

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA



**“INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN LA COMPOSICIÓN
DE LA LECHE EN VACUNOS DE CRIANZA INTENSIVA EN LA
CUENCA DE LIMA”**

Presentado por:

YESSICA LILIANA RODRIGUEZ ARTEAGA

Tesis Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Lima-Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**“INFLUENCIA DE LA ALIMENTACIÓN EN LA COMPOSICIÓN
DE LA LECHE EN VACUNOS DE CRIANZA INTENSIVA EN LA
CUENCA DE LIMA”**

Presentada por:

YESSICA LILIANA RODRIGUEZ ARTEAGA

Tesis para optar el Título Profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Ing. Víctor Hidalgo Lozano

PRESIDENTE

M.V. Germán Rodríguez Franco

MIEMBRO

Ing. José Almeyda Matías

MIEMBRO

Ing. Jorge Vargas Morán

PATROCINADOR

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban.

A mi papá Hernán Rodríguez, quien a lo largo de mi vida ha velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ello que soy lo que soy ahora. Lo amo con mi vida.

A mi mamá Nicolasa Arteaga (QEPD) y a mi querida abuelita Josefa Albertiz (QEPD), por quererme mucho, creer en mí y porque siempre me apoyaron, esto también se lo debo a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría agradecer a muchas personas que me ayudaron a realizar esta tesis. Antes que nada, mi mayor gratitud es para mí patrocinador Ing. Jorge Vargas por la información y orientación que me brindó para desarrollar y culminar mi tesis.

Mi gratitud a cada uno de los ganaderos de la cuenca de Lima por todas las facilidades brindadas en las visitas realizadas a sus establos y que hicieron posible el desarrollo de la investigación, gracias por la confianza durante las visitas.

Quiero agradecer también a todos mis profesores de la UNALM por las experiencias y enseñanzas compartidas durante toda mi etapa universitaria que me han permitido crecer en lo personal y profesional.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos. A todos ellos, muchas gracias.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	i
ABSTRACT.....	ii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1.PRODUCCIÓN LECHERA EN LA CUENCA DE LIMA.....	3
2.2.DEFINICION Y CARACTERISTICAS DE LA LECHE.....	3
2.2.1. Composición de la leche.....	3
2.3.FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICION DE LA LECHE.....	8
2.3.1. Factores genéticos.....	8
2.3.2. Factores fisiológicos.....	10
2.3.3. Factores ambientales.....	13
2.4.DIGESTION MICROBIANA EN LOS RUMIANTES.....	16
2.4.1. Rumen y sus microorganismos.....	16
2.4.2. Digestión de los carbohidratos.....	16
2.4.3. Digestión de proteína.....	17
2.4.4. Digestión de lípidos.....	19
2.4.5. Digestión de vitaminas.....	19
2.5.BIOSINTESIS DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE.....	20

2.5.1.	Lactosa.....	20
2.5.2.	Lípidos.....	20
2.5.3.	Proteínas.....	21
2.5.4.	Minerales, vitaminas y agua.....	21
2.5.5.	Urea en leche.....	22
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN.....	23
3.2.	ESTABLOS ANALIZADOS DE LA CUENCA DE LIMA.....	24
3.3.	MONITOREO DE ESTABBLOS.....	24
3.3.1.	Características generales de los establos.....	24
3.4.	ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	31
3.5.	INSTRUMENTOS DE LA COLECTA DE DATOS.....	31
3.5.1.	Equipos.....	31
3.5.2.	Materiales.....	32
3.6.	VARIABLES MEDIDAS.....	33
3.7.	PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	34
4.1.	CARACTERIZACIÓN DE ESTABLOS EVALUADOS.....	34
4.1.1.	Alimentación.....	34
4.2.	CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ALIMENTO.....	36
4.2.1.	Consumo de alimento por animal.....	38
4.2.2.	Ingestión de materia seca.....	39

4.2.3. Proteína cruda.....	40
4.2.4. Fibra de detergente neutro.....	42
4.2.5. Grasa cruda.....	43
4.2.6. Energía de lactación.....	45
4.3. CARACTERIZACION DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	46
4.3.1. Producción de leche por día.....	48
4.3.2. Porcentaje de proteína láctea	50
4.3.3. Porcentaje de grasa láctea	51
4.3.4. Porcentaje de sólidos no grasos.....	53
4.3.5. Porcentaje de sólidos totales.....	54
4.3.6. Densidad.....	56
4.3.7. Urea.....	57
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES.....	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
VIII. ANEXOS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Requisitos físicos y químicos de la leche de vaca NTP 202.001.....	4
Tabla 2: Composición media representativa de la leche de vaca de varias razas en el Perú.....	4
Tabla 3: Composición en ácidos grasos de los lípidos de la leche de vacas.....	6
Tabla 4: Características químicas de la leche en algunos grupos genéticos.....	9
Tabla 5: Efecto de la edad de la vaca sobre la composición de la leche (g/kg).....	11
Tabla 6: Contenido de la grasa de la leche en diferentes grupos genéticos de vaca y cantidad de ésta según el momento de ordeño.....	12
Tabla 7: Variación de los componentes de la leche debido a mastitis subclínica.....	13
Tabla 8: Consumo de materia seca para vacas lecheras de acuerdo a su peso corporal y al rendimiento de leche.....	15
Tabla 9: Ácidos grasos volátiles (AGV) producidos por la digestión microbiana.....	17
Tabla 10: Resumen de establos en estudio.....	30
Tabla 11: Rangos de medición y precisión del equipo analizador Milko Scope Julie 7.....	32
Tabla 12: Prueba de medias de Duncan del consumo de materia seca y de nutrientes por vaca/día de establos evaluados.....	37
Tabla 13: Prueba de medias de Duncan de la producción promedio y composición química de la leche de los establos evaluados.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Mapa satelital de la provincia Lima (Cañete, Lima y Huacho).....	23
Figura 2: Insumos más utilizados en la elaboración del concentrado de los establos en estudio (%).....	35
Figura 3: Forrajes más utilizados en la alimentación del ganado en producción de los establos en estudio (%).....	36
Figura 4: Consumo de alimento por animal de los diecisiete establos.....	38
Figura 5: Ingestión de materia seca (kg) de los establos evaluados.....	39
Figura 6: Proteína cruda del alimento (Kg) de la de los establos evaluados.....	41
Figura 7: Fibra de detergente neutro (FDN) del alimento (Kg) de los establos evaluados...42	42
Figura 8: Grasa cruda del alimento (Kg) de los establos evaluados.....	44
Figura 9: Energía neta de lactación del alimento (Kg) de los establos evaluados.....	45
Figura 10: Producción promedio de leche de establos evaluados.....	48
Figura 11: Porcentaje de Proteína láctea de establos evaluados.....	50
Figura 12: Porcentaje de la grasa láctea de establos evaluados.....	52
Figura 13: Porcentaje de sólidos no grasos en leche de establos evaluados.....	53
Figura 14: Porcentaje de sólidos totales en leche de establos evaluados.....	55
Figura 15: Densidad (g/cm ³) de leche de establos evaluados.....	56
Figura 16: Urea (mg/dl) en leche de establos evaluados.....	58

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1: Encuesta sobre producción y alimentación de los establos.....	72
Anexo 2: Ficha técnica del Analizador Julie Z7 Automatic.....	73
Anexo 3: Cantidad de alimento suministrado por categoría en establos evaluados.....	75
Anexo 4: Composición nutricional del alimento (kg) de los establos evaluados.....	77
Anexo 5: Composición nutricional de insumos en base al NRC (2001).....	79
Anexo 6: Composición nutricional de insumos en base a análisis del laboratorio de evaluación de alimento de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2006-2011).....	80
Anexo 7: Análisis de variancias del consumo por animal (kg).....	81
Anexo 8: Análisis de variancias de la ingestión de materia seca (kg).....	81
Anexo 9: Análisis de variancias de la proteína cruda (kg).....	81
Anexo 10: Análisis de variancias de la fibra de detergente neutro (kg).....	81
Anexo 11: Análisis de variancias de grasa cruda (Kg).....	82
Anexo 12: Análisis de variancias de ENL (Mcal).....	82
Anexo 13: Producción promedio de leche y composición química de la leche de los establos evaluados.....	83
Anexo 14: Análisis de variancias de la producción de leche promedio.....	85
Anexo 15: Análisis de variancias de la proteína (%) láctea.....	85
Anexo 16: Análisis de variancias de la grasa (%) láctea.....	85

Anexo 17: Análisis de variancias de los sólidos no grasos (%) en leche.....	85
Anexo 18: Análisis de variancias de los sólidos totales (%) en leche.....	86
Anexo 19: Análisis de variancias de la densidad (g/cm ³).....	86
Anexo 20: Análisis de variancias de la urea (mg/dl).....	86
Anexo 21: Matriz de coeficientes de correlación de los componentes nutricionales del alimento y de la leche de los establos evaluados.....	87

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue identificar aquellos aspectos nutricionales que influyen en el contenido de grasa, proteína, ST, SNG, densidad y urea de la leche en establos de la cuenca de Lima (Cañete, Huaura, Huaral y Lima). Se analizó 17 establos en forma aleatoria y en función a su población de vacas en producción, tipo de alimentación; en los cuales en dos visitas diferentes se recolectó: un total de dos muestras de leche por día en las cuales se analizó la composición química y concentración de urea; y fórmulas de dietas de las vacas en producción. Los promedios de los parámetros de la composición y consumo de alimentos fueron: IMS=26,67±3,23 kg, ENI=39,51±6,38 Mcal, PC= 3,45±0,74 kg, grasa=0,97±0,21kg y FDN=9,56±1,64 kg y consumo de alimento=61,26±11,88 kg. Los promedios de Px. y composición química de la leche fueron: Px. de leche=28,79±6.81 kg, grasa láctea=3,41±0,22%, proteína láctea=3,20±0,08%, SNG=9,18±0,22%, ST=12,66±0,38%, urea=24,17±5,67 mg/dl y densidad= 1,028±0,0007g/cm³. Utilizando regresión lineal se determinaron los coeficientes de correlación, siendo los más significativos: consumo de alimento y IMS (r=0,817, P<0,01); consumo de alimento y ENI (r=0,724, P<0,01); consumo de alimento y FDN (r=0,650, P<0,01); consumo de alimento y Px. de leche (r=0,582, P<0,05); IMS y ENI (r = 0,880, P<0,01); IMS y PC (r = 0,755, P<0,01); IMS y grasa (r = 0,490, P<0,05); IMS y FDN (r = 0,700, P<0,01); IMS y Px. de leche (r = 0,816, P<0,01); PC y ENI (r=0,861, P<0,01); PC y Px. de leche (r=0,658, P<0,01); FDN y ENI (r=0,874, P<0,01); FDN y PC (r=0,689, P<0,01); FDN y grasa (r=0,536, P<0,05); FDN y Px. de leche (r=0,550, P<0,05); grasa y Px. de leche (0,560, P<0,05); grasa y ENI (r=0,693, P<0,01); grasa y PC (r=0,845, P<0,01); ENL y Px. de leche (r=0,705, P<0,01); proteína láctea y grasa láctea (r=0,605, P<0,05); proteína láctea y SNG (r=0,992, P<0,01); proteína láctea y ST (r=0,906, P<0,01); proteína láctea y densidad (r=0,917, P<0,01); grasa láctea y SNG (r=0,594, P<0,05); grasa láctea y ST (r=0,881, P<0,01); SNG y densidad (r=0,949, P<0,01); SNG y ST (r=0,904, P<0,01); ST y densidad (r=0,768, P<0,01); y urea (r=0).

Palabras clave: aspectos nutricionales, parámetros de composición de leche, IMS (ingestión de materia seca), ENI (energía neta de lactación), PC (proteína cruda), FDN (fibra de detergente neutro), SNG (sólidos no grasos), ST (sólidos totales) y Px. (producción).

ABSTRACT

The objective of this work was to identify those nutritional aspects that influence the fat content, protein, ST, SNG, density and urea of milk in barns of the Lima basin (Cañete, Huaura, Huaral and Lima). Seventeen barns were analyzed in a random way and according to their population of cows in production, type of feeding that in two different visits were collected: a total of two samples of milk per day which the chemical composition and urea concentration were analyzed; and formulas of diets of the cows in production. The averages of the parameters of the composition and food consumption were: IMS = $26,67 \pm 3,23$ kg, EN1 = $39,51 \pm 6,38$ Mcal, PC = $3,45 \pm 0,74$ kg, fat = $0,97 \pm 0,21$ kg and FDN = $9,56 \pm 1,64$ kg and feed intake = $61,26 \pm 11,88$ kg. The averages of Px. and chemical composition of the milk were: Px. of milk = $28,79 \pm 6,81$ kg, milk fat = $3,41 \pm 0,22\%$, milk protein = $3,20 \pm 0,08\%$, SNG = $9,18 \pm 0,22\%$, ST = $12,66 \pm 0,38\%$, urea = $24,17 \pm 5,67$ mg/dl and density = $1,028 \pm 0,0007$ g/cm³. Using linear regression, the correlation coefficients were determined, being the most significant: food consumption and IMS ($r = 0,817$, $P < 0,01$); food consumption and EN1 ($r = 0,724$, $P < 0,01$); feed intake and FDN ($r = 0,650$, $P < 0,01$); food consumption and Px. of milk ($r = 0,582$, $P < 0,05$); IMS and EN1 ($r = 0,880$, $P < 0,01$); IMS and PC ($r = 0,755$, $P < 0,01$); IMS and fat ($r = 0,490$, $P < 0,05$); IMS and FDN ($r = 0,700$, $P < 0,01$); IMS and Px. of milk ($r = 0,816$, $P < 0,01$); PC and EN1 ($r = 0,861$, $P < 0,01$); PC and Px. of milk ($r = 0,658$, $P < 0,01$); FDN and EN1 ($r = 0,874$, $P < 0,01$); FDN and PC ($r = 0,689$, $P < 0,01$); FDN and fat ($r = 0,536$, $P < 0,05$); FDN and Px. of milk ($r = 0,550$, $P < 0,05$); Fat and Px. of milk ($r = 0,560$, $P < 0,05$); fat and EN1 ($r = 0,693$, $P < 0,01$); fat and PC ($r = 0,845$, $P < 0,01$); EN1 and Px. of milk ($r = 0,705$, $P < 0,01$); milk protein and milk fat ($r = 0,605$, $P < 0,05$); milk protein and SNG ($r = 0,992$, $P < 0,01$); milk protein and ST ($r = 0,906$, $P < 0,01$); milk protein and density ($r = 0,917$, $P < 0,01$); Milk fat and SNG ($r = 0,594$, $P < 0,05$); milk fat and ST ($r = 0,881$, $P < 0,01$); SNG and density ($r = 0,949$, $P < 0,01$); SNG and ST ($r = 0,904$, $P < 0,01$); ST and density ($r = 0,768$, $P < 0,01$); and urea ($r = 0$). 9.

Key words: nutritional aspects, milk composition parameters, IMS (dry matter intake), ENI (net lactation energy), PC (crude protein), NDF (neutral detergent fiber), SNG (non-fatty solids), ST (total solids) and Px. (production).

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población mundial que actualmente supera los 6,000 millones de personas, aunado a la globalización y el avance de la tecnología en los distintos ámbitos del quehacer humano, viene incrementando paralelamente el “consumo humano” en términos energéticos, alimentarios y en general de productos y servicios, entre los que se encuentra la leche como materia prima o insumo y de consumo final, lo que demanda cada vez más una mejor calidad de la misma, para alcanzar una mayor competitividad en el mercado nacional y extranjero.

En este contexto, la industria lechera tiene la necesidad de colocar en el mercado productos terminados de calidad, sobre la base de adquirir igualmente una materia prima o insumo (leche) de calidad, lo que conlleva a tener en cuenta cuatro principios básicos para una explotación pecuaria eficiente: Animales de buena calidad genética, alimentación adecuada, estricta sanidad y buen manejo. Los dos primeros influyen directamente en la calidad composicional de la leche y los dos últimos, en la calidad higiénica y sanitaria de la misma.

Asimismo, para el ganadero, la calidad de la leche tiene una importancia cada vez de mayor significancia, debido a que podrá obtener mayores precios por su producto, si consigue buena calidad o tendrá pérdidas económicas por disminución de la misma y, además porque le representa una herramienta útil para hacer más efectivo y eficiente control en la salud de las vacas y en el manejo de sus sistemas de ordeño y alimentación.

Igualmente, la nutrición, alimentación y el manejo de los hatos lecheros produce cambios observables a corto plazo en la composición de la leche, mientras que el mejoramiento genético del hato tiene un efecto positivo sobre la concentración de sólidos lácteos, pero su efecto se observa en el largo plazo. En tal sentido, el presente trabajo tiene como principal objetivo, identificar aquellos aspectos nutricionales y de alimentación que determinan la producción y la calidad composicional de la leche en los establos evaluados de la cuenca de Lima; motivo por el cual, se efectuará la investigación descriptiva, analizando y evaluando la influencia de la alimentación que se suministra al ganado vacuno y que se refleja en la composición físico-química de la leche que producen los establos ubicados en el ámbito del estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.PRODUCCION LECHERA EN LA CUENCA DE LIMA

La cuenca de Lima se caracteriza por el centralismo que acompaña a otros sectores, lo cual se evidencia en la presencia de las tres principales empresas lácteas del país con sus respectivas plantas, cuya producción principal es la leche evaporada y UHT (Gloria, Nestlé y Laive). Asimismo, la región Lima aloja importantes zonas productoras, entre las que destaca la zona de Puente Piedra y la de Huacho-Huaura (irrigaciones Santa Rosa y San Felipe) al norte (Gutiérrez *et al.* 2010). A nivel regional, el departamento de Lima es uno líderes en la producción de leche fresca con una participación de 17.7% en el 2015 (Ministerio de la producción 2017).

2.2.DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA LECHE

La leche es una secreción de la glándula mamaria de los mamíferos que, desde el punto de vista fisicoquímico, es una emulsión de materia grasa, en forma globular, que contiene material proteico en suspensión, así como lactosa y sales minerales en solución (Tabla 1). De aspecto blanco y opaco, con sabor un poco dulce y reacción iónica (pH) cercana a la neutralidad; líquido que presenta analogía con el plasma sanguíneo (Ávila y Gutiérrez 2010).

Tabla 1: Requisitos físicos y químicos de la leche de vaca NTP 202.001

Ensayo	Requisitos	Método de ensayo
Materia grasa (g/100 g)	Mínimo 3,2	NTP 2002.028
Sólidos no grasos (g/100g)	Mínimo 8,2	*
Sólidos totales (g/100 g)	Mínimo 11,4	NTP 202.118
Acidez (g de ácido láctico/100 ml)	Mínimo 0,13 – Máx. 0,17	NTP 202.116
Densidad a 15°C (g/cm ³)	Mínimo 1,0296 – Máx. 1,0340	NTP 202. 007 NTP 202.008

FUENTE: Adaptado de INDECOPI (2010) * Por diferencia de sólidos totales y materia grasa.

2.2.1. Composición de la leche

Según Falder (2003), la leche es la mezcla de agua, grasas, proteínas, azúcares y sales inorgánicas en proporciones que varían según la especie, raza, tipo de alimentación, etapa de lactancia, edad, intervalo de los ordeños y salud del animal. En la tabla 2 se muestra la composición media representativa de la leche de vaca de varias razas en el Perú. La mayoría de los componentes de la leche se sintetizan en la glándula mamaria a partir de los alimentos que llegan a través del torrente sanguíneo (Porter 1975).

Tabla 2: Composición media representativa de la leche de vaca de varias razas en el Perú

Raza	Agua (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Lactosa (%)	Cenizas (%)	Sólidos totales (%)
Jersey	85,47	5,05	3,78	5,00	0,70	14,53
Brown Swiss	86,87	3,85	3,48	5,08	0,72	13,13
Holstein	87,72	3,41	3,32	4,87	0,68	12,28

FUENTE: Fennema (1982)

a. Grasas

Están constituidas fundamentalmente por triglicéridos muy distintos que forman una mezcla compleja; sus ácidos grasos presentan grandes diferencias en la longitud de su cadena y en su grado de saturación. La leche también contiene pequeñas cantidades de otros lípidos, como fosfolípidos, colesterol, ácidos grasos libres y diglicéridos (Walstra *et al.* 2001).

En la tabla 3, se expone un análisis más completo de la grasa de la leche del ganado bovino, donde puede apreciarse la gran variedad de ácidos grasos presentes. En total son 22, incluyendo los de número impar de átomos de carbono y los que tienen cadenas ramificadas.

De la totalidad de ácidos grasos de la leche, aproximadamente la mitad, procede de lípidos de la sangre y el resto de la síntesis de *novo*. En último extremo, todos los ácidos de la grasa láctea tienen su origen en los productos de la digestión pero no todos lo son tan directamente. Algunos proceden de acetato y ácidos grasos endógenos tras haber estado almacenados en el organismo y movilizados, especialmente al comienzo de la lactación (McDonald *et al.* 2011).

Tabla 3: Composición en ácidos grasos de los lípidos de la leche de vacas

Ácido graso	Peso (%)	Ácido graso	Peso (%)
C _{4:0}	1,61	C _{15:0}	1,38
C _{6:0}	1,90	C _{16:0} ^a	0,35
C _{8:0}	1,30	C _{16:0}	32,31
C _{10:1}	3,25	C _{16:1}	3,55
C _{10:1}	0,32	C _{17:0}	1,11
C _{12:0}	3,66	C _{18:0} ^a	0,50
C _{12:1}	0,12	C _{18:0}	7,82
C _{13:0}	0,21	C _{18:1}	22,44
C _{14:0} ^a	1,48	C _{18:2}	2,59
C _{14:0}	11,28	C _{18:3}	1,33
C _{14:1}	1,34	C _{20:4}	0,15

FUENTE: McDonald *et al.* (2011)^a Cadena ramificada

b. Proteínas

Bath *et al.* (1987) señalan que la leche contiene cuatro clases de proteínas: caseínas, α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina e inmunoglobulinas, lo cual hace que la leche tenga un valor biológico elevado, ya que se trata de una fuente excelente de aminoácidos esenciales. La caseína constituye cerca del 80% de las proteínas totales de la leche y es única por cuanto solo se encuentra en este alimento. Aproximadamente el 95 por ciento del nitrógeno de la leche se encuentra en forma de proteína; el resto se encuentra como urea, creatinina, glucosamina y amoníaco, que pasan de la sangre a la leche. A este respecto la leche funciona como una vía alternativa a las secreciones de la orina. La fracción proteica está dominada por las caseínas. En la leche de vaca existen cinco, denominadas α_{s1} - caseína, β - caseína, κ -caseína y γ -caseína, que en conjunto suponen, aproximadamente, el 78 por ciento del nitrógeno total de la leche. La siguiente proteína más abundante es la β -lactoglobulina. El

resto de esta fracción está formada por pequeñas cantidades de α -lactolbúmina, seroalbúmina y las inmunoglobulinas, pseudoglobulina y euglobulina, todas las cuales se absorben directamente de la sangre.

Los aminoácidos se absorben por la glándula mamaria en cantidades suficientes para sintetizar la totalidad de la proteína. Tiene lugar una notable interconversión entre aminoácidos antes de que tenga lugar la síntesis, siendo importantes algunos aminoácidos como fuente de otros (McDonald et al. 2011).

c. Lactosa

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche, es un disacárido formado por galactosa y glucosa, siendo una sustancia menos dulce que la sacarosa, es el componente menos variable de la leche que se encuentra entre 4,8% a 5,0% (Vargas 1999).

Según Ávila y Gutiérrez (2010) la lactosa es el principal carbohidrato de la leche y consiste en una molécula de glucosa y una de galactosa; este carbohidrato se sintetiza en la glándula mamaria de la vaca. La ubre utiliza la glucosa para cuatro funciones principales: como fuente de energía; para sintetizar la lactosa; en la síntesis del ácido ribonucleico; para originar el glicerol, componente de los triglicéridos de la leche. Por esto la glucosa es de tanta importancia en la producción de leche y es un elemento que puede ser limitante para lograr la máxima capacidad de producción de la glándula mamaria.

d. Minerales

Los elementos inorgánicos de la leche pueden clasificarse en dos grupos. El primero incluye elementos mayoritarios calcio, fósforo, magnesio y cloro. El segundo grupo, correspondiente a los elementos traza, incluye unos veinticinco elementos cuya presencia en la leche está bien comprobada; se trata de metales como el aluminio y el estaño, metaloides como el boro, arsénico y silicio, y los halógenos flúor, bromo y yodo (McDonald *et al.*, 2006). Los

principales minerales de la leche son: calcio, fósforo, potasio y magnesio (Ávila y Gutiérrez 2010).

e. Vitaminas

Las vitaminas no se sintetizan en la glándula mamaria, de modo que las existentes en la leche proceden de la sangre. La leche tiene gran riqueza en vitamina A, debido a la existencia de vitamina A y β -caroteno. Las cantidades de vitaminas C y D son muy bajas, y las vitaminas E y K se encuentran en cantidades extremadamente bajas. (McDonald *et al.*, 2006). La leche contiene todas las vitaminas conocidas; pero es fuente especialmente buena de riboflavina, de modo que la leche le proporciona al hombre un suministro de las vitaminas liposolubles (A, D, E y K) además de las hidrosolubles complejo B, excepto la vitamina C (Téllez 1996).

2.3.FACTORES QUE INFLUYEN EN LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Magariños (2002) menciona que los factores que influyen en la composición son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño. En cuanto a los factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética.

2.3.1. Factores genéticos

a. Raza

Es un factor que afecta la producción y composición de la leche, debido a que el rendimiento anual de unas razas con respecto a otras puede ser doble o triple; la grasa es el componente menos constante y la lactosa es el más estable (Veisseyre 1980). Las características fenotípicas entre razas varían, y entre estas variaciones está la capacidad de producción de

leche, así como los componentes fisicoquímicos de la misma. En la tabla 4, se muestra el contenido de diferentes componentes en la leche con relación al grupo genético de la vaca; como puede apreciarse ciertos grupos genéticos tienden a una mayor producción de grasa en leche en tanto que otras lo tienen para proteína (Ávila y Gutiérrez 2010).

La raza constituye hoy uno de los factores más relevantes a considerar en la composición de la leche, puesto que la grasa y proteína son caracteres genéticos con alta heredabilidad (Imagawa *et al.* 1994).

Tabla 4: Características químicas de la leche en algunos grupos genéticos

Raza	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Sólidos No Grasos %	Sólidos Totales %
Holstein	3.60 a 3.70	3.27 a 3.30	3.27	8.60	12.30
Pardo Suizo	4.00	3.48 a 3.57	5.04	9.30	13.30
Ayrshire	4.10	3.51	-	8.97	-
Guernsey	4.80	3.90	-	9.74	-
Jersey	5.10 a 5.20	3.80 a 3.83	4.94	9.65	14.54
Cebú	3.38	3.10	-	7.80	11.10

FUENTE: Ávila y Gutiérrez (2010)

b. Individuo

Entre vacas de una misma raza sometidas a las mismas condiciones de medio y alimentación, pueden existir diferencias notables y reproducibles en cuanto a la composición de la leche. Las mismas observaciones pueden hacerse en lo que se refiere a la cantidad de leche producida (Alais 1985).

2.3.2. Factores fisiológicos

a. Época de lactancia

Según McDonald *et al.* (2011) a medida que progresa la lactación se observa un marcado efecto sobre la composición de la leche, que presenta la peor calidad durante el período de máxima producción. En ese momento, los contenidos en grasa y sólidos no grasos son bajos, mejorando lentamente hasta los tres últimos meses de la lactación, en que la mejora es más rápida.

b. Edad

La mayoría de vacas llegan a la producción máxima de leche alrededor de los 6 años, después esta declina. Las vacas producen aproximadamente el 25 por ciento más leche en la madurez que cuando tienen dos años de edad. Asimismo, a partir de los 6 años de edad disminuye la calidad de la leche, debido a que la proporción de grasa y SNG decrece gradualmente (Ensminger 1977).

A medida que aumenta la edad de las vacas, la calidad de la leche producida empeora. En la tabla 5 puede observarse este efecto para las vacas Ayrshire. La regresión de los contenidos de sólidos no grasos sobre la edad es lineal, teniendo lugar el descenso en lactosa y proteína casi al mismo ritmo. Por otra parte, el contenido en grasa es relativamente constante durante las primeras cuatro lactaciones, descendiendo después, gradualmente, al aumentar la edad. Los estudios realizados en vaquerías comerciales indican que, durante las primeras cinco lactaciones, se produce un descenso lineal de la grasa y sólidos no grasos de, aproximadamente, 2 y 4 g/Kg, respectivamente. La edad de las vacas de un hato, puede afectar notablemente a la composición media de la mezcla de toda la leche producida en la vaquería (McDonald *et al.* 2011).

Tabla 5: Efecto de la edad de la vaca sobre la composición de la leche (g/kg)

Lactación	Grasa	Sólidos no grasos	Proteína bruta	Lactosa
1	41,1	90,1	33,6	47,2
2	40,6	89,2	33,5	46,2
3	40,3	88,2	32,8	45,9
4	40,2	88,4	33,0	45,7
5	39,0	87,2	32,6	45,3
6	39,1	87,4	33,0	44,8
7	39,4	86,7	32,5	44,8
8	38,2	86,5	32,3	44,4
9	40,3	87,0	32,7	44,8
10	38,3	86,6	32,5	44,6
11	37,7	86,1	31,6	44,6

FUENTE: McDonald *et al.* (2011)**c. Número de ordeños**

Según Veisseyre (1980), la riqueza en grasa de la leche va aumentando desde el inicio hasta el final del proceso de ordeño. Al aumentar el número de ordeños aumenta la leche producida y su contenido en grasa. Cuando se ordeña dos veces, la leche de la mañana es, por lo general más abundante, aunque más pobre en grasa que en la de la tarde. En caso de los tres ordeños, el del medio día es el que da una leche más rica en grasa. En realidad, es necesario, tener cuenta el periodo de reposo que precede al ordeño. La leche es tanto más rica en grasa cuando este periodo de reposo es más corto.

Durante la práctica del ordeño, el contenido de grasa se incrementara a medida que el tiempo de ordeño avanza (Tabla 6). De tal manera que en la leche residual el porcentaje de grasa es superior en comparación al de la leche obtenida durante el primer tercio del ordeño (Ávila y Gutiérrez 2010).

Tabla 6: Contenido de la grasa de la leche en diferentes grupos genéticos de vaca y cantidad de ésta según el momento de ordeño

Factores hereditarios		Momento de ordeño	
Raza	Grasa %	Momento de ordeño	Grasa %
Ayrshire	4.0	Primera	1.6
Pardo suizo	3.8-4.2	Segunda	3.2
Guernsey	3.5	Tercera	4.1
Holstein	3.5	Cuarta	8.1
Jersey	5.0-5.5		

FUENTE: Ávila y Gutiérrez (2010)

d. Sanidad

Castle y Watkins (1988) indican que cualquier afección de salud del animal afecta la composición de la leche. La mastitis clínica o subclínica puede reducir el rendimiento lechero, además de disminuir el contenido de sólidos no grasos. En el caso de la cetosis se reduce el rendimiento lechero y se incrementa el contenido graso de la leche. En la tabla 7 puede observarse la variación de los componentes de la leche debido a la mastitis subclínica, según el grado de calificación de 1+ a >2.

Tabla 7: Variación de los componentes de la leche debido a mastitis subclínica

Componente	Leche normal	Mastitis	Mastitis	Variación (%)
		subclínica (CMT 1+)	Subclínica (CMT >2)	
Proteína (%)	3,2	3,2	3,2	0
Grasa (%)	3,4	3,1	3,0	8,8-11,8
Lactosa (%)	4,7	4,2	3,8	10,8-19,1
Sólidos totales (%)	12,0	11,3	10,8	5,8-10,0

FUENTE: Miralles (2003)

2.3.3. Factores ambientales

a. Época del año

La composición de la leche podrá variar en forma cualitativa y cuantitativa durante las diferentes épocas del año, lo que está relacionado con la localización geográfica de la unidad de producción; interviniendo factores tan variados como son: las diferencias entre prácticas de manejo, en especial de alimentación, grupos genéticos, período de lactación, estación del año y tiempo (Ávila y Gutiérrez 2010).

Comerón (2014) indica que observó la disminución de la proteína a medida que la temperatura mínima se reducía en la época de primavera y verano. Como consecuencia los niveles de sólidos totales disminuían ligeramente. Estos resultados indican la importancia de la temperatura mínima en la época seca, que origina un mayor desgaste de energía por parte de los animales para regular su temperatura corporal, trayendo como consecuencia una disminución en la condición corporal, baja producción de leche y grasa.

b. Temperatura

El rango de temperatura ambiental entre los 6°C y los 21°C se denomina de confort o comodidad térmica, entendida esta como la zona en la cual la vaca obtiene por los mecanismos termorreguladores normales, el ajuste de la temperatura interna sin gasto alguno de energía adicional. Se podría afirmar que los bovinos paradójicamente, tienen mayor capacidad para soportar las temperaturas bajas que las altas, por la presencia de estaciones se ha estudiado la tolerancia en vacas lecheras a temperaturas menores de 5°C, en cambio cuando la temperatura excede los 27°C, aún con los niveles bajos de humedad, la vaca se encuentra por fuera de la zona de confort y empieza a presentar dificultades para mantener la temperatura corporal, viéndose obligada a invertir energía adicional en mecanismo de termorregulación, sacrificando su utilización en actividades productivas y reproductivas (González 2002).

Según Bath *et al.* (1987) el calor producido por los animales lactantes es aproximadamente el doble que el de las vacas no lactantes. La producción de leche y el consumo de alimentos se reducen automáticamente, tratando de disminuir la producción de leche y el consumo de alimentos se reduce automáticamente, tratando de disminuir la producción de calor en el cuerpo, cuando las temperaturas se elevan. De hecho, la eliminación del apetito es la causa primordial de la disminución de los rendimientos de leche. La tensión provocada por el calor afecta más a vacas de alta producción que a las de baja producción y es especialmente dañina en el punto máximo de lactancia.

c. Alimentación

La alimentación y la composición de la leche deben ser considerados a largo plazo, probablemente a lo largo de todo el ciclo vital de la vaca y no en periodos cortos de unos cuantos meses. Por eso, el objetivo será proporcionar forraje adecuado de buena calidad suplementado con la cantidad de concentrado necesaria para asegurar que la vaca no padezca una desnutrición de energía y proteína (Castle y Watkins 1988). El NRC (2001), indica

valores en porcentaje respecto al peso corporal de la vaca del consumo de materia seca de acuerdo al rendimiento de leche corregida al 4% de grasa (Tabla 8).

Tabla 8: Consumo de materia seca para vacas lecheras de acuerdo a su peso corporal y al rendimiento de leche

Peso vivo (kg)	400	500	600	700	800
Leche por día corregida al 4% (kg)	% Respecto al peso vivo				
10	2,7	2,4	2,2	2,0	1,9
15	3,2	2,8	2,6	2,3	2,2
20	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4
25	4,0	2,5	3,2	2,9	2,7
30	4,4	3,9	3,5	3,2	2,9
35	5,0	4,2	3,7	3,4	3,1
40	5,5	4,6	4,0	3,6	3,3
45	-	5,0	4,3	3,8	3,5
50	-	5,4	4,7	4,1	3,7
55	-	-	5,0	4,4	4,0
60	-	-	5,4	4,8	4,3

FUENTE: NRC (2001)

Uno de los puntos centrales en la maximización del consumo de materia seca de una vaca considerando la lactancia completa, es minimizar en medida de lo posible el clásico balance negativo de energía que se produce en la lactancia temprana. Al entrar las vacas en balance positivo, se revierte la pérdida de peso, condición corporal y la producción de grasa y proteínas suele entrar en rangos normales (Rearte 1993).

2.4. DIGESTIÓN MICROBIANA EN LOS RUMIANTES

El rumen proporciona un lugar donde los microorganismos del rumen pueden ingerir los carbohidratos, proteínas y fibra. A través de este proceso de digestión se producen, la energía o los ácidos grasos volátiles y la proteína microbiana que puede ser utilizada por el animal (Ishler *et al.* 1995).

2.4.1. Rumen y sus microorganismos

El rumen es un sistema de cultivo microbiano que contiene bacterias en concentraciones 10^{10} a 10^{11} y protozoarios en concentraciones 10^2 a 10^6 ml, según el tipo de dieta. En este órgano, la acción bacteriana hace posible la digestión de la celulosa que será fuente de energía para el animal, asimismo los forrajes y concentrados son fermentados. Los productos del metabolismo microbiano son de modo principal ácidos grasos; también se producen bióxido de carbono y metano que se eliminan por el eructo. Las bacterias al pasar al tubo intestinal, son digeridas y empleadas como fuentes de proteína y vitaminas (Ávila y Gutiérrez 2010).

2.4.2. Digestión de los carbohidratos

Los carbohidratos son la fuente primaria de energía para los microbios ruminales. Hay dos tipos de carbohidratos en los alimentos: carbohidratos no estructurales (azúcar y almidón) y carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina). En promedio, los carbohidratos contribuyen con 70% a 80% de la materia seca.

Los carbohidratos estructurales y no estructurales son digeridos (convertidos de estructuras complejas a azúcares simples) y fermentados para formar ácidos grasos volátiles por los microbios ruminales (Tabla 9). Estos AGV proporcionan 60% a 80% de la energía requerida por la vaca y son absorbidos desde el rumen hacia el torrente sanguíneo y

transportados al hígado, glándula mamaria, depósitos de tejido graso (adiposo) y otros tejidos. Cuando la producción y las proporciones individuales de AGV se ven alteradas, cambian el rendimiento y los componentes de la leche (Isique 2014).

Tabla 9: Ácidos grasos volátiles (AGV) producidos por la digestión microbiana

Categoría de carbohidrato	Tipo	Paso ruminal	Sustrato de digestión (%)	AGV
No estructurales	Azúcares	Muy rápido	100	Propionato
	Almidones	Rápido	70-90	Propionato
	Lignina	Muy lento	0	Ninguno
Estructurales	Celulosa	Lento	30-50	Acetato-butirato
	Hemicelulosa	Moderado	70	Acetato-propionato
	Pectina	Rápido	70-90	Acetato-propionato

FUENTE: Isique (2014)

2.4.3. Digestión de las proteínas

El animal rumiante depende de la proteína microbiana sintetizada en el rumen y de la proteína de la dieta que se salva de la digestión en el rumen para su abastecimiento de aminoácidos. La proteína microbiana es alta en calidad, compitiendo con la proteína animal y excediendo a muchas de las proteínas vegetales en el contenido de aminoácidos esenciales requeridos para el crecimiento de los animales y los elevados niveles de producción de leche (Ishler *et al.* 1995).

Un aspecto importante de la síntesis de proteína microbiana es que las bacterias pueden utilizar tanto aminoácidos indispensables como no indispensables, lo que asegura al animal hospedero un aporte de los primeros, independientemente de su contenido en la dieta (Van

Soest 1996). Aproximadamente 60% a 70% de la proteína de la dieta es degradada por los microbios a péptidos, aminoácidos o amoníaco, que son usados por microbios como fuente de nitrógeno. Los microbios ruminales incorporan el amoníaco a la proteína microbiana. El amoníaco no incorporado es absorbido a través de la pared ruminal y hacia la sangre, es convertido en urea en el hígado y reciclado en la saliva o excretado en la orina y leche (Isique 2014).

a. Utilización del nitrógeno no proteínico por rumiantes

No solo la proteína degradable de origen alimenticio contribuye con el amoníaco del rumen. En los alimentos utilizados por los rumiantes, hasta 30% del nitrógeno puede encontrarse en forma de compuestos orgánicos simples como aminoácidos, amidas y aminas, o de compuestos inorgánicos como los nitratos. La mayoría de éstos se degradan rápidamente aportando su nitrógeno al *pool* de amoníaco. En la práctica, es posible aprovechar la capacidad de microorganismos del rumen para transformar los compuestos nitrogenados no proteínicos (NNP) en proteínas, mediante la adición de aquellos en la dieta. El compuesto más usado es la urea, pero pueden utilizarse varios derivados de ésta e incluso sales de amoníaco (McDonald 2006).

La urea que entra al rumen se hidroliza rápidamente y se convierte en amoníaco gracias a la urea de origen bacteriano, por lo que la concentración de amoníaco en el rumen pueda aumentar considerablemente. Para que este amoníaco se incorpore en forma eficiente a la proteína microbiana se han de cumplir dos condiciones: en primer lugar, la concentración inicial de amoníaco debe ser inferior al nivel óptimo (de lo contrario, el amoníaco producido en exceso será absorbido y eliminado por el animal), y en segundo lugar, los microorganismos deben disponer para la síntesis proteínica de una fuente de energía rápidamente utilizable. Con el propósito de que estas condiciones se cumplan, se suele administrar en la práctica la urea mezclada con otros alimentos (para prolongar el periodo en que es ingerida y desaminada). Tales alimentos deben tener concentración baja en proteína degradable y alta en carbohidratos rápidamente fermentables (Church y Pond 1990).

2.4.4. Digestión de los lípidos

En el rumen, los lípidos alimenticios se hidrolizan con eficiencia que varía entre 35 y 93%, de acuerdo con su composición. A mayor presencia de triglicéridos en la ingesta, la hidrólisis será más eficiente (Shimada 2009).

Los microorganismos del rumen también sintetizan cantidades considerables de lípidos que contienen algunos ácidos grasos poco usuales; estos ácidos posteriormente se incorporan en la leche y en la grasa de los rumiantes. La capacidad de los microorganismos del rumen para digerir los lípidos es limitada. El contenido de lípidos en la dieta de los rumiantes es normalmente baja. A diferencia de los de los ácidos grasos de cadena corta, los de cadena larga no se observan en el rumen. Llegan al intestino delgado en forma libre, saturada y desesterificados. Los monoglicéridos tienen una función importante en la formación de mezclas de micelas en los no rumiantes, pero no están presentes en el intestino de los rumiantes. La formación de micelas en el intestino de los rumiantes, y por tanto la absorción de los ácidos grasos de cadena larga, es dependiente de los fosfolípidos presentes en la bilis (Ramírez 2011).

2.4.5. Digestión de vitaminas

Los microorganismos del rumen sintetizan todas las vitaminas del complejo B y vitamina K. En los rumiantes que reciben raciones con buen contenido en vitaminas del complejo B, la síntesis es relativamente pequeña, aumentando al disminuir la cantidad aportada en la ración. Por tanto, los rumiantes adultos son independientes del aporte de estas vitaminas en la ración, si bien, debe recordarse que la síntesis adecuada de la vitamina B₁₂, sólo se lleva a cabo si la ración aporta suficiente cantidad de cobalto (McDonald *et al.* 2006).

2.5. BIOSÍNTESIS DE LOS COMPONENTES DE LA LECHE

2.5.1. Lactosa

La lactosa se sintetiza únicamente de glucosa. Las células secretoras absorben la glucosa y convierten parte de ésta en galactosa y con ello proveen las unidades necesarias para la producción de lactosa (Pérez, 1995). En los rumiantes, la mayoría de los carbohidratos en la dieta se rompen y se forman ácidos grasos volátiles. Según Ensminger (1977) los principales ácidos grasos volátiles son el ácido acético, ácido propiónico y el ácido butírico. El ácido propiónico es convertido en glucosa que se usa posteriormente en la síntesis de la lactosa. Los carbohidratos presentes en la dieta del ganado se convierten en el rumen en ácidos grasos volátiles; de ellos, el ácido propiónico se convierte en glucosa en el hígado y, por tanto, es precursor muy importante de la lactosa (Dukes 1977).

Desde el punto de vista químico, la molécula de lactosa se produce por unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa, en presencia de una enzima dependiente de la α -lactalbúmina. La galactosa procede casi totalmente de glucosa, aunque una pequeña cantidad se obtiene de acetato y glicerol. Prácticamente, toda la glucosa proviene de la sangre (McDonald *et al.* 2011).

2.5.2. Lípidos

Los lípidos se sintetizan en el citosol de la célula secretora; solo el 25% de los ácidos grasos que la componen son originados de la dieta, los demás son sintetizados en la célula secretora. Dos mecanismos intervienen en la síntesis de ácidos grasos, así como en su elongación. (Pérez 1995).

Ávila y Gutiérrez (2010) nos indican que los ácidos grasos presentes en la ración de la vaca proporcionan cerca de la mitad de los ácidos grasos encontrados en la leche; estos son casi exclusivamente de cadena larga no saturados, que en el rumen del bovino se saturan. Los ácidos grasos de cadena corta, que comprenden cerca de 50% de la grasa de la leche, no

proviene directamente de los ácidos grasos presentes en la ración, sino que son sintetizados en la glándula mamaria a partir de acetatos, cuerpos cetónicos y β -hidroxibutirato.

2.5.3. Proteínas

La principal fuente precursora de este nutriente son los péptidos, proteínas plasmáticas y aminoácidos libres (Ávila y Gutiérrez 2010). Las caseínas que se encuentran en la leche son sintetizadas a partir de aminoácidos que son asimilados de la sangre bajo el control del material genético (DNA). Estas proteínas son empaquetadas en micelas antes de ser liberadas en el lumen de los alveolos. El control genético de la leche sintetizada en el alveolo proviene de la cantidad de la lactoalbúmina sintetizada por las células secretoras; esta enzima es un regulador importante de la cantidad de lactosa y leche que se produce por día. Las inmunoglobulinas son sintetizadas por el sistema inmune, y estas grandes proteínas generalmente son extraídas desde la sangre dentro de la leche. La permeabilidad de las células secretoras para las inmunoglobulinas es alta durante la síntesis de calostro, pero decrece rápidamente con el comienzo de la lactancia (Gasque 2008).

2.5.4. Minerales, vitaminas y agua

Las células secretoras de la glándula mamaria no sintetizan minerales ni vitaminas; estos son suministrados por la sangre. Existe evidencia que la célula epitelial tiene la capacidad de pasar minerales a la leche, o regresar estos a la sangre, lo que sugiere un mecanismo activo de transporte (Ávila y Gutiérrez 2010).

El agua de la leche se deriva parcialmente de los líquidos intracelulares ricos en potasio de las células alveolares y, en parte, del desplazamiento de la sangre a la célula para mantener el equilibrio osmótico, como resultado de la síntesis de lactosa, proteínas y grasas. Puesto que la leche está en equilibrio osmótico con la sangre, y la lactosa explica casi un tercio de la presión osmótica de la leche, primordialmente porque el agua constituye una proporción tan importante (87%) de la leche (Bath *et al.* 1978).

2.5.5. Urea en leche

La urea es un producto final del metabolismo de las proteínas. Cuando se produce urea, esta se difunde en todos tejidos del cuerpo de la vaca y aparece en la leche. Hay una relación directa entre la cantidad de proteína ingerida y la concentración de urea en sangre y leche (González y Vásquez 2000).

El contenido de urea en leche o MUN (Milk Urea Nitrogen) es el resultado de la difusión de la urea del suero sanguíneo a través de las células secretoras de la glándula mamaria, constituyendo una fracción variable del nitrógeno total de la leche. Esto representa alrededor del 50% del nitrógeno no proteico y alrededor del 2.5% del nitrógeno total. La determinación de urea en leche es útil para monitorear el balance energético en la alimentación del ganado lechero, es también interesante determinar si puede aportar información para la industria, la cual está pagando por proteína bruta (Acosta *et al.* 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.LUGAR DE EJECUCIÓN Y DURACIÓN

El estudio de investigación se llevó a cabo en establos de la cuenca de Lima, específicamente en las provincias de Cañete, Huaura, Huaral y Lima, con una duración de tres meses, iniciándose el 15 de Agosto del 2013 al 15 de Noviembre del 2013. Las muestras se analizaron en los laboratorios de Evaluación Nutricional de Alimentos y el Laboratorio de Leche y Carnes de la Facultad de Zootecnia.



Figura 1: Mapa satelital de la provincia Lima (Cañete, Lima y Huacho)

FUENTE: Google maps (2016)

Líneas rojas lugares de investigación

3.2.ESTABLOS ANALIZADOS DE LA CUENCA DE LIMA

La selección de los 17 establos se realizó en forma aleatoria y en función a su población de animales en producción (mínimo 98 y máximo 650 animales), por el tipo de alimentación que brindan a sus animales (fórmulas de dietas propias) y por su disposición a colaborar con la investigación.

3.3.MONITOREO DE ESTABLOS

El trabajo se realizó en 17 establos, en los cuales en dos visitas diferentes se recolectó muestras de leche y fórmulas de dietas de las vacas en producción a partir del 15 de Agosto del 2013 al 15 de Noviembre del 2013. Se tomó un total de dos muestras de leche por día de 50 ml cada uno del tanque de enfriamiento por dos días (total de ordeños que se realiza por día) del cada establo, en los cuales se analizó la composición química y concentración de urea.

3.3.1. Características generales de los establos

a. Establo 1 (E1)

Ubicado en Puente Piedra-Lima contaba con 526 animales en ordeño; teniendo una duración de campaña en producción de doce meses y con un periodo de dos meses de seca. En este establo los animales al inicio de la lactación producían 20 kg en promedio y llegando al pico de la campaña con 45 kg de leche en promedio al día y teniendo una producción al año de 6 103 000 kg. La alimentación de los animales en producción consistía de dos dietas diferentes de acuerdo a las categorías (alta, media y baja) que pertenecían, complementada con forraje (chala fresca y panca de maíz) y subproductos de la agroindustria (orujo).

b. Establo 2 (E2)

Era un establo que tenía 632 animales en ordeño, ubicado en Imperial-Cañete; aquí se realizaban dos ordeños al día. En este establo la duración de campaña era de doce meses con un periodo de seca de dos meses. Su producción promedio al inicio de la campaña era de 20 kg llegando al pico de producción con 42,99 kg y con una producción al año de 7 468 803,5 kg. La alimentación de las vacas en producción consistió de tres fórmulas diferentes, según la cantidad de leche producida (alta, media y baja) esto se complementa con forraje (panca de maíz, chala fresca y orujo).

c. Establo 3 (E3)

Se localizaba en Vegueta-Huaura y tenía 455 animales en ordeño. En este establo la duración de la campaña de producción era de 355 días, con un periodo de seca de dos meses, además el ordeño se realizaba dos veces al día. La producción promedio en este establo al inicio de la campaña era de 20 kg, llegando al pico de lactación con 45 kg de leche en promedio y con una producción al año de 7 373 000 kg. La alimentación de las vacas en producción consistía de dos dietas diferentes, las cuales varían de acuerdo al requerimiento de las vacas en producción y esto se complementa con forraje (panca de maíz, chala fresca, ensilado de maíz chala y orujo).

d. Establo 4 (E4)

Se ubicaba en Cerro Azul-Cañete, con 168 animales en producción. La campaña de producción tenía una duración promedio de doce meses con un periodo de dos meses de seca. Al inicio de la campaña los animales tenían una producción de 12 kg; llegando a producir 40 litros al pico de lactación y con una producción por año de 1 952 750 kg. En este establo se manejaban una única ración para los animales en producción variando solamente en las cantidades del alimento y forraje (chala o alcachofa).

e. Establo 5 (E5)

Era un establo con 180 animales en producción y estaba ubicado en San Vicente-Cañete; en el cual se realizaba dos ordeños al día. La campaña de producción tenía una duración de 301 días con dos meses de periodo de seca. La producción promedio al inicio de la lactación era de 29 kg llegando al pico de la campaña a 45 kg en promedio y al año se producía en promedio 1 595 300 kg. La alimentación consistía en una ración única la cual variaba solo en las cantidades que se les suministraba a los animales y era complementada con forraje (maíz chala fresca y ensilado de maíz chala).

f. Establo 6 (E6)

Se localizaba en Puente Piedra-Lima con 294 animales en producción; aquí se realizaban dos ordeños al día y tenía una campaña de 365 días de duración con un periodo de seca de dos meses. La producción por vaca al inicio de la campaña era de 30 kg llegando al pico de la producción a 41.4 kg, el establo al año tenía en promedio una producción de 2 920 000 kg. La alimentación de las vacas en producción constaba de una única ración la cual variaba en la cantidad que se le suministraba según la etapa de producción, complementándose con forraje (chala fresca, panca de maíz y orujo).

g. Establo 7 (E7)

Ubicado en Imperial-Cañete, con 255 vacas en producción. En este establo la duración de la campaña era de 305 días con un periodo de seca de dos meses, al inicio de la campaña en promedio las vacas producían 15 kg y llegando así al pico con 52 kg de producción. La producción al año en promedio en el establo era de 2 135 000 kg. La alimentación de las vacas en producción consistía de dos dietas (alta y media) las cuales variaban de acuerdo a la producción de leche y además se les brindaba forraje (ensilado y panca).

h. Establo 8 (E8)

Este establo tenía 204 vacas en ordeño y estaba ubicado en San Vicente-Cañete. La duración de la campaña que manejaban era de 350 días con un periodo de seca de meses y realizaban el ordeño dos veces al día. Los animales al inicio de la campaña producían 20 kg y 40,6 kg en el pico de lactación. El establo por campaña producía en promedio 2 109 700 kg. La alimentación de los animales en producción consistía en una única ración y era complementada con forraje (ensilado y panca).

i. Establo 9 (E9)

Estaba localizado en Imperial-Cañete y con 304 vacas en producción; las cuales eran ordeñadas dos veces al día. La producción al año en el establo era de 2 961 400,6 kg en 305 días y con un periodo de seca de dos meses. Al inicio de la campaña las vacas producían en promedio 23 kg; llegando así al pico con una producción promedio de 38 kg. Las vacas en producción tenían dos dietas diferentes de acuerdo a la categoría de producción (alta y media) y era complementada con chala fresca.

j. Establo 10 (E10)

Era un establo con 245 animales en ordeño, ubicado en Imperial-Cañete. En este establo se realizaban dos ordeños al día, el cual tenía una duración de campaña de diez meses con un periodo de seca de dos meses. La producción promedio al inicio de campaña era de 20 kg llegando al pico de producción con 35 kg y con una producción anual de 1 500 090,7 kg. La alimentación de las vacas en producción consistía de una única ración la cual variaba según la cantidad de leche producida (alta, media y baja) y era complementada con forraje (chala chocleada); y con productos de residuo de la agricultura de la zona (zapallo y camote).

k. Establo 11 (E11)

Se localizaba en Chancay-Huaral y tenía 414 vacas en ordeño. En este establo el encargado indico que la duración de la campaña de producción era de 305 días aproximadamente, con un periodo de seca de dos meses, el cual tenía una producción promedio al inicio de la campaña de 25 kg; llegando así al pico de lactación con 30 kg de leche en promedio y con una producción anual de 3 156 750 kg. La alimentación de las vacas en producción consta de dos raciones las cuales variaban de acuerdo al requerimiento de las vacas en producción, complementándose con forraje (chala fresca).

l. Establo 12 (E12)

Ubicado en Imperial-Cañete con 190 animales en ordeño. La duración de la campaña en producción era de diez meses, con un periodo de seca de dos meses. Al inicio de la lactación la producción era de 25,5 kg en promedio, llegando al pico de la campaña con 34 kg de leche en promedio por día y con una producción anual de 1 494 500 kg. La alimentación de los animales en lactación era en base a dos dietas (alta, media-baja) para los animales en producción y se complementaba con forraje de temporada de la zona (Chala y/o hoja de camote).

m. Establo 13 (E13)

Se localizaba en Cieneguilla-Lima y tenía 220 vacas en ordeño. En este establo la duración de la campaña de producción era de 305 días y con un periodo de seca de dos meses. La producción promedio en este establo al inicio de la campaña era de 22 kg, llegando al pico de lactación con 45 kg de leche en promedio y con una producción al año de 1 860 500 kg. La alimentación de las vacas en producción era en base a tres dietas diferentes (alta, media y baja), esta era suministrada en base a una ración total ya que cuentan con un *mixer* haciendo que la alimentación sea más uniforme. El forraje que usaban era chala fresca de la zona y de Cañete.

n. Establo 14 (E14)

Ubicado en Imperial-Cañete, con 140 vacas en producción y con una tecnología media. En este establo la duración de la campaña era de 270 días con un periodo de seca de dos meses y con dos ordeños al día. Al inicio de la campaña las vacas en promedio producían 25 kg y llegando al pico a 35 kg de producción. El establo al año producía 648 000 kg. La alimentación de las vacas en producción es en base a una ración única variando solo en la cantidad que se le suministraba según su producción (alta, media y baja) y esto se complementaba con forraje (chala).

o. Establo 15 (E15)

Estaba localizado en Huacho-Huaura, con 110 animales en producción y aquí se realizaba dos ordeños al día. En este establo la duración de la campaña de producción era de 270 días, con un periodo de seca de dos meses. Este establo tenía una producción promedio al inicio de la campaña de 25 kg, llegando al pico de lactación a 31 kg de leche en promedio y con una producción anual de 918 000 kg. La alimentación de los animales era en base a una ración única para los animales en producción variando solo en la cantidad que se le suministraba a las diferentes categorías (alta, media y baja) y se complementaba con forraje (Chala chocleada).

p. Establo 16 (E16)

Era un establo con 150 animales en ordeño, ubicado en Chancay-Huaral. En este establo la campaña tenía una duración de doce meses con un periodo de seca de dos meses. La producción promedio al inicio de campaña era de 28 kg llegando al pico de producción con 35 kg y con una producción al año de 949 000 kg. La alimentación de las vacas en producción constaba de dos dietas diferentes (alta y media) según la categoría de producción; complementándose con forraje (chala fresca).

q. **Establo 17 (E17)**

Se localizaba en La Molina-Lima y tenía 98 animales en producción; aquí se realizan tres ordeños al día, con una campaña de producción de 365 días de duración y con un periodo de seca de dos meses. La producción por vaca al inicio de la campaña era de 20 kg en promedio; llegando al pico de la producción en promedio a 40 kg. El establo al año tenía en promedio una producción de 1 040 250 kg. La alimentación de las vacas en producción constaba de tres dietas diferentes según la cantidad de leche producida (alta, media y baja), la cual se complementaba con forraje (chala fresca) y con productos de residuo de la industria (orujo).

Tabla 10: Resumen de establos en estudio

Establos	Número de animales en producción	Producción al pico de la campaña (kg)	Duración de campaña (días)	Volumen de Producción promedio (kg/día)	Producción promedio (kg / vaca/día)	Volumen de Producción campaña por año (kg)
E1	526	45,00	365	17 000	32,32	6 103 000
E2	632	42,99	365	21 888	34,63	7 468 804
E3	455	45,00	355	20 769	45,65	7 373 000
E4	168	40,00	365	5 350	31,85	1 952 750
E5	180	45,00	301	5 300	29,44	1 595 300
E6	294	41,40	365	9 600	32,65	2 920 000
E7	255	52,00	305	7 000	27,45	2 135 000
E8	204	40,60	350	6 200	30,39	2 109 700
E9	304	38,00	305	9 710	31,94	2 961 401
E10	245	35,00	305	4 918	20,07	1 500 091
E11	414	30,00	305	10 350	25,00	3 156 750
E12	190	34,00	305	4 900	25,79	1 494 500
E13	220	45,00	305	6 100	27,73	1 860 500
E14	140	35,00	270	2 400	17,14	648 000
E15	110	31,00	270	3 400	30,91	918 000
E16	150	35,00	365	2 600	17,33	949 000
E17	98	40,00	365	2 850	29,08	1 040 250
PROM.	269,71	39,71	327,41	8 255	28,79	2 716 826,16
DE	152,55	5,86	35,40	6 104,8	6,81	2 175 582,66

FUENTE: Elaboración propia

PROM: promedio, DE: desviación estándar

3.4. ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN DE LA LECHE

Se realizó dos análisis de calidad de leche por establos, tomando muestras de leche fresca de los tanques de un día (mañana y tarde) de ordeño, obteniendo luego una mezcla compuesta de 50 ml para la determinación de los componentes de la leche (sólidos totales, grasa, sólidos no grasos, proteína, lactosa, densidad y urea).

3.5. INSTRUMENTOS DE COLECTA DE DATOS

Para la recolección de información sobre las características de la producción y alimentación de los establos se realizó una encuesta cuyo modelo se muestra en el Anexo 1. También se utilizó instrumentos y equipos que se mencionan a continuación.

3.5.1. Equipos

a. Analizador de leche por ultrasonido: Lactoscan (Milko Scope Julie Z7)

La función del analizador de leche Milko Scope Julie Z7 (Tabla 11) es hacer los análisis rápidos de la leche como son: grasa (FAT), sólidos no grasos (SNF), proteínas, lactosa y porcentaje de contenido de agua, temperatura (°C), pH, punto de congelación, sólidos, conductividad así como densidad de la muestra misma directamente después del ordeño, en la recolección y durante el procesamiento.

Tabla 11: Rangos de medición y precisión del equipo analizador Milko Scope Julie7

Componentes	RANGOS DE MEDICIÓN	PRECISIÓN
Grasa	0 % a 50 %	± 0,01 %
Sólidos no grasos	0 % a 50 %	± 0,01 %
Densidad	1000 a 1200 kg/m ³	± 0.1 kg/m ³
Proteínas	0 % a 15 %	± 0,01 %
Lactosa	0 % a 20 %	± 0,01 %
Contenido de agua	0 % a 100 %	± 1 %
Temperatura de la leche	5°C a 30°C	± 1°C
Sólidos	0 % a 10%	± 0,01 %
pH	0-14 pH	± 0,01 % pH

FUENTE: Especificaciones del fabricante (Anexo 2)

b. Equipo de Espectrofotometría para la determinación de la concentración de urea

La determinación de urea en la leche se realizó en el laboratorio de evaluación de alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina utilizando el método enzimático colorimétrico Urea – Salicilato Valtek (Valtek diagnostics, Chile) basándose en el método de Berthelot (1859), utilizando un espectrofotómetro para la obtención de los valores de absorbancia; el cual consistirá en medir el cambio de color producido al romper la urea con la enzima ureasa y convertirla en amoníaco que se logra añadiendo un colorante que se torna azul en presencia de amoníaco.

c. Refrigerador

d. Congeladora

3.5.2. Materiales

e. Jarras para tomar muestras

f. Bolsas de plástico

- g. Frascos herméticos de 50 ml
- h. Registros de alimentación

3.6.VARIABLES MEDIDAS

- Porcentajes de sólidos totales
- Porcentaje de sólidos no grasos
- Porcentaje de grasa
- Porcentaje de proteína
- Densidad relativa
- Concentración de urea

3.7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva para comparar los resultados de los componentes de la leche y composición nutricional del alimento mediante la determinación de promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación. Los promedios de los establos fueron analizados mediante el diseño estadístico Completamente al Azar (D.C.A.) con 17 establos (tratamientos) y 41 repeticiones por tratamiento. Se realizó el análisis de varianza (ANVA) para los promedios de los parámetros de composición de leche (sólidos totales, porcentaje de grasa, densidad y nivel de urea) y composición de alimento (Ingestión de materia seca, Energía neta de lactancia, Proteína, FDN). Evaluados en el presente trabajo. Para la comparación de promedios se realizó la prueba de Duncan a fin de determinar las igualdades o diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,05$). Los datos fueron procesados usando el programa estadístico de análisis estadístico SAS (2009). También se realizó un análisis de correlación de Pearson para medir los nutrientes del alimento y componentes de la leche ($P \leq 0,05$), utilizando el programa Minitab 17.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERIZACIÓN DE ESTABLOS EVALUADOS

4.1.1 Alimentación

El total de los establos en estudio utilizaba el sistema de alimentación estabulado, este sistema se caracteriza por proporcionar al ganado alimento concentrado y forraje verde cortado (Anexo 3). Al respecto Fernández (2013) nos explica que la alimentación es uno de los factores de mayor importancia para lograr expresar el potencial del ganado en las diferentes etapas de producción en la que se encuentre el animal y además un adecuado balance entre la cantidad de nutrientes dará como resultado niveles altos de producción sin desmejorar la condición corporal del individuo.

Con información brindada por los ganaderos sobre los tipos de insumos que usaban en la elaboración de los concentrados para las vacas en producción (Anexo 3) se elaboró la Figura 2, donde se observa el porcentaje de insumos que usaban en la elaboración del concentrado de los establos en estudio los cuales son: maíz grano molido (100%), insumo energético; subproducto de trigo (100%), insumo energético y aporta fibra; torta de soya (88,24%), insumo proteico; harina integral de soya (58,24%), insumo proteico y aporta grasa; pepa de algodón (52,94%), insumo que aporta proteína y fibra; pasta de algodón (41,18%), aporta grasa y es un insumo proteico; melaza (41,18%), fuente energética; DDGS (23,53%), fuente proteica y alto contenido de fibra; harina de pescado (17,75%), insumo proteico; torta de girasol (5,88%), insumo proteico y aporta fibra; repaso de maíz (5,88%), fuente de energía y fibra; gluten de maíz (5,88%), insumo proteico; cascarilla de arroz (5,88%), aporta fibra y germen de tara (5,88%) aporta proteína y fibra.

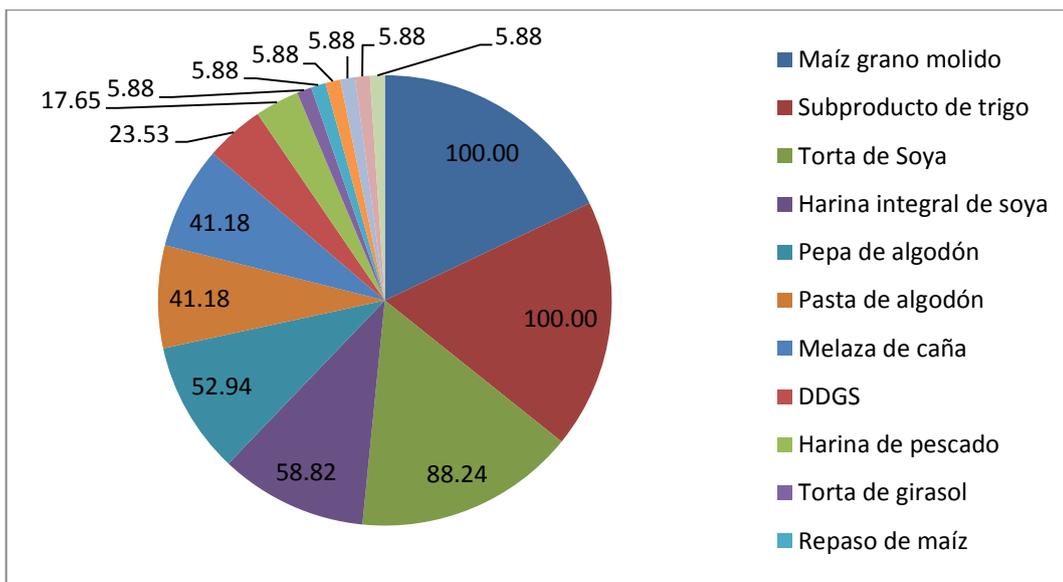


Figura 2: Insumos más utilizados en la elaboración del concentrado de los establos en estudio (%)

Los forrajes forman la base de las raciones para ganado lechero y proporcionan la fibra esencial para la dieta. Con frecuencia, la calidad del forraje es un primer factor limitante en el desempeño animal, debido a la baja digestibilidad de la fibra. Un forraje pobre en nutrientes y con baja digestibilidad de su fibra ocasiona un menor consumo y la necesidad de proporcionar más concentrado para compensarlo, esto incrementa los costos de alimentación y reduce la eficiencia con respecto al alimento consumido (Van Soest 1998).

En la Figura 3, elaborada con información proporcionada por los ganaderos, que se muestra en el Anexo 3, se observa que el principal forraje verde usado por los diecisiete establos evaluados en la cuenca de Lima es el maíz chala picada (94,12%); también se empleaban otros forrajes como panca de maíz picada (41,18%), ensilado de maíz chala, (17,65%), pancamel (5,88%).y subproductos de la agroindustria los cuales fueron alcachofa (5,88%) y orujo (29,41%).

Cabe resaltar que los diecisiete establos evaluados formulaban el concentrado para su ganado, de acuerdo al requerimiento de sus animales en producción y en base al valor nutricional de los insumos utilizados.

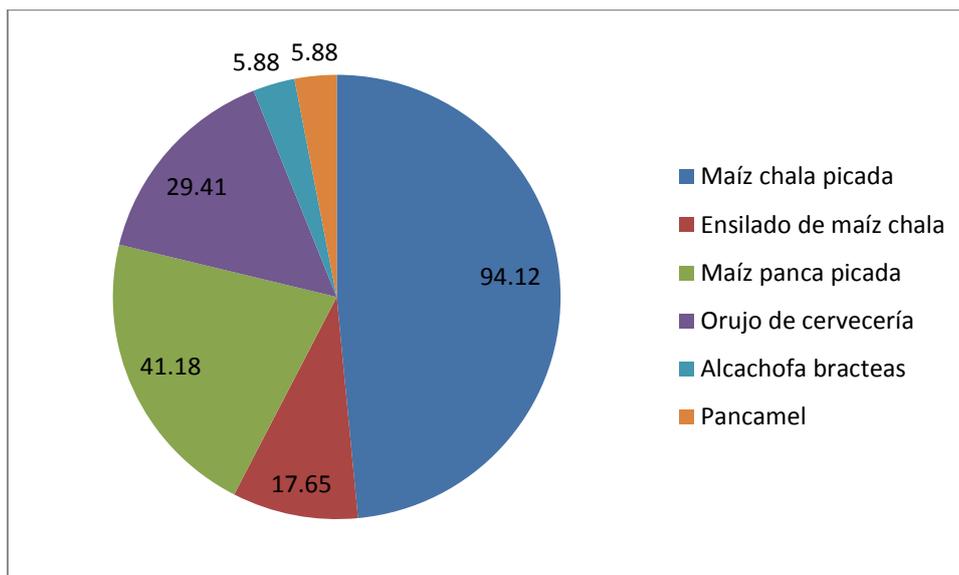


Figura 3: Forrajes más utilizados en la alimentación del ganado en producción de los establos en estudio (%)

4.2. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL ALIMENTO

Los ganaderos al realizar la formulación del concentrado tenían muy presente la importancia de conocer el valor nutricional de los insumos ya que el contenido nutricional de la ración (Anexo 4) estará dado por la composición de cada uno de los ingredientes que la componen; ya que estos alimentos van a proporcionar la energía, proteína, fibra, carbohidratos, grasa, vitaminas, minerales y otros nutrientes en diferentes proporciones y calidades. Al respecto Gallardo (2006) nos menciona que la nutrición constituye la vía más efectiva y rápida para alterar la composición química de la leche. La alimentación constituye una vía rápida y concreta no sólo para aumentar significativamente la producción y rendimientos de sólidos sino para cambiar su composición química.

La caracterización de la composición de las raciones de las vacas en producción fue elaborada en base a las tablas del NRC (2001) y data de análisis del laboratorio de evaluación de alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2006-2012) que se observan en los Anexos 5 y 6.

En la tabla 12 se menciona, la prueba de medias de Duncan y el valor nutricional del alimento recibido por los animales en producción de los establos evaluados, promedios, desviaciones estándar y coeficientes de variación. Para la determinación de los promedios de los diferentes componentes del alimento de los establos evaluados se realizó el análisis de varianza y un análisis de correlación de Pearson.

Tabla 12: Prueba de medias de Duncan del consumo de materia seca y de nutrientes por vaca/día de establos evaluados

Establo	*Consumo por animal (kg)	Composición nutricional de la ración (kg/vaca)				
		Materia Seca (kg)	ENL (Mcal)	Proteína Cruda (kg)	Grasa (kg)	FDN (kg)
E1	68,50bc	30,71ab	46,21a	4,55ab	1,10abc	11,70a
E2	66,33bc	28,69abc	44,14ab	3,94abc	1,17ab	10,78abcd
E3	68,00bc	30,30ab	46,73a	4,45ab	1,34a	11,43ab
E4	95,67a	30,40ab	43,53ab	2,63c	0,62d	10,80abcd
E5	58,67bcde	25,61abc	39,36abc	3,29abc	0,97abcd	9,29bcde
E6	71,85b	31,72a	50,02a	4,73a	1,32a	10,97abc
E7	52,25cde	23,99abc	36,34abc	3,03abc	1,04abcd	9,38abcde
E9	65,75bcd	28,89abc	44,01ab	3,70abc	1,06abc	10,89abc
E10	51,67e	22,65bc	34,47abc	2,80bc	0,93abcd	8,47de
E11	61,00bcde	27,42abc	42,13abc	3,92abc	1,01abcd	9,73abcde
E12	58,50bcde	25,27abc	35,88abc	3,33abc	0,80bcd	8,21e
E13	49,00e	25,04abc	26,62c	2,43c	0,73cd	5,16f
E14	48,67e	21,84c	29,92bc	2,42c	0,68cd	9,55abcde
E15	58,50bcde	27,23abc	40,91abc	3,80abc	0,93abcd	9,82abcde
E16	48,75e	21,89c	34,54abc	2,93bc	1,01abcd	8,04e
E17	57,00cde	25,00abc	37,33abc	3,24abc	0,89bcd	8,74cde
E1	68,50bc	30,71ab	46,21a	4,55ab	1,10abc	11,70a
PROM.	61,26	26,67	39,51	3,45	0,97	9,56
DE	11,88	3,23	6,38	0,74	0,21	1,64
C.V.	19,40	12,12	16,15	21,45	21,10	17,18

FUENTE: Elaboración propia

PROM: promedio, DE: desviación estándar,

*Consumo por animal en base fresca (concentrado+ forraje) CV: coeficiente de variación *a,b,c,d,e y f letras diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas Prueba de medias de Duncan ($\alpha \leq 0.05$)*

El establo E8 quedó fuera del análisis de medias de Duncan para la composición nutricional del alimento, ya que solo se cuenta con una sola repetición.

4.2.1. Consumo de alimento por animal (kg)

El consumo del alimento promedio en los establos evaluados fue 61,26 kg, el mínimo valor fue de 48,67 kg del establo E14 y el máximo de 95,67 kg del establo E4. En la Figura 4 se puede observar que el promedio (61,26kg) fue mayor que la mediana (58,58 kg) esto significa que la distribución es asimétrica positiva; porque los datos tienden a concentrarse en la parte inferior y además hay un valor atípico que fue el establo E4 con 95,67 kg de consumo de alimento el cual se encuentra fuera del rango de los demás establos evaluados.

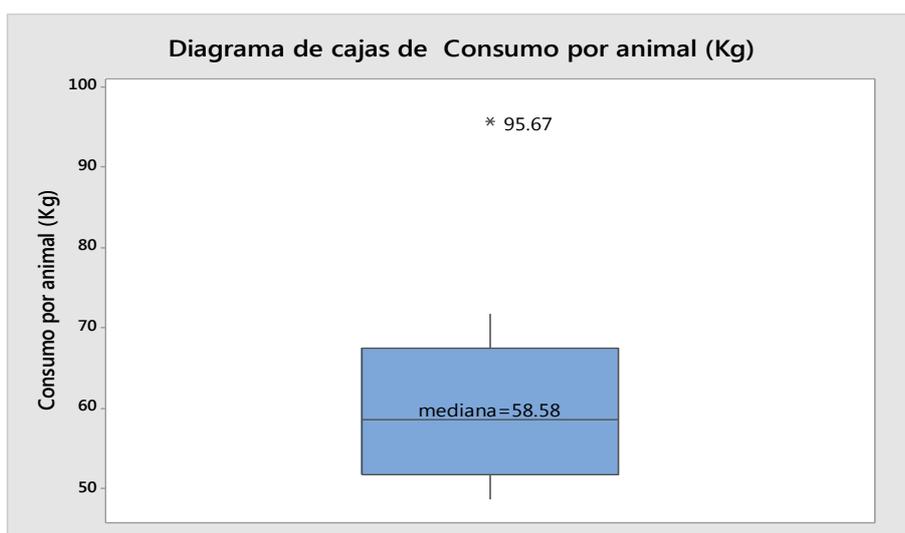


Figura 4: Consumo de alimento por animal de los diecisiete establos

El establo E4 con los establos E6, E10, E13, E14 y E16; y entre el establo E6 con los establos E4, E10, E13, E13 y E16 se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ($P < 0.01$, Anexo 7). Al respecto Almeyda (2005) en un ejemplo práctico de la estimación del consumo animal, indica que el consumo de concentrado debe estar en niveles de 4,5-17,0 kg vaca/día y el de forraje es de 40 kg vaca/día; haciendo un total de consumo de alimentos de 44,5-57,0 kg vaca/día y como se puede observar en la tabla 15, varios establos están por encima del rango indicado, asegurando que haya una adecuada ingesta de alimento por el

animal en producción. Acosta (2004) nos indica también que las vacas productoras suelen tener capacidades de consumo de alimento que se ubican en el 3,6 a 4,0% de su peso vivo.

En el Anexo 21 se muestra las correlaciones para el consumo por animal, de las cuales las más altas positivas guardaron correlación con la MS ($r=0,817$, $P<0,01$), ENI ($r=0,724$, $P<0,01$), FDN ($r=0,650$, $P<0,01$) y producción de leche ($r=0,582$, $P<0,05$). Hazard (2001) manifiesta que el consumo es importante ya que a través de él los animales ingieren la materia seca donde están los nutrientes que requieren.

4.2.2. Ingestión de materia seca (kg)

La ingestión de materia seca promedio fue de 26,67 kg de los diecisiete establos evaluados, el máximo valor fue de 31,72 kg del establo E6 y el mínimo de 21,84 kg del establo E14. En la Figura 5 se observa que los datos tienen una distribución asimétrica positiva; esto significa que el promedio (26,68 kg) es mayor que la mediana (26,02 kg) y además en el gráfico los datos se concentran hacia la parte inferior.

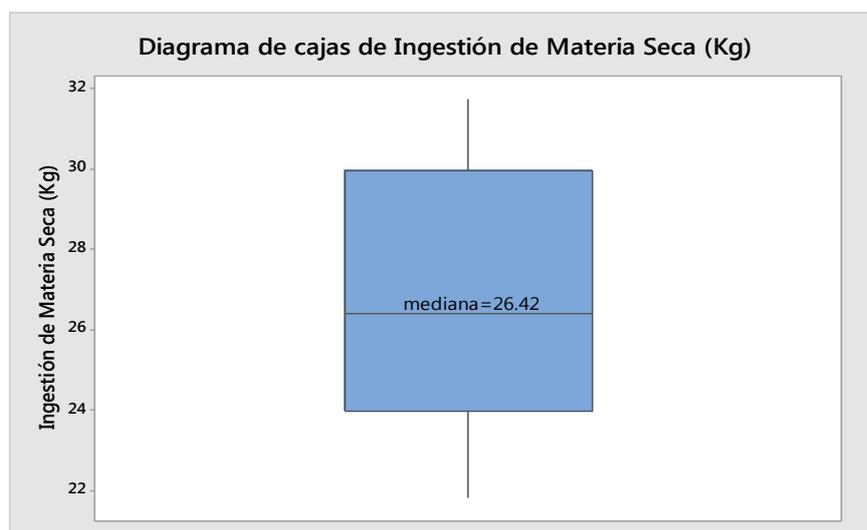


Figura 5: Ingestión de materia seca (kg) en los establos evaluados

Se obtuvo evidencia estadística para decir que no hubo diferencia significativa ($P > 0,05$, Anexo 8) entre los establos evaluados. La ingestión de materia seca del alimento obtenida por los diecisiete establos está por encima de los rangos de 13-24 kg vaca/día sugerido por Almeyda (2005) y 16-20 kg indicado por Lammers *et al.* (2002). Al estar por encima del rango indicado nos asegura que los animales han recibido una dieta que satisface las necesidades nutritivas (energía, proteína, grasa, fibra) para la producción de leche, ya que según lo que nos explica Ramírez (2011) la materia seca es clave, puesto que los nutrientes que los animales necesitan están contenidos en la porción seca de los alimentos.

De las correlaciones obtenidas de la ingestión de materia seca (Anexo 21) las más relevantes guardaron correlación con el consumo de alimento ($r=0,17$, $P < 0,01$), ENI ($r = 0,880$, $P < 0,01$), PC ($r = 0,755$, $P < 0,01$), grasa ($r = 0,490$, $P < 0,05$), FDN ($r = 0,700$, $P < 0,01$) y producción de leche ($r = 0,816$, $P < 0,01$). La correlaciones obtenidas se relacionan a lo que Andresen (2009) explica: una adecuada ingestión de materia seca influirá en la asimilación de todos los nutrientes necesarios (proteína cruda, grasa, FDN y ENI) y la producción de leche, además el de cubrir sus necesidades de crecimiento, mantenimiento y reproducción.

4.2.3. Proteína cruda (kg)

La proteína cruda (PC) en el alimento de los establos en promedio fue de 3,45 kg, el mínimo valor fue 2,42 kg del establo E14 y el máximo valor fue 4,73 kg del establo E6. En la Figura 6 observamos que los datos tienen una distribución asimétrica positiva (promedio > mediana) la cual significa que los datos se concentran hacia la parte inferior.

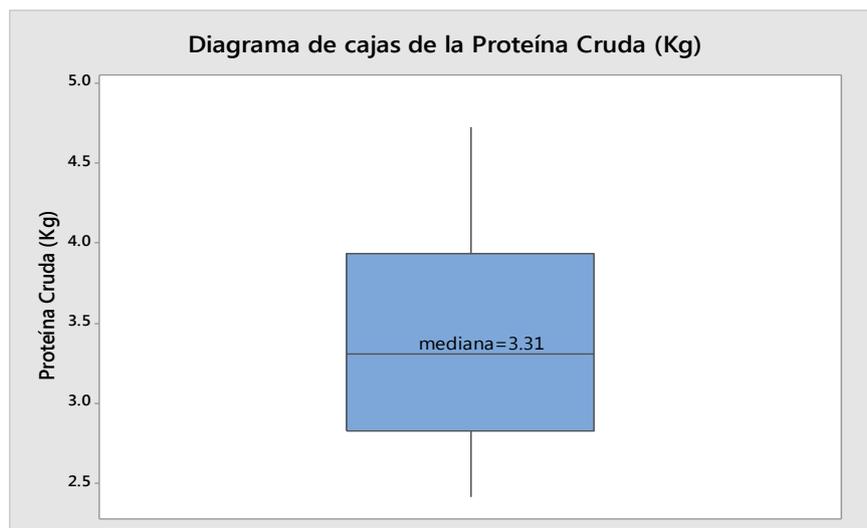


Figura 6: Proteína cruda (PC) del alimento (Kg) de los establos evaluados

Entre los establos en evaluación no hay diferencia estadística ($P > 0,05$, Anexo 9). Andresen (2009) en una de sus evaluaciones nos indica un rango de 3,5 a 4,5 kg de proteína cruda en el alimento; encontrándose los establos E1, E2, E3, E9, E11 y E15 dentro de este rango; y el E6 con 4,73 kg está ligeramente por encima del rango y los demás establos están por debajo del rango en mención lo que puede provocar según Alegre (2006) una limitación al nivel de producción de los animales, reducción en la producción de leche, desempeño reproductivo y una menor eficacia de utilización del alimento.

La NRC (2001) también recomienda un rango de proteína cruda de 12% a 18%, estando el establo E14 con 11,07% ligeramente por debajo de este y el establo E6 con 14,91% encontrándose dentro del rango mencionado. Calvache y Navas (2012) mencionan que la variación de la cantidad de proteína cruda en la dieta en rangos normales o las fuentes de proteína utilizadas, no afectan el porcentaje de grasa ni proteína en la leche; sin embargo, una cantidad insuficiente de proteína degradable en el rumen produce una disminución en la concentración de grasa láctea a causa de la reducción del amonio ruminal, el cual estimula el crecimiento de los microorganismos que digieren la fibra y producen los sustratos para la síntesis de grasa y proteína láctea.

De las correlaciones determinadas para la proteína cruda (Anexo 21) las más altas y significativas fueron: la materia seca ($r=0,755$, $P<0,01$), ENI ($r=0,861$, $P<0,01$) y producción de leche ($r=0,658$, $P<0,01$). Las correlaciones obtenidas guardan relación con lo que explicado por Acosta (2004); que el nivel de proteína cruda afecta más a la producción de leche. Campabadal (1999) explica que el nivel de proteína en la dieta tiene un efecto positivo sobre la cantidad de este nutrimento en la leche, producto de un mayor suministro de aminoácidos para su síntesis en la glándula mamaria.

4.2.4. Fibra de detergente neutro (kg)

La fibra de detergente neutro (FDN) promedio en el alimento fue de 9,56 kg, el mínimo valor de 5,16 kg del establo E13 y el máximo valor de 11,70 kg del establo E1. En la Figura 7 se observa que los datos siguen una distribución simétrica positiva (promedio < mediana) la cual significa que los datos se concentran en la parte superior.

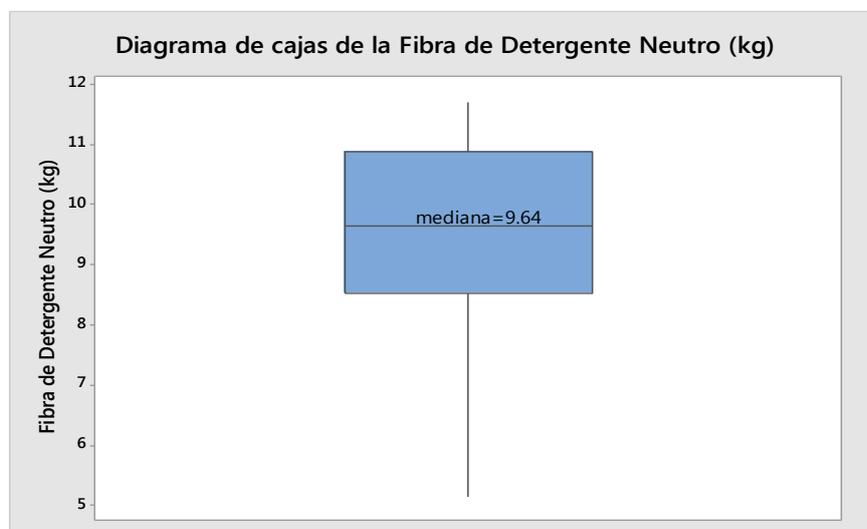


Figura 7: Fibra de detergente neutro (FDN) del alimento (Kg) de los establos evaluados

Se encontró diferencia altamente significativa ($P<0,01$, Anexo 10) para el FDN entre los establos E1 con E5, E17, E10, E12, E16, E13 y el establo E13 con E16, E12, E10. Andresen (2009) indica parámetros nutricionales que emplea como guía, el cual es de 6 a 8 kg (27%-

35%) de FDN (aproximadamente un 1,2% del peso del animal), estando por debajo el establo E13 y esto puede afectar los niveles de grasa láctea según lo indica Acosta (2004). Hay que tener en cuenta que valores superiores a los rangos citados en la literatura puede afectar negativamente el consumo y por ende reducir el nivel de producción de leche según nos menciona ANALAC (2007). También Gagliostro y Gaggiotti (2002) explican que los nutricionistas han propuesto niveles óptimos de FDN en la dieta de vacas lecheras el cual es de 20-36%.

Las correlaciones obtenidas para el FDN (Anexo 21) fueron altamente positivas de las cuales fueron significativas y están correlacionadas con: consumo ($r=0,650$, $P<0,01$), materia seca ($r=0,700$, $P<0,01$), ENI ($r=0,874$, $P<0,01$), proteína cruda ($r=0,689$, $P<0,01$), grasa ($r=0,536$, $P<0,05$) y producción de leche ($r=0,550$, $P<0,05$). Niveles inferiores de fibra explica Acosta (2004) que provoca consumos de materia seca inestables y fluctuantes, también nos dice que dietas altas en fibra suelen ser muy bajas en energía limitando así a la producción de leche. Es importante mencionar que Gagliostro y Gaggiotti (2002) indican que la velocidad de digestión de un forraje en el rumen disminuye a medida que aumenta el contenido de FDN. El tiempo de retención de dicho forraje será mayor, lo que disminuye el consumo.

El N.R.C (1989) sugiere que para una máxima producción de leche y porcentaje de grasa en esa leche, las vacas deben recibir como mínimo, una dieta que contenga 28% de FDN en base a la materia seca o 18% de FDA.

4.2.5. Grasa cruda(kg)

El porcentaje promedio de grasa del alimento en los establos evaluados fue de 0,97 kg, el mínimo valor de 0,62 kg del establo 4 y el máximo valor es de 1,34 del establo 3, los cuales se encuentran dentro del rango de 0,907-1,361 kg que Palacios (2011) menciona. En la Figura 8 se observa el diagrama de cajas el cual sigue una distribución asimétrica negativa ya que el promedio es menor que la mediana y además los datos se concentran hacia la parte superior del diagrama.

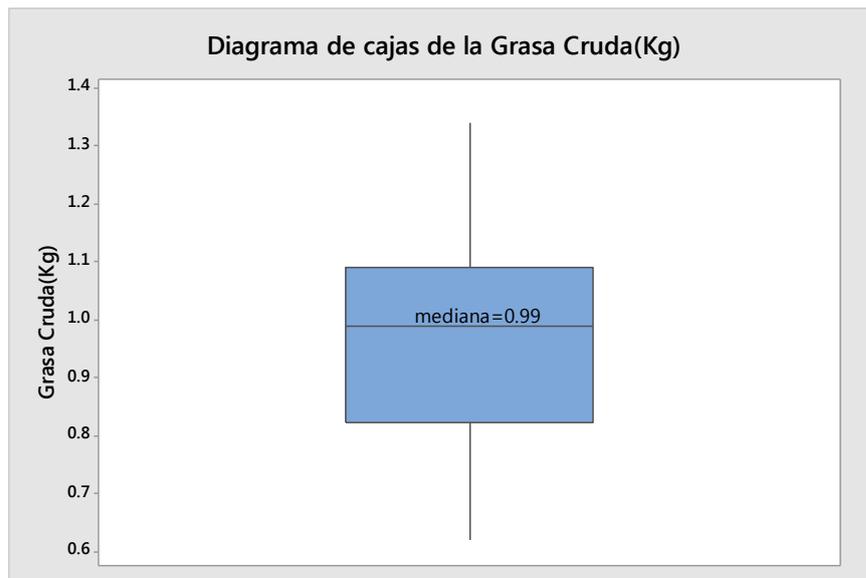


Figura 8: Grasa cruda del alimento (Kg) de los establos evaluados

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 11) entre los establos E3 y E4 E6 y E4. De los diecisiete establos: el establo E4 y E14 está por debajo del rango que Palacios (2011) nos menciona, y esto puede ocasionar disminución de consumo de energía y disminuir la producción de leche según explica ANALAC (2007). Andresen (2009) nos da un rango de 0,63 kg a 1,27 kg de grasa en la dieta (3%-5,5% de MS) ya que un rango mayor a 6% puede causar depresión en la grasa láctea.

Se puede observar en el Anexo 21 los valores de correlación obtenidos para la grasa, los cuales fueron altamente positivas y significativas; con la ingestión de materia seca ($r=0,490$, $P < 0,05$), FDN ($r=0,536$, $P < 0,05$), producción de leche (0,560, $P < 0,05$), ENI ($r=0,693$, $P < 0,01$) y proteína cruda ($r=0,845$, $P < 0,01$). La adición de grasa en la ración se hace hasta un 6% menciona ANALAC (2007), esto es para incrementar el consumo de energía y con ello producir mayores volúmenes de leche. También explica que la grasa tiene efectos positivos en la cantidad de leche producida. Por otro lado Acosta (2004) indica que tenores excesivos de grasa en dietas de vacas lecheras suelen causar reducciones de consumo y dramáticas bajadas en el tenor graso de la leche primero y del contenido de proteínas lácteas después. Igualmente Gasque (2008) indica que las grasas son una fuente muy rica de energía ya que en promedio un gramo de grasa contiene la misma energía que 2,5 g de carbohidratos, siendo esto vital en la fase de lactación.

4.2.6. Energía neta de lactación (Mcal)

El promedio de la Energía de Lactación (ENL) fue de 39,51 Mcal en el alimento de los establos evaluados, el mínimo valor de 26,62 Mcal del establo 13 y el máximo valor de 50,02 Mcal del establo 6. En la Figura 9 se observa que los datos siguen una distribución asimétrica negativa donde los datos tienden a concentrarse en la parte superior y el promedio es menor que la mediana. Los datos obtenidos se encuentran en el rango de 23,6-50,1 Mcal que reporta Gómez (2005) en uno de sus trabajos.

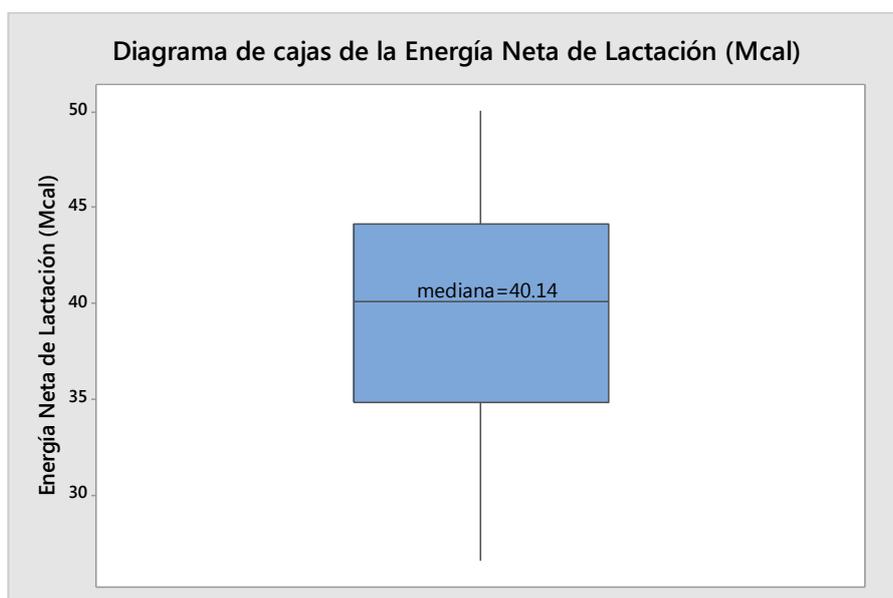


Figura 9: Energía de lactación del alimento (Kg) de los establos evaluados

Se encontró que no existe diferencia estadística significativa ($P > 0,05$, Anexo 12) entre los establos en estudio. Al comparar la energía neta de lactación; los establos E13 (1,030 Mcal/kg), E14 (1,370 Mcal/kg), E12 (1,420 Mcal/kg) y E4 (1,429 Mcal/kg) se encuentran por debajo del rango de 1,49 a 1,76 Mcal/kg que indica Lammers *et al.* (2002). Según Gasque (2008) la energía la proporcionan los carbohidratos, proteínas y grasas de la dieta de los animales; relacionándose con los datos obtenidos de los establos en estudio. González (2002) señala que un inadecuado aporte de energía se traduce, invariablemente, en una marcada disminución en la proteína láctea. Al revertirse esta situación, se observa un incremento simultáneo en las producciones de leche y proteínas, aumentando la concentración de ésta hasta un cierto punto.

En el Anexo 21 se observa las correlaciones obtenidas para la energía de lactación, de las cuales cinco son positivas y significativas con la ingestión de materia seca ($r=0,880$, $P<0,01$), proteína cruda ($r=0,861$, $P<0,01$), grasa ($r=0,693$, $P<0,01$), FDN ($r=0,874$, $P<0,01$), consumo ($r=0,724$, $P<0,01$) y producción de leche ($r=0,705$, $P<0,01$). Con un ejemplo Acosta (2004) describe que aumentos en el consumo total de alimentos pueden mejorar el tenor proteico de la leche en 0,2 a 0,3 puntos de porcentaje, debido principalmente a un aumento en la ingesta total de energía por la vía de la calidad y de la cantidad simultáneamente. También menciona que en rumiantes existe una fuerte interacción entre los metabolismos energético y proteico. Por otra parte, en forma genérica entre un 35 y un 90% de la energía que usa un rumiante proviene de la digestión de fuentes fibrosas, para cuya digestión se requieren poblaciones bacterianas numerosas y activas.

En la literatura se describen que dietas con contenidos altos en fibra suelen ser muy bajas en energía, limitando así la producción de leche. Davis (2008) hace referencia que históricamente los nutricionistas han incluido en la ración distintas fuentes de grasa de origen vegetal y animal para incrementar su densidad energética.

4.3. CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LA LECHE

La producción promedio de la leche y la composición química de la leche de los establos evaluados se pueden observar en el anexo 13. En la tabla 13 se muestran los resultados estadísticos utilizando la prueba de medias de Duncan para la producción promedio de leche, porcentaje de proteína, porcentaje de grasa, porcentaje de sólidos no grasos, porcentaje de sólidos totales, densidad y urea por establo. Además se realizó un análisis de correlación de Pearson que se muestra en el Anexo 21 y un análisis de varianzas para cada variable evaluada.

Tabla 13: Prueba de medias de Duncan de la producción promedio y composición química de la leche de los establos evaluados

Establo	Producción promedio por día (kg)	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos no grasos (%)	Sólidos Totales (%)	Urea (mg/dl)	Densidad (g/cm ³)
E1	32,32d	3,42ef	3,16b	9,02b	12,44de	23,85bcd	1,02786bc
E2	34,63b	3,35fg	3,24ab	9,28ab	12,63bcde	22,20bcd	1,02873abc
E3	45,65a	3,43def	3,26ab	9,34ab	12,77bcd	21,90bcd	1,02891ab
E4	31,85f	3,45cdef	3,22ab	9,23ab	12,68bcde	20,84cd	1,02847abc
E5	29,44i	3,14hg	3,17ab	9,11b	12,25e	33,72a	1,02826abc
E6	32,65c	3,53bcdef	3,23ab	9,25ab	12,78bcd	28,43abc	1,02848abc
E7	27,45l	3,13h	3,17ab	9,10b	12,22e	19,75dc	1,02825abc
E8	30,39h	3,85a	3,22ab	9,22ab	13,07ab	25,78abcd	1,02812bc
E9	31,94e	3,48cdef	3,26ab	9,35ab	12,82bcd	26,04abc	1,02890ab
E10	20,07o	3,87a	3,32a	9,52a	13,39a	23,67bcd	1,02936a
E11	25,00n	3,64bc	3,25ab	9,32ab	12,96abc	30,60ab	1,02868abc
E12	25,79m	3,57bcde	3,14b	9,02b	12,58bcde	17,05de	1,02758c
E13	27,73k	3,72ab	3,21ab	9,21ab	12,93abcd	27,82abc	1,02818bc
E14	17,14q	3,45cdef	3,18ab	9,12b	12,57cde	11,21e	1,02807bc
E15	30,91g	3,20hg	2,95c	8,50c	11,69f	22,86bcd	1,02591d
E16	17,33p	3,45cdef	3,18ab	9,12b	12,56cde	22,06bcd	1,02804bc
E17	29,08j	3,63bcd	3,28ab	9,29ab	12,92bcd	33,07a	1,02785bc
PROM.	28,79	3,49	3,20	9,18	12,66	24,17	1,028
DE	6,81	0,22	0,08	0,22	0,38	5,67	0,0007
C.V.	23,66	6,19	2,52	2,37	3,03	23,46	0,0726

FUENTE: Elaboración propia

PROM: promedio, DE: desviación estándar,

CV: coeficiente de variación

a,b,c,d,e y f letras diferentes en la misma columna expresan diferencias significativas

Prueba de medias de Duncan ($\alpha \leq 0,05$)

Entre los factores que afectan la composición de la leche se encuentran los factores genéticos, la etapa de la lactancia, la edad del animal, el estado sanitario y el ambiente, cuyo componente más importante es la alimentación. Tradicionalmente la bibliografía reconoce

un gran aporte, asignando un 55 a un 60% de la variación observada a factores genéticos (razas y líneas genéticas dentro de una misma raza, etc.) y un 40 a 45% a factores ambientales, donde la alimentación y el manejo son los dominantes. Por lo tanto los tenores de grasa y proteínas, más el conocimiento del tenor de lactosa resultan en una invaluable herramienta de diagnóstico del manejo de la alimentación de esos animales.

4.3.1. Producción de leche por día (kg)

La producción de leche en promedio por día de los establos evaluados fue de 28,79 kg/animal, con un mínimo de 17,14 kg/día del establo E14 y un máximo de 45,65 kg/día del establo E3. En el gráfico 10 se puede observar que la distribución de los datos es una asimetría negativa (promedio < mediana), la cual significa que los datos tienden a concentrarse hacia la parte superior de la distribución, además se observa un que es el establo E3 con 45,65 kg/día que se encuentra fuera del límite superior de los establos evaluados.

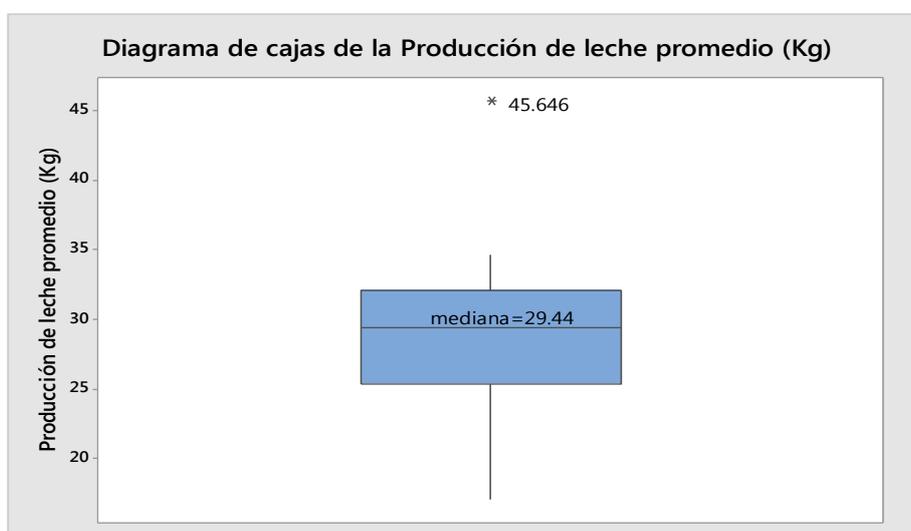


Figura 10: Producción promedio de leche de establos evaluados

Se encontró que entre los diecisiete establos evaluados hay diferencias altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 14). Los valores obtenidos de producción de los diecisiete establos están dentro del nivel de producción que nos indican Lammers *et al.* (2002) el cual

es de 25 a 35 kg/día y Almeyda (2005) también nos indica un rango de 15 - 40 kg/día. En la literatura se señala que las vacas con una buena alimentación, buen estado, tienen las más altas producciones, pero en caso que por cualquier inconveniente las vacas no llegan al parto en buen estado, aun así pueden lograrse producciones aceptables siempre que se las alimente adecuadamente. La producción de leche (volumen) se ve afectada por el nivel de proteína cruda en la dieta. En general, el aumento de la producción de leche se acompaña de aumentos en el contenido de proteína en la leche, lo que se traduce en aumento en los kg totales producidos.

En el Anexo 21 se determinó que las correlaciones, de las cuales las más altas y significativas de la producción de leche fueron con: materia seca ($r=0,816$, $P<0,01$), ENI ($r=0,705$, $P<0,01$), proteína cruda ($r=0,658$, $P<0,01$), grasa ($r=0,560$, $P<0,05$), FDN ($r=0,550$, $P<0,05$) y consumo por animal ($r=0,582$, $P<0,05$). Al respecto Gingins (2001) y Acosta (2004) indican que para sintetizar leche se requiere energía y proteína; al movilizar sus reservas grasas la vaca aporta la energía y nosotros debemos aportar la proteína adicional. Otra conclusión a sacar es que en ningún caso se pueden obtener altas producciones con niveles energéticos bajos. Acosta, (2004) y ANALAC (2007) explican que la producción de leche se ve afectada por el nivel de proteína cruda de la dieta y por otra parte, dietas con contenidos altos en fibra suelen ser muy bajas en energía y puede afectar negativamente el consumo voluntario, limitando así la producción de leche, esto guarda relación con la concentración de la proteína de la dieta brinda a las vacas en producción en el presente trabajo. Wheeler (2011) también sugiere que una alta ingestión de materia seca da como resultado una ingestión alta de nutrientes y un rendimiento alto en la producción de leche Campabadal (1999) explica que existe una relación inversa entre la producción de leche y el porcentaje de constituyentes en la leche, cuando se produce más leche, el porcentaje de sólidos disminuye por un factor de dilución. Por otro lado Beeyer *et al.* (1991) nos explica que los rendimientos de grasa, proteína y sólidos totales altos están positivamente correlacionados con la producción de leche.

4.3.2. Porcentaje de proteína láctea

El porcentaje de proteína de leche promedio por establo fue de 3,2% encontrándose dentro del rango de 2,5% a 3,5% que Vargas (1999) menciona. En la Figura 11 se observa que los datos siguen una distribución asimétrica negativa, esto significa que los datos están menos dispersos en la parte superior de la caja. Además se observa un valor atípico que es el establo E15 con 2,94% ya que se encuentra fuera del límite inferior donde están los demás establos.

El valor mínimo de la proteína fue de 2,94% del establo E15 y el máximo de 3,32% del establo E10, los establos E15 y E12 están por debajo del rango de 3,27 a 3,30% que indican Ávila y Gutiérrez (2010), al igual que Miralles (2003) con un rango de 3,2% de proteína.

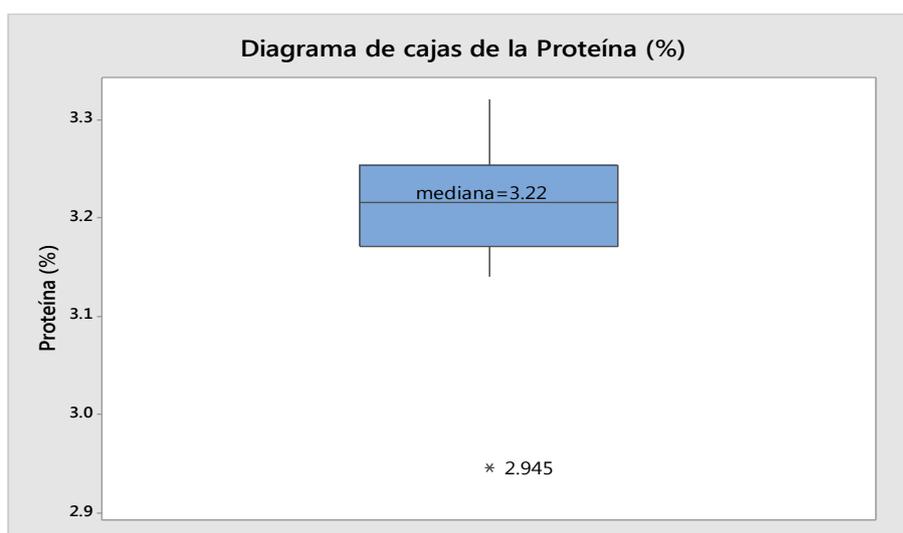


Figura 11: Porcentaje de proteína láctea de establos evaluados

Se encontró una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 15) entre los establos E10 y E1, establos E10 y E12, establos E10 y E15, establos E1 y E15, establos E12 y E15 para el porcentaje de proteína, los cuales están dentro del rango de 3% y 4% que García *et al.* (2014) menciona. Según Taverna (2007) y Amiot (1986), la proteína de la leche es sintetizada en la glándula mamaria a partir de los componentes de la sangre y esto la hace menos sensible a su alteración por otros factores que puedan alterar su composición siendo

aproximadamente un 75% del rendimiento de la proteína de la leche por la vaca directamente y sólo un 25% del rendimiento estaría influenciado por la alimentación.

Las correlaciones de la proteína láctea se pueden observar en el anexo 21, resaltando las más altas, positivas y significativas. Los parámetros correlacionados con la proteína láctea fueron: grasa láctea ($r=0,605$, $P<0,05$), SNG ($r=0,992$, $P<0,01$), ST ($r=0,906$, $P<0,01$) y densidad ($r=0,917$, $P<0,01$). Palacios (2011) menciona que existe una estrecha relación entre la cantidad de grasa y la cantidad de proteína en la leche: cuanto mayor es la cantidad de la grasa, mayor es la cantidad de proteína y el porcentaje proteico de la leche tiene cierta tendencia a disminuir cuando la ración es pobre en energía, esto explicado guarda relación con lo obtenido de los establos evaluados.

Por otro lado Fiol (2015) indica que la proteína en la dieta no guarda relación directa con la proteína en leche. Únicamente cuando los niveles de proteína en la dieta son limitantes se evidenciarían efectos de la suplementación proteica sobre la proteína en leche. Latrille (1993) explica que es posible que por manipulación de la dieta cambie la concentración de proteína total de la leche aunque en comparación a la grasa los cambios son mucho menores.

4.3.3. Porcentaje de grasa láctea

El valor promedio obtenido de grasa fue de 3,49%, el mínimo de 3,13% del establo E7 y el máximo de 3,87% del establo E10. En la Figura 12 se observa que el diagrama de cajas tiene una distribución asimétrica positiva ya que los valores en la parte superior a la mediana (3,45%) son más dispersos.

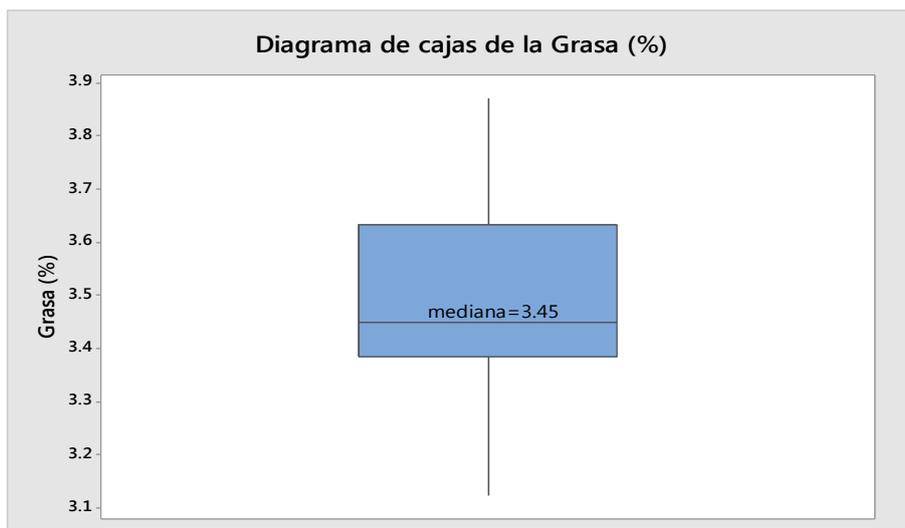


Figura 12: Porcentaje de la grasa láctea de establos evaluados

Se encontró también que hay diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 16), entre: establos E7 y E10, establos E8 y E7. De los diecisiete establos evaluados los establos E5, E7 y E15 están por debajo de los valores que indican Ávila y Gutiérrez (2010) con un intervalo de 3,6% a 3,7% pudiendo variar por la raza, nutrición y clima; Zavala (1994) reporta que la tendencia en el nivel de grasa promedio reportado es de 3,2% con un nivel de fibra de 15,69 en su trabajo de investigación e INDECOPI (2010) señala un mínimo de 3,20% para el contenido de grasa; como se puede observar el establo E7 está por debajo del rango indicado por los autores. El contenido de grasa en la leche se ve influenciada por la alimentación, dado que una parte importante tiene su origen en los ácidos acético y butírico, González (2002) menciona que existe una asociación positiva entre la producción de estos y la concentración de materia grasa; relación que es inversa respecto de la producción de propionato. Chamberlain y Wilkinson (2002) nos indican que el contenido de fibra en la dieta ejerce el efecto más importante sobre la concentración de grasa en la leche, ya que dietas altas en fibra promueven mayor contenido de grasa que las dietas bajas en fibra.

En el anexo 21 se observan los valores de correlación obtenidos para la grasa, existiendo correlación altas y positivas con la proteína láctea ($r=0,605$, $P < 0,05$), SNG ($r=0,594$, $P < 0,05$) y ST ($r=0,881$, $P < 0,01$). En la literatura se describe que la grasa y proteína láctea guardan relación. Por otro lado Fiol (2015) menciona que los niveles de grasa son los que

presentan mayor respuesta a cambios en la alimentación, proporción de concentrado (Relación forraje/Concentrado), tipo y nivel de fibra, aporte de lípidos en la dieta y efectos sobre la composición de la grasa láctea. Palmquist *et al.* (1993) nos menciona que la grasa láctea es el factor que se puede modificar más fácilmente a través de la ración.

4.3.4. Porcentaje de sólidos no grasos (SNG)

El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) en promedio de los establos evaluados fue de 9,18%, y el mayor valor obtenido fue 9,52% del establo E10; siendo este un valor atípico que esta fuera del rango de los demás establos y el menor valor es de 8,50% del establo E15; al respecto INDECOPI (2010) señala un valor mínimo de 8,2% para el porcentaje de sólidos no grasos y Téllez, (1996) nos indica un valor de 8,5% , pudiendo variar por la raza, nutrición y sanidad. En el Grafico 13 podemos observar que los datos tienden a concentrarse hacia la parte superior siendo más dispersos por debajo de la mediana (asimetría negativa).

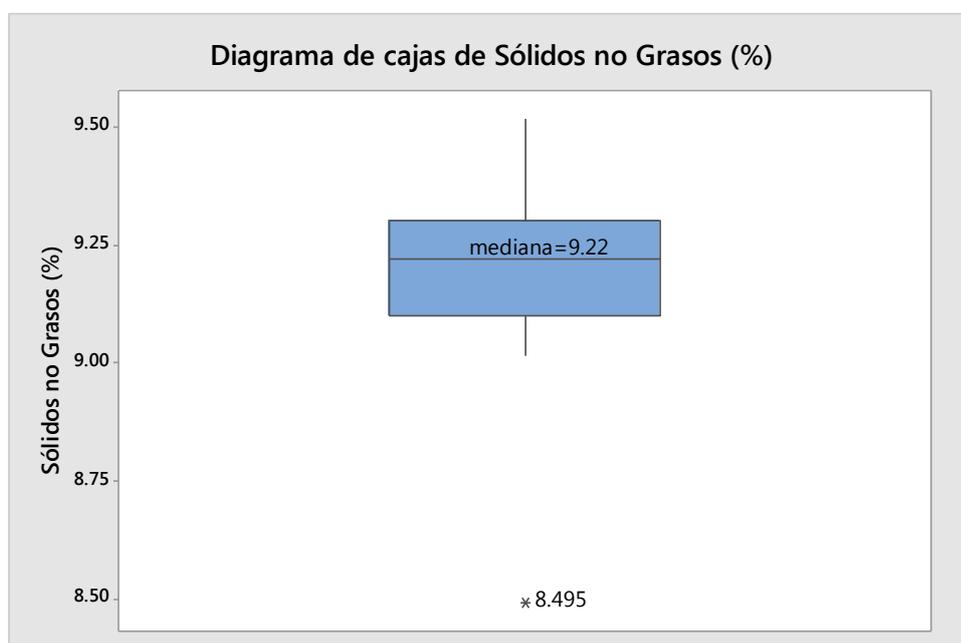


Figura 13: Porcentaje de sólidos no grasos en leche de establos evaluados

Se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 17) entre los establos E10 y E7, establos E10 y E12, establos E10 y E15, establos E10 y E1, establos E10 y E5 y establos

E16 y E 10, establos E10 y E14, establos E15 y E12, establos E15 y E12, establos E15 y E1, establos E15 y E7, establos E15 y E5, establos E15 y E16, establos E15 y E14. El porcentaje de sólidos no grasos (SNG) también puede variar en función del tipo de alimentación suministrada a los animales nos comenta González (2010); pero el tipo de variación es mucho menor de lo observado en relación al porcentaje de grasa. Esta variación parece estar relacionada con el nivel de energía, una vez que el aumento de este valor en la dieta de vacas de alta producción puede conducir a un aumento de hasta 0,2% en el porcentaje de SNG.

De las correlaciones obtenidas para los sólidos no grasos (Anexo 21) las más altas, positivas y significativas fueron: grasa láctea ($r=0,594$, $P<0,05$), proteína láctea ($r=0,992$, $P<0,001$), densidad ($r=0,949$, $P<0,01$), ST ($r=0,904$, $P<0,01$). Al respecto González (2010) destaca que la variación de SNG es cíclico, sobre todo por la variación del nivel de proteína de la leche, lo que evidencia la importancia de este parámetro para la evaluación del rendimiento industrial del producto como materia prima.

Zeppilli (1993) describe que el porcentaje de sólidos no grasos va a estar en relación al contenido de sólidos totales menos el porcentaje de grasa; los niveles de SNG en la leche se van a mantener casi constantes porque sus componentes se van a mantener casi en el mismo nivel en cualquier etapa de la lactación y estado físico del animal.

4.3.5. Porcentaje de sólidos totales (ST)

El promedio obtenido de sólidos totales fue de 12,66%, el máximo de 13,38% y el mínimo de 11,69%. En la Figura 14 puede observarse que la distribución de los datos obtenidos es asimétrica negativa, esto significa que el promedio es mayor que la mediana (12,68%), además el establo E15 con 11,69% es un valor atípico ya que esta por fuera del límite inferior de los demás establos en estudio. Al respecto Taverna (2007) nos indica un mínimo de 11,85% de sólidos totales en la leche y 11,4% según INDECOPI (2010).

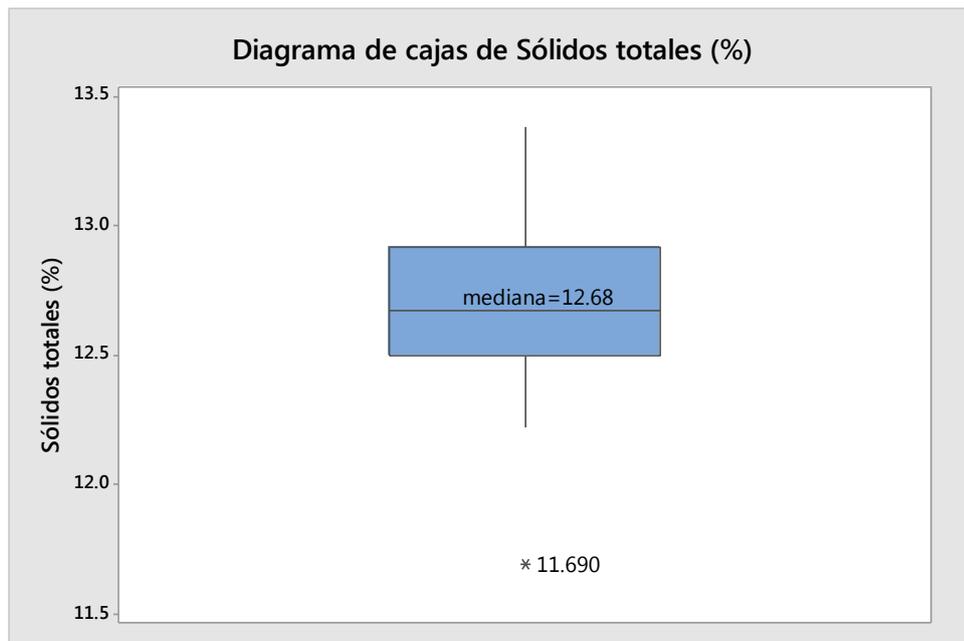


Figura 14: Porcentaje de sólidos totales en leche de establos evaluados

Se encontró que entre los establos E10 y E7, establos E10 y E5, establos E10 y E15, establos E15 y E7, establos E15 y E5, existe una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 18). Campabadal (1999) obtuvo un porcentaje similar de sólidos totales de 12% y además nos indica que el factor que más influencia es el porcentaje de grasa, al ser el componente más variable que tiene la leche y esto se relaciona con los valores obtenidos para el porcentaje de grasa en los establos evaluados. También Agudelo y Bedoya (2005) y Saborío (2011) explican que hay una serie de factores internos y externos que influyen la producción de los sólidos totales los cuales son: la raza, el tipo de alimentación, el medio ambiente, la etapa de lactación y el estado sanitario de la vaca entre otros.

Se puede observar en el Anexo 21 los valores de correlación obtenidos para los ST, de los cuales los más altos y positivos fueron: grasa ($r=0,881$, $P < 0,01$), proteína ($r=0,906$, $P < 0,01$), SNG ($r=0,904$, $P < 0,01$), densidad ($r=0,768$, $P < 0,01$). En conclusión Campabadal (1999) describe que el nivel de sólidos totales en la leche está influenciado principalmente por el nivel de grasa en la leche, al ser el componente más variable que tiene la leche y esto se relaciona con los valores obtenidos para el porcentaje de grasa en los establos evaluados. Es importante recordar que a mayor producción de leche, existirá una menor concentración de

los componentes de la leche. También se debe tener en cuenta que la definición de sólidos totales es la suma de los cuatro componentes, lactosa, grasa, proteínas y minerales. Por lo que una disminución en alguno de estos constituyentes puede influenciar el contenido total de los sólidos.

4.3.6. Densidad (g/cm³)

La densidad promedio de la leche de los diecisiete establos evaluados fue de 1,028 g/cm³. En la Figura 15 puede observarse la distribución de los establos es poca dispersa y además presenta un valor atípico que es el establos E15 con 1,026 g/cm³ ya que esta fuera del límite inferior. El valor máximo de la densidad fue de 1,0292 g/cm³ y el mínimo de 1,026 g/cm³, los cuales se encuentran dentro del rango de 1,028 a 1,034 g/cm³ reportados por Celiz y Juárez (2009) e INDECOPI (2010).

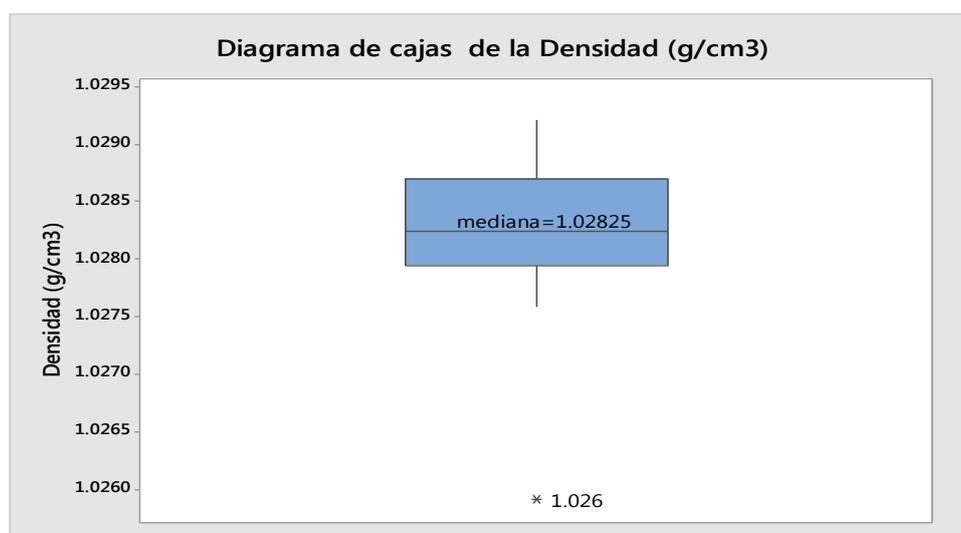


Figura 15: Densidad (g/cm³) de leche de establos evaluados

Entre los establos E10 y E12, establos E10 y E15, establos E12 y E15 se encontró una diferencia altamente significativa con respecto a la densidad ($P < 0,01$, Anexo 19). Al respecto González *et al.* (2010) mencionan que la densidad normal de la leche se encuentra entre el rango de 1,027 a 1,033 g/cm³, dentro del cual se encuentran los establos E10 y E12, mientras el establo E15 se encuentra por debajo. Este rango ocurre por la presencia de los varios

componentes de la leche diluidos o no, en el agua que constituye la leche, los cuales presentan densidades variables. Lora (2003) indica que la densidad es una medida de calidad muy importante en la leche ya que nos mide en forma presumible la posible adulteración por el agregado de agua o por la remoción del contenido graso.

En el Anexo 21 se muestran las correlaciones para la densidad, de las cuales tres correlaciones son altamente positivas y significativas con: la proteína láctea ($r=0,917$, $P<0,01$), SNG ($r=0,949$, $P<0,01$) y ST ($r=0,768$, $P<0,01$). Al respecto Revilla (2000) mencionó que hay muchos factores que afectan la densidad de la leche la cual depende del contenido de grasa y proteína, relacionándose con los valores obtenidos de grasa y proteína láctea de los establos evaluados. Así mismo, Celiz y Juárez (2009) nos indican que la densidad está correlacionado positivamente con los niveles de proteína láctea y negativamente con los niveles de grasa láctea.

4.3.7. Urea (mg/dl)

La concentración de urea promedio en la leche de los establos evaluados fue de 24,17 mg/dl. El mínimo valor de 11,21mg/dl del establo 14 y el máximo de 33,72 mg/dl del establo 5.

En la Figura 16 se puede observar que el diagrama de cajas tiene una distribución asimétrica positiva, esto significa que los datos se concentran hacia la parte inferior del gráfico, además se presenta un valor atípico que es el establo E14 que significa que este valor esta fuera del límite inferior de los establos. Al respecto González y Vásquez (2008) recomiendan niveles de urea en leche que va de 15 a 30 mg/dl, en el cual el establo E5 con 33,72 mg/dl y establo E17 con 33,07 mg/dl están por encima del límite y el establo 14 con 11,21 mg/dl se encuentra por debajo del límite indicado.

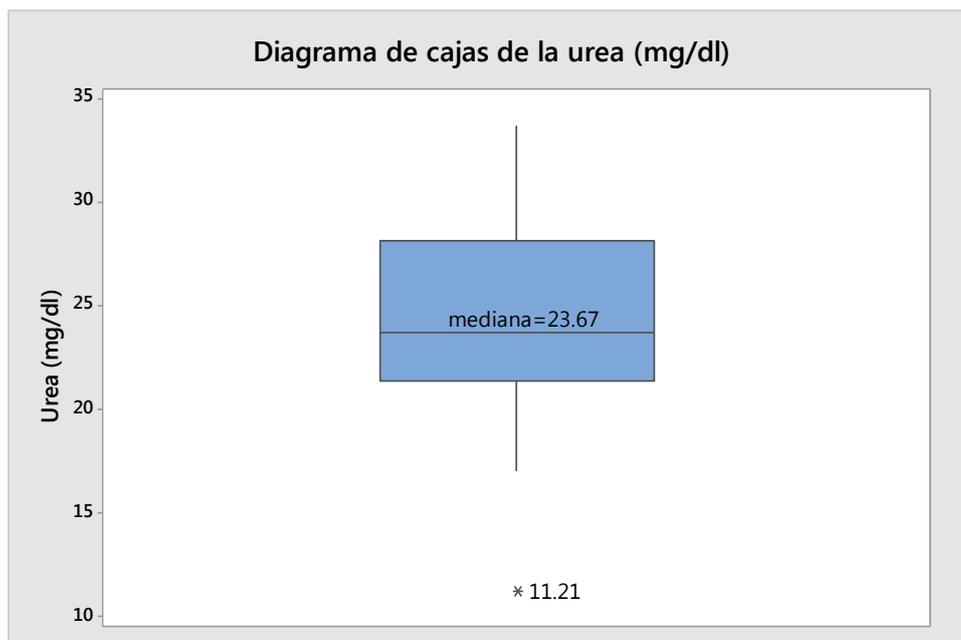


Figura 16: Porcentaje de la urea en leche de los establos evaluados

Se encontró que existe diferencia altamente significativa ($P < 0,01$, Anexo 20) entre los establos E5 y E14, establos E14 y E17. González y Vásquez (2008) en su ensayo determinaron que un nivel por debajo de 15 mg/dl se debe a un exceso de energía, falta de proteína y proteína muy indegradable. O cuando es mayor de 30 mg/dl se debe a una falta de energía, carbohidratos y exceso de proteína. Gómez (2005) y Fernández (2013), nos señalan un rango para el nitrógeno ureico en leche (NUL) de 12 a 18 mg/dl para un hato lechero; también nos indica que valores de NUL menores a 12 mg/dl se consideran bajos, lo que indicaría un bajo contenido de proteína degradable de los alimentos en comparación a la disponibilidad ruminal de energía lo que tiene como consecuencia una menor eficiencia en utilización y consumo de alimento lo que a su vez afecta producción de leche.

Los valores obtenidos de urea guardan relación con la cantidad de proteína cruda en la dieta, al respecto Acosta (2004) explica en su trabajo de determinación de la urea que dietas altas en proteína pueden elevar la concentración de urea en leche, dietas altas en energía frecuentemente disminuyen la concentración de urea en leche y esto se relaciona con los valores obtenidos para la proteína cruda y la energía neta de lactación del alimento en el presente trabajo de investigación.

Se determinó que las correlaciones existentes para la urea son muy bajas (Anexo 21), ya que son muy próximas a cero ($r=0$). Ferguson (2005) manifiesta que la variación en las concentraciones de urea en leche entre hatos y entre vacas, indica una amplia variación en la ingesta de proteína, energía y agua. Según González y Vásquez (2008) el nivel de urea en leche ha mostrado ser a la vista un buen indicador del manejo y del equilibrio de la proteína y la energía en la alimentación. También Saborío (2011) explica que la urea es comúnmente utilizada como fuente de nitrógeno no proteico, el uso de esta sustancia incrementa el nitrógeno amoniacal en el rumen, así como el paso de proteína microbio hacia el intestino delgado, la cual puede representar un aumento en la proteína láctea.

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó el estudio y en base a los resultados obtenidos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- En la alimentación de las vacas en producción de los establos evaluados se observó con mayor frecuencia el uso de los siguientes insumos : maíz amarillo duro molido (100%), subproducto de trigo (100%), torta de soya (88,24%), harina integral de soya (58,24%), pepa de algodón (52,94%), pasta de algodón (41,18%), melaza de caña (41,18%), DDGS (23,53%), harina de pescado (17,75%), maíz chala picada (94,12%), maíz panca picada (41,18%), orujo de cervecería (29,41%) y ensilado (17,65%).
- Los mayores valores promedios del consumo por animal y composición nutricional de los establos evaluados fueron: consumo por animal = 95,667 kg del establo E4, ingestión de materia seca = 31,724 kg del establo E6, PC = 4,730 kg del establo E6, FDN = 11,704 kg del establo E1, grasa = 1,336 del establo E3 y ENI = 50,023 Mcal del establo E6.
- Por otro lado, los mayores valores promedios de producción y composición química de la leche de los establos evaluados fueron: producción de leche = 45,65 kg del establo E3, grasa = 3,49% del establo E10, proteína = 3,32% del establo E10, sólidos totales = 13,385% establo E10, sólidos no grasos = 9,515% establo E10, urea = 33,72 mg/dl del establo E5, densidad = 1,02936 g/cm³.
- Se determinó las correlaciones entre: IMS y ENI ($r = 0,880$, $p < 0,01$); PC y ENI ($r = 0,861$, $p < 0,01$); PC y IMS ($r = 0,755$, $p < 0,01$); grasa cruda y PC ($r = 0,845$, $p < 0,01$); grasa cruda y ENI ($r = 0,693$, $p < 0,01$); FDN y ENI ($r = 0,874$, $p < 0,01$); FDN y IMS ($r = 0,700$, $p < 0,01$); FDN y PC ($r = 0,689$, $p < 0,01$); FDN y grasa cruda ($r = 0,536$, $p < 0,05$); consumo por animal y IMS ($r = 0,817$, $p < 0,01$); consumo por animal y ENI ($r = 0,724$,

$p < 0,05$); consumo por animal y FDN ($r = 0,650$, $p < 0,05$); grasa láctea y proteína láctea ($r = 0,605$, $p < 0,05$); grasa láctea y SNG ($r = 0,594$, $p < 0,05$); SNG y proteína láctea ($r = 0,992$, $p < 0,01$); ST y proteína láctea ($r = 0,906$, $p < 0,01$); ST y SNG ($r = 0,904$, $p < 0,01$); ST y grasa láctea ($r = 0,881$, $p < 0,05$); densidad y SNG ($r = 0,949$, $p < 0,01$); densidad y proteína láctea ($r = 0,917$, $p < 0,01$); densidad y ST ($r = 0,768$, $p < 0,01$); producción de leche y IMS ($r = 0,816$, $p < 0,01$); producción de leche y ENI ($r = 0,705$, $p < 0,01$); producción de leche y PC ($r = 0,658$, $p < 0,01$); producción de leche y grasa cruda ($r = 0,560$, $p < 0,05$); y producción de leche y FDN ($r = 0,550$, $p < 0,05$).

- No se observó correlaciones altas entre los demás componentes del alimento y componentes de la leche.

VI. RECOMENDACIONES

Al término del presente estudio y de acuerdo a los resultados se puede sugerir las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda maximizar el consumo de alimento vaca/día de (concentrado y de forraje) para las vacas en producción.
- Para un trabajo posterior se recomienda tomar en cuenta el tamaño del corte del forraje, ya que juegan un papel importante en el tenor graso de la leche.
- Se recomienda evaluar el efecto de las condiciones climáticas sobre el desempeño productivo y composición de leche de las vacas en producción.
- Para un trabajo posterior se recomienda tomar en cuenta el aporte de los microinsumos y realizar un análisis proximal del alimento suministrado a los animales en producción.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, Y. 2004. Alimentación y sólidos en leche. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay. Consultado 16/08/2016. Disponible en <http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/le/pol/2002/informe-1.pdf>.
- ACOSTA, Y., DELUCCHI, I., OLIVERA, M. y DIESTE, C. 2005. Urea en leche: Factores que la afectan. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay. Consultado 19/08/2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/56-urea_en_leche.pdf
- ALAIS, CH. 1985. Ciencia de la Leche. Principio de Técnica Lechera. Séptima Edición. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- ALMEYDA, J. 2005. Alimentación y manejo de vacunos lecheros. UNALM. Lima – Perú.
- ALVARADO, T. 1996. Evaluación de dos sistemas de pre-ordeño sobre la calidad de la leche. Tesis para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).
- AGUDELO, D. y BEDOYA, O. 2005. Composición nutricional de la leche de ganado vacuno. Revista Lasallista de Investigación, vol. 2, núm. 1, enero-junio, 2005, pp. 38-42. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia
- ALEGRE, J. 2006. La alimentación de vacunos lecheros de los pequeños ganaderos de Santo Domingo-Cañete. Trabajo monográfico para optar el título de Ing. Zootecnista. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Perú).

- ANDRESEN, H. 2009. Manual de Ganadería. Peruláctea. Consultado 09/08/2016. Disponible en <http://handresen.perulactea.com/2009/03/30/capitulo-5-nutricion-y-alimentacion-de-la-vaca/>

- AMIOT, J. 1991. Ciencia y tecnología de la leche. Primera Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

- ASOCIACIÓN NACIONAL DE PRODUCTORES DE LECHE (ANALAC). 2007. Cómo producir leche de óptima calidad. ANALAC. Editorial Produmedios. Bogotá-Colombia.

- ÁVILA, S., GUTIÉRREZ, A. 2010. Producción de leche con Ganado bovino. Segunda Edición. Editorial El Manual Moderno, México.

- BEEYER D.E., A. ROOK, J. FRANCE, M. DHANOA, y M. GILL. 1991. A Review of Empirical and Mechanistic Models of Lactational Performance by the Dairy Cow. Livest. Prod. Sci., 29, 115 – 130.

- BERTHELOT, N.1959. Repertoire de Chemie Applique 1(284). Consultado 15/06/2017. Disponible en <http://andinamedica.com.pe/wp-content/uploads/2016/08/VTK-urea-salicilato.pdf>

- CALVACHE, I. y NAVAS, A. 2012. Factores que influyen en la composición nutricional de la leche. Revista ciencia animal N°5. Universidad de La Salle. Bogotá - Colombia. Consultado 10/10/2016. Disponible en <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ca/article/view/1320/1206>

- CAMPABADAL, C.1999. Factores que afectan el contenido de sólidos en leche. Nutrición Animal Tropical, vol. 5, no 1. Consultado 10/10/2016. Disponible en dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5166258.pdf

- CASTLE, M.; WATKINS, P. 1988 “Producción Lechera Moderna, Principios y aplicaciones para estudiantes ganaderos” Editorial Acribia S.A. España.

- CELIZ, M., JUÁREZ, D. 2009. Microbiología de la leche. Seminario de procesos fundamentales físico – químicos y microbiológicos. Especialización y Maestría en medio ambiente. Laboratorio de Química F.R. Bahía Blanca. Universidad Tecnológica Nacional. Argentina

- COMERÓN E., A. ALESSO, S. VALTORTA, L. ROMERO y O. QUAINO. 2004. Instituto de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Rafaela. Argentina.

- CHAMBERLAIN, A. T. y WILKINSON, J. M. 2002. Alimentación de la Vaca Lechera. Cuarta Edición. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza – España.

- CHURCH, C. y POND, G. 1996. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de animales. Quinta Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México.

- DAVIS, L. 2008. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta producción de alta producción en EEUU. XXIV Curso de Especialización FEDNA. Madrid. España.

- DILLON, P., BERRY, D. P., EVANS, R. D., BUCKLEY, F. y HORAN, B.2006. Consequences of genetic selection for increased milk production in European seasonal pasture based systems of milk production. *Livestock Science*, 99, 141-158.

- DUKES, H. 1977. *Physiology of domestic animals*. 9 edition. Cornell University Press: Comstock.

- ENSMINGER, C. 1977. “Producción Bovina para leche”. Segunda Edición. Editorial Atenas. Argentina.

- FALDER, A. 2003. *Enciclopedia de los alimentos*. Editorial Mundi-Prensa. España.

- FENNEMA, O.R. 1982. *Introducción a la ciencia de los alimentos*. Segunda Edición. Editorial Reverté SA. Barcelona – España. 385 p.

- FERGUSON, J. D. 2005. Nitrógeno de urea en leche. Sitio argentino de producción animal. Consultado 09/11/2016. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- FERNÁNDEZ, C. E. 2013. Guía técnica: Formulación de alimentos balanceados y mejoramiento genético en ganado lechero. Agrobanco. Chiclayo-Perú. Consultado 10/10/2016. Disponible en <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-h-ganado.pdf>
- FIOL, C.2015. Composición de la leche: importancia y factores que influyen en su manipulación. Producción de Rumiantes-Facultad de veterinaria de la Universidad de la República. Uruguay. Consultado 02/10/2016. Disponible en http://www.fvet.edu.uy/sites/default/files/bovinos/composic%20leche%202015_0.pdf.
- GAGLIOSTRO, G y GAGGIOTTI, M. 2002. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. Sitio argentino de producción animal. Consultado 02/10/2016. Disponible en http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/14-avalalimentos.pdf.
- GALLARDO, M. 2006. Alimentación y composición química de la leche. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay. Consultado 09/10/2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/12-alimentacion_y_composicion_leche.pdf
- GARCÍA, A., MONTIEL, L. y BORDERAS, F. 2014. Grasa y proteína de la leche de vaca: componentes, síntesis y modificación. Universidad Autónoma Metropolitana. Departamento de Producción Agrícola y Animal. Coyoacán. México, DF.
- GASQUE, R. 2008. Glándula mamaria y secreción. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 25/08/2016. Disponible en http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/e_bovina/11GlandulaMamaria.pdf.
- GINGINS, M. 2001. Alimentación de la vaca lechera. Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto.

- Córdoba-Argentina. Consultado 16/09/2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/91-alimentacion.pdf
- GÓMEZ, C. 2005. Programas de alimentación exitosos para vacas en lactación. Experiencias prácticas. X Curso de actualización en Zootecnia. UNALM. Lima-Perú.
 - GOOGLE MAPS. 2016. Consultado 11/10/2016. Disponible en <https://www.google.com.pe/maps>
 - GONZÁLEZ, A. y VÁSQUEZ, O. 2000. El análisis de urea en leche como indicador del balance nutritivo de la alimentación de las vacas. Centro de investigaciones Agrarias de Mabegondo. La Coruña-España. Consultado 16/08/2016. Disponible en <http://www.laboratoriollamas.com.ar/articulos/bovinos/Urea%20en%20Leche%20como%20indicador%20de%20nutricion.pdf>
 - GONZÁLEZ, A. y VÁSQUEZ, O. 2008. Utilización del contenido de urea en leche en el diagnóstico de la alimentación del ganado lechero. Centro de investigaciones Agrarias de Mabegondo. La Coruña-España. Consultado 10/08/2016. Disponible en <http://ciam.gal/uploads/publicacions/951archivo.pdf>
 - GONZÁLEZ, G. 2010. Calidad de la leche cruda. Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. Consultado 12/08/2016. Disponible en https://www.uv.mx/apps/agronomia/foro_lechero/Bienvenida_files/CALIDADDELAL ECHECRUDA.pdf
 - GONZÁLEZ, H. 2002. Factores nutricionales que afectan la producción y composición de la leche. Circular de extensión. N°28 p.12-21. Universidad de Chile, Departamento de producción animal, Santiago, Chile. Consultado 10/09/2016. Disponible en https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjDufijhbnTAhXGRCYKHVmGBI8QFggpMAE&url=https%3A%2F%2Fs47003acac0f1f7a3.jimcontent.com%2Fdownload%2Fversion%2F1396877452%2Fmodule%2F9379134583%2Fname%2FINDEX.pdf&usq=AFQjCNH5XddqAKNPeiv7hVxIQ4nJ1O6Fvka&sig2=gGJWi9wS3tdLOa_e_ZMqng

- HAZARD, S. 2001. Alimentación de vacas lecheras. INIA Carillanca. Chile. Consultado 10/09/2016. Disponible en <http://infolactea.com/wp-content/uploads/2017/02/AD3.pdf>
- IMAGAWA W., YANG, J., GUZMAN, R. y NAND, S. 1994. Control of Mammary Gland Development. Ch. 56 in The Physiology of Lactation, 2nd edition, Eds. Knobil, K, Nelly, J., *et al.*, Raven Press, NY, p.1033
- INDECOPI. 2010. NTP 202.001. Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos. Lima – Perú.
- ISHLER, V.; HEINRICHS, J. y VARGA, G.1995. From feed to Milk: Understanding Rumen Function. College of Agricultural Sciences-Penn State University. Consultado 08/11/2014. Disponible en <http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrition/nutrition-and-feeding/rumen-function/from-feed-to-milk-understanding-rumen-function>
- ISIQUE, J. 2014. Nutrición y alimentación de vacunos de leche. Primera Edición. Editorial Macro EIRL. Lima-Perú.
- LAMMERS, B; HEINRICHS, A. y ISHLER. V. 2002. Uso de ración total para vacas lecheras. Universidad de Pensilvania. Costa Rica. Consultado 09/08/2016. Disponible en <http://www.das.psu.edu/teamdairy/>.
- LATRILLE, L. 1993. Producción animal. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Instituto de producción animal.
- LINN, C.1988. In: Designing Foods. Animal product options in the marketplace. National Research Council. National Academy Press. Washington DC, USA.
- LORA, M. 2003. Tecnología de Leche: Guía de Prácticas del Curso. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú
- MAGARIÑOS, H. 2000. Una Guía para la Pequeña y Mediana Empresa. EEA – Rafaela del INTA. Argentina.

- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D. y MORGAN, C. A. 2006. Nutrición Animal. Sexta Edición. Editorial Acribia, S.A. España.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R. A., GREENHALGH, J. F. D., MORGAN, C. A., SINCLAIR, L.A. y WILKINSON, R.G. 2011. Nutrición Animal. Séptima Edición. Editorial Acribia, S.A. España.
- MERCK. 1991. The Merck Veterinary manual 7th. The Merck Co. I.c. Rhaway N. Y.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN. 2017. Boletín de Producción Manufacturera: Reporte de Producción Manufacturera. Oficina de estudios económicos. Consultado 19/11/2017. Disponible en http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publif40612c96df419986_95.pdf
- MIRALLES S. 2003. Calidad de leche IV. El Poronguito. Gloria S.A N° 259.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6th Rev. Ed. National Research Council. Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Rev. Ed. National Research Council. Nat. Acad. Sci., Washington, DC.
- PALMQUIST, L.; BEAULIE, E.; BARBANO, M.1993. Feed and animal factor influencing milk fat composition. J. Dairy Sci. 76: 1753-1771.
- PÉREZ, G. 1995. Bioquímica y Microbiología de la leche. Primera Edición. Editorial Limusa. México.
- PORTER, J. 1975. Leche y productos lácteos. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- RAMÍREZ, H. 2011. Aplicación en el uso de materia seca. Lechería-forrajes-pasturas. Guanajuato-México. Consultado 15/09/2016. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/materia-seca-t3585/141-p0.htm>

- REARTE D. 1993. Alimentación y Composición de la leche en los sistemas Pastoriles. Instituto de Tecnología Agropecuaria INTA. Gráfica Lambertini, Argentina.

- REVILLA, A. 2000. Tecnología de la leche. Tercera Edición. Honduras. 396 p.

- SABORÍO, A. 2011. Factores que influyen el porcentaje de sólidos totales de la leche Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica. Disponible 16/10/2016. Consultado en http://www.cina.ucr.ac.cr/recursos/docs/Publicaciones/articulo_ecag_solidos_revista_56.pdf

- SCOPE ELECTRIC. 2007. Julie Z7 Automatic. Regensburg - Germany. Consultado 25/09/2017. Disponible en <http://www.scope-electric.com/spanish/z7.htm>

- SERVICIO OFICIAL DE PRODUCCION LECHERA. 2013. Mejores establos por productividad. Programa de mejoramiento genético. Universidad Nacional Agraria La Molina. Disponible 16/10/2016. Consultado en <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/zootecnia/pips/MejoramientoAnimal/estadisticas.htm>

- SHIMADA, A. 2009. Nutrición Animal. Segunda Edición. Editorial Trillas, S.A. México.

- VAN SOEST, P.J. 1996. Fiber Synthesis in plants: Predicting digestibility of coor silage from weather data. Proced. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. 1-9 pp.

- VARGAS, J. 1999. Elaboración de Productos Lácteos. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima – Perú.

- VEISSEYRE, R. 1980. “Lactología Técnica”. Segunda Edición. Editorial Acribia Zaragoza. España.

- WALSTRA, P.; GEURTS, T.J.; NOOMEN, A.; JELLEMA, A. y BOEKEL, M.A. 2001. Primera Edición. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia. España.

- WHEELER, BETH. 2011. Recomendaciones para la alimentación de las vacas lecheras. Guidelines for Feeding Dairy Cows. Canadá - Estados Unidos. Consultado 21/10/2016. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-ganaderia/leche/nutricion/articulos/recomendaciones-alimentacion-vacas-lecheras-t104/141-p0.htm>

- TAVERNA, M. 2007. Composición Química de la Leche producida en Argentina. Revista IDIA Año VII - Nº 9 -.Pág. 112-117. Consultado 03/08/2016. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/leche_subproductos/32-composicion_de_la_leche.pdf

- TÉLLEZ, G.1996. Sistemas de producción pecuaria. Editorial McGraw-Hill Latinoamericana, S.A. Colombia

- ZAVALA, C. 1994. Evolución de la cascara de semilla de cacao (Theobroma cacao) en remplazo del subproducto de trigo en la alimentación de vacas Holstein en lactación.

- ZEPELLI, R. 1993. Curso de producción de vacunos de leche. Programa académico de Zootecnia. Lima, Perú.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Encuesta sobre producción y alimentación de los establos

DATOS GENERALES DE PRODUCCIÓN

- 1 Raza lechera:
- 2 Número total de vacas:
- 3 Número total de vacas:
- 4 Categorías de vacas en producción:
- 5 Número de ordeños:

DATOS DE PRODUCTIVIDAD

- 6 Duración de campaña (meses):
- 7 Duración del periodo de seca (meses):
- 8 Producción promedio al inicio de la campaña (kg):
- 9 Producción promedio al pico de la campaña (kg):
- 10 Producción promedio de leche diaria (kg):
- 11 Producción promedio por campaña (kg):

CARACTERÍSTICAS DE ALIMENTACIÓN

- 12 Formula de dietas:
 - 13 Cantidad de ración por animal (kg):
 - 14 Forraje empleado:
 - 15 Cantidad de forraje por animal (kg):
-

Anexo 2: Ficha técnica del Analizador Julie Z7 Automatic

Z7 Automatic recoge a todas las innovaciones de **Scope Electric**. Es un analizador de leche de alta clase, que satisfará las exigencias incluso de los laboratorios más caprichosos.

Z7 Automatic es la joya de **Scope Electric** y estamos muy orgullosos con este instrumento. Pantalla grande que permite clara demarcación de los valores de los parámetros medidos. Mediante el teclado integrado, Vd. podrá apuntar el número del productor de leche, cuya lecha se analiza, y también los litros de leche que le entrega. Dichos valores más los valores de los parámetros medidos figurarán en la impresión de la impresora integrada en **Z7**. El menú informático detallado permite un manejo fácil y rápido del analizador de leche. **Julie Z7** tiene integrado un pH-metro profesional independiente integrado, que funciona con gran precisión e independencia del analizador de leche. Los valores que mide aparecen en la segunda pantalla gráfica.

Sistema scope, innovación de **Scope Electric**, permite iniciar automáticamente el análisis solo colocando la muestra por debajo del mecanismo de la pipeta sin presionar ningún botón más. Lleva filtros integrados, que protegen al analizador de leche y estabilizan su funcionamiento en caso de disturbios eléctricos en la tensión de alimentación. Sistema de control de la señal acústica. Posibilidad de conectividad a ordenador mediante software y cable que están incluidos en el juego.

Dispone de 3 canales de calibración que podrán ser calibrados para 3 tipos de leche a libre elección del cliente. La primera calibración está incluida en el precio del instrumento, las posteriores deberán ser pagadas aparte. Limpieza automática con concentrado **MilkoScope Flush**. Señal acústica y mensaje escrito cuando hace falta limpiarlo. Adecuado para los laboratorios de las grandes empresas de procesamiento de lecha y también para los laboratorios licenciados. Podrá utilizarse para el análisis de todos los tipos de leche animal, para la leche de soya, y también para el análisis de la leche materna.

Rango de medición:		Datos técnicos:	
Fat:	0% - 50%	Volumen de la muestra:	3-12 ml.
Protein:	0% - 15%	Velocidad de la muestra:	50 sec.
Lactose:	0% - 20%	Temperatura de la muestra:	5 - 40°C
Solids-Non-Fat (SNF):	0% - 50%	Humedad:	0 - 80% RH
Solids:	0% - 10%	Procesamiento de datos:	puerto RS 232
Density:	1000-1200 kg/m ³	Fuente de alimentación:	110/230VAC±10%,50/60Hz
Added Water:	0% - 100%	Consumo de energía:	50W
Freezing Point:	-0,400 до - 0,700°C	Dimensiones:	H=310 mm,W=270 mm,D=400 mm
Sample Temperature:	5 - 30°C	Peso:	6,5 kg
pH:	0 - 14 pH		

Precisión:			Juego:	
Fat:	±0.01%	against Rose Gottlieb	Analizador de leche	
Protein:	±0.01%	against Kjeldahl	Cable de alimentación 220V	
Lactose:	±0.01%	against Polarimetry	Cable serial a PC	1und.
Solids-Non-Fat (SNF):	±0.01%	against Drying Oven	Cable RS 232	1und.
Solids:	±0.01%	against Gravimetric	Papel térmico para la impresora integrada	1und.
Density:	±0,1 kg/m ³	against pycnometer	Vaso de Becher	1und.
Added Water:	±1%	against cryoscope	Contenedor de residuos	1und.
Freezing Point:	0,005 °C		Mangueta de recambio	1und.
pH:	±0.01% pH		Solución de limpieza	
			Sonda pH	
			Soluciones pH	
			Instrucciones	
			CD con software	

Error durante el análisis reiterado de una misma muestra: ±0.01% para todos los parámetros.

Anexo 3: Cantidad de alimento suministrado por categoría en establos evaluados

Establo	Categoría	Conc.	Chala picada	Panca	Orujo	Ensilado	Alcachofa	Total
E1	Alta	15	50	2	5			72
E1	Media	10	50		5			65
E2	Alta	15	50	2	5			72
E2	Media	10	50		5			65
E2	Baja	7	50		5			62
E3	Alta	14	36	2	8	12		72
E3	Media	10	32	2	8	12		64
E4	Alta	10					100	110
E4	Media	8					85	93
E4	Baja	4					80	84
E5	Alta	13	50					63
E5	Media	9	50					59
E5	Baja	5	50					55
E6	Alta	15	42	2	15			74
E6	Media	13	40	2	15			70
E7	Alta	10		2		45		57
E7	Media	7		2		40		49
E8	Única	11	48	0				59
E9	Alta	13	60					73
E9	Media	9	50					59
E10	Alta	12	45					57
E10	Media	8	45					53
E10	Baja	5	40					45
E11	Alta	11	50					61
E11	Media	11	50					61
E12	Alta	9	50					59
E12	Media	9	50					59
E13	Alta	15	38	2				55
E13	Media	13	37	2				53
E13	Baja	7	27	5				39

Continuación

E14	Alta	10	40		50
E14	Media	8	40		48
E14	Baja	8	40		48
E15	Alta	16	50		66
E15	Media	12	45		57
E15	Baja	8	45		53
E16	Alta	11	40		51
E16	Media	7	40		47
E17	Alta	14	40	10	64
E17	Media	10	45		55
E17	Baja	7	45		52

FUENTE: Elaboración propia

Conc.: concentrado

Anexo 4: Composición nutricional del alimento (kg) de los establos evaluados

Establo	Materia Seca (Kg)	ENL (Mcal)	Proteína Cruda (Kg)	Gras cruda (Kg)	FDN (kg)
E1	33,7258	50,3901	5,1716	1,1950	12,8402
E1	27,6850	42,0210	3,9210	0,9965	10,5677
E2	33,7185	52,9423	5,1594	1,4424	11,9116
E2	27,5246	42,3921	3,6243	1,1278	10,3119
E2	24,8251	37,0974	3,0442	0,9424	10,1237
E3	32,7891	51,5549	4,8956	1,5276	11,8350
E3	27,80039	41,9126	4,0028	1,1442	11,0268
E4	35,9283	51,9619	3,2548	0,7866	12,4657
E4	30,0927	43,3785	2,6849	0,6441	10,5260
E4	25,1713	35,2568	1,9499	0,4334	9,4143
E5	29,1862	45,5488	4,0661	1,1523	9,9152
E5	25,6058	39,3638	3,2902	0,9705	9,2944
E5	22,0254	33,1788	2,5143	0,7888	8,6735
E6	33,1012	52,3337	4,9632	1,3879	11,2621
E6	30,3462	47,7130	4,4971	1,2547	10,6682
E7	26,3987	40,3443	3,4959	1,1928	10,1158
E7	21,5847	32,3378	2,5540	0,8769	8,6544
E8	26,9146	41,6281	3,8818	1,0027	9,2935
E9	32,1578	49,8602	4,3778	1,1511	11,2805
E9	25,6247	38,1586	3,0188	0,9583	10,5019
E10	26,5134	40,7798	3,5005	1,1456	9,4430
E10	22,9406	34,8208	2,7970	0,9322	8,6646
E10	18,5060	27,8068	2,1149	0,7160	7,2910
E11	27,4061	42,2706	3,8652	1,0038	9,5427
E11	27,4257	41,9983	3,9777	1,0119	9,9183
E12	25,2695	35,9810	3,9511	0,7868	6,4756
E12	25,2690	35,7863	2,7030	0,8082	9,9466
E13	28,2925	43,1715	3,8475	1,0907	5,3224
E13	26,7783	21,1881	2,1995	0,5912	5,3299

Continuación

E13	20,0587	15,5054	1,2536	0,4976	4,8188
E14	23,0452	31,3941	2,6009	0,7148	10,0500
E14	21,2441	29,1869	2,3278	0,6617	9,3036
E14	21,2441	29,1869	2,3278	0,6617	9,3036
E15	31,7636	47,9269	4,6340	1,0883	11,1021
E15	26,7991	40,3062	3,7819	0,9132	9,5887
E15	23,1310	34,5050	2,9846	0,7773	8,7617
E16	23,9074	38,2824	3,4516	1,1636	8,5052
E16	19,8652	30,7936	2,4129	0,8597	7,5700
E17	28,4978	43,0986	4,1560	1,0556	10,2987
E17	24,5648	36,4833	3,0338	0,8576	7,3483
E17	21,9339	32,4091	2,5406	0,7519	8,5847

Anexo 5: Composición nutricional de insumos en base al NRC (2001)

Insumos	Materia Seca (%)	ENL (Mcal/Kg)	Proteína Cruda (%)	Grasa (%)	FDN (%)
Subproducto de trigo	89.5	1.67	18.5	4.5	42.5
DDGS	90.2	1.97	29.7	10	38.8
Pepa de algodón	90.1	1.94	23.5	19.3	50.3
Maíz	88.1	2.01	9.4	4.2	9.5
Gluten de maíz	89.4	1.73	23.8	3.5	35.5
Pasta de algodón	90.5	1.71	44.9	1.9	30.8
Orujo de cerveza	21.8	1.71	28.4	5.2	47.1
Torta de girasol	92.2	1.38	28.4	1.4	40.3
Torta de soya	89.1	2.13	49.9	1.6	14.9
Harina integral de soya	91	2.72	43	19	22.1
Harina de pescado	92	2.22	71.2	4.6	0
Ensilado	35.1	1.45	8.8	3.2	45
Melaza	74.3	1.76	5.8	0.2	0.4
Chala	35.1	1.45	8.8	3.2	45
Polvillo de arroz	90.6	2.05	15.5	15.2	26.1

FUENTE: NRC (2001)

ENL (energía neta de lactación), FDN (fibra de detergente neutro)

Anexo 6: Composición nutricional de insumos en base a análisis del laboratorio de evaluación de alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2006-2011)

Insumos	Materia Seca (%)	ENL (Mcal/Kg)	Proteína Cruda (%)	Grasa (%)	FDN (%)
Panca	85	1.1	5.9	1.4	75
Germen de tara	91.78	1.8	21.96	11.25	42.22
Cascarilla de arroz	92	0.18	3	0.7	80
Pancamiel	81.79	1.05	4.8	0.88	44.71
Repaso de maíz	87.26	2.130	8.150	3.830	21.06
Forraje de marigold	81.23	1.58	16	4	46.7
Alcachofa	27	1.34	6	1.1	41
Coronta	90.8	0.99	3	0.6	86.2

FUENTE: Laboratorio de Evaluación de Alimentos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (2006-2011)

ENL (energía neta de lactación), FDN (fibra de detergente neutro)

Anexo 7: Análisis de variancias del consumo por animal (kg)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	5879.424417	391.961628	9.31	<.0001	**
Error Experimental	24	1009.953333	42.081389			
Total	39	6889.377750				

Anexo 8: Análisis de variancias de la ingestión de materia seca (kg)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	376.5348827	25.1023255	1.81	0.0945	ns
Error Experimental	24	332.9231557	13.8717982			
Total	39	709.4580385				

Anexo 9: Análisis de variancias de la proteína cruda (kg)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	19.79970678	1.31998045	2.03	0.0592	n.s.
Error Experimental	24	15.61740126	0.65072505			
Total	39	35.41710804				

Anexo 10: Análisis de variancias de la fibra de detergente neutro (kg)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	104.9787887	6.9985859	5.88	<.0001	**
Error Experimental	24	28.5836326	1.1909847			
Total	39	133.5624213				

Anexo 11: Análisis de variancias de grasa cruda (Kg)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	1.56835558	0.10455704	2.89	0.0099	**
Error Experimental	24	0.86764969	0.03615207			
Total	39	2.43600527				

Anexo 12: Análisis de variancias de ENL (Mcal)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	
NS						
Tratamientos	15	1538.897057	102.593137	2.00	0.0627	n.s.
Error Experimental	24	1230.416528	51.267355			
Total	39	2769.313585				

NS: nivel de significancia

*: Significativo (P<0,05)

** : Altamente significativo (P<0,01)

Anexo 13: Producción promedio de leche y composición química de la leche de los establos evaluados

Establo	Producción promedio (kg/día)	Grasa (%)	Proteína (%)	Sólidos no grasos (%)	Sólidos Totales (%)	Densidad (g/cm3)	Urea (mg/dl)
E1	32,32	3,33	3,13	8,9	12,23	27,62	26,31
E1		3,51	3,19	9,14	12,65	28,09	21,39
E2	34,63	3,28	3,32	9,5	12,78	29,64	25,01
E2		3,42	3,15	9,05	12,47	27,81	19,39
E3	45,65	3,37	3,27	9,38	12,75	29,11	21,55
E3		3,48	3,24	9,3	12,78	28,7	22,25
E4	31,85	3,42	3,21	9,19	12,61	28,36	21,77
E4		3,48	3,23	9,26	12,74	28,58	19,9
E5	29,44	3,21	3,19	9,16	12,37	28,4	36,11
E5		3,07	3,15	9,05	12,12	28,11	31,33
E6	32,65	3,41	3,22	9,23	12,64	28,49	24,73
E6		3,64	3,23	9,27	12,91	28,46	32,12
E7	27,45	3,15	3,23	9,26	12,41	28,84	21,96
E7		3,1	3,11	8,93	12,03	27,65	17,54
E8	30,39	3,87	3,24	9,29	13,16	28,38	25,2
E8		3,83	3,19	9,15	12,98	27,86	26,36
E9	31,94	3,48	3,28	9,41	12,89	29,13	27,41
E9		3,47	3,24	9,28	12,75	28,66	24,67
E10	20,07	3,84	3,33	9,54	13,38	29,32	24,02
E10		3,9	3,31	9,49	13,39	29,09	23,32
E11	25,00	3,63	3,22	9,24	12,87	28,37	34,7
E11		3,64	3,28	9,4	13,04	28,98	26,49
E12	25,79	3,52	3,12	8,96	12,48	27,41	18,31
E12		3,61	3,16	9,07	12,68	27,75	15,79
E13	27,73	3,65	3,18	9,12	12,77	27,91	26,37
E13		3,79	3,24	9,3	13,09	28,45	29,26
E14	17,14	3,39	3,22	9,22	12,61	28,5	12,85
E14		3,51	3,14	9,02	12,53	27,64	9,57

Continuación

E15	30,91	3,18	2,92	8,43	11,61	25,68	23,97
E15		3,21	2,97	8,56	11,77	26,14	21,75
E16	17,33	3,44	3,19	9,15	12,59	28,18	22,98
E16		3,45	3,16	9,08	12,53	27,9	21,14
E17	29,08	3,75	3,4	9,54	13,29	28,00	39,94
E17		3,51	3,15	9,03	12,54	27,69	26,2

Anexo 14: Análisis de variancias de la producción de leche promedio

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	1483.896776	92.743549	Infty	<.0001	**
Error Experimental	17	0.000000	0.000000			
Total	33	1483.896776				

Anexo 15: Análisis de variancias de la proteína (%) láctea

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	0.20954706	0.01309669	3.29	0.0098	**
Error Experimental	17	0.06775000	0.00398529			
Total	33	0.27729706				

Anexo 16: Análisis de variancias de la grasa (%) láctea

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	1.50217647	0.09388603	12.83	<.0001	**
Error Experimental	17	0.12440000	0.00731765			
Total	33	1.62657647				

Anexo 17: Análisis de variancias de los sólidos no grasos (%)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	1.51227647	0.09451728	3.90	0.0041	**
Error Experimental	17	0.41250000	0.02426471			
Total	33	1.92477647				

Anexo 18: Análisis de variancias de los sólidos totales (%)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	4.69920000	0.29370000	7.18	0.0001	**
Error Experimental	17	0.69580000	0.04092941			
Total	33	5.39500000				

Anexo 19: Análisis de variancias de la densidad (g/cm3)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	0.00001778	0.00000111	4.91	0.0011	**
Error Experimental	17	0.00000384	0.00000023			
Total	33	0.00002162				

Anexo 20: Análisis de variancias de la urea (mg/dl)

Fuentes de Variación	Grados de Libertad (GL)	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F	Pvalor > F	NS
Tratamientos	16	1028.083976	64.255249	4.79	0.0013	**
Error Experimental	17	228.042200	13.414247			
Total	33	1256.126176				

NS: nivel de significancia

*: Significativo (P<0.05)

** : Altamente significativo (P<0.01)

Anexo 21: Matriz de coeficientes de correlación de los componentes nutricionales del alimento y de la leche de los establos evaluados

Parámetros nutricionales de la composición del alimento					Parámetros químicos de la composición de la leche							
IMS (kg)	ENI (Mcal)	PC (kg)	Grasa (kg)	FDN (kg)	Grasa láctea (%)	Proteína láctea (%)	SNG (%)	ST (%)	Densidad	Urea	Producción de leche (kg)	
ENI (Mcal)	0,880											
	**											
PC (kg)	0,755	0,861										
	**	**										
Grasa (kg)	0,490	0,693	0,845									
	*	**	**									
FDN (kg)	0,700	0,874	0,689	0,536								
	**	**	**	*								
Consumo (vaca/kg)	0,817	0,724	0,350	0,089	0,650	-0,110	0,111	0,106	0,004	0,174	0,057	0,582
	**	**	0,184	0,742	**	0,685	0,681	0,696	0,988	0,520	0,833	*
Grasa láctea (%)	-0,138	-0,265	-0,187	-0,203	-0,388		0,605					
	0,611	0,321	0,489	0,450	0,138		0,013					

Continuación

Proteína	0,031	0,052	-0,057	0,160	0,019	0,605						
láctea (%)	0,909	0,849	0,834	0,554	0,945	*						
SNG (%)	0,028	0,050	-0,063	0,177	0,012	0,594	0,992					
	0,919	0,855	0,817	0,511	0,965	*	**					
ST (%)	-0,057	-0,111	-0,136	-0,003	-0,199	0,881	0,906	0,904				
	0,835	0,681	0,615	0,990	0,461	**	**	**				
Densidad	0,107	0,145	0,002	0,270	0,145	0,393	0,917	0,949	0,768			
(g/cm ³)	0,693	0,592	0,994	0,312	0,592	0,132	**	**	**			
Urea	0,245	0,244	0,277	0,271	-0,096	0,126	0,254	0,222	0,198	0,123		
(gr/cm ³)	0,361	0,362	0,298	0,311	0,723	0,643	0,343	0,408	0,463	0,651		
Producción	0,816	0,705	0,658	0,560	0,550	-0,278	0,033	0,030	-0,130	0,095	0,237	
de leche	**	**	**	*	*	0,297	0,903	0,913	0,631	0,727	0,377	
(kg)												

IMS: ingestión de materia seca, PC: proteína cruda, ENL: energía neta de lactación, SNG: sólidos no grasos, ST: sólidos totales

NS: nivel de significancia

*: Significativo (P<0,05)

** : Altamente significativo (P<0,01)