



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



SUPLEMENTACIÓN ESTRATÉGICA EN VACUNOS DE LECHE
CRIADOS EN ALTURA

TESIS

PRESENTADA POR:

HECTOR RAUL CONDORI CHILE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la gran oportunidad de lograr mis objetivos, a mis padres Esteban Condori Benites y a mi madrecita Marisabel Chile Aguilar por darme la motivación constante y quienes supieron encaminarme en mi desarrollo personal y profesional.

A mis hermana Lisbeth Gregoria Condori Chile y a mi hermano Juan Fredy Condori Chile quienes me supieron brindar su apoyo incondicional y quienes supieron guiarme en el buen camino de la vida.

A todas a aquellas personas que siempre estuvieron junto a mí durante mis estudios y fueron aquellos que nunca perdieron la voluntad de apoyarme y que estuvieron junto a mí.



AGRADECIMIENTOS

A La Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y a toda su plana docente.

A MIS PADRES

Sr. Esteban Condori Benites y Sra. Marisabel Chile Aguilar agradezco por haberme guiado en buenos caminos y por haberme apoyado en mis estudios.

A MI DIRECTOR:

Mg. Sc. Diannett Benito López por haberme dedicado su tiempo, por su enseñanza y sabiduría y su gran paciencia, sus sabios consejos. Gracias estimada profesora.

A LOS DOCENTES MIEMBROS DE JURADO.

Agradecerles por la paciencia y críticas constructivas durante la ejecución del trabajo de investigación



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 10

ABSTRACT..... 11

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivos de la investigación 13

1.1.1. Objetivo general 13

1.1.2. Objetivos específicos 13

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ganado vacuno de leche..... 14

2.1.1. Ganado vacuno Brown Swiss de producción de leche 14

2.1.2. La leche 14

2.1.3. Condición corporal..... 15

2.2. Nutrición y alimentación del ganado lechero..... 15

2.2.1. Requerimientos nutricionales..... 15

2.3. Alimentación en vacunos lecheros 16

2.3.1. Pastos y forrajes 17

2.3.1.1. Pastos cultivados..... 17

2.3.1.2. Pastos naturales..... 18

2.3.1.3. Procesamiento de los pastos y forrajes 21



2.3.2. Alimentos concentrados	22
2.3.3. Sistemas de alimentación en vacunos lecheros.....	26
2.3.3.1. Sistema de Alimentación Extensivo	28
2.3.3.2. Sistemas de Alimentación Mixto.....	29
2.3.4. Suplementación.....	30
2.3.4.1. Suplementación al Pastoreo	31
2.3.4.2. Suplementación Estratégica.....	31
2.3.4.3. Suplementación con Forrajes Conservados	32
2.3.4.4. Suplementación Proteica	32
2.3.4.5. Suplementación Energética	33
2.3.4.6. Suplementación Mineral.....	34
2.4. Etapas productivas en la curva de lactación.....	35
2.4.1. Primer Tercio de la Lactancia	35
2.4.2. Segundo Tercio de la Lactancia	35
2.4.3. Tercer Tercio de la Lactancia energético-proteico	35
2.4.4. Periodo Seco	36
2.5. Evolución de los precios de leche fresca	36
2.5.1. Precio pagado a los productores de leche	37

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito Experimental.....	39
3.1.1. Localización.....	39
3.2. Material Experimental.....	39
3.2.1. Animales	39
3.2.2. Infraestructura	39
3.3. Metodología.....	39
3.3.1. Alimentación y formulación del suplemento	39



3.3.2. Determinación de la producción de leche	42
3.3.3. Determinación de la condición corporal	42
3.3.4. Análisis económico de la producción de leche	43
3.3.5. Equipos y materiales	43
3.3.6. Análisis estadístico.....	43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de leche	45
4.2. Condición corporal.....	49
4.3. Análisis económico de la producción de leche	53
V. CONCLUSIONES	56
VI. RECOMENDACIONES	57
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
ANEXOS.....	64

Área: Alimentación animal.

Tema: Suplementación alimenticia en vacas.

FECHA DE SUSTENTACION: 03 de diciembre de 2021



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización del consumo	40
Tabla 2. Suplemento.	41
Tabla 3. Producción de leche sin suplemento y con suplemento.....	45
Tabla 4. Producción de leche en las fases sin suplemento y con suplemento.	47
Tabla 5. Relación de la producción de leche antes y después de la suplementación.....	48
Tabla 6. Condición corporal y peso vivo al inicio, al inicio del concentrado y al final.	49
Tabla 7. Condición corporal sin suplementación y con suplementación.....	51
Tabla 8. Relación de la condición corporal antes y después de la suplementación.....	51
Tabla 9. Costo promedio de la suplementación diaria por vaca.	53
Tabla 10. Determinación de la retribución económica después de la suplementación,..	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Condición corporal en vacas lecheras.	42
Figura 2. Diagrama de caja de la producción de leche sin y con suplementación.....	46
Figura 3. Relación de la producción de leche sin y con suplementación.	48
Figura 4. Diagrama de caja de la condición corporal sin y con suplementación.....	50
Figura 5. Relación de la condición corporal sin y con suplementación.	52



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AGV	Ácidos Grasos Volátiles
CMS	Consumo de Materia Seca
CV	Coefficiente de variación
DE	Desviación Estándar
EE	Extracto etéreo
EM	Energía Metabolizable
FDN	Fibra Detergente Neutro
IPC	Intervalo Parto Concepción
LCG4%	Leche Corregida al 4% de Grasa
MS	Materia Seca
MV	Materia Verde
NRC	National Research Council
PC	Proteína Cruda
PV	Peso Vivo
SL	Semanas de Lactancia
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología



RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo Nieve Blanca ubicado en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar-Puno; con el objetivo de evaluar la suplementación estratégica en vacunos lecheros en altura. El grupo de estudio estuvo conformado por 10 vacas lecheras de la raza Brown Swiss en lactación. El experimento tuvo 2 etapas: en la primera estuvieron los animales al pastoreo, en la segunda etapa además del pastoreo se les suministró un suplemento en una cantidad de 3.06 kg por día preparado acorde a sus necesidades. La producción de leche se midió dos veces por día, el ordeño fue en forma manual; la condición corporal (CC) fue determinada en base a una escala de grado que va de 1 a 5; y para el análisis económico se tomó el costo de la alimentación y el precio de venta de leche. Los resultados del estudio nos muestran que la suplementación estratégica tuvo un efecto positivo ($p \leq 0.05$) sobre la producción de leche con 12,45 L versus 7,82 L sin suplementación; con respecto a la condición corporal se tuvo un aumento en 1,3 puntos del estado inicial; además, permitió obtener una utilidad bruta de S/ 12,86. Por lo que se concluye que la suplementación estratégica es beneficiosa para la mejor producción de leche.

Palabras clave: lactación, producción, leche, retribución, condición corporal



ABSTRACT

The present research work was carried out in the Nieve Blanca farm located in the district of Umachiri, province of Melgar-Puno; with the objective of evaluating strategic supplementation in dairy cows at high altitude. The study group consisted of 10 Brown Swiss dairy cows in lactation. The experiment had 2 stages: in the first stage the animals were grazing, in the second stage, in addition to grazing, they were given a supplement in an amount of 3.06 kg per day prepared according to their needs. Milk production was measured twice a day; milking was done manually; body condition (CC) was determined based on a grade scale ranging from 1 to 5; and for economic retribution, the cost of feed and the selling price of milk were used. The results of the study show us that strategic supplementation had a positive effect ($p \leq 0.05$) on milk production with 12.45 L versus 7.82 L without supplementation; with respect to body condition there was an increase of 1,3 points from the initial state; in addition, it allowed us to obtain a gross profit of S/ 12,86. Therefore, it is concluded that strategic supplementation is beneficial for better milk production.

Keywords: lactation, production, milk, remuneration, body condition



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Dentro de las principales actividades económicas a nivel nacional, están las agrícolas y ganaderas, las que generan una recaudación del 6,9 % del Producto Bruto Interno (PBI), mostrando un crecimiento desde el año 2007 al 2020 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021). Asimismo para la región Puno, las actividades agropecuarias representan el 23 % del valor agregado bruto, lo que equivale al 7% de las recaudaciones nacionales; con una población de 733 260 vacunos, de los cuales en la provincia de Melgar se tiene 162 670 cabezas de ganado, representando más del 22% de la población de ganado vacuno seguido de Azángaro (15%) y Puno (14%); además, se estima que la producción de leche es de 81 096 TM (Ministerio de Agricultura y Riego, 2020), la que se destina a la elaboración de derivados lácteos como quesos y yogures en un 43 %; y el 8 % es para consumo directo (Agencia Agraria de Noticias, 2021).

En crianzas dedicadas a la producción de leche a menor escala, prima la alimentación los pastos naturales y/o cultivados, y ocasionalmente ensilado; lo que no permite una producción adecuada y por ende no genera los recursos económicos óptimos; por ello se hace necesario implementar nuevas formas de mejorar la alimentación (Rojas, 2019); una dieta balanceada y un manejo adecuado se logra optimizar la producción y la salud del hato (Vega, 2008); siendo la suplementación estratégica una solución adecuada (Mancilla, 2002), por ser una técnica de nutrición que previamente evalúa la cantidad y calidad consumida, para poder realizar los ajustes posteriores y así cubrir los requerimientos (Peruchena, 2003).



De lo anterior, surgen cuestionamientos como ¿de qué manera se puede realizar la suplementación estratégica en vacas de producción? ¿Es posible optimizar los ingresos económicos de las familias realizando una suplementación estratégica?, por lo que la presente investigación busca proponer una estrategia de suplementación nutricional, con la finalidad de incrementar la producción de leche, mejorar la condición corporal y analizar económicamente de la producción de leche.

1.1. Objetivos de la investigación

1.1.1. Objetivo general

- Evaluar la suplementación estratégica en vacas lecheras criadas en altura.

1.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la producción de leche por efecto de la suplementación estratégica.
- Determinar la condición corporal por efecto de la suplementación estratégica.
- Realizar un análisis económico de la producción de leche por efecto de la suplementación estratégica.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Ganado vacuno de leche

El ganado vacuno ha sido seleccionado por tener la capacidad de convertir alimentos de muy baja calidad como forrajes fibrosos y sub - productos agrícolas en un alimento de calidad, como la carne y leche que contienen proteína de alto valor biológico; además es un eje principal en la economía de la población. Existen razas especializadas para producir leche como la Holstein, Brown Swiss, Yersey, Flevin (Correa et al., 2009).

2.1.1. Ganado vacuno Brown Swiss de producción de leche

Esta raza tuvo su origen en los Alpes suizos, los Brown Swiss tienen una excelente capacidad de adaptación ya sea a las altas altitudes y climas calurosos o fríos, además, puede producir grandes volúmenes de leche; su capacidad única para producir componentes altos en grasa y proteína los diferencian de otras razas lecheras (García, 2012).

La raza Brown Swiss destaca por su fortaleza y rendimiento; en el Perú es la raza más extendida, y se caracteriza por su rusticidad y gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones y sistemas de crianza, lo cual la convierte en una raza de elección preferida, es así que se estima que en nuestro país existen más de 1,5 millones de animales (Catari, 2018).

2.1.2. La leche

La leche es un líquido de composición y estructura compleja, blanca opaca de sabor suave, olor característico y con un pH a la neutralidad; la materia grasa se encuentra en emulsión, las proteínas constituyen en suspensión, mientras que



los restantes componentes (lactosa, otras sustancias nitrogenadas, minerales, etc.) están disueltos (Taverna & Coulon, 2000).

2.1.3. Condición corporal

Existen diversos métodos para evaluar la condición corporal sin embargo todos tienen un simple objetivo ver o sentir la cobertura de grasa y muscular en las diferentes partes corporales sensibles que expresan el estado nutricional del animal, con la observación y la palpación digital de la cantidad de grasa depositada en la cavidad entre la cola y la tuberosidad isquiática, en la región de la cadera y en la zona lumbar, siendo esta una herramienta que se logra con gran practica y dedicación para evaluar visualmente y con el sentido del tacto el estado corporal en el que se encuentra al vacuno (García, 2008).

2.2. Nutrición y alimentación del ganado lechero

2.2.1. Requerimientos nutricionales

Los requerimientos están en función a varios factores como son el peso corporal de los animales, de su producción de leche y de su composición; etapa como las novillas de primer y segundo parto, sus requerimientos para la energía, proteína, calcio y fosforo deberán incrementar en un 10-20%. En las vacas en pastoreo, ya sean novillas o adultas, el requerimiento de energía para mantenimiento, se deberá incrementar en un 10% cuando existe buena disponibilidad de forraje y en un 20% cuando la disponibilidad de forraje es baja (Correa et al., 2009).

Los requerimientos de nutrientes de vacas lecheras en el primer tercio de lactación, en general son altos, y con frecuencia, el animal no es capaz de cubrirlos con el consumo de materia seca en esta etapa debido a altos niveles de proteína cruda y energía



que son necesarios tanto para mantenimiento como producción de leche. En la vaca, la etapa de lactación afecta la magnitud de la respuesta en producción de leche, debido a los cambios que ocurren en el destino de la energía consumida (leche o tejido corporal), durante el progreso de la lactancia (Holmes et al., 2002).

Las vacas lecheras a inicios o a mediados de la etapa de lactación, muestran una respuesta marginal a la suplementación. Los altos niveles de suplementación con concentrados en la lactación temprana, resulta en una mejor respuesta productiva que en la lactación media o tardía, sobre cuando existe una restricción importante de forrajes de buena calidad, de ahí el utilizar vacas en el primer tercio (Osorio y Osorio, 2013).

2.3. Alimentación en vacunos lecheros

La alimentación de vacas lecheras es un factor importante para el sostenimiento de la producción de leche y el punto crítico para generar rentabilidad, pues el costo en este rubro representa entre el 50% y 60% de los ingresos por la venta (Almeyda Matías, 2012). La aplicación de técnicas biotecnológicas reproductivas ha permitido a los productores lograr mejoras sustanciales en la calidad genética de su ganado lo que requiere que la formulación de raciones es clave para que puedan soportar los altos rendimientos de producción de leche (Rojas 2019).

INTA (2016), considera como alimento forrajero al alimento encontrado en pasturas naturales y cultivados por intermediación del hombre para la alimentación animal, forrajes que se pueden clasificar como: Pasto: representan gramíneas y leguminosas. Pastura: Es la biomasa forrajera donde pastorea el ganado, puede ser natural; también pueden ser cultivados como la alfalfa. Forraje: son gramíneas o leguminosas cosechadas, sea verde, seco o procesado (heno, ensilaje, rastrojo, sacharina).



2.3.1. Pastos y forrajes

El forraje es el material vegetal fresco, seco o ensilado, que se da como alimento al ganado (pastura, heno y silaje), en estado seco los forrajes contienen más del 18 % de fibra; Muchas veces se habla de alimento fibroso como sinónimo de forraje, aunque el alimento fibroso suele ser un alimento más grueso y de mayor volumen que el forraje, también vemos los alimentos fibrosos representan el 75 % de todos los alimentos para vacas en producción de leche, la proporción entre el consumo de forrajes y el de concentrados varía mucho de acuerdo con el precio de la época y la clase de producción (Osorio, 2018).

2.3.1.1. Pastos cultivados

Los pastos cultivados en el Departamento de Puno, según Paredes (1987), menciona que este cultivo se inició desde la campaña 1975-1976, con la instalación de 500 hectáreas con semilla donada por el gobierno de Nueva Zelanda. Según reportes del MINAG-DRP hasta el año de 1999, se tenía una superficie cultivada de 5, 766 hectáreas de pastos cultivados (MINAG-OIA, 2000).

Florez (2005), manifiesta que el cultivo de forrajes anuales, como la avena y cebada han estado siempre presentes en los ecosistemas altoandinos, se cultiva en los valles interandinos y en las partes altas, generalmente cerca de las viviendas, en los corrales y dormideros. La actividad de la siembra de avena y cebada es de gran importancia en el área altoandina, generalmente el forraje se henifica, y es muy utilizado por el campesino, especialmente en la época seca, cuando escasea el forraje y es necesario proteger a las crías y animales preñados.

Ministerio de Agricultura (2005), menciona que las pasturas cultivadas son la base de la alimentación de la ganadería al pastoreo ya sea a nivel de valles interandinos o en



zonas alto andinas, además se las considera como la herramienta principal para manipular la producción en la explotación porque son la fuente de alimento más barata que existe; y al asociar gramíneas con leguminosas proveen un alimento completo y balanceado al ganado (energía y proteína).

Según Chávez (2015) los pastos cultivados son recursos muy importantes en el Perú, existen alrededor de 17`000 000 de hectáreas de pastizales naturales, lo cual representa el 19 % del territorio nacional, sin embargo, solo están rindiendo solo el 30 % de su potencial, debido a inadecuadas prácticas de manejo.

2.3.1.2. Pastos naturales.

En un trabajo de investigación para determinar el consumo de alimento mediante el uso de la fistula esofágico en vacunos Criollos al Pastoreo en Chuquibambilla, se reportó que, en la época lluviosa, la dieta consumida por los vacunos estuvo constituida por las siguientes especies: *Festuca dolichophylla* con 43%, *Muhlenbergia fastigiata* con 16%, *Calamagrostis vicunarum* con 18 %, *Carex sp.* con 6 %, *Eleocharis albitracteata* con 3% y *Alchemilla pinnata* con 4 %; con nivel de proteína de 10.3 %.

Dentro de los pastos naturales, se puede encontrar otras especies dentro otros géneros de plantas, como miski pilli (*Hipochoeris taraxacoides*), ojetilla wilalayo (*Geranium sessiliflorum* – familia Geraniaceae), cyperus (familia Ciperaceae), y juncus y scirpus (familia Juncaceae) (Choque & Astorga, 2007). En algunas áreas planas de la región del Altiplano existen bofedales que presentan normalmente humedad subterránea abundante en lugares cercanos a pequeñas lagunas, cuya diversidad botánica varía de acuerdo a su ubicación geográfica, topografía, altitud, latitud, etc., donde predominan las especies herbáceas que son



fuelle principal de alimento, especialmente para vacunos debido a la gran diversidad de especies por metro cuadrado, según la condición del pastizal (excelente, bueno, regular, pobre o muy pobre) (Choque & Astorga, 2007).

Sobre la base de las especies dominantes que dan las diferentes formaciones vegetales (Huisa, 1996), de acuerdo a los nombres utilizados se clasifican en:

- Pastizales de zonas secas (Poccoy pasto), para pastoreo durante la época de lluvias.
- Chilliguar (*Festuca dolichophylla* - *Muhlenbergia fastigiata*).
- Ichal, paja ichu (*Festuca rigida*).
- Iral, paja brava (*Festuca orthophylla*).
- Llama ichu, llapha, karwa ichu (*Calamagrostis amoena*).
- Yurak ichu (*Festuca dichoclada*).
- Qquisi, tisña (*Stipa ichu* - *Stipa obtusa*).
- Crespillo (*Calamagrostis vicunarum*).
- Koya, puna chilligua (*Festuca sp.*).
- Tolar, tola tola (*Parasthrephya* - *diplostiphyum*).
- Pastizal invadido por canlli (*Margiricarpus pinnatus* y *Margiricarpus stictus*).
- Pastizal de zona húmeda (*Chiriway pasto*), formación vegetal de las zonas húmedas para utilizar durante la época seca:
 - Chilligua ojho (*Festuca dolichophylla* – *Plantago tubulosa*).
 - Puna ojho, kunkuna (*Distichia muscoides* - *Plantago rigida*).
 - Kuli ojho, taruca pasto (*Oxychloe andina*).
 - Puna ichu (*Calamagrostis sp.*).



Dentro de las pasturas existen una asociación de especies vegetales que no han sido sembradas por el hombre, incluyen, gramíneas que aportan en general mayor parte del forraje, leguminosas y hiervas palatables; además que los pastizales naturales propios de las zonas con tres características principales: sequías estacionales, incendios y pastoreo de herbívoros grandes (Ospina, 2005).

Las asociaciones de *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Calamagrostis vicunarum* son de mayor abundancia en Melgar-Puno, mostrando un mayor porcentaje de materia seca en la etapa de formación de semilla con 75,5 % y un elevado contenido de fibra en 45,3 % al igual que en la etapa de formación de semilla esto frente a las demás especies evaluadas; en relación al contenido de proteína, se indica que para la elongación, floración y semillero se tiene valores van de 13,4%, 9,0 y 7,5 % respectivamente (Astorga, 1997).

A la evaluación de la composición química de los 5 pastos naturales dominantes se encontró que la *Festuca dolichophylla* presentó 41,56% MS, 4,05% MM, 7,41% PC, 61,13% FDN, 34,38% FDA y 95,95% MO; *Hypochoeris taraxacoides* presentó 14,89% MS, 12,53% MM, 12,62% PC, 24,9% FDN, 16,85% FDA y 87,47% MO; *Carex ecuadorica* presentó 31,22% MS, 6,95% MM, 12,43% PC, 52,43% FDN, 22,76% FDA y 93,05% MO; *Alchemilla pinnata* presentó 20,10% MS, 14,25% MM, 10,55% PC, 27,96% FDN, 19,29% FDA y 85,75% MO y *Muhlenbergia ligularis* presentó 22,11% MS, 6,80% MM, 12,02% PC, 58,99% FDN, 21,94% FDA y 93,20% MO (OSORIO ESPINOZA, 2020)



2.3.1.3. Procesamiento de los pastos y forrajes

A. Heno

El heno es un forraje seco, cuyo contenido de agua es aproximadamente 15 %. El secado puede hacerse en forma natural (exposición al sol en el suelo aireando el forraje mediante un volteo regular) o artificialmente mediante la circulación activa del aire, puede elaborarse a partir de gramíneas y leguminosas o de una combinación, Gregorio y Ruiz (2011).

La mayor producción de heno de cereales como la avena forrajera se da en la sierra comúnmente utilizada en la alimentación del ganado. La paja de arroz se da en el norte del país, en general, los cereales producen por lo menos, igual cantidad de paja que de grano. La paja de arroz contiene menos celulosa y hemicelulosa que el rastrojo de maíz y la paja de trigo, pero es alto en cenizas insolubles como la sílice. El alto contenido de sílice inhibe químicamente la digestión, motivo por el cual en la Universidad Nacional Agraria la Molina se ha investigado agregando hidróxido de sodio (NaOH) para aumentar su digestibilidad con buenos resultados. La broza o paja de leguminosas como la de frejoles, pallar, etc., tienen mayor valor nutritivo, especialmente proteínas, con 6,1% y NDT 45,2%; se debe evitar la presencia de hongos que pueden ser tóxicos para el ganado (Bargo, 2012).

B. Ensilado

El ensilaje es el método de conservación de pastos y forrajes por medio de una fermentación anaeróbica, de la masa forrajera en un depósito llamado silo, permite mantener durante periodos prolongados de tiempo, la calidad que tenía el forraje en el momento de corte; presenta un nivel de proteína comparativamente bajo (8,0 %), respecto



a la proteína del forraje verde (17 %). El valor nutritivo de un forraje ensilado nunca es mejor que el del cultivo verde (Garcés et al., 2004).

Gregorio y Ruiz (2011), mencionan que en la actualidad la técnica de preparación de ensilado depende de condiciones económicas del productor, del tamaño de hato, la especialización productiva (leche, carne, lana o fibra); existiendo herramientas que facilitan este proceso.

El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia, existen varios tipos y la escogencia del apropiado depende del tipo de explotación ganadera, recursos económicos disponibles y topografía del terreno entre otros (Garcés et al., 2004).

2.3.2. Alimentos concentrados

Usualmente “concentrado” se refiere a alimentos bajos en fibra y altos en energía. Los concentrados pueden ser altos o bajos en proteína, tienen altas palatabilidades y usualmente son comidos rápidamente. Tienen bajo volumen por unidad de peso (alta gravedad específica). No estimulan la rumia y usualmente fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen. Las vacas lecheras de alto potencial para la producción lechera también tienen altos requerimientos de energía y proteína. Considerando que las vacas pueden comer solo cierta cantidad cada día, los forrajes solos no pueden suministrar la cantidad requerida de energía y proteína. El propósito de agregar concentrados a la ración de la vaca lechera es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Se alimenta a la vaca con concentrados para que pueda usar más nutrientes y; en consecuencia, se aproxime más a su capacidad máxima de producción de leche (García y Ramos, 2011).



A. Maíz

El maíz duro *Zea mays L.* Var. Indurata Valei de la familia de las poáceas, se encuentra dentro de los cereales, aporta mayor energía por su alto contenido de almidón (70%) y grasas (40%), además de ser una fuente de ácidos grasos como el linoleico. Su contenido de proteínas es 9%, contiene aminoácidos, como lisina y triptófano y el bajo contenido de fibra cruda (2%), sumado con el alto aporte de grasas, lo convierte en un alimento muy apetecido por los animales.

B. Torta de soya

Es un subproducto que se obtiene por la extracción del aceite del grano de soya. La torta de soya es un excelente suplemento proteico para vacunos de engorde, es rico en proteína que puede variar de 43 a 46% en base fresca, pero su uso está limitado por el precio de mercado y su disponibilidad

C. Minerales y vitaminas

Son sustancias utilizadas para mejorar el valor alimenticio de los forrajes y los concentrados, entre los principales suplementos tenemos a los minerales agrupados en dos categorías, macrominerales (calcio, fósforo, sodio, magnesio, cloro, potasio y azufre) y microminerales (cobalto, yodo, hierro, selenio y zinc) requeridos en pequeñas cantidades y las vitaminas (A, D y E). Los minerales y vitaminas son necesarios para equilibrar los alimentos forrajeros y concentrados del ganado de las deficiencias que de estos nutrientes puedan existir.

D. Polvillo de arroz.

Es muy apetecido por el ganado por su aroma. Es una mezcla de la cutícula interna del arroz que se va puliendo, tiene el inconveniente de que, al contener ácidos grasos insaturados, tiende a oxidarse produciendo diarrea en los animales y disminución de su aceptabilidad. También se debe tener mucho cuidado porque



puede ser adulterado con cascara de arroz molido aumentando tremendamente el nivel de fibra (superior a 12%), es un insumo energético (1.52 y 0.99 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente) su contenido de proteína total promedio de 12%. En el concentrado se recomienda utilizar como máximo 15% si es de buena calidad (Rius et al., 2010; Brun-Lafleur et al., 2010).

E. Melaza de caña

Es una buena fuente de energía debido a su contenido de 50 a 60% de azúcares. Es altamente digestible, estimula el apetito y la degradación de la celulosa por los microorganismos del rumen. Reduce el polvo del alimento y sirve como aglutinante. Tiene alto contenido de potasio que le da propiedades laxativas. Niveles mayores a 25% en la ración, reducen la digestibilidad de la fibra y otros carbohidratos, por la predilección de las bacterias por los azúcares. Es un insumo pobre en proteína total (3%), no contiene fibra, su nivel de energía es de 1.45 y 0.90 Mcal/kg de ENm y ENg respectivamente (Kebreab et al., 2002; Munyaneza et al., 2017).

F. Afrecho de trigo

El afrecho o subproducto de trigo, está constituido por las cubiertas externas del grano y su contenido en fibra es en promedio de 12% en base seca. El valor nutritivo del subproducto de trigo se caracteriza por tener bajo contenido de fibra y de grasa. Sin embargo, su contenido de proteínas varía de 15 a 16% en base seca superior al del maíz. El contenido de energía es de 1.34 y 0.84 Mcal/kg de ENm y Eng respectivamente. En el concentrado se recomienda utilizar hasta 30% como máximo por ser laxativo. (Kebreab et al., 2002; Munyaneza et al., 2017).

G. Harina de pescado



Se obtiene principalmente de la anchoveta, eliminando la mayor parte de su contenido graso y conservando su proteína y minerales. La harina de pescado de primera contiene de 60 a 65% de proteína cruda en base fresca. Es mejor aprovechada que la harina de segunda, porque al ser desecada al vapor y no a fuego directo como las otras, hace que los aminoácidos esenciales como la lisina, el triptófano, la metionina y otros no son destruidos por el calor y por lo tanto son mejor aprovechados por el organismo mejorando la conversión alimenticia. La harina de pescado de segunda tiene de 46 - 48% de proteína en base fresca proviene de los dorsos y cabezas del pescado que se usa en conservas, al cual se le procesa en deshidratadoras como harina de pescado. Se recomienda alrededor del 12 % en una mezcla balanceada (Bargo et al., 2002).

H. Pasta de algodón

Se distinguen dos tipos de pasta de algodón de acuerdo al procesado de la pepa. La mejor procede de plantas que procesan la pepa con prensa y solventes, contiene de 34 a 38% de proteína total en base fresca, color amarillo. El segundo tipo, cuyo aceite es extraído mecánicamente, es de color marrón, fácilmente desmenuzable, tiene 30% de proteína en base fresca, de aspecto grasoso. La proteína de este insumo es de calidad satisfactoria para el ganado, es rica en fósforo (1%) y tiene solo 0,20% de calcio. Produce un ligero estreñimiento en el animal y la grasa de la carne tiende a ser dura, es común su utilización hasta 20% en las mezclas para ganado de engorde. La pasta de algodón es una de las mejores fuentes de proteína para el ganado de engorde y ovinos, siempre y cuando su precio sea asequible (Bargo et al., 2002).



I. Soya integral

La soya integral es la semilla que no ha sido procesada para la obtención de aceite y por lo tanto conserva todo su aceite. Normalmente este insumo no se usa como tal sino en la forma de torta. En circunstancias especiales se puede conseguir la soya entera, pudiéndose usarla en rumiantes, previamente tratada térmico (aproximadamente a 124 °C durante 45 minutos) para destruir los inhibidores de la tripsina y demás sustancias antinutricionales que se conocen y debe ser molida antes de su uso (Bargo et al., 2002).

J. Minerales

Los minerales son indispensables para obtener buenas ganancias de peso en los novillos. Se recomienda tenerlos siempre a disposición de los animales o sea a libre consumo (Bargo et al., 2002).

K. Vitaminas

Las vitaminas se ocupan en cantidades muy pequeñas y se encuentran en los alimentos que come el ganado, en los forrajes verdes o bien son sintetizados por los mismos animales, por lo que muy pocas veces se recomienda aplicarlas; se les pone a animales que consumen solamente forrajes secos o animales que están enfermos, convalecientes, desnutridos o durante sequías prolongadas (Bargo et al., 2002).

2.3.3. Sistemas de alimentación en vacunos lecheros

La alimentación de una vaca lechera es un factor muy importante para el sostenimiento de la producción de leche estos son nutrientes que son tomados de ración alimenticia suministrada, compuesta por lo general de forraje o pastos, concentrado y suplementos de vitamina y minerales, el sistema de alimentación



extensivo consiste en el pastoreo en praderas, siendo los pastos naturales y/o cultivos; bajo este sistema la producción es baja, se requieren grandes extensiones de terreno (Almeyda & Parreño, 2001).

La producción de leche bajo sistemas de pastoreo. La utilización de pastos para la producción animal, fundamentalmente en las especies poligástricas, ha sido y continuara siendo la forma más barata de adquisición de nutrientes para los diferentes propósitos productivos, por ser la fuente de nutrientes que mejor se adapta a las necesidades fisiológicas del vacuno tanto en climas templados como en los trópicos (Villaseca, 1998).

Tanto la producción de leche, como su composición, dependen de la oferta forrajera si la oferta no es restrictiva, una vaca Holstein (la raza especializada en producción de leche) en pastoreo puede producir más de 20 litros de leche únicamente con forraje, agua y suplementación (Kolver & Muller, 1998), sin embargo, como se describió anteriormente, para el 2015 la producción promedio de los pequeños productores los valores eran cercanos a los 9 litros por vaca al día, reflejado un problema en oferta de nutrientes de los animales (consumo de materia seca restringido).

La disponibilidad de área por animal (carga animal) y la oferta de forraje, determinan mayoritariamente la producción de leche individual y del hato. Se ha sugerido que el aumento de carga animal disminuye la producción de leche individual (MacDonald et al., 2008).

Adicionalmente, puede tener efectos positivos sobre la calidad de pasturas (disminuye el contenido de fibra y aumentando su digestibilidad) y como consecuencia, aumentar el consumo de materia seca y el flujo de nutrientes al animal (MacDonald et al., 2008) en las provincias, se observan cargas animales



altas, hay muchos animales en una área reducida, esta sobrecarga animal, sumado a un déficit en la producción forrajera hace que la oferta de forraje por animal al día (menores a 15 Kg de MS por animal por día), y por lo tanto, la producción de leche sea reducida. Se presentan bajas producción por animal y por hectárea.

Los sistemas de producción de leche tienen bases forrajeras limitadas (cantidad de leche que se produce cuando los animales consumen únicamente forraje), entre 8 a los 12 litros de leche según el tipo de sistema (Fedegán, 2015; Carulla et al., 2004). Debido a la oferta forrajera no es suficiente (a causa de factores ambientales adversos), en la mayor parte de las fincas, se incluye un suplemento para aumentar la oferta de nutrientes (Mendoza, 2011; Espinal et al., 2005). Adicionalmente, en las provincias las cosechas son de pasturas con baja calidad nutricional.

2.3.3.1. Sistema de Alimentación Extensivo

El sistema extensivo es uno de los más utilizados, por el rápido y fácil manejo de animales sin algún costo extra, los animales permanecen mucho tiempo en potreros de extensiones grandes, este sistema permite al animal poder escoger el tipo de pasto consumido además se produce un alto porcentaje de desperdicio por el pisoteo el sistema es generalmente usado con pastos naturales, existe la creencia de que, por la escasa producción y lento crecimiento de pastos no justifica el apotrera miento en canchas de pastoreo (Vásconez, 2011).

La alimentación al pastoreo representa el sistema de alimentación con menor costo para los ganaderos por ser la más barata para los ganaderos esta les proporciona nutrientes, Además, favorece el bienestar de las vacas al ofrecer una mayor libertad para sus comportamientos como la rumia, estar echadas, menor comportamiento agresivo, etc.;



En la época de lluvia en la provincia de melgar se observa una gran cantidad de lluvias y esto ayuda a la producción de los pastos y forrajes pero esta producción herbácea es estacional y la calidad nutritiva del pasto es muy variable, por tanto, es necesario complementar el consumo de pasto con raciones completas mezcladas integradas por mezcla de forrajes conservados y concentrado para aumentar la eficiencia del pastoreo y con ello, la producción (González, 2019).

2.3.3.2. Sistemas de Alimentación Mixto

Este sistema combina o mixto, una parte de la alimentación en el potrero y otra parte en el establo, se puede observar el uso de este sistema proporcionando ensilaje y un aporte de concentrado para animales en producción, pasado un tiempo prudencial se sacan las vacas a que pastoreen en los potreros.

El uso de instalaciones e infraestructuras viene hacer necesario para este sistema, la alimentación es al pastoreo en pastos cultivados bajo riego o al secano, con suministro de forrajes conservados (ensilado o heno) y concentrado comercial en pequeñas cantidades, los gastos de inversión son menores, climas variados poco control productivo y reproductivo, el uso de este sistema en altitudes variados entre 2500 a 3500 metros sobre el nivel del mar proporciona una opción para pequeños ganaderos (Zuñiga, 2018).

La actividad ganadera se desarrolla bajo un sistema extensivo y en menor escala en el sistema semi intensivo, en los últimos años diferentes instituciones han intervenido a través de proyectos, capacitando a los ganaderos con la finalidad de elevar el nivel tecnológico de la crianza de ganado vacuno (Gamarra, 2019).

Las ventajas del sistema de alimentación mixto según, Ledezma (2003) son las siguientes:

- Ganancia de peso vivo en corto tiempo en comparación con el sistema extensivo.



- Es utilizado para dar mayor valor agregado a la producción agrícola de la zona.
- Aprovechamiento más eficiente de los pastos naturales y de residuos o subproductos industriales.

Desventajas del sistema mixto:

- Necesita infraestructura y personal. Los alimentos concentrados según el contenido en volumen este alimento puede ser considerado entre baja y elevada concentración de nutrientes los alimentos no concentrados serán considerados como plantas completas heno, ensilajes, paja de cereales y pastos en general; el resto corresponde a alimentos concentrados, granos de cereales, subproductos de molinería y subproductos industriales, el alimento concentrado a pesar de su calidad nutritiva no puede conformar por sí solo raciones adecuadas para los animales (Zolezzi, 2017).

2.3.4. Suplementación

El suministro de suplemento basado en forraje debe asegurar que cada animal cubra su máximo consumo de forraje en la pradera, así como el forraje suplementario; para vacas que reciben forraje de amortiguamiento, es posible utilizar cantidades fijas de concentrados, dependerá del aporte de energía de la pradera como del forraje suplementario, así como de los requerimientos de energía de los animales en función de los rendimientos de leche. En situaciones en que no se utilicen forrajes suplementarios las vacas altas productoras sufrirán la escasez de forraje en la pradera; bajo estas circunstancias, se deberá suplementar con concentrados de acuerdo a los rendimientos individuales de leche (Osorio & Osorio, 2013).



2.3.4.1. Suplementación al Pastoreo

Para alcanzar los requerimientos de nutrientes de vacas lecheras, con alto potencial genético y aumentar el consumo de materia seca, es necesario usar suplementos adicionales a la pastura (Kolver y Muller, 1998; Bargo et al., 2003; Macdonald et al., 2002).

El tipo y cantidad de suplemento en sistemas de pastoriles, dependen de la disponibilidad de forraje por animal, la tasa de sustitución del suplemento utilizado, el nivel de producción del animal, las características propias del sistema y el ingreso económico adicional para el ganadero (Bargo, 2012; Mella, 2003).

2.3.4.2. Suplementación Estratégica

La suplementación en sistemas de producción de leche pastoriles, debe suplir los nutrientes que no aporta la pastura (las cuales dependiendo de la especie, de las condiciones ambientales, el manejo y la genética de los animales que la consuman, será insuficiente para llenar la totalidad de los requerimientos nutricionales de los mismos) y así lograr un balance nutricional, que permita soportar la producción de leche, el crecimiento, la gestación y la actividad voluntaria de los animales (Mella, 2003).

Este tipo de suplementación, que busca aportar únicamente los nutrientes limitantes, es llamada suplementación estratégica (Garmendia, 2005). En la mayor parte del país, se establece la suplementación teniendo en cuenta el contenido nutricional del suplemento y no el aporte de la pastura y el requerimiento del animal resultando en desbalances nutricionales, menor eficiencia ruminal, por lo tanto, un menor retorno económico (Danes et al., 2013).



Para aplicar el concepto de suplementación estratégica, es necesario conocer la clasificación de los diferentes tipos de suplementos que pueden ser ofrecidos al ganado lechero para suplir sus requerimientos nutricionales, cuando la pastura no lo hace en su totalidad.

2.3.4.3. Suplementación con Forrajes Conservados

Los forrajes conservados (ensilado y heno) son una alternativa económica en épocas de escasez forrajera, cuando existe una tasa de sustitución reducida, aumentando la productividad por animal y el retorno económico (Schoonhoven et al., 2005; Pérez et al., 2011).

La suplementación debe estar encaminada a aumentar el flujo de energía del animal, lo cual no se logra con la suplementación con forrajes conservados (Mella, 2003; Bargo, 2012).

2.3.4.4. Suplementación Proteica

La suplementación con recursos proteicos debe ser utilizada según las características del sistema productivo, del animal y su estado de lactancia. Cuando la concentración de proteína de la pastura es menor al 7 %, la suplementación proteica puede aumentar el consumo de materia seca y la producción de leche (Rojas, 2019). Sin embargo, cuando las pasturas tienen concentración de proteína superiores al 13%, la suplementación proteica no tiene efectos benéficos sobre la producción, al contrario, puede resultar en un balance energético negativo del animal, ya que el exceso de proteína en la dieta es excretado con un alto costo energético (Danes et al., 2013; Voltolini et al., 2008).



Para suplir el requerimiento proteico del animal, los niveles de proteína cruda en la dieta deben estar entre el 15 y 17% se ha sugerido que al aumentar este porcentaje no ay respuesta positiva sobre los parámetros productivos del hato, aunque, pueda existir un beneficio, cuando las producciones de leche superan los 30 litros por vaca/día. En este caso, algunos aminoácidos como lisina o metionina pueden ser deficientes y restringir la producción de leche (Voltolini et al., 2008; Danes et al., 2013; Pereira et al., 2009). En condiciones tropicales este factor no es importante, debido a que la energía es limitante (Danes et al., 2013).

2.3.4.5. Suplementación Energética

Para satisfacer los requerimientos energéticos del animal existen tres diferentes opciones: aumentar el consumo de materia seca, aumentar la producción de suplementos concentrados en energía en la dieta (disminuyendo el consumo de forraje o incrementar la densidad energética de los suplementos (Fernández, 2000).

El aumento de la proporción de suplementos concentrados ricos en almidones y azúcares en la dieta, puede servir cuando no hay más capacidad de consumo; ya que son rápidamente fermentados en el rumen, contribuyendo al rápido desarrollo de los microorganismos y a la producción de una mayor cantidad de ácidos grasos volátiles (AGV) que son la fuente de energía para el rumiante (Fernández, 2000).

Al aumentar la densidad de energética del suplemento, se logra un mayor contenido energético en la dieta sin modificar el consumo total de materia seca y permite un consumo constante de fibra efectiva, evitando problemas digestivos como la acidosis ruminal. A pesar de esto, aumentar el contenido energético del

suplemento conlleva a un mayor costo del mismo, por lo que debe evaluarse la respuesta productiva, antes de establecerse como estrategia de suplementación (Fernández, 2000).

2.3.4.6. Suplementación Mineral

Las pasturas no contienen un nivel suficiente de algunos macro y micro minerales para satisfacer los requerimientos del animal (Corah, 1996; McDowell, 1996). Cuando hay restricción de forraje, la suplementación mineral es necesaria para mantener el funcionamiento metabólico, la producción de leche, la salud de la ubre y pezuñas y el estatus sanitario general del animal.

Los forrajes generalmente son deficientes en algunos minerales, por lo cual es necesario suministrar mezclas minerales balanceadas. Para elaborar un suplemento mineral de buena calidad; por ejemplo, se mezcla 1 parte de premezclas mineral y 10 partes de sal común y esta mezcla se ofrece a libre consumo de ganado (Griffiths et al., 2007).

Para realizar una suplementación mineral estratégica se debe conocer: tipo y calidad de forraje (directamente relacionado con las propiedades del suelo y su programa de fertilización), temporada del año, requerimientos individuales del animal, contenido de minerales en el agua de bebida y tipo de suplemento (consumo, forma física y composición). Como en el caso de suplementación con proteína, bajo condiciones de producción inferiores a 30 litros de leche, suplir los requerimientos minerales no representa un reto y se puede mantener con facilidad el estatus productivo y reproductivo del animal (McDowell, 1996).



2.4. Etapas productivas en la curva de lactación

2.4.1. Primer Tercio de la Lactancia

Se extiende desde el momento del parto hasta los 100 días de lactancia; en este tramo en que la vaca entrega la mayor producción en litros/día. Paradójicamente, coincide con el periodo en el que, a pesar de tener sus mayores requerimientos de energía, disminuye su capacidad de consumo voluntario de materia seca (energía). Esto hace que entre en un periodo denominado balance energético negativo, en el que consume sus reservas grasas, perdiendo consecuentemente peso corporal. Este periodo también es crítico dado a que en su desarrollo se debe producir una nueva preñez que asegure, nueve meses después, un nuevo ciclo productivo (Vásquez, 2017).

2.4.2. Segundo Tercio de la Lactancia

Se extiende desde los 100 días de lactación, etapa en el cual se obtiene el 32 por ciento de producción total de leche aproximadamente. En este tercio la vaca se encuentra en estado de gestación, lo que supone que, simultáneamente, está produciendo leche y ternero. En este tercio comienza la mejora del estado corporal del animal debido a que la capacidad de consumo voluntario comienza a incrementarse junto con una disminución de los requerimientos de producción (etapa de balance energético positivo) (Vásquez, 2017).

2.4.3. Tercer Tercio de la Lactancia energético-proteico

Se extiende desde los 200 hasta los 300 días de lactación; en esta etapa la vaca se encuentra en el segundo tercio de gestación. En este tercio se obtiene aproximadamente el 23 por ciento de producción total de leche. Este es el tramo



de menor eficiencia de producción de leche en términos de volumen, a aquí se hace evidente el problema que plantea la demora en preñez de la vaca (alargamiento del IPC), ya que, si bien prolonga el ciclo productivo de leche, lo hace en el tramo de menor eficiencia. Finalmente, al aproximarse el periodo de parto, disminuye la capacidad de consumo voluntario (Vásquez, 2017).

2.4.4. Periodo Seco

Es el periodo que va desde el final de la lactancia al parto siguiente, la vaca debe secarse en el séptimo mes de gestación, lo que coincide con 10 meses de lactancia. El periodo tiene como objetivo recuperar la condición corporal, regeneración de tejidos nobles, preparar la glándula mamaria para la lactancia siguiente. En particular, las tres últimas semanas previas al parto, junto con el primer mes post-parto, integran el crítico periodo de transición (Vásquez, 2017).

2.5. Evolución de los precios de leche fresca

Durante los años 2010 al 2014, en Perú, Argentina, Uruguay y Chile se pagaron los menores precios al productor; sin embargo, a nivel del Mercosur los costos de producción de la ganadería en Perú son considerablemente menores; por lo que, en estos países el costo promedio por litro estaba por debajo de los US\$ 0,30. Además. El bajo precio en el Perú está determinado por la estructura de mercado no competitiva donde se negocia la leche fresca (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).

Entre los años 2002 al 2006 el costo promedio de leche fresca era de US\$ 245,2 por tonelada, mostrando un incremento para los años 2010 al 2014 llegando a un costo promedio de leche fresca era de US\$ 391,0 por tonelada. Sin embargo, los informes nacionales muestran que existen diferencias entre los precios entre los principales departamentos de producción; estos informes también indican que el promedio de precios



nacionales se incrementó aproximadamente en S/. 0,40 entre el 2002 al 2015 (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017; 2020).

De acuerdo a los reportes del Ministerio de Agricultura y Riego (2020), en la región Puno para el año 2019, los precios promedio en chacra de los productos pecuarios, en nuestro caso especialmente de la leche es S/ 1,26 por kg. Este dato es importante debido a que muestra que el incremento del precio ha sido muy lento, beneficiando de esta forma en mayor medida a los intermediarios, más que al productor.

2.5.1. Precio pagado a los productores de leche

Los precios en el sistema económico según Friedman (1979) cumplen tres funciones que contribuyen a la organización económica y son la de transmitir información; motivan a la creación de métodos de producción óptimos y determinan quienes serán los demandantes de la cantidad producida.

Asimismo, el precio que los agentes económicos pagarían por la leche fresca determina la cantidad a producir. Asimismo, los costos de producción deben incluir los costos de materias primas, salarios de los obreros, intereses sobre el capital, entre otros (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017); si los mercados son competitivos, el sistema de precios será una forma de manejar las transacciones financieras. Pero para ello, se tienen que cumplir las siguientes condiciones:

- Deben existir muchos productores y muchos compradores, lo que significa que las acciones individuales de los diferentes agentes económicos no afecten el precio de equilibrio.
- No debe existir limitaciones para la entrada y salida de empresas.
- No de existir diferenciación de productos (todos producen el mismo producto).



- Productores y consumidores bien informados sobre los sucesos que podrían afectar al mercado.

Otro aspecto importante que determina el precio de la leche fresca es el referido a la calidad exigida por la industria láctea, esto implica que los índices de acidez, grasa y sólidos estén entre los parámetros recomendados.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. **Ámbito Experimental**

3.1.1. **Localización**

La investigación se realizó en el fundo Nieve Blanca ubicado en el distrito de Umachiri, provincia de Melgar, región de Puno; geográficamente se encuentra en las coordenadas 13°47'37" latitud sur y 70°47'50" longitud oeste, a una altitud de 3974 m; la zona se caracteriza por presentar un clima frío templado, con una temperatura máxima de 20.4°C en el mes de Diciembre y una temperatura mínima de -18.4°C en el mes de Junio, con un promedio anual de 8°C, la humedad relativa promedio anual es de 53% (máxima 81%, mínima 18%); presentando una precipitación pluvial anual promedio de 659mm (SENAMHI, 2019).

3.2. **Material Experimental**

3.2.1. **Animales**

Los animales utilizados para la investigación fueron: 10 vacas lecheras de la raza Brown Swiss, en etapa lactación y clínicamente sanas.

3.2.2. **Infraestructura**

En cuanto a las instalaciones, los animales pernoctaron bajo cobertizos, para el suministro de alimento y el agua se le proporcionaba en el río.

3.3. **Metodología**

3.3.1. **Alimentación y formulación del suplemento**

La fase experimental tuvo una duración de 55 días, que se realizó en épocas de seca comprendido los meses agosto a octubre del 2020. La alimentación de las vacas lecheras fue evaluada en dos etapas:

Alimentación al pastoreo:

En esta etapa los animales fueron pastoreados en pasturas cuya predominancia de pastos es de: *Festuca dolichophylla*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Calamagrostis vicunarum*, considerado en condición buena de pastura (Astorga, 1997), además se les suministró ensilado antes del ordeño (mañana y tarde), en horas de la tarde de 12 a 4 pastoreaba en pastos cultivados (alfalfa).

Alimentación mixta (suplementación)

En esta etapa de alimentación mixta o suplementación estratégica, además del manejo y suministrado en la fase de pastoreo, que sirvió para estimar el consumo a las vacas y así poder formular el suplemento, para lo cual se siguió los siguientes pasos:

- Estimación del consumo de alimento bajo la fórmula de la Consejo Nacional de Investigación (NRC), en función de la cantidad de Leche Corregida al 4% de Grasa (LCG4%), el peso vivo (PV) y las semanas de lactancia (SL) (Correa, 2001) cuya fórmula es:

$$CMS_{Leche} = (0.372 \times LCG4\% + 0.0968 \times PV^{0.75} \times (1 - e^{-0.192 \times (SL + 3.67)}))$$

- Caracterización del consumo de alimento proveniente del pastoreo en pastos naturales, alfalfa, ensilado de avena, los datos fueron recogidos durante 10 días (Tabla 1).

Tabla 1. Caracterización del consumo

Caracterización del consumo	kg/MV
Consumo ensilado	17,00
Pastoreo alfalfa (4h/d)	9,77
Pastoreo pastos naturales (4 h/d)	7,33
Total	34,10

Nota. Materia Verde (MV).

- Formulación del suplemento (Tabla 2), para lo cual se tomó en cuenta la deficiencia que tenían alimentación en la fase de pastoreo (0.5 kg/d de PC y 7.93 Mcal/d EM); el suplemento estratégico fue suministrado en una cantidad de 3,06 kg/d/animal, dividido en dos horarios a las 7-8 a.m. y 4-5 p. m.; previamente a la suplementación se realizó el acostumbramiento durante 7 días.

Tabla 2. *Suplemento*

Ingredientes	%
Maíz molido	21,6
Heno de avena	45,0
Afrecho de trigo	17,6
Harina de soya integral	13,0
Carbonato de Ca	1,4
Premix	0,4
Sal	1,0
Total	100,00
<u>Contenido nutricional</u>	
EM (Mcal/kg)	2,6
PC (%)	14,6
EE (%)	3,4
FDN (%)	33,3
Ca (%)	0,8
P (%)	0,3
CNF (%)	43,3

Nota. Energía Metabolizable (EM), Proteína Cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Fibra Detergente Neutro (FDN), Carbohidratos No Fibrosos (CNF)

3.3.2. Determinación de la producción de leche

El ordeño fue en forma manual, dos veces por día, por un periodo de 55 días, con ternero en pie; la producción de leche fue medida en una jarra graduada con capacidad de 1 litro y se registraron los datos.

3.3.3. Determinación de la condición corporal

La condición corporal, fue medida a través de la evaluación visual y palpación de las apófisis espinosas, apófisis transversas, tuberosidad isquiática, punta de cadera, base de la cola del animal, en una escala de 1 a 5 (Lowman et al., 1976; Van Niekerl y Louw 1980, como se citó en Bavera y Peñafort, 2005). Los datos se obtuvieron al inicio y al final de la fase experimental.

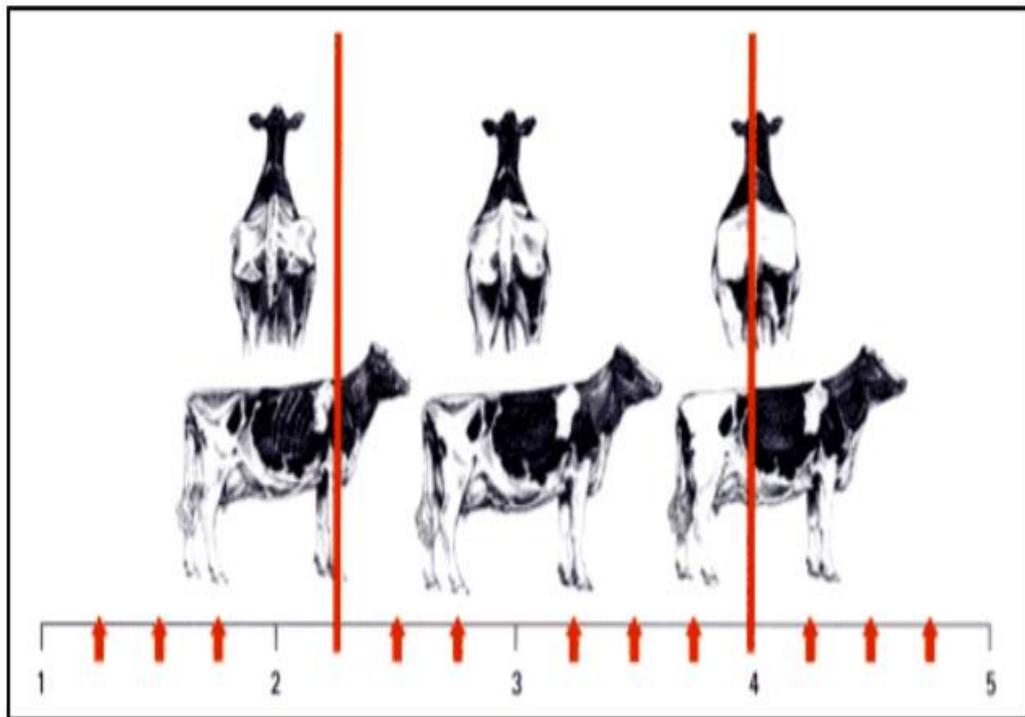


Figura 1. Condición corporal en vacas lecheras.



3.3.4. Análisis económico de la producción de leche

Para la determinación del análisis de la producción de leche, se tomó en cuenta la cantidad de leche producida, el precio en mercado de la leche que para la zona es de Umachiri fue de S/. 1.30, y el costo de alimentación.

3.3.5. Equipos y materiales

Equipos

- Balanza
- Molino picadora

Materiales de campo

- Sogas
- Cinta bovinométrica
- Carretilla o bugies
- Palas
- Escobas
- Sacos de polipropileno
- Mantas de polipropileno
- Mameluco
- Botas
- Cuaderno de campo
- Jarra graduada de capacidad de 1 L
- Baldes con medida en litros

3.3.6. Análisis estadístico

Los datos de producción de leche y condición corporal fueron analizados con el promedio (\bar{x}), desviación estándar (DE), coeficiente de variación (CV);



para realizar a comparación de las medias de la producción de leche sin y con suplementación se utilizó la prueba “t” de Student de medias relacionadas, bajo la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\bar{d}}{S_d/\sqrt{n}}$$

Donde:

t = Valor estimado de “t”.

\bar{d} = Promedio de las diferencias

S_d = Desviación estándar de las diferencias

n = Tamaño de la muestra

De manera similar, para probar si existen diferencias estadísticas entre la condición corporal antes y después de la suplementación se realizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, pues la variable es ordinal y las muestras evaluadas son relacionadas debido a que es el mismo grupo de vacas lecheras. Además, se utilizó un análisis de correlación de Pearson (valores con distribución normal) y de Spearman (Valores sin distribución normal); los análisis se realizaron con el programa IBM SPSS Statistics 22.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de leche

Los resultados de la producción de leche (L/d) en vacas sin suplementación y con suplementación criadas en altura, se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. *Producción de leche sin suplemento y con suplemento*

Tratamiento	Producción de leche (L/d)	DS	CV (%)
Sin suplementación	7,82	1,82	23
Con suplementación	12,45	2,50	20

En esta Tabla 3 se observa que la producción de leche sin suplementación fue de $7,82 \pm 1,82$ litros por día y con suplementación fue de $12,45 \pm 2,50$ litros por día, siendo estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$); esto se debe al efecto de la suplementación estratégica, pues esta mejora la eficiencia del animal, y básicamente tiene efecto sobre la fermentación ruminal dada por una mayor producción de ácidos volátiles y proteína microbiana en el rumen (Bhandari et al., 2007). Es decir que el suministro de una mejor calidad de sustrato para los microorganismos el rumen mejora el patrón de fermentación ruminal, mejorando la provisión de sustratos energéticos en el rumen, una mayor captura de amoníaco ruminal para la síntesis de proteína microbial.

Investigaciones como la de Osorio y Osorio (2013), señalan que al suministrar de 11% a 12% de proteína cruda (PC) en la suplementación, se logra diferencias significativas en la producción de leche, respecto a los que solo recibieron 10% de proteína cruda. Asimismo, Cutipa (2018) afirma que el suministro de suplementación mejora la producción de leche diaria en vacas que recibieron 50% heno de avena y 50%

de concentrado (T1) produjeron 13.52 ± 5.03 kg de leche/día, que supera al grupo del T2 9.64 ± 4.0 kg.; T3 8.537 ± 2.24 kg y 8.38 ± 3.11 kg de leche/día en el grupo control.

Por otro lado, Dávalos (2016) evaluó el rendimiento productivo en vacas lecheras Holstein, concluyendo que no existen diferencias significativas entre el tipo de suplementación que se le suministre como el concentrado comercial (S1), y las mezclas de concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz (S2), y al mezclar concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz y rastrojo de quinua (S3).

La Figura 2 muestra que, más del 50% de vacas alcanzaron mejores niveles de producción gracias a la suplementación suministrada a las vacas lecheras; además, el 25% de vacas que tenía una producción mínima sin suplementación, alcanzaron resultados mayores que el 75% de producción que tenían las vacas con mayor producción sin suplementación.

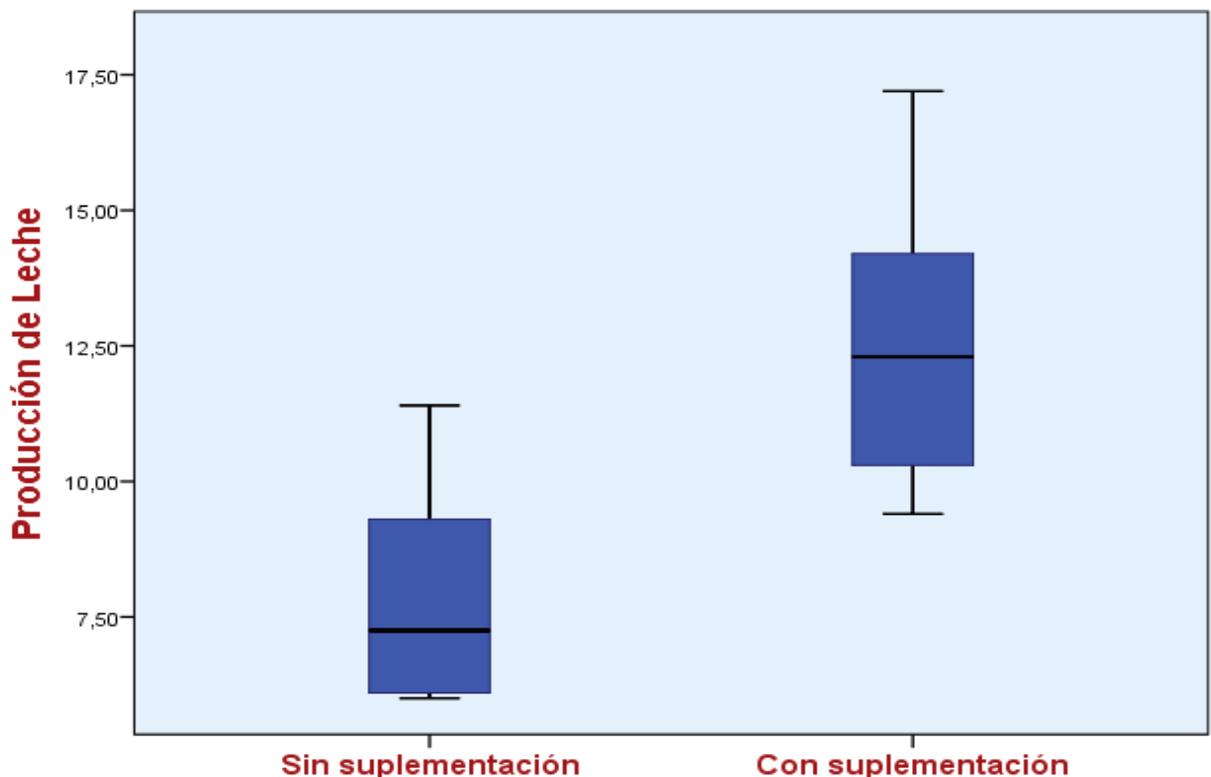


Figura 2. Diagrama de caja de la producción de leche sin y con suplementación.

Los resultados que se muestran en la Tabla 4, nos demuestran que, al suministrar el concentrado, la producción de leche se ha incrementado en todos los casos, resaltando que algunos ejemplares presentaron mejores resultados que otros. Sin embargo, los valores menores de la producción con suplementación están en los mismos valores que los resultados mayores sin suplementación, dichos resultados se muestran en la Figura 3.

Tabla 4. *Producción de leche en las fases sin suplemento y con suplemento*

Nombre	Producción de leche al inicio (L/d)	Producción de leche al inicio del concentrado (L/d)	Producción de leche al final del concentrado (L/d)
Barlee	8,5	8,6	10,5
Nadine	10,0	9,3	14,2
Pamela	9,5	11,4	17,2
Brenda	6,0	6,7	13,2
Blanca	8,0	9,5	13,9
Shomara	7,5	7,7	11,4
Churra	7,0	6,1	9,4
Susy	8,0	6,8	14,3
Velen	8,0	6,1	10,3
Valeri	6,0	6,0	10,1

En la Figura 3, se observa que el coeficiente de determinación R^2 lineal es 0,611, lo que nos indica que la producción inicial determina en un 61% la mejora que podrían alcanzar luego de aplicar la suplementación alimentaria a las vacas lecheras, existiendo otros factores que también influyen en el nivel de progreso en la producción de leche.

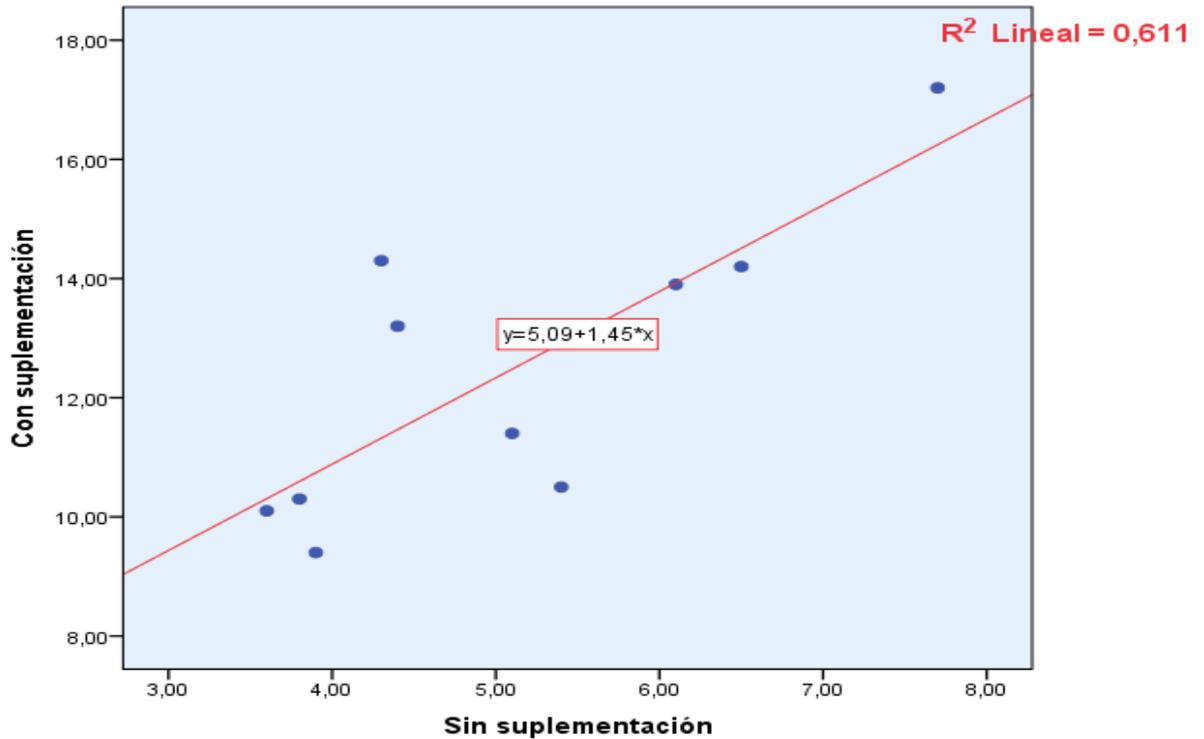


Figura 3. Relación de la producción de leche sin y con suplementación.

Considerando que, los resultados de la Tabla 5, nos indican que la correlación es significativa en el nivel de 0,05 (bilateral) podemos afirmar que las mejorías en la producción de leche dependen de manera directa con la producción que tenían antes de que se les suministre el concentrado. Pues como muestra el resultado de la prueba rho de Pearson $r = 0,759$, este valor nos indica que existe una correlación muy fuerte entre la producción de leche antes y después de la aplicación del concentrado.

Tabla 5. Relación de la producción de leche antes y después de la suplementación

		Después de la suplementación	
Rho de	Antes de la suplementación	Coefficiente de correlación	0,759*
Pearson		Sig. (bilateral)	0,011
		N	10

* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Asimismo, para establecer la relación que existe entre los resultados de la producción de leche antes y después del suministro del suplemento, realizaremos el análisis de datos mediante las pruebas de normalidad, considerando que la muestra utilizada fue de diez ejemplares, utilizamos la prueba de Shapiro – Wilk, teniendo en cuenta que, el nivel de significancia es mayor que 0,05 en ambas variables, podemos afirmar que los datos siguen una distribución normal, por consiguiente, la prueba que utilizaremos la correlación de Pearson para determinar la relación que existe entre la producción de leche antes y después de la suplementación siendo esta relación la que se muestra en la Tabla 5.

4.2. Condición corporal

La condición corporal de los animales, así como el peso vivo al inicio de la investigación, al inicio y final del suministro de concentrado, se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. *Condición corporal y peso vivo al inicio, al inicio del concentrado y al final*

Nombre	Peso al inicio	Condición corporal al inicio	Peso al inicio del concentrado	Condición corporal al inicio del concentrado	Peso al final del concentrado	Condición corporal al final
Barlee	487	3	496	3	568	4
Nadine	487	2	496	2	540	3
Pamela	420	2	420	2	438	3
Brenda	420	1	400	1	432	3
Blanca	370	2	370	2	380	3
Shomara	330	2	330	2	340	3
Churra	400	2	420	2	435	3
Susy	466	2	466	2	548	3
Velen	330	1	340	1	420	3
Valeri	370	1	370	1	420	3

Los resultados que se muestran en la Tabla 6, nos muestran que, al suministrar el concentrado, la condición corporal se ha incrementado en todos los casos, resaltando que algunos ejemplares presentaron mejores resultados que otros, es decir que se afirma que existen diferencias significativas entre las condiciones corporales antes y después de la suplementación.

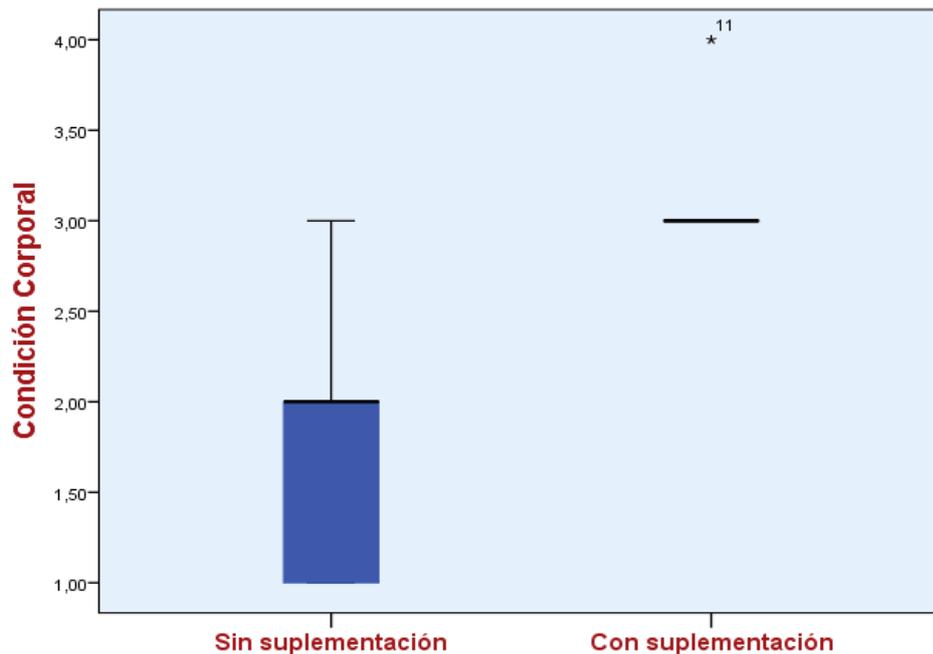


Figura 4. Diagrama de caja de la condición corporal sin y con suplementación.

La Figura 4 muestra que la condición corporal de las vacas lecheras alcanzó el valor 3 lo que muestra mejores niveles debido a la suplementación suministrada; además, se observa que una de ellas logro una condición corporal 4. Además, todas las vacas que tenían una condición 1 sin suplementación, mejoraron su condición.

En la tabla 7, se observa que la condición corporal que para el tratamiento sin suplementación fue de $1,80 \pm 0,63$ y con suplementación fue de $3,10 \pm 0,32$, lo que muestra que estadísticamente ambos grupos son diferentes, esto se debe al efecto de la suplementación, ya que esta mejora la eficiencia del animal, aumentando en 1.3 puntos de la escala versus la condición corporal de los animales sin suplementación.

Tabla 7. *Condición corporal sin suplementación y con suplementación*

Tratamiento	Peso vivo (kg)	Condición corporal	DS	CV (%)
Sin suplementación	408,00	1,80	0,63	35
Con suplementación	452,10	3,10	0,32	10

Al respecto y en contraste, Osorio y Osorio (2013) aseguran que los diferentes niveles de proteína cruda (PC) en la dieta tienen un efecto significativo en el peso de los animales, demostrando que el suplemento con 11% de PC fue estadísticamente ($P = 0.005$) superior que los que tenían 10% y 12 % de PC; sin embargo, la condición corporal de los animales no mostró que existan diferencias significativas entre los animales a diferentes niveles de suplemento. Asimismo, Dávalos (2016) evaluó la evolución de la condición corporal de las vacas lechera a diferentes tipos de suplementación, concluyendo al respecto que no existen diferencias significativas entre el tipo de suplementación que se le aplique ya sea con concentrado comercial (S1), y las mezclas de concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz (S2), y al mezclar concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz y rastrojo de quinua (S3).

Asimismo, la relación que existe entre los resultados de la condición corporal antes y después del suministro del suplemento, se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. *Relación de la condición corporal antes y después de la suplementación*

		Después de la suplementación	
Rho de	Antes de la suplementación	Coefficiente de correlación	0,598
Spearman		Sig. (bilateral)	0,068
		N	10

Considerando que, la correlación es significativa en el nivel de 0,068 (bilateral) podemos afirmar que las mejorías en la condición corporal dependen de manera directa con la que tenían antes de que se les suministre el suplemento, es decir que existe una correlación fuerte entre la condición corporal antes y después de la suplementación.

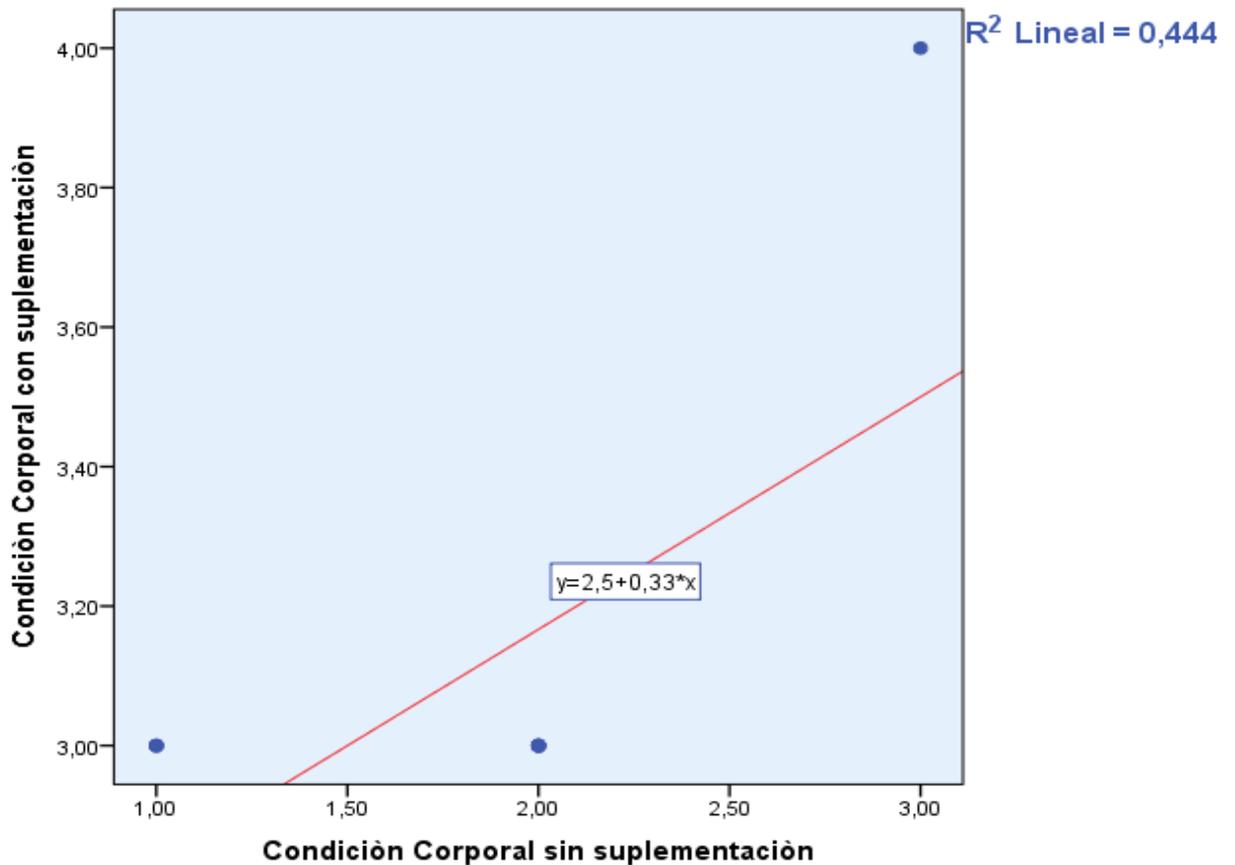


Figura 5. Relación de la condición corporal sin y con suplementación.

En la Figura 5, se observa que el coeficiente de determinación R^2 lineal es 0,444 lo que nos indica que la condición corporal inicial determina en un 44,4 % la mejora que podrían alcanzar luego de aplicar la suplementación alimentaria a las vacas lecheras, existiendo otros factores que también influyen en la condición corporal.

4.3. Análisis económico de la producción de leche

Para realizar el análisis económico de la producción de leche con respecto a la suplementación proporcionada a las vacas Brown Swiss, se consideraron los costos promedio de la alimentación por animal por día (S/. /día), el precio de la leche por litro (S/./L), asimismo, se calculó la retribución económica por animal por día (S/./ día), los cuales se muestran en la tabla 9.

Tabla 9. Costo promedio de la suplementación diaria por vaca

Insumo	Fórmula (%)	Costo S/. /kg	Cantidad de inclusión en 3,06 kg suplemento suministrado	Costo promedio diario (S/.)
Maíz molido	21,60	1,20	0,66	0,79
Heno de avena	45,00	0,70	1,38	0,96
Afrecho de trigo	17,60	1,00	0,54	0,54
Harina de soya integral	13,00	1,80	0,40	0,75
Carbonato de calcio	1,40	2,00	0,04	0,09
Premix	0,40	15,00	0,01	0,18
Sal	1,00	0,50	0,03	0,02
Total	100,00		3,06	3,33

En la tabla 9, se aprecia que los costos de la suplementación diaria por vaca, la cual fue determinada considerando el porcentaje de participación de los alimentos en la preparación del suplemento, asimismo teniendo en cuenta los precios actuales del mercado para cada uno de dichos ingredientes, finalmente como el suplemento dado a cada vaca era de 3,06 kg de ración de suplemento, se multiplicó el costo unitario por

porcentaje de uso por esta cantidad, obteniendo un costo promedio de suplemento diario por vaca de S/. 3,33.

De la misma forma, realizamos la determinación de la retribución económica después de la suplementación, calculando el ingreso promedio diario por litro teniendo en cuenta la producción de leche promedio por vaca, para luego restarle el costo de suplementación promedio diaria, cuyos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. *Determinación de la retribución económica después de la suplementación,*

Promedio de producción de leche	Precio de venta por litro (S/.)	Precio de venta total (S/.)	Costo promedio de suplementación diaria (S/.)	Retribución económica/vaca (S/.)
12,45	1,30	16,19	3,30	12,89
7,82	1,30	10,67	0	10,67

En la tabla 10, se observa que, el valor promedio de la producción de leche luego de la suplementación fue de 12,45 L/d y considerando el precio actual del valor de venta de la leche (S/. 1,30); el ingreso bruto diario es de S/. 16,19 por vaca, Obteniendo una retribución económica bruta promedio diaria de S/. 12,89 por vaca, esto es teniendo en cuenta solo los costos de la suplementación y los ingresos promedio por litro de leche, lo cual demuestra que los beneficios económicos al realizar una adecuada suplementación estratégica se optimizan. Al respecto, los reportes del Ministerio de Agricultura y Riego (2020), en la región Puno para el año 2019, estimaban que los precios promedio en chacra de la leche era S/. 1,26 por kg, por lo que para el presente estudio se consideró el precio del mercado en Umachiri que es algo superior, debido a que por el incremento paulatino del precio de la leche el valor de S/. 1,30 es confiable y no muy diferente a la considerada en dicho informe, Este dato es importante debido a que muestra que el incremento del



precio ha sido muy lento, beneficiando de esta forma en mayor medida a los intermediarios, más que al productor.

Los costos de la suplementación diaria por vaca son de S/. 3,33, considerando el porcentaje de participación de cada ingrediente. De manera similar, Mestas (2018) afirma que los costos del concentrado para realizar la alimentación de un ganado vacuno esta valorizado en S/. 1,15 por kg, si consideramos los 3,06kg que se utilizó en nuestro estudio, obtuvo que el costo en suplementación sería de S/. 3,52. Por otro lado, Dávalos (2016) manifiesta que los costos por tratamiento varían dependiendo a la participación de los ingredientes para la suplementación, demostrando una disminución sustancial en los costos de concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz (S2), y al mezclar concentrado comercial con ensilaje de calcha de maíz y rastrojo de quinua (S3), frente a la suplementación con concentrado comercial (S1) sin afectar el desempeño productivo. Sin embargo, otro factor fundamental para determina el precio de la leche es la calidad exigida por la industria láctea, esto implica que los índices de acidez, grasa y sólidos estén entre los parámetros recomendados, (Ministerio de Agricultura y Riego, 2017).



V. CONCLUSIONES

La suplementación estratégica tuvo un efecto positivo en las vacas lecheras criadas en altura con una producción de 12,45 L versus 7,82 L sin suplementación.

La condición corporal de las vacas mejoró en un 60 % aproximadamente, siendo 3,1 con suplementación y 1,8 sin suplementación.

La suplementación estratégica permitió obtener una utilidad bruta de S/. 12,86 versus S/. 10,67 sin suplementación.



VI. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones similares por época del año.

Realizar el estudio de la calidad de la leche (porcentaje de proteína, porcentaje de grasa, entre otros).

Realizar pruebas de consumo de alimento, para que los datos sean más precisos.

Realizar una retribución económica en contraste con la producción de quesos y yogures.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Agraria de Noticias. (19 de abril de 2021). *Del total de la producción nacional de leche, el 43% se destina para la elaboración de derivados lácteos, principalmente quesos*. Obtenido de agraria.pe: <https://agraria.pe/noticias/del-total-de-la-produccion-nacional-de-leche-el-43-se-destin-24157>
- Almeyda Matías, J. (2012). *Manual técnico "Producción de ganado vacuno lechero en sierra"*. Lima: OAEPS - UNALM. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-d-ganado.pdf>
- Almeyda, M. J., & Parreño, R. A. (2001). Alimentación y manejo de vacunos. *Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima. Peru.*
- Argote, G., & Halanoca, M. (2007). Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano de Puno. En *XX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal – ALPA*. Cusco, Perú.
- Astorga, J. (1997). Cambios estacionales en la disponibilidad y calidad forrajera de pastizales altoandinos. 92-101.
- Bargo, F. (2012). Suplementación en pastoreo: conclusiones sobre las últimas experiencias en el mundo. *Saudi Med J.*, 33, 3-8. doi:doi:10.1073/pnas.0703993104
- Bargo, F., Muller, L. D., Kolver, E., & Delahoy, J. E. (2003). Invited Review: 985 production and digestión of suplemented dairy cowa on pasture. *J. Dairy Sci*(86), 1-42.
- Bargo, F., Muller, L., Varga, G., Delahoy, J., & Cassidy, T. (2002). Ruminial digestion and fermentation of high-producing dairy cows with three different feeding systems combining pasture and total mixed rations. *J. Dairy Sci.*(85), 2964-2973.
- Bavera, G. A., & Peñafort, C. (2005). Condición corporal (CC). *Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC*, 1-13. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf
- Bhandari, S. K., Ominski, k. H., Wittenberg, K. M., & Plaizier, J. C. (2007). Effects of chop length of alfalfa and corn silage on milk production and rumen fermentation of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 90, 2355-2366.



- Brun-Lafleur, L., Delaby, L., Husson, F., & Faverdin, P. (2010). Predicting energy x protein interaction on milk yield and milk composition in dairy cows. *J Dairy Sci*(93), 4128-4143. doi:doi: 10.3168/jds.2009-2669
- Carulla, J., Cárdenas, E., Sánchez, N., & Riveros, C. (2004). Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. *Seminario Nacional de lechería especializada: "Bases Nutricionales y su impacto en la Productividad" Eventos y Asesorías Agropecuarias EU (ed). Medellín, Septiembre 1 y 2*, 21-38.
- Catari Macedo, Y. (2018). Eficiencia biológica lechera de vacas Brown Swiss a la primera lactación del CIP Chuquibambilla, años 2010 - 2016. *Tesis de titulación, Universidad Nacional del Altiplano Puno*. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/12073/Catari_Macedo_Y_uhel.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Corah, L. (1996). Trace mineral requirements of grazing cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*
- Correa Cardona, H. J. (2001). El modelo NRC 2001. *Sección de Nutrición Animal, Universidad Nacional de Colombia*, 1-21. Obtenido de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Modelo_NRC_2001.pdf
- Correa, H., Pabón, M., & Carulla, J. (2009). Estimación del consumo de materia 1115 seca en vacas Holstein bajo pastoreo en el trópico alto de Antioquia. *Liv. Res. 1116 Rural Dev.*, 21(4), 59. Recuperado el 09 de noviembre de 2013, de <http://www.lrrd.org/lrrd21/4/corr21059.htm>
- Cutipa Quilca, Y. V. (2018). Efecto de la suplementación en vacas lecheras Brown Swiss durante la época seca en Larimayo - Puno. *Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional del Altiplano Puno*. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9161/Cutipa_Quilca_Yas_hmeny_Valentina.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Danes, M., Chagas, L., Pedroso, M., & Santos, F. (2013). Effect of protein supplementation on milk production and metabolism of dairy cows grazing tropical grass. *J. Dairy Sci*(96), 407-419. doi:doi:10.3168/jds.2012-5607
- Dávalos Merino, G. (2016). Aplicación de diferentes estrategias de suplementación alimenticia sobre el desempeño productivo en vacas lecheras Holstein bajo pastoreo rotativo. *Trabajo de investigación, Universidad Técnica de Ambato Ecuador*. Obtenido de



- <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24014/1/Tesis%2064%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20428.pdf>
- Espinal, G., Martínez, H., & Peña, Y. (2005). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural Observatorio Agrocadenas Colombia documento de trabajo No. 61. *Min. Agric. y Desarro. Rural. Obs. Agrocadenas Colomb.*(40).
- Fedegán. (2015). En 2018, Una vaca de 500 kilos necesita 70 kilos de pasto para producir 15 litros de leche. *Revista contexto ganadero, Bogotá*. Obtenido de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/una-vaca-de-500-kilosnecesita-70-kilos-de-pasto-para-producir-15-litros-de>
- Fernández, J. (2000). Grasa sobrepasante del rumen para dietas de vacas 1022 lecheras: cuándo emplear cuál tipo. *Alimentos balanceados para animales, Julio-Agosto*, 18-21.
- García Flores, R. A., & Ramos Sosa, R. A. (2011). Alimentación de vacas lecheras con dietas basadas en ensilado elaborado con mezcla de canavalia (Canavalia ensiformis) y sorgo (*Sorghum bicolor*) y su efecto en la producción, eficiencia en el uso de nutrientes y rentabilidad. *Tesis de Licenciatura, Universidad de El Salvador*. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/983/1/13101238.pdf>
- García Salas, M. E. (2012). Guía técnica "Mejoramiento genético para engorde de ganado vacuno". *Documento PDF en línea*. Obtenido de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-a-ganado.pdf>
- Garmendia, J. (2005). Suplementacion estrategica de vacas de doble proposito alrededor del parto. *Semin. Pastos Y Forrajes*, 1-18.
- Griffiths, L., Loeffler, S., Socha, M., Tomlinson, D., & Johnson, A. (2007). Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Anim. Feed Sci. Technol.*(137), 69–83. doi:doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.10.006
- Holmes, C. W., Brookes, I. M., Garrick, D., Mackenzie D., D., Parkinson, T., & Wilson, G. (2002). *Milk production from pasture. Principles and practices*. New Zealand: Massey University.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *PBI de las Actividades Económicas, por años*. Obtenido de INEI. Economía: <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>



- Kebreab, E., France, J., Mills, J. A., Allison, R., & Dijkstra, J. (2002). A dynamic model 1030 of N metabolism in the lactating dairy cow and an assessment of impact of N 1031 excretion on the environment. *J. Anim Sci*(80), 248-259. doi:doi:10.2527/2002.801248
- Kolver, E., & Muller, L. (1998). Performance and nutrient intake of high producing Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. *J. Dairy Sci*, 81, 1403–1411. doi:doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75704-2
- Macdonald, K., Penno, J., Lancaster, J., Roche, J., White, S., Benson, G., . . . Waggoner, J. (2002). Milk production and economic measures in confinement or pasture systems using seasonally calved Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.*, 46, 81-87. doi:doi:10.2307/4002452
- MacDonald, K., Penno, J., Lancaster, S., & Roche, J. (2008). Effect of stocking rate on pasture production, milk production, and reproduction of dairy cows in pasture-based systems. *J. Dairy Sci*, 91, 2151–2163. doi:doi:10.3168/jds.2007-0630
- Mamani Quispe, E. C. (2021). Determinación de ganancia de peso, condición corporal y espesor de grasa dorsal en toretes criollos por el color de pelaje alimentados bajo un sistema mixto en altura. *Tesis, Universidad Nacional del Altiplano Puno*. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15829/Mamani_Quispe_Elvio_Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Mancilla, L. E. (2002). *Suplementación estratégica de los bovinos a pastoreo*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal : https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/51-suplementacion_estrategica_de_los_bovinos_a_pastoreo.pdf
- McDowell, L. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. *Anim. Feed Sci. Technol*(60), 247–271. doi:doi:10.1016/0377-8401(96)00983-2
- Mella Fuentes, C. (2003). Suplementacion de vacas lecheras de alta produccion a pastoreo II.
- Mendoza, C. A. (2011). Efecto de la variación diaria en la oferta de forraje sobre el desempeño productivo de vacas lecheras en pastoreo. *Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia*.
- Mestas Charca, D. (2018). Costos en la crianza de ganado vacuno y la fijacion de precios en la Empresa “Sicuaní Dairy E.I.R.L.” Arequipa periodo 2016. *Tesis de Licenciatura, Universidad Andina del Cusco*. Obtenido de



- http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/1998/1/Deydania_Tesis_bachiller_2018.pdf
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). *Estudio de la ganadería lechera en el Perú. Análisis de su estructura, dinámica y propuestas de desarrollo* (1ra. ed.). Lima: Gráfica Andina Perú S.A.C. Obtenido de <https://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2018?download=13414:ganaderia-lechera-en-el-peru-2017>
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2020). *Síntesis agraria*. Obtenido de Dirección Estadística Agraria e Informática: https://www.agropuno.gob.pe/files/estadistica/sintesis/Sintesis_agrario_01_2020.pdf
- Munyanza, N., Niyukuri, J., & El Hachimi, Y. (2017). Milk urea nitrogen as an indicator of nitrogen metabolism efficiency in dairy cows: a review. *Theriogenology*(7), 145-159. doi:doi:10.5958/2277-3371.2017.00032.8
- OSORIO ESPINOZA, S. B. (2020). Determinación de la composición química de los pastos naturales dominantes durante la época lluviosa en el predio ranramoccolachoc. *para optar el título profesional de ingeniero zootecnista Repositorio Universidad Nacional de Huancavelica*.
- Osorio Gonzáles, A. (2018). Composición botánica de la dieta de bovinos leche en pastoreo, en Zacazonapan, México. *Tesis de Titulación, Universidad Autónoma del Estado de México*. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95082/Tesis%20Andres%20Osorio%20Gonzalez%20Julio%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Osorio González, S., & Osorio Gonzáles, E. W. (2013). Respuesta productiva y económica a la suplementación de vacas en lactación en Zacazonapan, Estado de México. *Tesis de titulación, Universidad Autónoma del Estado de México*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/55533071.pdf>
- Pereira, F., Saturnino, H., Saliba, E., Gonçalves, L., Reis, R., Miranda, P., . . . Caldeira, P. (2009). Teores de proteína para vacas lactantes em pastejo de capim-elefante. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.*, 61, 1139-1147. Obtenido de doi:10.1590/S0102-09352009000500017
- Pérez, L., Peyraud, J., & Delagarde, R. (2011). Substitution rate and milk yield response to corn silage supplementation of late-lactation dairy cows grazing low mass



- pastures at 2 daily allowances in autumn. *J. Dairy Sci*(94), 3592–3604. doi:doi:10.3168/jds.2011-4216
- Peruchena, C. O. (2003). *Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción Animal: https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/107-en_sistemas_pastoriles.pdf
- Rius, A. G., McGilliard, M. L., Umberger, C. A., & Hanigan, M. D. (2010). Interactions of energy and predicted metabolizable protein in determining nitrogen efficiency in the lactating dairy cow. *J Dairy Sci*(93), 2034-2043. doi:doi:10.3168/jds.2008-1777
- Rojas Alvarado, J. C. (2019). Suplementación estratégica para vacas lecheras de pequeños productores en la provincia de Ubaté. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia*.
- Schoonhoven, D., Holmann, F., Argel, P., Pérez, E., & Cháves, J. (2005). Costos y Beneficios de Suministrar Heno y Ensilaje durante la Epoca Seca en Honduras y Costa Rica Resumen. *Cent. Int. Agric. Trop*.
- Taverna, M., & Coulon, J. (2000). *Calidad de la leche y de los quesos*. Editorial INTAPRDAN.
- Vásquez Requena, A. G. (2017). Curva de lactación en ganado bovino lechero con modelos no lineales en un establo del Valle de Huaura. *Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina*. Obtenido de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2817/L01-V387-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vega Q., J. J. (2008). Entrevista del 06/09/2008 en el Diario Los Andes. Obtenido de <http://www.losandes.com.pe>
- Villaseca Camino, A. F. (1998). Efecto de la suplementación energética en producción de leche y eficiencia reproductiva en vacas de doble propósito. *Proyecto Especial de Licenciatura*. Obtenido de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2628/1/CPA-1998-T109.pdf>
- Voltolini, T., Santos, F., Martinez, J., Imaizumi, H., Pires, A., & Penati, M. (2008). Metabolizable protein supply according to the nrc (2001) for dairy cows grazing elephant grass. *Sci. Agric.*(65), 130–138. doi:doi:10.1590/S0103-107790162008000200004



ANEXOS

A, Registro de producción de leche sin suplementación,

FECHA	Lunes 27/07/20		Martes 28/07/20		Miércoles 29/07/20		Jueves 30/07/20		Viernes 31/07/20		Sábado 01/08/20		Domingo 02/08/20	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
barlee	5,5	3,0	5,5	3,0	5,0	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,0	5,0	3,0
nadine	7,0	3,0	7,5	3,5	7,5	3,5	7,0	3,0	7,5	3,0	6,5	3,0	6,5	2,0
pamela	6,5	3,0	6,5	3,0	7,5	4,0	8,0	4,0	8,5	4,0	8,0	3,5	7,5	4,0
brenda	4,0	2,0	4,0	2,5	3,5	3,0	4,5	3,0	3,5	3,0	4,0	2,5	4,0	2,0
blanca	5,5	2,5	5,5	3,5	6,0	3,0	6,5	3,0	5,5	4,0	6,0	4,0	5,0	4,0
shomara	5,0	2,5	5,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,5	5,0	3,0	4,5	2,5	4,5	2,0
churra	4,0	3,0	4,5	2,5	4,0	3,0	4,5	3,0	3,5	3,0	3,5	2,0	3,5	1,0
susy	5,0	3,0	4,5	2,5	4,5	2,0	5,0	3,5	5,0	3,0	4,0	2,5	5,0	2,0
velen	5,5	2,5	4,5	2,0	3,5	3,0	4,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,0	2,0
valeri	4,0	2,0	3,0	2,5	4,0	2,5	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,5
FECHA	03/08/20		04/08/20		05/08/20		06/08/20		07/08/20		08/08/20		09/08/20	
barlee	5,5	3,0	5,5	3,0	5,0	3,5	5,5	3,0	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	3,0
nadine	8,0	3,5	6,0	3,5	7,5	3,5	7,5	3,0	7,5	2,0	6,0	3,5	6,5	3,0
pamela	7,5	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0	8,0	4,0
brenda	4,5	2,0	4,5	2,0	4,0	2,5	4,5	2,5	4,5	2,0	4,0	2,0	3,5	2,0
blanca	6,5	4,0	6,0	4,0	7,0	4,0	6,5	4,0	7,0	2,0	6,0	4,0	6,5	4,0
shomara	5,5	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	5,5	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	5,5	3,0
churra	4,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	4,0	2,0	3,0	2,0	4,0	2,0
susy	4,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,5	3,5	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0
velen	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,0	2,5	3,5	2,5
valeri	3,5	2,5	3,0	2,0	3,0	3,0	3,5	2,0	4,0	2,5	4,0	2,0	3,5	2,5
FECHA	10/08/20		11/08/20		12/08/20		13/08/20		14/08/20		15/08/20		16/08/20	
barlee	6,0	3,5	6,0	3,5	5,5	3,5	5,5	3,0	5,5	3,0	5,5	3,0	5,0	3,0
nadine	6,5	3,0	6,0	2,5	6,0	2,5	6,0	2,5	5,5	2,0	5,5	2,5	6,0	2,5
pamela	8,0	3,5	8,0	4,0	8,0	3,5	7,5	3,5	7,5	4,0	7,5	3,5	7,5	4,0
brenda	5,0	2,0	5,0	2,5	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	5,0	2,0	5,0	2,0
blanca	7,0	4,0	6,5	4,0	6,5	3,5	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	2,0	6,0	3,5
shomara	5,5	2,5	5,5	2,5	5,5	2,5	5,0	2,5	5,0	2,5	4,5	2,5	5,0	2,0
churra	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	4,0	2,0	4,5	2,5
susy	4,0	3,5	4,0	2,0	4,0	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,5	4,5	3,0
velen	4,0	2,0	4,0	2,5	4,0	2,5	4,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,0	4,0	2,5
valeri	3,0	2,5	3,0	2,5	3,5	2,0	4,0	2,5	3,5	2,5	4,0	2,5	4,0	2,0
FECHA	17/08/20		18/08/20		19/08/20		20/08/20		21/08/20					
barlee	5,0	3,0	5,0	3,5	5,0	3,0	5,0	3,0	5,0	3,0				
nadine	6,0	2,0	6,0	2,0	5,5	2,0	6,0	2,5	6,0	2,0				
pamela	8,0	3,5	8,0	3,5	7,5	3,5	7,5	3,5	8,0	3,0				
brenda	5,0	2,0	5,0	2,0	4,5	2,5	5,0	2,5	4,0	2,5				
blanca	6,0	3,0	6,0	3,5	6,0	3,0	6,0	3,0	6,0	2,5				



shomara	5,0	2,5	5,0	2,0	5,5	2,0	5,0	2,0	5,5	2,0				
churra	4,5	2,5	4,0	2,0	4,5	2,0	4,5	2,0	4,5	2,5				
susy	4,5	3,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5	4,5	2,5				
velen	4,5	2,5	4,0	2,0	4,0	2,5	4,0	2,5	4,0	2,5				
valeri	4,0	2,5	4,5	2,5	3,5	2,0	4,0	2,5	4,0	2,5				

B, Vacunos en producción de leche con suplementación,

FECHA	Lunes 17/08/20		Martes 18/08/20		Miércoles 19/08/20		Jueves 20/08/20		Viernes 21/08/20		Sábado 22/08/20		Domingo 23/08/20	
	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	M	T
barlee											5,0	3,0	5,5	4,0
nadine											6,0	2,5	6,0	4,0
pamela											8,0	3,5	8,5	4,5
brenda											4,0	2,5	5,0	3,5
blanca											6,0	2,5	6,0	3,0
shomara											5,5	2,0	5,5	3,5
churra											4,5	2,5	5,0	3,0
susy											4,5	2,0	5,0	3,0
velen											4,0	2,5	4,5	3,0
valeri											4,5	2,5	4,5	3,0
FECHA	24/08/20		25/08/20		26/08/20		27/08/20		28/08/20		29/08/20		30/08/20	
barlee	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,5	4,0	6,5	4,0
nadine	6,0	4,0	7,0	4,0	8,5	5,0	8,5	5,0	8,5	4,5	8,5	5,0	8,5	5,0
pamela	8,5	4,5	8,5	4,5	9,5	6,0	9,5	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0	10,0	6,0
brenda	5,5	3,5	5,5	3,5	6,5	3,5	7,0	4,0	8,0	4,0	7,5	4,0	7,5	4,5
blanca	7,0	4,0	7,5	4,5	7,5	4,5	8,0	5,0	8,0	5,0	8,0	5,0	8,5	6,0
shomara	5,5	3,5	6,0	3,5	6,5	3,5		4,0	7,0	4,0	7,0	3,5	7,0	4,0
churra	5,0	3,0	5,0	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	6,5	3,5
susy	5,5	3,0	5,5	3,5	5,5	3,5	6,5	3,5	7,0	4,5	7,5	3,5	7,5	4,5
velen	4,0	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	6,5	4,0	6,5	3,5	6,5	3,5
valeri	4,0	2,5	4,5	3,0	5,0	3,5	4,0	3,5	6,0	4,0	6,5	3,5	7,0	4,0
FECHA	31/08/20		01/09/20		02/09/20		03/09/20		04/09/20		05/09/20		06/09/20	
barlee	6,5	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0
nadine	8,5	5,5	8,0	5,0	8,0	5,5	8,0	5,5	8,0	5,5	8,0	5,5	8,5	6,0
pamela	10,0	6,0	10,0	6,5	10,5	7,0	10,5	7,5	10,5	7,0	10,0	7,0	10,5	7,0
brenda	8,0	4,5	7,0	5,0	8,0	5,0	8,0	5,0	8,0	5,0	7,0	5,0	7,5	5,0
blanca	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0
shomara	7,0	4,5	6,5	4,5	7,0	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5	6,5	5,0	6,0	4,5
churra	6,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	4,0	5,5	3,5
susy	8,0	4,5	8,5	5,0	8,5	5,0	8,5	5,0	8,5	6,0	8,5	6,5	8,5	6,5
velen	6,5	3,5	6,5	4,5	6,5	4,0	6,0	4,0	6,5	3,5	6,0	3,5	6,0	4,0
valeri	7,0	3,5	6,0	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5	6,0	3,5	6,5	4,0



FECHA	07/09/20		08/09/20		09/09/20		10/09/20		11/09/20		12/09/20		13/09/20	
barlee	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0
nadine	9,0	5,5	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	9,0	6,0	8,5	6,0
pamela	10,0	7,0	10,0	7,0	9,5	7,5	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0
brenda	7,5	5,0	8,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0	7,5	4,5
blanca	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	8,0	6,5
shomara	7,0	4,5	7,0	5,0	6,5	5,0	6,5	5,0	6,5	5,0	7,5	5,0	6,5	5,0
churra	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5
susy	8,5	6,5	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0
velen	5,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	5,5	4,0	5,5	4,0	5,5	3,5	5,5	4,0
valeri	6,0	4,0	6,5	4,0	6,5	4,0	6,5	3,5	6,0	4,0	6,0	4,0	6,5	4,0
FECHA	14/09/20		15/09/20		16/09/20		17/09/20		18/09/20		19/09/20		20/09/20	
barlee	6,0	5,0	6,0	5,0	6,5	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0
nadine	9,0	5,5	8,5	5,5	8,5	6,0	8,0	6,5	9,0	6,0	8,5	6,0	9,0	6,0
pamela	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,5	8,0	10,5	8,0	10,5	8,0	10,5	8,0
brenda	7,5	5,0	7,5	5,0	8,0	5,0	7,5	5,0	8,0	5,0	8,5	5,0	9,0	5,0
blanca	8,0	6,0	8,0	5,5	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0
shomara	7,0	5,0	7,0	5,0	6,5	5,0	6,5	5,0	7,0	5,0	7,5	5,0	8,0	5,5
churra	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5	5,5	3,5
susy	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	9,0	6,0	9,0	6,0	9,0	6,5	9,0	7,0
velen	5,5	4,0	5,5	4,0	5,5	4,0	6,0	3,5	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5
valeri	6,0	4,0	6,5	4,5	6,0	4,0	6,5	4,0	6,5	3,5	6,5	3,5	6,5	3,5
FECHA	21/09/20		22/09/20		23/09/20		24/09/20		25/09/20		26/09/20		27/09/20	
barlee	6,0	5,0	6,0	6,0	6,5	5,0	6,5	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0
nadine	8,5	6,0	9,0	6,5	9,0	6,0	9,5	6,0	9,0	6,5	9,0	6,0	9,0	6,0
pamela	10,5	8,0	10,5	8,0	11,0	8,0	11,0	8,0	11,0	7,0	10,5	7,0	10,0	7,5
brenda	9,0	5,0	9,0	5,0	9,5	5,0	9,5	5,5	9,5	6,0	9,5	5,5	9,0	6,0
blanca	8,5	6,0	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	8,0	6,0	8,0	6,0
shomara	7,5	5,5	7,5	5,5	7,5	5,5	7,5	5,5	7,0	5,5	7,0	5,5	7,0	5,5
churra	5,5	3,5	5,5	3,5	6,0	3,5	5,5	3,5	5,5	4,0	5,0	3,5	5,5	3,5
susy	9,0	7,0	8,5	7,0	8,5	6,5	8,5	6,5	8,5	7,0	8,5	7,0	8,5	7,0
velen	6,5	4,5	6,5	5,0	7,0	5,0	6,5	5,0	6,5	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5
valeri	6,5	4,5	6,5	4,0	6,5	4,0	7,0	4,0	7,0	4,5	6,5	4,0	6,5	4,0
FECHA	28/09/20		29/09/20		30/09/20		01/10/20		02/10/20		03/10/20		04/10/20	
barlee	6,0	5,0	6,0	4,5	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	5,0
nadine	9,0	6,0	9,0	6,0	9,5	6,0	9,0	6,0	9,0	6,0	9,0	6,0	9,0	6,0
pamela	10,0	7,5	10,0	7,5	10,5	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0	10,0	8,0
brenda	9,0	5,5	9,5	5,5	9,0	5,5	9,0	5,5	8,5	5,0	9,5	5,5	9,5	5,5
blanca	8,0	6,0	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	8,0	6,0
shomara	7,0	5,5	7,5	5,5	7,5	5,5	7,5	5,5	7,0	5,0	7,0	5,0	7,0	5,0
churra	5,5	3,5	5,5	3,5	6,0	4,0	6,0	3,5	5,5	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0
susy	8,5	7,0	8,5	6,5	8,5	6,5	9,0	6,5	9,0	6,5	9,0	6,5	9,0	7,0
velen	6,5	4,5	6,5	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5	6,5	4,5
valeri	6,5	4,0	7,0	4,0	6,5	4,0	4,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,0	6,0	4,0
FECHA	05/10/20		06/10/20		07/10/20		08/10/20		09/10/20		10/10/20		11/10/20	



barlee	6,0	5,0	6,0	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0
nadine	9,0	6,0	9,0	6,0	9,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0
pamela	10,0	8,0	10,0	8,0	9,5	7,0	9,5	7,0	9,5	8,0	9,5	8,0	9,5	8,0
brenda	9,5	5,5	9,5	5,5	9,5	5,5	9,5	5,0	9,0	5,0	8,5	5,0	9,0	5,5
blanca	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	8,0	6,0
shomara	7,0	5,0	6,5	5,0	7,0	5,0	6,5	5,0	6,5	5,0	6,5	4,5	6,5	5,0
churra	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	5,0
susy	9,0	7,0	9,0	7,0	8,5	6,5	9,0	6,5	9,0	6,5	9,5	6,5	9,0	7,0
velen	6,5	4,5	6,0	4,5	6,5	6,5	6,5	4,5	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,5
valeri	6,0	4,5	6,5	4,5	7,0	4,5	6,5	4,0	6,5	4,0	6,0	4,5	6,5	4,0
FECHA	12/10/20	13/10/20	14/10/20	15/10/20	16/10/20	17/10/20	18/10/20							
barlee	6,0	4,0	6,0	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0
nadine	8,5	6,0	8,5	6,0	9,0	6,0	8,5	6,0	8,5	5,0	8,5	6,0	8,5	5,0
pamela	10,0	7,0	10,0	8,0	10,0	7,0	10,0	7,0	9,5	8,0	9,5	8,0	9,5	8,0
brenda	9,0	5,5	9,0	5,5	9,5	5,5	9,5	5,0	9,0	5,0	8,5	5,0	9,5	5,5
blanca	8,0	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0	8,0	6,0
shomara	7,5	5,0	6,5	4,5	7,0	5,0	6,0	4,0	6,5	4,0	6,5	4,5	7,0	4,0
churra	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,0	6,0	5,0
susy	9,5	7,0	9,0	7,0	8,5	6,5	9,0	6,5	9,0	6,5	9,5	7,0	9,0	7,0
velen	6,0	4,5	6,0	4,5	6,5	6,5	6,5	4,5	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,5
valeri	6,5	4,0	6,5	4,0	7,0	4,0	6,5	4,0	6,0	4,0	6,0	4,0	6,5	4,0
FECHA	19/10/20	20/10/20	21/10/20	22/10/20										
barlee	6,0	4,0	6,0	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0						
nadine	8,5	6,0	8,5	6,0	8,5	6,0	8,0	6,0						
pamela	10,0	7,0	10,0	8,0	10,0	7,0	10,0	7,0						
brenda	9,0	5,5	8,0	5,5	9,5	5,5	9,5	5,0						
blanca	8,0	5,0	8,5	6,0	8,5	5,0	8,5	6,0						
shomara	7,5	5,0	6,5	4,5	7,0	5,0	6,0	4,0						
churra	6,0	4,0	6,0	4,5	6,0	4,5	6,0	4,0						
susy	9,0	7,0	9,0	6,0	8,5	6,0	9,0	6,0						
velen	6,0	4,5	6,0	4,5	6,5	6,5	6,5	4,5						
valeri	6,5	4,0	6,5	4,0	6,0	4,0	6,5	4,0						

C, Vacunos en producción de leche

NOMBRE	PESO AL INICIO	CONDICION CORPORAL AL INICIO	FASE DE PRODUCCION
barlee	487	3	SEGUNDO TERCIO
nadine	487	2	PRIMER TERCIO
pamela	420	2	PRIMER TERCIO
brenda	420	1	SEGUNDO TERCIO
blanca	370	2	PRIMER TERCIO
shomara	330	2	SEGUNDO TERCIO
churra	400	2	PRIMER TERCIO



susy	466	2	TERCER TERCIO
velen	330	1	SEGUNDO TERCIO
valeri	370	1	TERCER TERCIO
NOMBRE	AL INICIO DEL CONCENTRADO	CONDICION CORPORAL AL INICIO	FASE DE PRODUCCION
barlee	496	3	SEGUNDO TERCIO
nadine	496	2	PRIMER TERCIO
pamela	420	2	PRIMER TERCIO
brenda	400	1	SEGUNDO TERCIO
blanca	370	2	PRIMER TERCIO
shomara	330	2	SEGUNDO TERCIO
churra	420	2	PRIMER TERCIO
susy	466	2	TERCER TERCIO
velen	340	1	SEGUNDO TERCIO
valeri	370	1	TERCER TERCIO
NOMBRE	PESO AL FINAL	CONDICION CORPORAL AL FINAL	FASE DE PRODUCCION AL FINAL
barlee	568	4	TERCER TERCIO
nadine	540	3	TERCER TERCIO
pamela	438	3	PRIMER TERCIO
brenda	432	3	SEGUNDO TERCIO
blanca	380	3	PRIMER TERCIO
shomara	340	3	SEGUNDO TERCIO
churra	435	3	PRIMER TERCIO
susy	548	3	TERCER TERCIO
velen	420	3	SEGUNDO TERCIO
valeri	420	3	TERCER TERCIO

D, Rutina de pastoreo

HORA	LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
6 am - 7 am	Ensilado 85 kg						
7 am - 8 am	Ordeño y agua						
8 am - 11 am	Pasto natural						
11 am - 1 pm	Agua más alfalfa						
11 am - 4 pm	Ensilado 85 kg						
4 am - 4 pm	Ordeño y agua						



E, Resultados del análisis estadístico en el programa SPSS

Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Inicio Total	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Final Total	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Peso al Inicio	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Condición Corporal Inicio	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Peso Inicio Concentrado	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Condición Corporal al Inicio del Concentrado	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Peso al Final	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Condición Corporal al Final del Concentrado	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar	
Inicio Total	Media	7,8200	,57712	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,5145	
		Límite superior	9,1255	
	Media recortada al 5%	7,7222		
	Mediana	7,2500		
	Varianza	3,331		
	Desviación estándar	1,82501		
	Mínimo	6,00		
	Máximo	11,40		
	Rango	5,40		
	Rango intercuartil	3,25		
	Asimetría	,815	,687	
	Curtosis	-,237	1,334	
Final Total	Media	12,4500	,78927	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	10,6646	
		Límite superior	14,2354	
	Media recortada al 5%	12,3556		
	Mediana	12,3000		
	Varianza	6,229		
	Desviación estándar	2,49589		
	Mínimo	9,40		
	Máximo	17,20		
Rango	7,80			



	Rango intercuartil		3,97	
	Asimetría		,558	,687
	Curtosis		-,464	1,334
Peso al Inicio	Media		408,0000	18,63509
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	365,8445	
		Límite superior	450,1555	
	Media recortada al 5%		407,9444	
	Mediana		410,0000	
	Varianza		3472,667	
	Desviación estándar		58,92934	
	Mínimo		330,00	
	Máximo		487,00	
	Rango		157,00	
	Rango intercuartil		111,25	
	Asimetría		,085	,687
	Curtosis		-1,309	1,334
	Condición Corporal al Inicio	Media		1,8000
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	1,3476	
		Límite superior	2,2524	
Media recortada al 5%			1,7778	
Mediana			2,0000	
Varianza			,400	
Desviación estándar			,63246	
Mínimo			1,00	
Máximo			3,00	
Rango			2,00	
Rango intercuartil			1,00	
Asimetría			,132	,687
Curtosis			,179	1,334
Peso al Inicio del Concentrado		Media		410,8000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	367,6661	
		Límite superior	453,9339	
	Media recortada al 5%		410,5556	
	Mediana		410,0000	
	Varianza		3635,733	
	Desviación estándar		60,29704	
	Mínimo		330,00	
	Máximo		496,00	
	Rango		166,00	
	Rango intercuartil		111,00	
Asimetría		,245	,687	



	Curtosis		-1,235	1,334
Condición Corporal al Inicio del Concentrado	Media		1,8000	,20000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1,3476	
		Límite superior	2,2524	
	Media recortada al 5%		1,7778	
	Mediana		2,0000	
	Varianza		,400	
	Desviación estándar		,63246	
	Mínimo		1,00	
	Máximo		3,00	
	Rango		2,00	
	Rango intercuartil		1,00	
	Asimetría		,132	,687
	Curtosis		,179	1,334
	Peso al Final	Media		452,1000
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	398,2093	
		Límite superior	505,9907	
Media recortada al 5%			451,8889	
Mediana			433,5000	
Varianza			5675,211	
Desviación estándar			75,33400	
Mínimo			340,00	
Máximo			568,00	
Rango			228,00	
Rango intercuartil			132,00	
Asimetría			,407	,687
Curtosis			-,869	1,334
Condición Corporal al Final del Concentrado		Media		3,1000
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,8738	
		Límite superior	3,3262	
	Media recortada al 5%		3,0556	
	Mediana		3,0000	
	Varianza		,100	
	Desviación estándar		,31623	
	Mínimo		3,00	
	Máximo		4,00	
	Rango		1,00	
	Rango intercuartil		,00	
	Asimetría		3,162	,687
	Curtosis		10,000	1,334



Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Inicio Total	,212	10	,200*	,892	10	,180
Final Total	,183	10	,200*	,920	10	,358
Peso al Inicio	,140	10	,200*	,916	10	,328
Condición Corporal al Inicio	,324	10	,004	,794	10	,012
Peso al Inicio del Concentrado	,151	10	,200*	,926	10	,410
Condición Corporal al Inicio del Concentrado	,324	10	,004	,794	10	,012
Peso al Final	,274	10	,032	,898	10	,207
Condición Corporal al Final del Concentrado	,524	10	,000	,366	10	,000

*, Esto es un límite inferior de la significación verdadera,
a, Corrección de significación de Lilliefors

Prueba t de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig, (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Sin suplementación - Con suplementación	-4,69600	,53908	,10782	-4,91852	-4,47348	-43,556	24	,000

Prueba de normalidad de los datos de la producción de leche,

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig,
Sin suplementación	0,892	10	0,180
Con suplementación	0,920	10	0,358

Correlación Rho de Pearson de la producción de leche antes y después de la suplementación,

		Después de la suplementación	
Rho de	Antes de la suplementación	Coefficiente de correlación	0,759*
Pearson		Sig, (bilateral)	0,011



* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral),

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
Condición Corporal al Final del Concentrado - Condición Corporal al Inicio	Rangos negativos	0 ^a	0,00	0,00
	Rangos positivos	10 ^b	5,50	55,00
	Empates	0 ^c		
Total		10		

a, Condición Corporal al Final del Concentrado < Condición Corporal al Inicio

b, Condición Corporal al Final del Concentrado > Condición Corporal al Inicio

c, Condición Corporal al Final del Concentrado = Condición Corporal al Inicio

Estadísticos de prueba^a

		Condición Corporal al Final del Concentrado - Condición Corporal al Inicio
Z		-2,919 ^b
Sig, asintótica(bilateral)		0,004

a, Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b, Se basa en rangos negativos,

Correlaciones

			Condición Corporal al Inicio	Condición Corporal al Final del Concentrado
Rho de Spearman	Condición Corporal al Inicio	Coefficiente de correlación	1,000	,598
		Sig. (bilateral)	,	,068
		N	10	10
Condición Corporal al Final del Concentrado	Condición Corporal al Final del Concentrado	Coefficiente de correlación	,598	1,000
		Sig. (bilateral)	,068	,
		N	10	10

Anexo 1, Evidencias del trabajo realizado,



Fotografía 1, Vacunos en producción de leche,



Fotografía 2, Condición peso inicial de los vacunos en producción de leche,



Fotografía 3, Condición peso final de los vacunos en producción de leche,



Fotografía 4, *Condición corporal inicial de los vacunos en producción de leche*



Fotografía 5, *Condición corporal final de los vacunos,*





Fotografía 6, *Vacunos en producción de leche,*



Fotografía 7, *Muestreo de la alfalfa y ensilado,*





Fotografía 8, *Mezcla del alimento suplementario,*





Fotografía 9, *Dieta suplementaria en el comedero,*



Fotografía 10, *Infraestructura cobertizos,*



Fotografía 11, *Comedores móviles para cada vaca,*