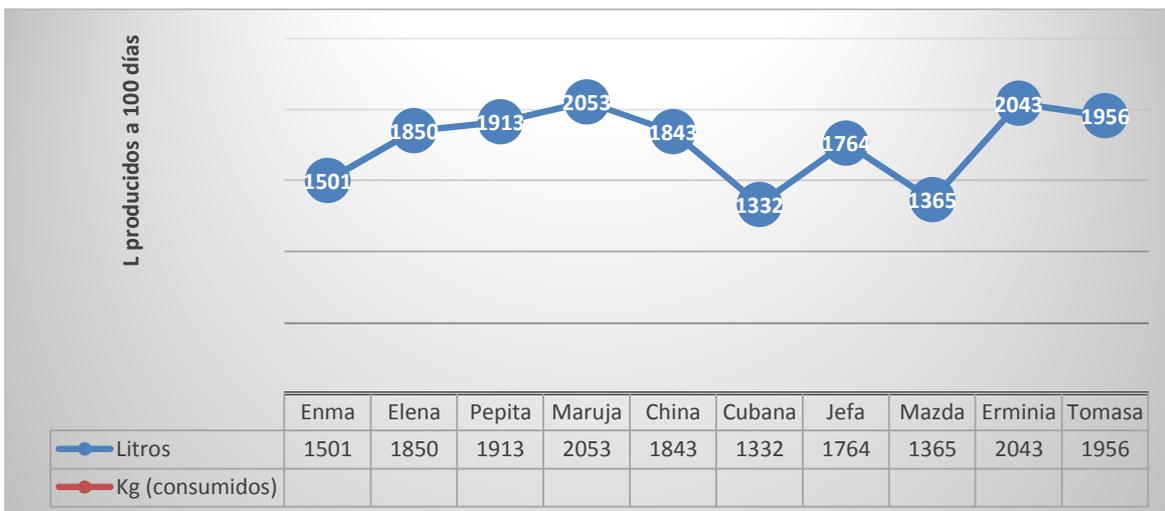


Figura 3.2. Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación “T 3”

Para el tratamiento o dieta T1 el total de producción de los diez animales durante el experimento fue de 19 544 kg de leche, lo que equivalente a 19,54 kg de producción promedio diario; obteniendo una media del pico de producción a los 27+/- 2 días, y un promedio de consumo de sobrealimento formulado de 598,6 kg o 12 sacos de 50 kg por vaca durante el período del experimento como lo muestra la figura 3.3.

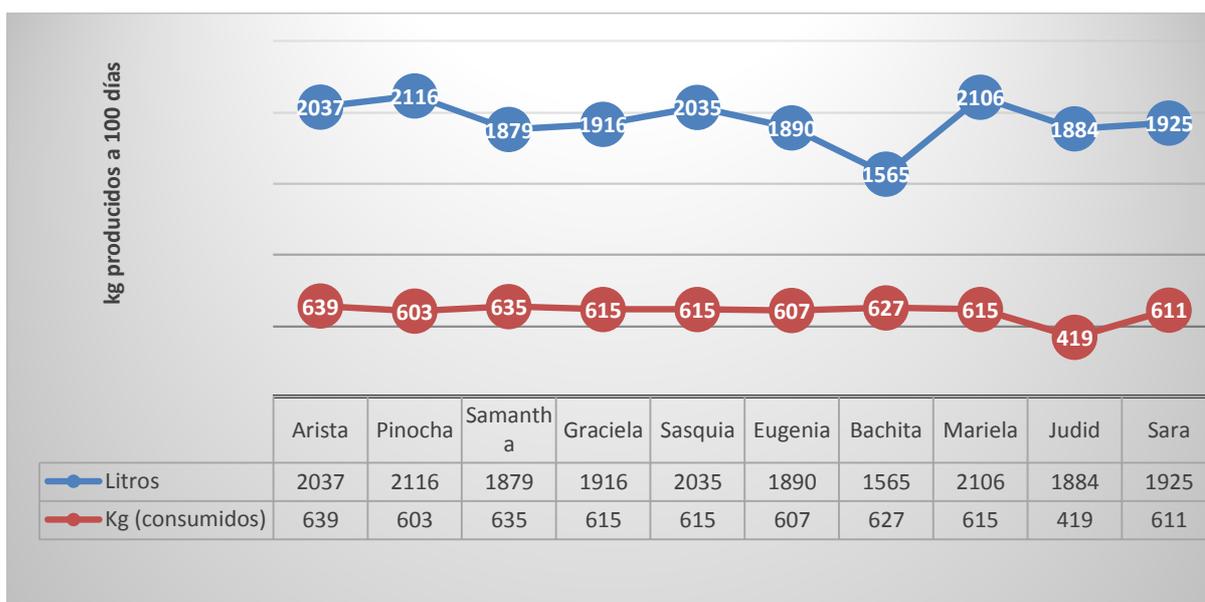


Figura 3.3. Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación “T 1”

Las 10 vacas seleccionadas para el tratamiento o dieta 2 tuvieron un total de 20 281 kg de leche en los 100 días de experimentación, con un promedio diario de producción de 20,28 kg de leche, alcanzando el promedio de producción en los 27 +/-2 días, con un promedio de ingesta de 623 kg o 12.5 sacos de 50 kg de sobrealimento comercial “Pronaca súper lechero”, durante el desarrollo de la fase experimental como lo muestra la figura 3.4.

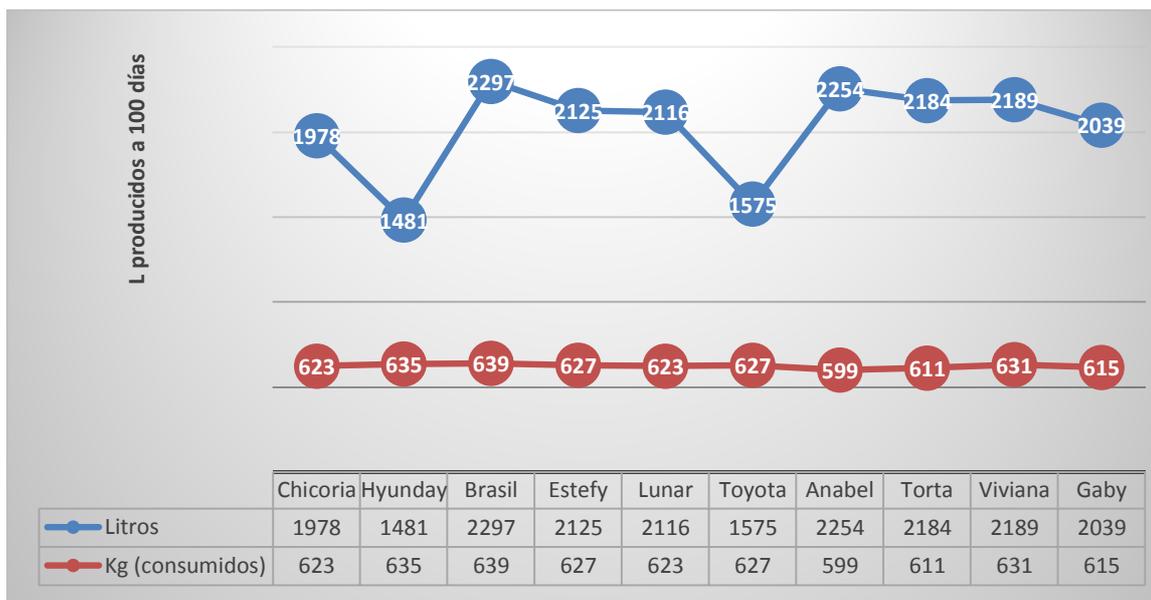


Figura 3.4. Tabla de sobrealimentación del ganado con la formulación “T 2”

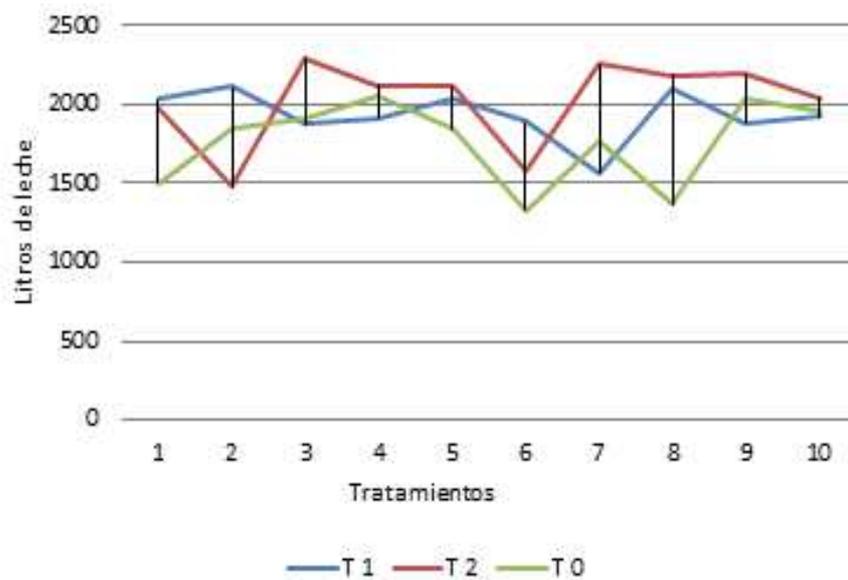


Figura 3.5. Curvas de producción sistemática de leche en cada uno de los tratamientos.

Como se muestra en la figura 3.5, la curva de producción del tratamiento T3 o testigo es inferior a los otros tratamientos, al contrario que las curvas de T1 y T2 que están por encima del testigo, dando como consecuencia el que no exista una diferencia significativa considerable en la producción de leche entre los tratamientos T1 y T2 (885 kg de leche), mientras que la diferencia entre el tratamiento T3 y los dos tratamientos anteriormente mencionados es de $12,5 \pm 2,5$ % que equivale a una diferencia de 1 733 kg de leche con respecto al tratamiento 1 y de 2 618 kg de incremento de leche en los cien días de producción con respecto al tratamiento 2; Moya y Coppock (1997) mencionan que se a justificado que el suministrar un régimen alimenticio con altos contenidos de energía semanas antes del parto logra incrementar la ingesta de forraje en la etapa posterior al parto, varios trabajos han señalado que el suplementar en el período preparto permite obtener mayores producciones de leche en el último tercio de lactacion cerciorando alcanzar el máximo de productividad en vacas Holstein – Friesian lecheras.

Cabe indicar la marcada diferencia de kilogramo de producción entre los tratamientos T1 y T2 con respecto al testigo o T3, gracias al aporte que entrega el sobrealimento a la producción de la vaca, ya que de esta forma el animal no debe utilizar sus reservas únicamente para su mantenimiento, sino que el sobrante contenido energético es utilizado para aumentar su producción e incremento de peso; por otro lado y debido a su relevancia económica al ser un producto básico de la canasta alimenticia de los ecuatorianos, el excedente de producción se transformaría posteriormente en réditos económicos para toda la cadena de producción de lácteos, incluyendo la industrialización y exportación.

3.4.4. ANÁLISIS DE LA VARIABLE PESO

Tabla 3.24. Efectos de los sistemas de suplementación alimenticia sobre el peso de los animales en los 100 días de evaluación

Tratamientos	Evaluación del peso por tratamiento				
	Peso 1	Peso 2	Peso 3	Peso 4	Peso 5
T 1	486,0 ^{ab}	455,6 ^b	446,6 ^c	446,7 ^c	452,2 ^b
T 2	491,8 ^a	447,3 ^c	440,4 ^d	440,6 ^d	445,2 ^c
T 3	437,6 ^d	405 ^e	395,9 ^e	389,7 ^f	387,2 ^f

*Promedios con letra en común para cada columna y entre filas, no presentan diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 5\%$)

La tabla 3.24, muestra el análisis de varianza para la variable peso de los animales

Tabla 3.25. Análisis de varianza para la evaluación de peso del ganado en cinco valoraciones realizadas, dentro de la evaluación de tres alternativas de suplementación alimenticia.

Origen de las variaciones	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	Cuadrados Medios	P-valor (%)
Tratamiento	2	21 085,79	1 0542,89	10 542,89	0.05*
Error experimental	27	27 459,70	1 017,02	1 947 548,57	
Total	29	48 545,49			
Coefficiente de varianza (%)				6.13	

*Diferencia significativa al 5 %

^{ns} No significativo

Según el análisis de varianza de las observaciones realizadas durante los 100 días divididos en una toma antes del parto y 4 tomas más cada 30 días dentro del período experimental, como lo muestra la tabla 3.25, se determinó que si existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos.

En el primer intervalo se determina que existe una diferencia estadística entre los animales que entraron al tratamiento T1 y T2 con relación a los animales del

tratamiento T3 o testigo, en la cual los animales del T2 presentan una marcada diferencia a comparación de los otros dos tratamientos; Posteriormente este resultado indicará una diferencia en relación a pesos entre tratamientos, pero se debe tener siempre en cuenta que en el análisis de esta variable no se quiere demostrar que tratamiento hizo ganar más peso a determinado grupo experimental, sino más bien, cuál de los procedimientos nos permitió analizar en qué punto empezó la recuperación de peso de los animales hasta llegar a superar el período crítico del postparto donde el balance energético es siempre negativo. Gasque Gómez (2008), menciona que la pérdida de peso en el período post-parto afecta la eficiencia reproductiva a futuro cuando ocurre el nuevo cubrimiento de la hembra estando la vaca en un estado de balance energético negativo.

En el segundo intervalo no existe una diferencia significativa en las observaciones realizadas, si bien una diferencia estadística marcada está en el valor de T1 al igual de los otros dos tratamientos.

En el tercer intervalo no existe una diferencia significativa marcada entre los T1 y T2 pero si con el T3 según lo muestra la tabla 3.27, en el intervalo cuatro del tratamiento se muestra la misma relación sin ninguna variación a considerable en el método utilizado.

En el intervalo cinco se muestra una diferencia estadística marcado en el T3 con los T1 y T2 que muestran una equiparación diferencial no significativa, estadísticamente, en esta observación también denota que se encuentra un menor rango alrededor de todo el experimento realizado.

Mediante las observaciones realizadas dentro del período de experimentación se determinó que en la primera y quinta medición existe una diferenciación numérica del 6 %, mientras que entre la segunda y tercera no existe una diferencia significativa, en tanto que entre la tercera y cuarta existe una discrepancia del 3 %, finalmente entre la última observación y la penúltima se tiene una variación del 6 %; los promedios de los pesos tuvieron una tendencia semejante de descenso hasta los 60 días de experimentación, para luego empezar un

incremento hasta alcanzar una estabilización, con coeficientes numéricos de variación entre 8.01 % y 8.86 %.

Al hablar de ganancia de peso en vacas, lo importante a través del tiempo es la recuperación en cada fase, la misma que empieza en la cuarta evaluación, es decir a los 75 días por parte de los animales que comienzan a recobrase hasta alcanzar un balance energético positivo, es necesario recalcar que el principal objetivo de la medición del peso en la aplicación de cada uno de los tres tratamientos no es la subida de peso, pero si el equilibrio nutricional energético por parte del ganado.

Lo que evidencia la observación efectuada es que los animales pertenecientes al T3, tuvieron una mayor caída de peso, con un promedio de pérdida 9,65 kg, sin ganancia de peso en la cuarta observación que corresponde al día 75 en donde se espera que el ganado logre una estabilización; al contrario de lo ocurrido con T1 y T2 la dieta testigo no presenta recuperación de peso, más bien la tendencia sigue siendo la pérdida de peso hasta la observación final.

Campabadal y Navarro (1998), señalan que los efectos de alimentar insuficientemente a las vacas en los primeros estadios de lactación e intentar después corregir el problema pasándolas a una suplementación agresiva, es una producción inicial más baja que la media y una tendencia al declive más temprano; esto es un error que ocurre muy a menudo, permitiendo a una vaca que empieza la lactación alcanzar la máxima producción usando sus reservas corporales con la consecuente pérdida de peso y sin estar preparada para ello.

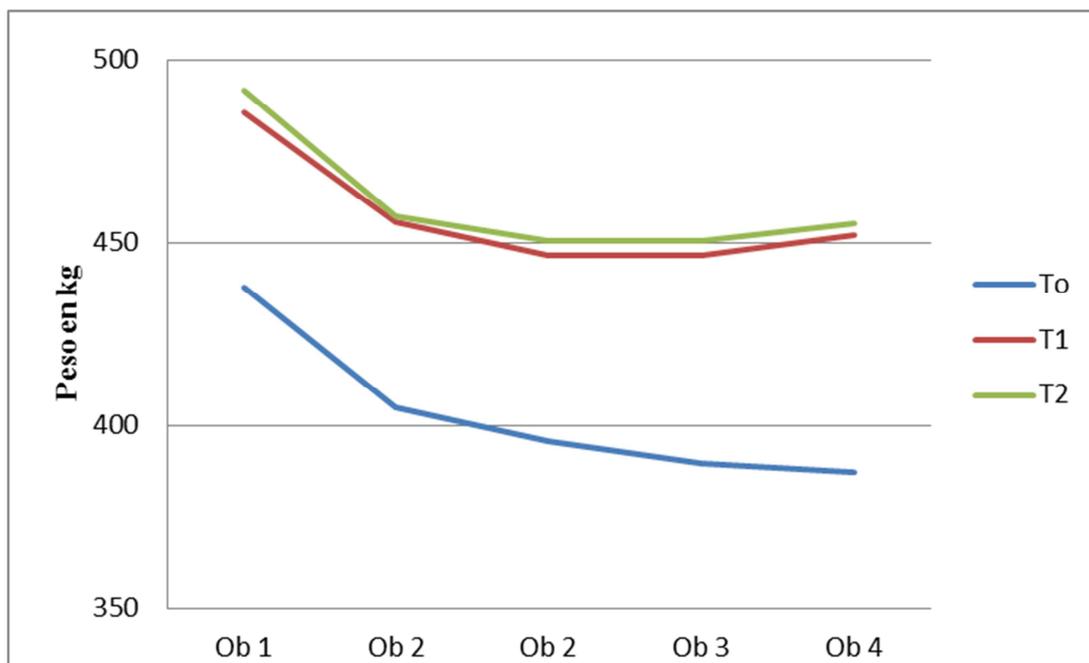


Figura 3.6. Curvas de pérdida/ganancia sistemática de peso en cada uno de los tratamientos

Los promedios de los pesos en los tres tratamientos fueron inicialmente decreciendo hasta la tercera observación (60-90 días post parto) 60 para luego empezar a incrementarse lentamente hasta estabilizarse y en el caso de T1 y T2 comenzar una ligera recuperación; se observa también que para el tratamiento o dieta 1 la curva de pérdida/ganancia de peso tiene una tendencia a la baja, sin que en ninguna de las observaciones se muestre una recuperación, lo que nos muestra que no existe un adecuado recobro del peso en el animal, debido a que en este período tan sensible está utilizando todos sus recursos encaminados a su mantenimiento y a la producción de leche, dejando para el final la recuperación de peso. La falta de una adecuada suplementación energética no permitió una apropiada recuperación del peso de los animales dando como consecuencia una menor producción de leche y un inicio de la curva de lactación mucho más abajo de lo esperado por lo que su permanencia en el tiempo de producción será mucho menor a lo acordado; finalmente de presentarse el período de estro o celo una vez transcurrido el tiempo de recuperación (60 días aproximadamente) estos animales serán preñados con un balance energético negativo lo que conlleva a futuro el apareamiento de problemas reproductivos y el llegar al período seco o de descanso antes del tiempo recomendado (7 meses) con la evidente pérdida económica ya que la vaca deja de producir leche antes del tiempo recomendado.

Para el T1, el balanceado generado en la “Hacienda San José del Belén” se pudo determinar una caída de peso promedio entre la segunda y tercera medición de unos 27,40 kg, con una recuperación o ganancia de acuerdo a lo esperado en los 75 días con un promedio de 29,10 kg como se muestra en la figura 3.7.

En lo concerniente al T2, balanceado PRONACA se determina una merma de peso entre la segunda y tercera medición de un 35,65 kg, con una recuperación en la cuarta observación acorde a lo esperado con un promedio de 36,60 kg como se muestra en la figura 3.6.

Calsamiglia (2005), menciona que las raciones deben formularse con la energía e ingredientes necesarios para evitar la pérdida de peso en el período post-parto, para que esto suceda se debe aumentar la cantidad de subproductos energéticos que generalmente son cereales debido a que estos poseen tanto una elevada carga energética como porque permiten la adaptación del rúmen a un entorno cargado de ácido láctico en el cual sea factible el desarrollo de poblaciones microbianas (entorno amilolítico) y finalmente gracias a que el resultado de la fermentación en ácido propiónico beneficia el que las papilas ruminales se desarrollen coadyuvando a la eficiente absorción de los AGV (ácidos grasos volátiles), esta acción permite una predisposición positiva de la vaca a una mayor ingesta de materia seca dando como efecto una recuperación más temprana del peso perdido en el periodo post-parto.

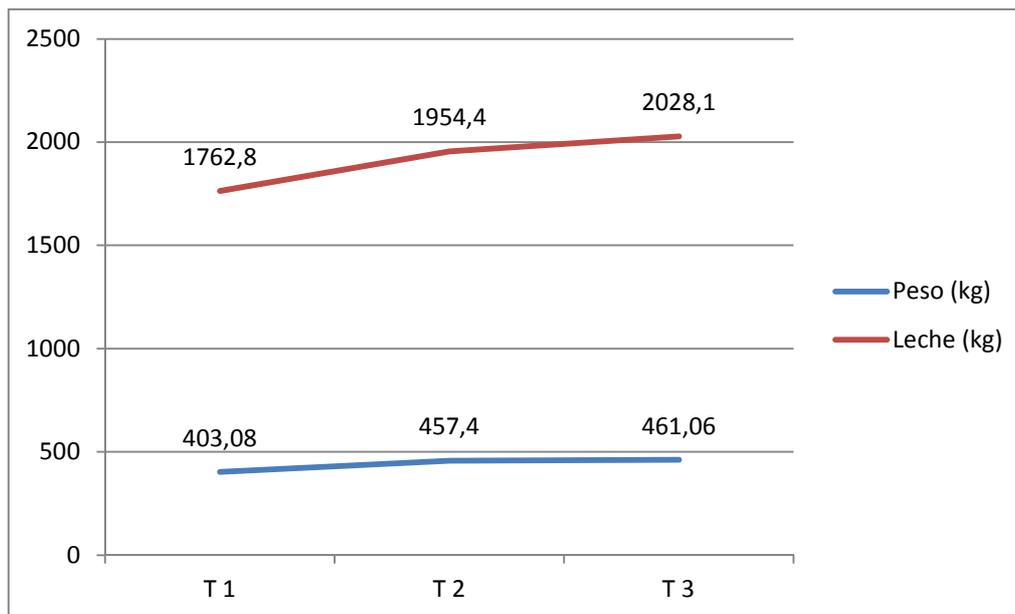


Figura 3.7. Producción de leche en 100 días como variable dependiente del peso para los tres tratamientos

La figura 3.7, nos muestra la relación del peso con respecto a la producción de leche, la menor pérdida de peso en los animales de T1 y T2 puede deberse a que los animales en condiciones de preparto recibieron sobrealimento, lo cual permitió mantener adecuadas reservas corporales para el momento del parto, dando por consiguiente el resultado que las vacas al no perder excesiva cantidad de peso, privilegiaron la producción de leche.

Como menciona Hazard (2006), “El peso juega un rol preponderante; éste no es independiente del rendimiento de leche y de la calidad de la dieta que está consumiendo el animal, se puede señalar que dos vacas con idéntico peso, pero con distinto nivel de producción, consumirá más aquella que pueda producir una mayor cantidad de leche”

3.4.5. ANÁLISIS DE LA VARIABLE CELO

Tabla 3.26. Efectos de los sistemas de suplementación alimenticia sobre el celo de los animales en los 100 días de evaluación

Tratamiento	0 a 25 días	26 a 50 días	51 a 75 días	76 a 100 días
T 1	8 ^a	8 ^a	4 ^b	3 ^{cb}
T 2	8 ^a	2 ^c	7 ^{ab}	7 ^{ab}
T 3	2 ^c	3 ^{cb}	4 ^b	7 ^{ab}

*Promedios con letra en común para cada columna y entre filas, no presentan diferencia estadísticamente significativa ($p \leq 5\%$)

La tabla 3.26, muestra el análisis de varianza para la variable de celo de animales

Tabla 3.27. Análisis de varianza para la evaluación de celo del ganado en cinco valoraciones realizadas, dentro de la evaluación de tres alternativas de suplementación alimenticia.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	P valor (%)
Tratamiento	4,87	2	2,4333	2,25 %
Error experimental	15	27	0,5556	
Total	19,87	29		
Coefficiente de varianza %			27,34 %	

*Diferencia significativa al 5 %

^{ns} No significativo

Se estableció el análisis de varianza de la variable cantidad de celos presentes en cuatro períodos, cada período estuvo comprendido de 25 días; para la experimentación se determinó que si existe una diferenciación estadística de la variable en correspondencia a los tratamientos, y el coeficiente de varianza de esta variable fue de 28.14 %, como lo muestra la tabla 3.27.

En la investigación realizada por Sánchez (2000), se menciona que para optimizar el comportamiento reproductivo del hato lechero, es necesario que el reintegro a

la actividad ovárica suceda lo antes posible en el período posparto, varios estudios han demostrado que este proceso está directamente correlacionado con el balance energético del rumiante.

En la tabla 3.29 se observa que en el intervalo de 0 a 25 días conocido como intervalo parto–primer celo se observa que no existen diferencias entre T1 y T2 ya que en ambos tratamientos se obtiene un número igual de celos, al contrario que T3 donde solo se observó la presencia de 2 celos, como se muestra en la Figura 3.6, existiendo marcada diferencia con los tratamientos T1 y T2, Barton (1996), indica que “... la ovulación y el desarrollo ovárico se encuentra bajo el control de la Hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), ambas gonadotropinas; un balance de energía negativo desestimula la liberación del factor encargado de controlar y liberar las Hormonas Gonadotrópicas en el hipotálamo, y por consiguiente la liberación a futuro de la Hormona Luteinizante (LH) en la hipófisis. Este proceso perturba el normal desarrollo de pulsaciones de Hormona Luteinizante necesaria para la maduración del folículo, el proceso de ovulación y la futura función lútea del ovario, causando un perjuicio a la actividad reproductiva de la vaca...”

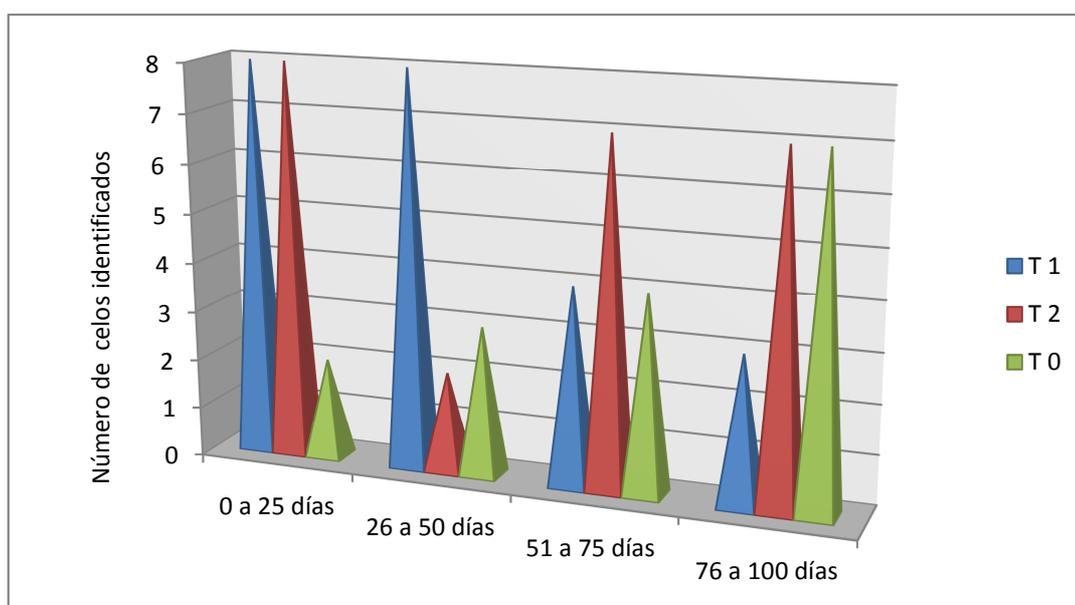


Figura 3.8. Presencia de celo en los tratamientos en las diferentes observaciones.

La importancia del primer celo postparto radica en que, de él dependerá el futuro reproductivo de la vaca, mientras este proceso sea lo más pronto posible dentro de los límites establecidos indicará que el animal pasó de su estado energético negativo a un estado energético positivo de forma adecuada; El retorno adecuado indica por otro lado que la vaca superó el período crítico del parto y su aparato sexual se encuentra nuevamente apto para la concepción, como se muestra en la figura 3.8.

Sánchez (2000), indica que “según estudios realizados, al existir un balance energético negativo, se estima que el tiempo promedio de atraso para que una vaca ovule es de 2,75 días por cada mega Joule de energía neta de lactancia no cubierta; para tratar de mitigar lo mas pronto posible un desbalance energético es necesario optimizar la ingesta de forrajes (materia seca) lo más rápido posible, hay que concienciar que el tener una vaca con condición corporal adecuada, minimiza los problemas tanto de salud como de reproducción”. En el primer intervalo se observó que los días promedios en los que se presentó el celo después del parto fueron de $16 \pm 2,5$.

En el segundo intervalo se obtiene una diferencia significativa entre el T1 y T2 de forma tal que T3 no se encuentra dentro del análisis estadístico, en el tercer intervalo existe una diferencia entre T2 con T3 y T1, en el cuarto intervalo existe una diferencia estadística entre el T3 y T2 con el T1 que tiene un valor igual

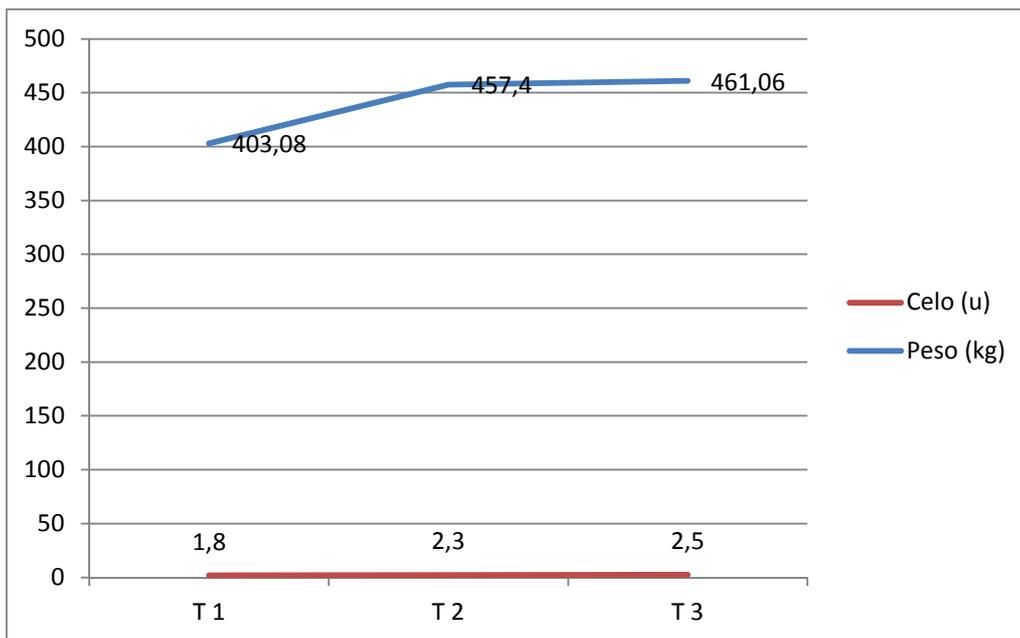


Figura 3.9. Número de celos en cien días como variable dependiente del peso para los tres tratamientos

La Figura 3.9 presenta la correlación que existe entre la presencia de celos con la condición corporal del animal, Sánchez (2000), menciona que los bovinos que pierden un punto de condición corporal el primer mes postparto, tienen una probabilidad 1,5 veces menor de preñarse que las que posean una evolución normal de pérdida de peso corporal. De igual forma menciona que las vacas que entre el parto y la primera inseminación pierdan uno o más puntos de condición corporal, tienen una posibilidad de preñarse dos veces menor.

3.5 ANALISIS ECONOMICO

Campabadal y Navarro (1998), indican que la economía de cualquier plan de alimentación depende de la relación de precios que exista en una localidad en un momento dado. No se puede por lo tanto establecer un sistema o una combinación de sistemas de alimentación que sean los mejores para asegurar el beneficio máximo. Existe una máxima entre los ganaderos del país, donde se dice que en el negocio de la leche, hay por lo menos cien maneras de perder el dinero, así como de ganarlo. Desde un punto de vista alimenticio, el único índice de éxito es lograr un beneficio superior al coste de alimentación y por tanto esta medida debería ser continuamente tenida en cuenta por los ganaderos. Como una gran parte del forraje es utilizada para el mantenimiento durante la vida del animal, el beneficio será normalmente óptimo con niveles altos de producción a menos que la relación leche: alimento sea muy pequeña. Por esta razón, la mayoría de las vacas tendrían que ser alimentadas para lograr su producción máxima dentro de los límites impuestos por la capacidad genética.

La composición química se torna necesaria para la determinación del precio de cada saco (50 kg), para establecer la pre factibilidad en la instauración del tratamiento más conveniente para el ganado, en la tabla 3.28 se muestra el valor por saco (50 kg), para cada tratamiento; se recuerda que en el tratamiento tres no existe ningún tipo de sobrealimentación para el ganado.

Tabla 3.28. Porcentaje de composición del “tratamiento uno” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento

Ingrediente	Precio USD/50 kg	Precio USD/1 kg	% de aportación	Costo USD/100 kg	Costo de USD/50 kg
a. Maíz molido fino	21,00	0,42	5	2,10	1,05
b. Polvillo de arroz	19,00	0,38	5	1,90	0,95
c. Pepa de algodón	18,00	0,36	15	5,40	2,70
d. Melaza	17,00	0,34	15	5,10	2,55
e. Palmiste	15,00	0,30	60	18,00	9,00
Valor total por unidad:					16,25

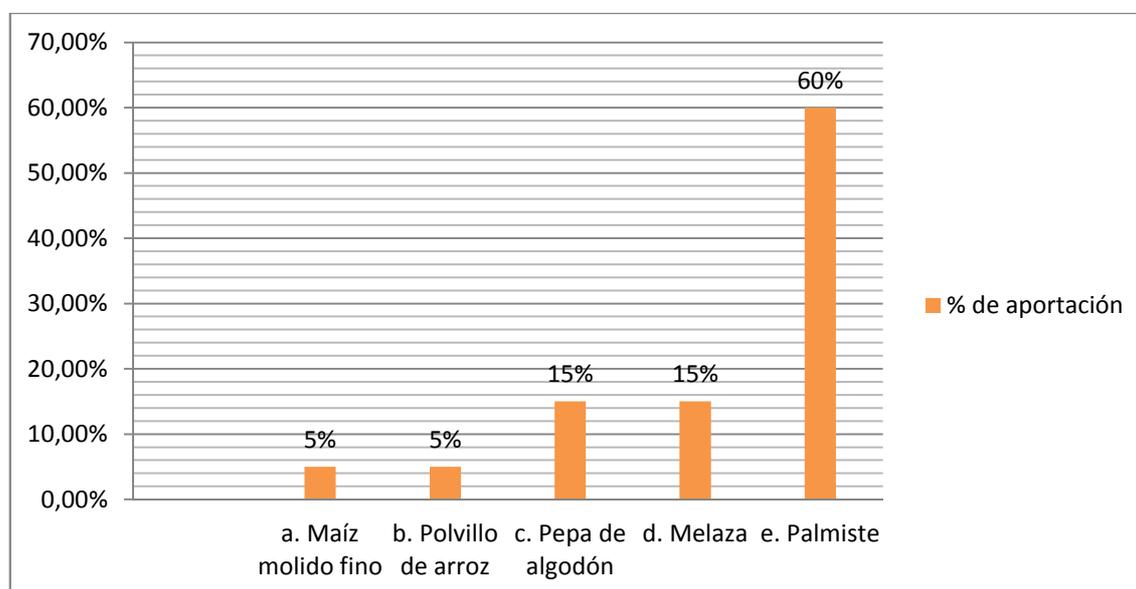


Figura 3.10. Porcentaje de composición del “tratamiento 1” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento

Como se observa en la Figura 3.10, el palmiste es el componente base para este tratamiento debido a su conveniente costo dentro del mercado y su facilidad estacional, el ingrediente maíz molido fino tiene un precio excesivo en relación a su porcentaje de aportación dentro del sobrealimento pero es necesario por la cantidad de energía que suministra en el organismo del animal, los ingredientes b, c, d representan el 30 % dentro de la estructura química pero forman un 60 % del costo para la producción del sobrealimento, a su vez no pueden ser descartables

o reemplazable porque no existe ingredientes equivalentes que contengan una contribución energética del 90 %.

Tabla 3.29. Porcentaje de composición del “tratamiento dos” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento

Ingrediente	Precio por saco (USD)	Precio por kg (USD)	% de aportación	Costo de 100 kg (USD)	Costo de 50 kg (saco) (USD)
a. Materia seca	195,50	8,69	88	39,60	19,80
b. Proteína cruda	35,56	1,58	16	7,20	3,60
c. Grasa	3,33	0,59	6	2,70	1,35
d. Ceniza	15,56	0,69	7	3,15	1,58
Fibra Detergente Ácida	P r u e b a		5	2,25	1,13
Fibra Detergente Neutra	P r u e b a		9	4,05	2,03
Valor total por unidad:					22,50

En la tabla 3.29, se observa una cuantificación económica de la aportación de cada elemento en la formulación de la dieta o tratamiento 1, la cantidad de materia seca cuyo costo es el más alto por su grado de importancia y de necesidad de las vacas productoras de leche.

La Figura 3.11, nos presenta el porcentaje de aportación de cada elemento de la dieta o tratamiento 2, sobrealimento “Pronaca Súper Lechero”, el mismo que al igual que el tratamiento o dieta 1 presenta como principal elemento constituyente a la materia seca.

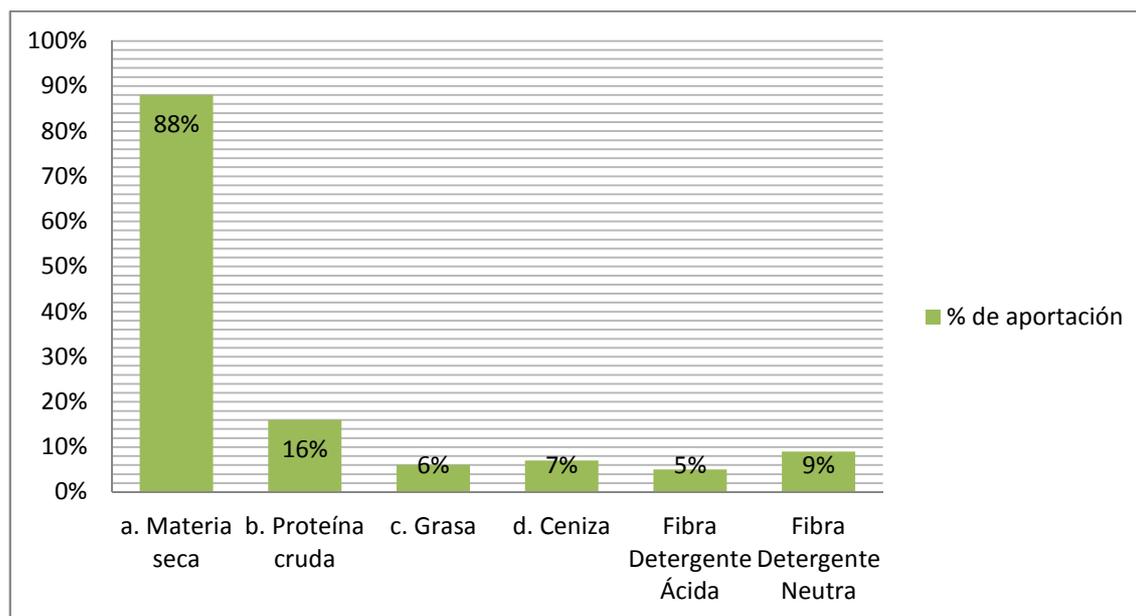


Figura 3.11. Porcentaje de composición del “tratamiento 2” como variable dependiente del precio para los 50 kg de alimento

El sobrealimento de los tratamientos o dietas 1 y 2 fue suministrado dos veces al día, el primer suministro de alimento fue a las cinco de la mañana y el segundo a las tres de la tarde con una dosificación del alimento aproximado de 2 a 3 kg por cada animal.

Tabla 3.30. Determinación del costo por unidad de 50 kg en la producción de leche en cien días en las tres alternativas de suplementación alimenticia

Tratamientos	Balanceado kg usados	Unidad referencial (kg)	Unidades utilizadas	Costo (USD/u)	Costo variable (USD/u)
T1	5 986	50	120	16,25	1 945,45
T2	6 230		125	22,50	2 803,50
T3	-		-	-	-

En la tabla 3.30, se observa que la unidad referencial es de 50 kg por la equivalencia en saco que se utiliza para formular el balanceado obteniendo 120 +/- 5 sacos que fueron usados dentro de los cien días de observación, la obtención de las unidades utilizadas en este período se obtiene de la división entre los kilogramos de balanceado utilizada para dicha unidad referencial, una vez conseguido aquel valor es multiplicado por el costo de unidad para tener el

resultado de costo variable por unidad utilizada que se manejará posteriormente para la determinación del precio de costo de producción por kilogramo de leche.

En la tabla 3.31, se observa que el precio es el elemento más importante para la determinación de la rentabilidad del proyecto; debido al último ajuste vía registro oficial promulgado por el gobierno nacional se fijó un precio referencial para el kilogramo de leche, el cual mediante una tabla de calidad que permite crear incentivos por sanidad para los ganaderos ha permitido fijar un precio de 0,45 dólares como promedio anual por kilogramo de leche pagado a la Hacienda San José del Belén.

Tabla 3.31. Ingreso total en los cien días producción de leche como variable dependiente de las tres alternativas de suplementación alimenticia

Tratamientos	kg de producción	Precio de venta (USD/kg)	Ingresos totales
T1	19 544	0,45	8 794,8
T2	20 281		9 126,45
T3	17 628		7 929

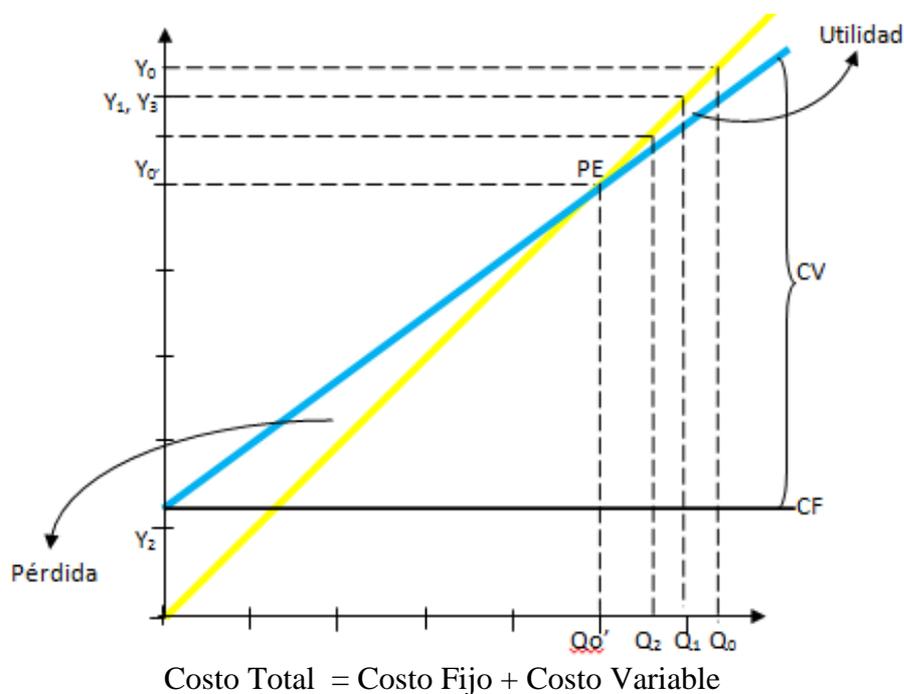
El ingreso se encuentra en correlación a los kilogramos de producción, de manera que el T2 tiene una mayor producción lechera (13.08 %) comparada con T3, generando también un ingreso superior de 13.12 % en comparación con T3.

Para la determinación de costo fijo para el kilogramo de leche a continuación se presenta los costos de producción anual para la producción de leche obtenido del balance general de la Hacienda “San José del Belén”.

Tabla 3.32. Costos de producción de la Hacienda San José del Belén en el año 2012

Concepto	Valor (USD)
Total litros de leche producidos en el año 2012	16 0285
Total de ingresos por producción año 2012	73 631,65
Total costo de producción agropecuaria año 2012	48 085,48

En la tabla 3.32, se puede observar que la Hacienda San José del Belén en el período 2012 tuvo una producción de leche anual de 160 285 kg de leche, los costos de producción fueron 48 085,48 dólares para el año 2012, de tal forma se obtiene un costo fijo de 0,30 dólares por kilogramo de leche producido, a continuación se presenta el costo variable de cada tratamiento y su influencia en el costo de producción total

**Figura 3.12.** Detalle del punto de equilibrio y el costo total

En la Figura 3.12, se observa el punto de equilibrio económico (Q0) el mismo que tiene un valor de 0,30 dólares; la diferencia del costo variable depende netamente del incremento del valor del sobrealimento utilizado dentro de cada tratamiento, teniendo 0,10 dólares para T1 y 0,13 dólares para T2; si se suman ambos valores obtenemos el valor total del costo fijo de producción por cada kilogramo de leche.

Tabla 3.33. Costo de producción en los cien días producción de leche como variable dependiente de las tres alternativas de suplementación alimenticia

Tratamientos	Costo variable (USD/l kg)	Costo fijo (USD/kg)	Costo total (USD/kg)	kilogramo de leche producidos en 100 días experimento	Costo de producción
T3	-	0,3	0,3	17 628	5 288,40
T1	0,1		0,4	19 544	7 808,65
T2	0,13		0,43	20 281	8 720,83

En la tabla 3.33, se muestra el promedio de consumo dentro de este experimento, que fue de 122 ± 2 sacos dentro de los cien días de observación, ahora si bien el precio está calculado en base a la composición química no es un dato que puesto en marcha sirva para la obtención de un beneficio económico real, de forma tal que se procede al cálculo dentro de un período contable de 360 días es decir que en un año el promedio de consumo es de 440 sacos

Tabla 3.34. Proyección de ingreso anual en la producción de leche, con la evaluación de las tres alternativas de suplementación alimenticia

Tratamientos	kilogramos de producción	Sacos (50 kg)	Costo por kilogramo (USD)	Ingreso anual (USD)
T3	63 432,00	-	0,45	28 544,40
T1	69 670,80	431		31 351,86
T2	72 856,80	449		32 785,56

Si se relaciona el ingreso anual (T1) y el ingreso anual (T2) se obtiene un ingreso mayor con un 9 % y de 13 % al ser comparado con (T3), situado también en relación a la producción anual que cada tratamiento obtuvo como se muestra en la tabla 3.34.

3.5.1. DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN BENEFICIO COSTO

Para determinar la relación beneficio/costo de los tratamientos se tendrá en cuenta los ingresos de la granja correspondientes a la producción de leche y el requerimiento de balanceado pagado en efectivo, considerado siempre un inventario en bodega de 30 días. La relación a medirse es un indicador de rentabilidad que consiste en valorar los costos y beneficios de un proyecto mediante estos cálculos financieros se puede determinar la conveniencia o no de la ejecución de un proyecto o experimento; para hallar la relación beneficio-costo se divide el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto.

En un ámbito de fabricación pre establecido es necesario la utilización de un molino de martillo para la trituración o molienda de los ingredientes para la formulación del sobrealimento, en la actualidad la Hacienda cuenta con mencionado molino para el proceso de elaboración, el mismo posee unas dimensiones de 0,80 m de ancho por 2,50 m de largo con un peso aproximado de 90 kg; para la realización del sobrealimento, las horas estimadas en lo concerniente al recurso humano fue de 3 horas dentro de 30 días, el tiempo utilizado es corto debido a que el grueso del trabajo es realizado por dicha máquina y el jornalero encargado solo realiza la colocación de los ingredientes en la tolva y un empacado en sacos de yute; para obtener un stock suficiente para el número de animales en producción (40-50 vacas) se estimó un total de 30 sacos de 50 kg

Tabla 3.35. Relación costo beneficio en proporción del beneficio bruto y los costos en cien días de producción para la tres alternativas de suplementación alimenticia

Tratamientos	Costos (USD/kg)	Beneficio Bruto (USD/kg)	Beneficio Costo
T3	5 288,40	7 932,60	1,50
T1	7 808,65	8 794,80	1,13
T2	8 720,83	9 126,45	1,05

La tabla 3.35, muestra los resultados obtenidos en los diferentes tratamientos, de los cuales se obtiene una relación de costo beneficio mayor a 1, la mejor solución en términos financieros es la más alta, se puede aseverar que:

Si la relación Beneficio/Costo > 1 Se acepta

Si la relación Beneficio/Costo = 1 Es indiferente

Si la relación Beneficio/Costo < 1 Se rechaza

De la tabla 3.35 se desprende los resultados de la variable beneficio-costo que la Hacienda “San José del Belén” obtendrá de los costos realizados para generar una rentabilidad a tiempo futuro.

El análisis beneficio-costo muestra que cuando se escoge la opción del tratamiento tres (T3), se puede decir que por cada dólar invertido, se obtiene 0.50 dólares al no incurrir en costos de producción para la compra de balanceado, seguido por el tratamiento del sobrealimento formulado en la Hacienda (T1) generando un margen de 0,13 dólares invertido; el sobrealimento comercial denominado “Pronaca Súper Lechero” del tratamiento (T2) tiene una rendimiento de 0,05 dólares por cada dólar invertido, debido a que en las tres opciones la relación costos beneficio es mayor a 1 todas son aceptables pero la causante de mayor rentabilidad económica es el tratamiento T3 o testigo como se muestra en la figura 3.13.

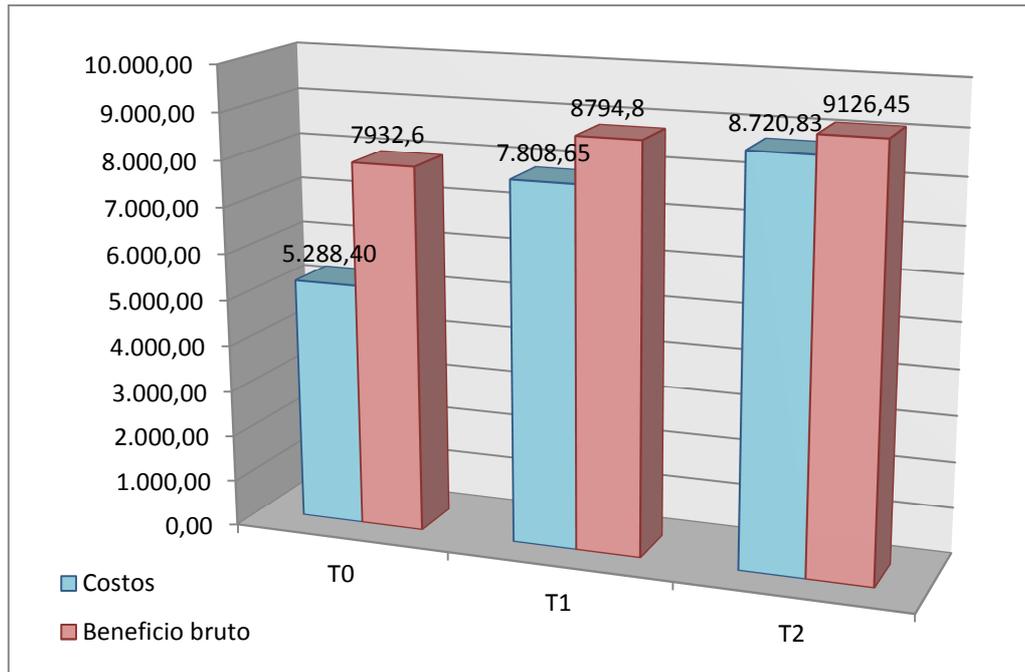


Figura 3.13. Relación entre costo y beneficio

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Al evaluar los efectos del uso de dos tipos de sobrealimento concentrado, en las vacas de raza Holstein-Friesian mestizas bajo el sistema de pastoreo se determinó que el sobrealimento denominado “Pronaca súper lechero” fue el que mejor resultado arrojó en cuanto a la variable producción de leche.
- En cuanto al sobrealimento formulado en la Hacienda, este logró cubrir todas las expectativas energéticas y nutricionales de las vacas de la Hacienda San José del Belén; sin embargo con la implementación de este suplemento alimenticio no se logró cubrir las expectativas en cuanto a producción de leche.
- Al evaluar lo correspondiente al factor peso para los tratamientos T1 (sobrealimento formulado en la Hacienda San José del Belén) y T2 (sobrealimento comercial “Pronaca súper lechero”) se evidenció que a partir de la cuarta observación (90 días), las vacas lograron llegar a balance energético positivo, efecto demostrado por el inicio de la recuperación del peso. Para el tratamiento testigo T3 (únicamente pasto) no se evidenció ganancia de peso en ninguna de las observaciones, determinándose que las vacas no lograron superar el período de balance energético negativo producto de la falta de suplementación.
- El efecto de los tratamientos T1 y T2 en la variable celo de los animales fue altamente significativa para el ciclo post-parto (0-25 días), ya que el período de estro se presentó en 8 de las 10 vacas de cada grupo experimental. En el tratamiento testigo o T3 el celo fue presentado únicamente en 2 de los 10 animales del grupo experimental.

- Al evaluar la situación agropecuaria actual de la Hacienda San José del Belén se identificó que la propiedad tiene una extensión de 175,42 hectáreas, sus praderas cuentan mayormente con una mezcla forrajera compuesta por Ray grass inglés e italiano, trébol rojo y trébol blanco; el número de vacas presentes el momento de realizar la experimentación fue de 110 cabezas de ganado, de las cuales 45 vacas se encontraban en producción lechera.
- La producción mensual promedio de la Hacienda San José del Belén en el año 2012 fue de 11 000 L de leche, con una media de producción de 18 L de leche por vaca/día.
- La principal fortaleza de la Hacienda consiste en que la misma cuenta con instalaciones de ordeño y refrigeración nuevos, adecuados para la producción lechera con altos parámetros de calidad. Una debilidad encontrada fue la falta de mano de obra calificada y la constante rotación de personal. Una oportunidad de la propiedad es el que cuenta con espacio físico suficiente para poder incrementar el hato lechero ya que la carga animal por hectárea es baja (1,3 UPAs/ha). La principal amenaza de la Hacienda son las lotizaciones cercanas, las cuales están haciendo que propiedades colindantes sean vendidas para convertirlas en urbanizaciones.
- Económicamente para el período 2012 en el cual se desarrolló el experimento, la Hacienda San José del Belén obtuvo ingresos por el rubro venta de leche un valor de 73 631,65 USD y un egreso por el concepto de costos de producción agropecuaria de 48 085,48 USD. La producción anual de leche fue de 160 285 L de leche. El costo de producir 1 litro de leche en la Hacienda San José del Belén para el año 2012 fue de 0,30 dólares, lo que permitió obtener un beneficio bruto de 25 546,15 USD.
- Se llegó a la conclusión que el tratamiento T1 técnicamente fue el más adecuado, debido a que los animales cubrieron de forma óptima sus requerimientos energéticos-nutricionales, y a que los animales respondieron positivamente a las variables celo y recuperación de peso; con respecto a la

producción de leche, se logró un incremento productivo de 1916 kg de leche a comparación del tratamiento T3 (testigo). Todos estos resultados fueron alcanzados con un gasto inferior a 858 USD con relación al tratamiento T2 “Pronaca súper lechero”.

- El tratamiento T2 sobrealimento “Pronaca súper lechero” obtuvo los resultados más altos en las tres variables estudiadas en este experimento (producción de leche, peso y celo); sin embargo no se lo considera técnicamente el más adecuado ya que sus resultados fueron similares al tratamiento T1 (sobrealimento formulado en la Hacienda) con la diferencia que este tratamiento sobrepasa los requerimientos energéticos-nutricionales de las vacas de la Hacienda San José del Belén dando como resultado a futuro el posible apareamiento de vacas con problemas de sobrepeso, inconveniente que se ve traducido en problemas de concepción, ya que vacas con este problema, no logran preñarse de forma correcta. También desde el punto de vista económico en este tratamiento se incurrió en un gasto de 858 USD superior a comparación del T1.
- Al analizar la relación beneficio/costo se llega a la conclusión que económicamente el tratamiento más adecuado es el tratamiento T3 (testigo) debido a que este nos entrega una mayor rentabilidad económica debido a que el margen de utilidad por kilogramo de leche es superior. El tratamiento testigo T3 nos entrega una utilidad de 0,15 dólares por cada kilogramo producido de leche; el tratamiento T1 (sobrealimento formulado en la Hacienda) entrega una utilidad de 0,05 dólares debido al incremento en el costo variable por la suplementación otorgada y el tratamiento T2 (Pronaca súper lechero) entrega una utilidad de 0,02 dólares por kilogramo de producción de leche por las mismas circunstancias de incremento de costo variable que T2.

4.2. RECOMENDACIONES

- Evaluar siempre el estado en el que se encuentran los animales de una ganadería donde se vaya a realizar un experimento antes de recomendar una nueva forma de alimentación.
- Formular un sobrealimento acorde a las necesidades del ganado siempre teniendo en cuenta que los ingredientes sean de fácil adquisición ya que es muy común que debido a la estacionalidad de ciertos productos, estos escaseen cada cierto tiempo dando como resultado el tener que hacer reformulaciones de raciones con el consecuente efecto negativo en las vacas debido a que el cambio de dieta tiene implicaciones en la flora bacteriana estomacal de los animales dando como resultados mermas productivas.
- Suplementar a las vacas lecheras con cantidades de sobrealimento balanceado ajustado siempre a sus necesidades, se debe recordar que los piensos siempre son económicamente las inversiones más onerosas en una ganadería, por lo que se debe tener especial cuidado en su aplicación, con el fin de no elevar los costos variables de producción.
- Establecer siempre registros productivos, reproductivos y sanitarios de los animales presentes en una ganadería para de esta forma facilitar su manejo y distribución en un predio agropecuario.
- Para futuros experimentos se recomienda buscar alternativas de suplementación a la alimentación de los animales con productos provenientes de los mismos predios, como son ensilaje de maíz o de avena para de esta forma tratar de ser autosustentables en este ámbito y no incrementar los costos variables con la compra de excesivas cantidades de cereales.
- Capacitar al personal que esté a cargo de la entrega del sobrealimento balanceado para evitar pérdidas económicas.

- Concienciar al ganadero que la base de la alimentación del ganado es el pasto y es aquí donde se debe invertir la mayor cantidad de capital, teniendo en cuenta que en base a los resultados expuestos en este trabajo, al entregar pasto de buena calidad se puede lograr cubrir los requerimientos nutricionales de los animales y de esta forma la inversión en alimentos balanceados sería mínima.
- Instaurar un programa de alimentación del ganado, donde la cantidad de sobrealimento balanceado este de acuerdo a la fase de lactancia de la vaca, mas no, de acuerdo a peso o apreciación visual general del ganadero.
- Con el fin de saber con mayor precisión el período de tiempo en el cual las vacas comienzan la fase de recuperación o ganancia de peso luego del parto, se recomienda realizar más observaciones con los animales del grupo testigo para saber en qué instante el balance energético empieza a ser positivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Acosta G, R. A., y Ronald, D. (2011). Primer celo post-parto en vacas *Bos indicus* y *Bos taurus* pastoreando en pasto yaragua en los llanos del estado Guarico. *Zootecnia tropical*, 17(4), 36-43. Recuperado de http://sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_cl/Zootecniatropical/zt1001/texto/celo.htm (Mayo, 2012).
2. Agrytec. (2012). Producción de la palma aceitera en el Ecuador. *Agrytec*, 9(16), 7-9. Recuperado de http://agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=10712:la-palma-aceitera-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43 (Julio, 2013).
3. Alais, C. (1985). *Ciencia de la leche principios de técnica lechera*. Paris: Reverté S.A..
4. Allen, M. S. (1991). *Carbohydrate nutrition*. Washington DC: North American Food and animal production
5. Alvarez Rodriguez, A., y Ruiz de Galarreta Gomez, J. I. (1995). *La industria del maíz*. Recuperado de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/4039/1/AAvarezvariedadesMaizGipuzkoa.pdf>. (Enero, 2013).
6. Arreaza T, L. C., Sánchez M, L., Pardo B., O., Mateus, H., Reza G., S., Becerra, J.Londoño, J. (2002). *Nutrición y alimentación de bovinos en el trópico colombiano*. Mosquera, Cundinamarca, Colombia: CORPOICA C.I.
7. Avila Tellez, S., y Gutiérrez Chávez, A. J. (2010). *Producción de leche con ganado bovino*. México D.F: El Manual Moderno S.A.

8. Bargo, F., Muller, L. D., Delahoy, J. E., & Cassidy, T. W. (2006). *Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows grazing at two pasture allowances*. Wisconsin: J. Dairy Sci.
9. Barsky, O., & Cosse, G. (1981). *Tecnología y cambio social las Haciendas en el Ecuador*. Quito: FLACSO.
10. Barton, B. A. (1996). Determination if reproduction is affected by a nutrient imbalance. *Tri state Dairy nutrition conference* (pp. 17-29). Indiana, United States of America: Fort Wayne.
11. BCE. (2012). *Indicadores macroeconómicos del Ecuador*. Informe anual del Banco central del Ecuador (pp. 57-65). Quito, Ecuador. Recuperado de <http://www.bce.fin.ec/contenido.php?CNT=ARB0000203> (febrero 2013).
12. Beede DK, S. (1991). *Nutritional managment of dairy cattle during hot weather*. Wisconsin, United States of America: Agri-Prac.
13. Boden, E. (1 998). *Black´s veterinary dictionary*. Londres, Gran Bretania: Barnes y Noble books.
14. Brown, T., Lemay, I., & Bursten, P. (2004). *Química la ciencia central*. México D.F.: Prentice Hall.
15. Calsamiglia, S. (2005). *Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto*. Recuperado de <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/00CAP3.pdf> (Marzo, 2013).
16. Campabadal, C., & Navarro, H. (1998). *Alimentación de la vaca en el período de transición*. San José, Costa Rica: Centro de investigación animal.

17. Caravaca Rodríguez, F. P., Castel Genis, J. M., Guzmán Guerrero, J. M., Delgado Pertiñez, M., Mena Guerrero, Y., Alcalde Aldea, M. J., y Gonzales Redondo, P. (2003). *Bases de la producción animal*. Sevilla, España: Servicio de publicaciones universitarias.
18. Castro Ramirez, A. (1999). *Producción bovina*. San José, Costa Rica: EUNED.
19. Castro Ramirez, A. (2002). *Ganadería de leche enfoque empresarial*. San José, Costa Rica: Cámara costarricense del libro.
20. Clarck H., J., Beede K., D., Erdman A., R., Goff P., J., Grummer R., R., Linn G., J., . . . Weiss P., W. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle*. Washington D.C.: National Research Council.
21. De Alba, J. (2000). *Reproducción y genética animal*. San José, Costa Rica: IICA.
22. ECURED. (2010). *Gestación en vacas lecheras*. Recuperado de http://www.ecured.cu/index.php/Anexo:Gestaci%C3%B3n_en_Vacas // enciclopedia/cubana/red (Marzo, 2013).
23. FAO. (1993). *El maíz en la nutrición humana*. Recuperado de [http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm# Contents](http://www.fao.org/docrep/t0395s/T0395S00.htm#Contents) (Enero, 2013).
24. Fernández Idrogo, G. (2009). *El período de transición en la vaca lechera*. Recuperado de http://veterinaria.unmsm.edu.pe/files/gilberto_transicion.pdf (Marzo, 2013).

25. Ferreira, G. (2006). *Suplementos alimenticios para raciones de ganado lechero*. Recuperado de [http : // www.produccion - animal.com.ar / informacion _t ecnica / suplementación / 72-semilla_algodon.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/72-semilla_algodon.pdf) (Enero, 2013).
26. Fidalgo Alvarez, L., Rejas Lopez, J., Ruiz de Gopegui Fernandez, R., & Ramos Antón, J. (2003). *Patología médica veterinaria*. Salamanca, España: KADMOS.
27. Flores, R. (2008). Informe de la cadena agroalimentaria de lácteos. En 5° Congreso nacional de producción láctea (pp. 16-35). Quito, Ecuador: FAO-OFIAGRO.
28. García, A. (Enero de 2009). *Alimentación preventiva de la vaca en transición*. Recuperado de [http:// pubstorage.sdstate.edu / AgBio_Publications/articles/ExEx4041S.pdf](http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/ExEx4041S.pdf) (Marzo, 2013).
29. Gasque Gómez, R. (2008). *Enciclopedia bovina*. México D.F.: Universidad autónoma de México.
30. Grummer, H., & Hayirli, N. (2000). *Factors affecting dry matter intake of prefresh transition cows*. Recuperado de [http: // www.docstoc.com/docs/45252284/FACTORS-AFFECTING-DRY-MATTER-INTAKE- OF -PREFRESH-TRANSITION-COWS-extract](http://www.docstoc.com/docs/45252284/FACTORS-AFFECTING-DRY-MATTER-INTAKE-OF-PREFRESH-TRANSITION-COWS-extract) (Abril, 2013).
31. Hazard, S. (2006). *Importancia de la nutrición en la reproducción de vacas lecheras*. Recuperado de www.inia.cl (Mayo, 2013).
32. Hutjens, M. (2001). *Guía de alimentación bovina*. México: Hoard's Dairyman.
33. IICA-PROCIANDINO. (1995). Experiencias del cultivo de maíz en el área andina. *Cultivos andinos*, 15(3). 12-22.

34. INEC. (2000). III Censo Nacional Agropecuario, *resultados nacionales*. Quito, Ecuador: MAGAP.
35. INEC. (2011). Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua, resultados nacionales. Quito, Ecuador: INEC.
36. INEC. (2011). Sistema estadístico agropecuario nacional, resultados nacionales. Quito, Ecuador: INEC.
37. INIAP. (2000). *Compendio de cereales andinos*. Recuperado de [http : // www. iniap. gob. Ec / nsite / index. Php?option= com_content&view =article&id = 44&Itemid =44](http://www.iniap.gob.ec/nsite/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=44) (Julio, 2013).
38. Jaramillo, A. (2011). Problemática del sector lechero en el país. *Asociación Holstein Friesian del Ecuador*. Recuperado de [http: // holsteinecuador.com](http://holsteinecuador.com) (Enero, 2013).
39. Jumbo, B. (14 de Febrero del 2009). *El Comercio*. La demanda de leche se redujo y el precio cayó, pp. 9.
40. Kertz, A. (2010). Manejo y alimentación de la vaca lactante. *Hoard's dairyman en español*, 25(17), 60-64.
41. Lehninger, A. L. (1969). *Bioenergetics, The molecular basis of biological energy transformations*. New York: W.A. Benjamin.
42. Lincoln, T., & Zieger, E. (2 006). *Fisiología vegetal*. Castellón de la Plana: Universitat Jaume I.
43. MAGAP. (27 de Abril de 2010). Repositorio de registros oficiales. *Derecho Ecuador*. Quito, Ecuador. Recuperado de [http: // www. derechoecuador.com / index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id= 5579#No136](http://www.derechoecuador.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=5579#No136) (Febrero 2013).

44. Maldonado, G., & Velásquez, J. E. (1994). *Determinación de la capacidad de carga y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo de gramíneas nativas en el piedemonte amazónico de Colombia*. Recuperado de [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol16_rev2_a % C3 % B1o94_art2. pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol16_rev2_a%20C3%20B1o94_art2.pdf) (Marzo, 2013).
45. Marrero Rodríguez, Y. (2005). *Suplementación efectiva en ganado lechero*. Recuperado de [http://www.ica.edu.cu/ biblioteca / Tesis/ marreroy.pdf](http://www.ica.edu.cu/biblioteca/Tesis/marreroy.pdf) (Febrero, 2013).
46. Mella Fuentes, C. (2008). *Suplementación de vacas lecheras de alta producción a pastoreo*. Santiago de Chile: Universidad Nacional de Chile.
47. MINAG. (2012). *Cadenas productivas en el sector agrario*. de [http:// www. minag.gob.pe/portal / sector- agrario/pecuaria/ cadenas-productivas?start =2](http://www.minag.gob.pe/portal/sector-agrario/pecuaria/cadenas-productivas?start=2) (Marzo, 2013).
48. Moreno Ramon, H., Ibañez Asensio, S., y Gisbert Blanquer, J. (2011). *Andisoles interandinos*. Recuperado de [http: // riunet.upv.es/ bitstream /handle/ 10251/ 13676/Andisoles.pdf?sequence=3](http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13676/Andisoles.pdf?sequence=3) (Marzo, 2013).
49. Mosquera, T. (2008). El negocio lechero no cuaja por sus costos. *Revista Líderes*, 10(49), 6.
50. Moya, J. R., & Coppock, C. (1997). Efecto de dos sistemas de alimentación preparto en el comportamiento lechero de vacas Holstein al principio de la lactación. *Archivo Latinoamericano Producción Animal (Ed.)*. *Desarrollo productivo de la vaca lechera*, (pp. 167-169). San Juan de Puerto Rico: Universidad de Puerto Rico y Texas.

51. Murphy, M. R. (1992). *Water metabolism of dairy cattle*. Wisconsin: J. Dairy Sci.
52. NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. Washington D.C.: National Academy Press.
53. OFIAGRO. (2008). *Estadísticas del sector lácteo (Camara de Agricultura de la primera zona)*. Recuperado de www.agroecuador.com (Febrero, 2013).
54. Ortiz Rios, C. D. (2005). *Guía para la alimentación animal y elaboración de concentrados*. Bogotá, Colombia: Upar.
55. Pardo Rincón, N. A. (2007). *Manual de nutrición animal*. Bogotá, Colombia: Grupo Latino editores.
56. Ponce V, M. (4 de 3 de 2002). *La melaza en la alimentación del ganado vacuno*. Recuperado de <http://www.uco.mx/revaia/antiguos/antiguos/2004/VOL.3/La%20melaza%20en%20la%20alimentaci%F3n%20del%20ganado%20vacuno.pdf> (Enero, 2013).
57. Ramírez Lozano, R. G. (2005). *Nutrición de rumiantes en sistemas extensivos*. México D.F.: Trillas.
58. Ramirez Ramirez, H. A. (2011). *Composición de los alimentos y requerimientos de los animales*. Celaya, México: Engormix.
59. Rippe, C. A. (2009). *El ciclo estral*. Recuperado de Dairy Cattle Reproduction Council: <http://www.dcrcouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf> (Febrero, 2013).

60. Robalino Romero, P. d. (2008). *Valoración energética de diferentes tipos de harina de pescado, torta de palmiste, torta de algodón, utilizado para la alimentación de cuyes (Cavia porcellus)*. (Proyecto de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista). Escuela Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
61. Sagarpa, Senasica, y Ameg. (2008). *Manual de buenas prácticas pecuarias en el sistema de producción de ganado productor de carne en confinamiento*. Recuperado de www.sagarpa.gob.mx (Marzo, 2013).
62. Salcedo Diaz, G. (2006). *Suplementación de vacas en pastoreo*. Recuperado de http://www.mouriscade.com/doc_ponencias/oct-2004/suplementacion_vacas_lecheras.pdf (Marzo, 2013).
63. San Miguel, A., y Gómez, R. (2006). *Diccionario de términos pascícolas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
64. Sanchez de Medina, F. (2010). *Fases biológicas y bioquímicas de la nutrición*. Madrid: editorial médica panamericana.
65. Sánchez, J. (2000). *Nutrición energética del ganado lechero*. Recuperado de http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/cap5_vol6.pdf (Marzo, 2013).
66. SICA. (2002). *Cultivo de maíz*. Cultivo de cereales andinos y seguridad alimentaria. Quito, Ecuador: Agrocampo.
67. SICA. (2006). *Análisis e interpretación del III censo agropecuario*. Recuperado de <http://www.agroecuador.com/HTML/Censo/Censo.htm> (Enero, 2013).
68. SINAGAP. (2011). *Sistema de información nacional de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca*. Quito: MAGAP.

69. Subirós Ruiz, F. (2000). *El cultivo de la caña de azúcar*. San José, Costa Rica: EUNED.
70. Teuber K, N., Balocchi L., O., y Parga M., J. (2007). *Manejo del pastoreo*. Osorno, Chile: Universidad austral de Chile.
71. UNAVARRA. (2007). *Investigación y genética microbiana*. de <http://www.unavarra.es/genmic/curso%20microbiologia%20general/17-bacterias%20del%20rumen.htm> (Febrero, 2013).
72. Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Oregon, Estados Unidos: O&B Books.
73. Wattiaux, M., & Howard, T. (2002). *Nutricion y alimentación esencial de vacas lecheras*. Wisconsin, USA: Wisconsin University.
74. Williams, M. (2002). *Nutrición para la salud, condición física y el deporte*. Barcelona: Mc Graw Hill.