

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS BIOLÓGICAS Y QUÍMICAS

PROGRAMA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA



**“EFECTO DEL USO DE UN SUPLEMENTO VITAMÍNICO-MINERAL  
BALANCEADO SOBRE LA PRODUCCIÓN LECHERA, EN VACAS  
BROWN SWISS Y HOLSTEIN AL PASTOREO, EN LA PROVINCIA DE  
CANDARAVE – TACNA 2013”**

“EFFECT OF THE USE OF VITAMIN-MINERAL SUPPLEMENT BALANCED ON  
MILK PRODUCTION IN BROWN SWISS AND HOLSTEIN COWS GRAZING IN  
THE PROVINCE OF CANDARAVE - TACNA 2013”

Tesis presentada por el Bachiller:  
**JUAN CARLOS TUESTA MORALES**

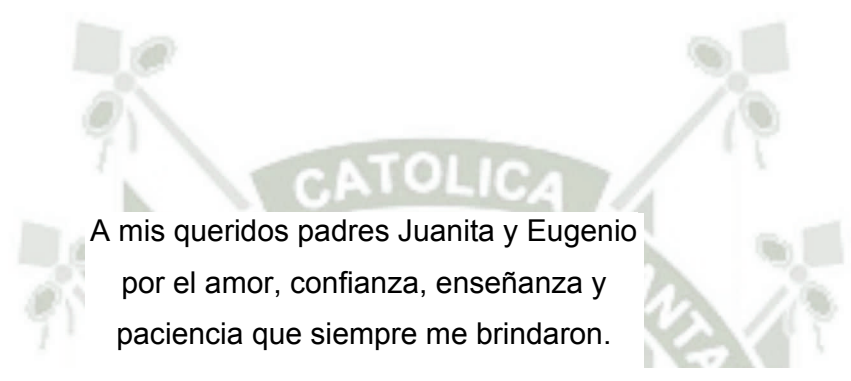
Para optar el Título Profesional de:  
**MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

**AREQUIPA - PERU**

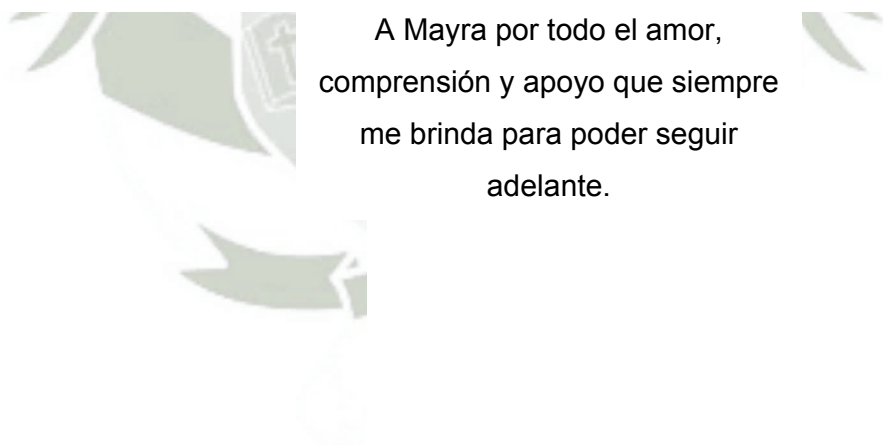
**2014**

## DEDICATORIA

A dios por las fuerzas que  
brinda para seguir adelante y  
nunca dejarme caer



A mis queridos padres Juanita y Eugenio  
por el amor, confianza, enseñanza y  
paciencia que siempre me brindaron.



A Mayra por todo el amor,  
comprensión y apoyo que siempre  
me brinda para poder seguir  
adelante.

A Mijael, Geraldine, Juan José;  
que son el motivo de ser de mi  
persona

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Católica de Santa María y en especial al Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Al Ing. Alexander Obando Sánchez por todo el asesoramiento y el apoyo constante a lo largo de mi tesis.

A los doctores Walter Málaga Delgado y Jorge Zegarra Paredes, miembros del jurado por todo el asesoramiento y apoyo a lo largo de este trabajo de investigación.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	VIII
SUMMARY	IX
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1 Enunciado del problema	1
1.2 Descripción del problema	1
1.3 Efecto en el desarrollo	2
1.4 Justificación del trabajo	2
1.4.1 Aspecto general	2
1.4.2 Aspecto tecnológico	3
1.4.3 Aspecto social	3
1.4.4 Aspecto económico	3
1.4.5 Importancia del trabajo	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
1.6 Planteamiento de la hipótesis	5
II.- MARCO TEÓRICO	6
2.1 Análisis bibliográfico.	6
2.1.1 Características productivas de la provincia de Candarave	6
2.1.2 Fisiología digestiva del rumen	8
2.1.3 Requerimientos nutritivos para la producción de leche	10
2.2. Suplementos minerales	16
2.3. Antecedentes de investigación	22
2.3.1 Uso de suplementos minerales y vitamínicos en la alimentación de vacunos	22
III.- MATERIALES Y METODOS	24
3.1. Materiales	24

3.1.1. Localización del trabajo	24
	Página
3.1.2. Material biológico	24
3.1.3. Insumo experimental	25
3.1.4. Materiales y equipos de campo	25
3.1.5. Otros Materiales	25
3.2. Métodos	25
3.2.1. Muestreo	25
3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio.	26
3.2.3. Métodos de evaluación	28
3.2.4. Variables de respuesta	29
3.2.5. Evaluación estadística	29
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Producción de leche	31
4.2 Condición corporal	37
4.3 Mérito económico	39
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	43
VII. BIBLIOGRAFIA.	44
VIII ANEXOS	48
IX. FOTOS	59

## ÍNDICE DE CUADROS

Número	CUADRO	Página
1	Variación de la producción promedio de leche de las vacas de alta y media lactación con y sin el suministro del suplemento vitamínico – mineral durante la etapa experimental.	31
2	Producción promedio de leche al inicio y al final del experimento y la variación en kilos y en porcentaje, para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.	33
3	Producción total y promedio general de producción durante 56 días de experimentación para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.	35
4	Puntajes de condición corporal promedio en las vacas, con y sin el suplemento, en dos fases de lactación al inicio y al final del periodo experimental	38
5	Beneficio económico total durante el periodo experimental (56días) por la producción adicional de leche con el uso del suplemento vitamínico-mineral, tanto en vacas de alta y de media producción.	40

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Número	GRÁFICO	Página
1	Variación de la producción promedio de leche de las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.	31
2	Producción promedio de leche al inicio y al final del experimento y la variación en kilos y en porcentaje, para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.	34
3	Producción total y promedio general de producción durante 56 días de experimentación para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.	35
4	Puntajes de condición corporal promedio en las vacas, con y sin el suplemento, en dos fases de lactación al inicio y al final del periodo experimental	38
5	Beneficio económico total durante el periodo experimental (56días) por la producción adicional de leche por el uso del suplemento vitamínico mineral tanto en vacas de alta y de media producción	40

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Número</b>	<b>ANEXO</b>	<b>Página</b>
1	Fórmula, composición nutricional y costo del suplemento	49
2	Características de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación) con y sin suplementación	50
3	Características de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación) con y sin suplementación	51
4	Condición corporal de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación) al inicio y al final del periodo experimental	52
5	Condición corporal de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación) al inicio y al final del periodo experimental	53
6	Producción de leche de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación) durante la etapa experimental	54
7	Producción de leche de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación) durante la etapa experimental	55
8	Análisis estadístico para la variación en la producción de leche, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)	56
9	Análisis estadístico para la variación en la condición corporal, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)	57
10	Análisis estadístico para los márgenes brutos, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)	58

## RESUMEN

Se realizó un experimento en el distrito y provincia de Candarave del departamento de Tacna, entre los meses de diciembre del 2013 a abril del 2014. Se utilizaron 29 vacas lecheras: 9 Holstein, 15 Brown Swiss y 5 cruzadas, evaluadas en dos fases de lactación: Alta (de 60 a 120 días de lactación) y Media (> a 120 días de lactación), repartidas en varias unidades agropecuarias. El objetivo fue evaluar el efecto del uso de un suplemento vitamínico-mineral sobre la producción lechera, en vacas pastoreando alfalfa. Fueron seleccionadas 5 unidades ganaderas, de 6 vacas en cada unidad. En cada una de ellas se ubicaron dos grupos de vacas, formados en base a los días de lactación, días de gestación y razas, de tal manera que ambos grupos tuvieran animales de todas las fases de lactación y razas, buscando uniformidad en ambos grupos. Durante 8 semanas, uno de los grupos de cada unidad pecuaria recibió ad libitum, durante el ordeño, el suplemento experimental, mientras que el otro grupo no. En promedio, las vacas consumieron de 29.5 a 30.7 gramos diarias del suplemento vitamínico mineral/día. Las variables evaluadas fueron la producción de leche, la variación de la condición corporal y el beneficio económico. El uso del suplemento vitamínico - mineral en vacas de alta producción tuvo una respuesta positiva en mejorar la producción de leche. En promedio las vacas de alta mejoraron la producción diaria de leche en 0.966 kilos/día, mientras que en vacas de media producción se tuvo un efecto muy pequeño, de 0.193 kilos/día en comparación a las vacas no suplementadas. El uso del suplemento vitamínico – mineral mantuvo la condición corporal en las vacas suplementadas al igual que las vacas no suplementadas, a pesar que en aquellas aumentó la producción de leche, especialmente las de alta producción. Con el suministro del suplemento vitamínico - mineral, las vacas de alta producción lograron un beneficio económico neto de 54.7 soles en 56 días de experimentación y las de media producción lograron los 6.8 soles en el mismo tiempo, en comparación a los tratamientos control.

## SUMMARY

An experiment was conducted in the district and province of Tacna Candarave department, between the months of December 2013 to April 2014 29 dairy cows were used: 9 Holstein, Brown Swiss and May 15 crusades, evaluated in two stages of lactation : High (60 to 120 days of lactation) and Media (> 120 days of lactation), spread over several farm units. The objective was to evaluate the effect of using a vitamin-mineral supplement on milk production in cows grazing alfalfa. They were selected livestock units 5, 6 cows in each unit. In each of these two groups of cows, formed on the basis of days of lactation, days of gestation and race, so that both groups have animals of all stages of lactation and races, for uniformity in both groups were located. For 8 weeks, one group of each animal unit received ad libitum, during milking, the experimental supplement, while the other group. On average, cows consumed 29.5 to 30.7 grams daily mineral / vitamin supplement daily. The evaluated variables were milk production, variation in body condition and profit. The use of multivitamin - mineral in high-producing cows had a positive response to improve milk production. On average cows improved high daily milk production of 0.966 kilos / day, while average production in cows very little effect, 0.193 kilos / day compared to non-supplemented cows were reported. The use of multivitamin - mineral body condition maintained in supplemented cows like cows not supplemented, although those increased milk production, especially high production. With the supply of multivitamin - mineral, high producing cows achieved a net economic benefit of 54.7 soles in 56 days of experimentation and average production achieved the 6.8 soles at the same time, compared to control treatments.

## I.- INTRODUCCIÓN

### 1.1. Enunciado del problema

Efecto del uso de un suplemento vitamínico-mineral balanceado sobre la producción lechera, en vacas Brown Swiss y Holstein al pastoreo, en la Provincia de Candarave.

### 1.2 Descripción del problema

Los bovinos obtienen los minerales necesarios para su metabolismo del medio ambiente en el que se desarrollan. Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidas como una de las limitantes en la producción animal. Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición, teniendo en cuenta que aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. La administración de sales minerales permite incrementar el consumo y por ende la productividad de los animales.

Los minerales son diariamente utilizados por los animales en el desarrollo de sus funciones fisiológicas normales, y en determinadas ocasiones la falta de estos en la dieta normal del animal es la causa primaria de problemas productivos y reproductivos.

La implementación de las dietas minerales depende de las deficiencias que presente el suelo y los pastos en los que se alimentan los animales. Las sales minerales comerciales disponibles no son adecuadas para todas las realidades.

### 1.3 Efecto en el desarrollo

La mayor parte de la población de la Provincia de Candarave se dedica a la actividad agropecuaria, especialmente en la producción de vacunos y ovinos. La provincia, sin embargo, presenta limitaciones geográficas y climáticas que afecta la eficiencia de producción.

Actualmente la producción lechera en Candarave se presenta con bajos niveles de productividad. Sin bien se han implementado proyectos para revertir la situación, especialmente en los campos del mejoramiento genético y salud, no se ha avanzado mucho en la puesta en marcha de estrategias de manejo y alimentación.

Según la Dirección Regional de Agricultura (2008), Candarave tiene un superficie forrajera de 6195 Has, de las cuales el 98.11% está sembrada de alfalfa. Salvo el uso de pequeñas cantidades de rastrojos agrícolas, la alimentación de los vacunos de basa exclusivamente con alfalfa al pastoreo, con suministro francamente limitado en las épocas de frío.

### 1.4 Justificación del trabajo

#### 1.4.1 Aspecto general

La importancia de balancear adecuadamente la ración de una vaca lechera es crucial para garantizar la productividad esperada. La disponibilidad de nutrientes para la vaca depende de su eficiencia fermentativa. Los ganaderos de Candarave usan intensamente la alfalfa en la alimentación de sus vacas, usando esporádicamente otros alimentos secos, sobre todo en épocas de escasez. Bajo estas circunstancias, la suplementación con otros nutrientes deficientes en la alfalfa permitirá mejorar la eficiencia microbiana en la fermentación y por ende la productividad de los animales.

#### **1.4.2 Aspecto tecnológico**

En el mercado se dispone de una gran variedad de sales minerales, de composición variada. Por lo tanto deben ser diseñadas y evaluadas alternativas de suplementos de acuerdo a la realidad de cada zona de producción, dependiendo de los suelos, los requerimientos de los animales y los tipos de alimentos suministrados. Bajo una alimentación exclusivamente forrajera, son las limitaciones del aporte de nutrientes del forraje el que define las características que deben tener los suplementos a balancear.

#### **1.4.3 Aspecto social**

Candarave es una provincia en la parte alta del departamento de Tacna, donde la principal actividad económica es la ganadería lechera, de la que dependen sus pobladores. Los niveles de producción de leche, en la actualidad, son bastante bajos afectando negativamente el nivel de vida de los pobladores. La implementación de alternativas viables económicamente que permita mejorar la productividad de sus animales es una necesidad impostergable.

#### **1.4.4 Aspecto económico**

De los diferentes factores que afectan la producción de los animales, la alimentación es el más importante desde el punto de vista económico. La validación de estrategias de alimentación que mejoren las productividades de los animales está ampliamente justificada en la explotación.

#### **1.4.5 Importancia del trabajo**

Los minerales cumplen un importante papel en la nutrición porque

aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno o más elementos. Sin embargo, estos se presentan en forma sub-clínica la cual no es fácilmente diagnosticada. Este tipo de deficiencia podría causar pérdidas importantes en producción de leche debido a que los minerales cumplen un rol importante en la síntesis de leche, metabolismo y salud en general (Gómez y Fernández, 2009). Dependiendo la calidad de las pasturas utilizadas en la alimentación y el manejo y suplementación, se puede evitar que el animal sufra algún tipo de trastorno metabólico y se vea alterado su estado de producción.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Evaluar el efecto del uso de un suplemento vitamínico-mineral balanceado sobre la producción lechera, en vacas Brown Swiss y Holstein al pastoreo, en la Provincia de Candarave.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Evaluar la variación de la producción de leche con el uso del suplemento vitamínico-mineral.
- Evaluar el efecto del uso del suplemento balanceado sobre la condición corporal.
- Medir la eficiencia económica del uso del suplemento balanceado.

## **1.6 Planteamiento de la hipótesis**

Dado que la alimentación de las vacas en Candarave es exclusivamente con alfalfa y considerando que la fermentación ruminal es ineficiente

cuando la ración está desbalanceada, es probable que con el uso de un suplemento vitamínico-mineral se mejore significativamente el comportamiento productivo de las vacas.



## II.- MARCO TEÓRICO

### 2.1 Análisis bibliográfico.

#### 2.1.1 Características productivas de la provincia de Candarave

En la provincia de Candarave, la principal actividad económica es la comercialización de lácteos, la cual no se encuentra organizada y es poco desarrollada teniendo como línea principal la leche pasteurizada, quesos, mantequilla, yogurt, en cantidades muy limitadas; además, el mayor volumen de producción de quesos se realiza en forma artesanal con la elaboración de quesos frescos. La producción de leche posee diferentes destinos, leche para el consumo directo (la que se utiliza para autoconsumo y terneraje), leche cruda (venta directa), quesería artesanal.

Las autoridades regionales y gobiernos locales: provincial y distrital, han implementado un conjunto de proyectos para atender la problemática del sector, siendo los objetivos incrementar los actuales niveles de calidad y producción de la leche y carne del ganado vacuno en los distritos de Tacna.

**Tabla N° 1**

Número de unidades agropecuarias y número de cabezas de ganado por anexo en la provincia de Candarave

Localidad	Nº de unidades agropecuarias	Número de cabezas
Candarave capital	94	1040
Santa Cruz	72	722
Totora	29	271
San Pedro	48	412
Anexo de Talaca	28	216
Anexo de Yucamani	39	378
Anexo de Patapatani	31	289
Anexo de Calleraco	21	156
Anexo de Mullini	19	168
Anexo de la Victoria	16	158
Anexo de Jirata	21	169
TOTAL	418	3979

**Fuente:** Gerencia de Desarrollo Agropecuario de la Municipalidad Provincial de Candarave, 2012

**Tabla Nº 2**

Distribución de la superficie forrajera en la Región Tacna

Provincia	Superficie forrajera total		Alfalfa		Maíz choclo		Maíz amiláceo		Maíz chala	
	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%	Ha	%
Candarave	6195	49.36	6078	98.11	29	0.47	88	1.42	0	0
Tacna	3159	25.17	1858	58.82	89	2.82	67	2.12	1145	36.25
Jorge Basadre	2082	16.59	1420	68.20	18	0.86	187	8.98	457	21.95
Tarata	1115	8.88	855	76.68	2	0	260	23.32	0	0
REGION	12551	100	10211	81.36	136	1.08	602	4.80	1602	12.76

**Fuente:** Dirección Regional Agraria Tacna. Dirección de Información Agraria. 2011.

**Tabla Nº 3**

Productividad promedio de leche en las provincias y distritos del Departamento de Tacna

Provincia y Distritos	litros/vaca/día	Provincia y Distritos	litros/vaca/día
<b>Prov. de Tacna</b>	<b>9.89</b>	<b>Prov. Candarave</b>	<b>7.72</b>
Distrito Tacna	9.64	Distrito Candarave	7.70
Distrito Calama	9.67	Distrito Cairani	7.40
Distrito Inclan	13.08	Distrito Camilaca	7.66
Distrito Pachia	10.39	Distrito Curibaya	7.20
Distrito Palca	4.96	Distrito Huanuara	7.73
Distrito Pocollay	8.67	Distrito Quilahuaní	8.63
Distrito Sama	12.81		
<b>Prov. Jorge Basadre</b>	<b>11.03</b>	<b>Prov. Tarata</b>	<b>7.76</b>
Distrito Locumba	11.26	Distrito Tarata	8.66
Distrito Ilabaya	8.55	Distrito Estique	6.58
Distrito Ite	13.27	Distr. Heroes	11.07
		Albarracin	
		Distrito Sitajara	6.00
		Distrito Susapaya	6.21
		Distrito Tarucachi	6.70
		Distrito Ticaco	9.07

**Fuente:** Dirección Regional Agraria Tacna. Dirección de Información Agraria. 2011.

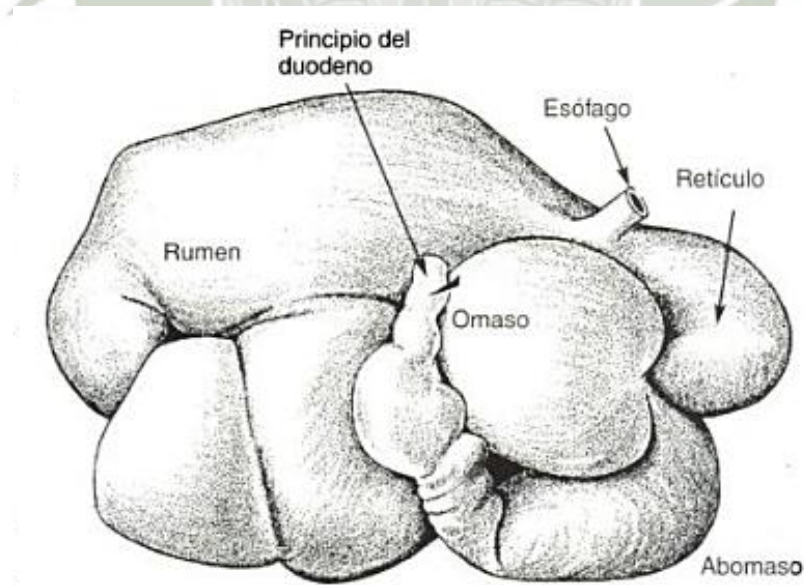
### 2.1.2 Fisiología digestiva del rumen

El tracto digestivo de la vaca lechera incluye la boca, esófago, un estómago de cuatro compartimientos, intestino delgado e intestino grueso. Este estómago único de cuatro compartimientos permite a la vaca lechera convertir ingredientes alimenticios de baja calidad en productos lácteos de alta calidad.

El rumen está localizado en el lado izquierdo de la vaca lechera adulta y constituye más del 65% del volumen total del estómago. Puede contener hasta 115 kilos de material con 10 a 20 % de materia seca. Un término descriptivo común para el rumen es el de un tanque de fermentación, ya que sirve de reservorio de alimento y sostiene una fermentación microbiana activa (Hutjens, 2003). Las bacterias se adhieren a las partículas alimenticias, desdoblándolas y produciendo ácidos grasos volátiles (AGV) como fuente de energía para la vaca.

**Figura N° 1**

Estómago de los rumiantes



**Fuente:** *Hutjens (2003)*

La pared interna de la pared ruminal está recubierta de papilas, proyecciones pequeñas en forma de dedos, que incrementan el área de absorción del rumen. Los ácidos grasos volátiles, el amoníaco y el agua pasan a través de la pared del rumen directamente al torrente sanguíneo. Las papilas ruminales se acortan, disminuyendo el área interior del rumen cuando una vaca es alimentada con una dieta baja en energía (por ejemplo durante el periodo seco). El incremento en el contenido de energía de la dieta para que esté disponible en el rumen (almidón) estimulará el crecimiento de las papilas, esto a su vez mejora la absorción ruminal de los AGV del rumen hacia el torrente sanguíneo (Hidalgo, 2005).

El retículo es el segundo compartimiento del estómago, es parecido a una bolsa. Está localizado adelante del rumen y hacia el fondo de la cavidad abdominal. Debido a que solo hay un pliegue de tejido separando el rumen del retículo, esta región es llamada comúnmente zona retículo ruminal.

Ambas regiones sostienen la fermentación ruminal con un pH de 6 para el crecimiento microbiano óptimo. El tejido en esta sección se parece a un panal de abejas.

El Omaso es una estructura en forma de globo que contiene capas o pliegues de tejido. El nombre común es librillo, porque los pliegues parecen las páginas de un libro. El omaso absorbe agua y algunos nutrientes. A medida que el alimento se mueve por los pliegues de este tejido, el contenido ruminal se vuelve más seco. La ingestión excesiva de minerales o la fibra de baja calidad, puede ocasionar compactación del abomaso (Obando, 2002).

El abomaso es llamado comúnmente “estómago verdadero” debido a que tiene una recubierta interna glandular que secreta enzimas

digestivas necesarias para desdoblar los alimentos complejos. Este compartimiento tiene la forma característica del estómago encontrado en los no rumiantes. El pH del contenido abomasal es de menos de 3, debido a la secreción del ácido clorhídrico. El desplazamiento del abomaso o la torsión ocurre cuando el área del estómago se mueve de la parte derecha baja del abdomen al lado izquierdo y parte alta del abdomen de la vaca.

El intestino delgado está formado por tres secciones bien definidas: duodeno, yeyuno e íleon. La mayoría de enzimas digestivas son secretadas en esta área. Los ingredientes alimenticios complejos son desdoblados a la forma de aminoácidos, azúcares simples y ácidos grasos. Los nutrientes son absorbidos a través de las microvellosidades del epitelio intestinal. Pocos problemas digestivos ocurren en esta área.

El intestino grueso es la última sección del tracto digestivo. La fermentación bacteriana de la fibra no digerida y el almidón ocurren y provocan un pH más bajo de 6. El agua y los AGV pueden ser absorbidos en el intestino grueso, pero esta fermentación no es tan efectiva, ya que no ocurre digestión y absorción de proteína microbiana y es excretada (Hutsjens, 2003).

### **2.1.3 Requerimientos nutritivos para la producción de leche**

#### **Necesidades energéticas**

Después del parto la vaca necesita energía para el mantenimiento y para la producción de leche. Las necesidades para la producción de leche se expresan por unidad de leche de un determinado contenido de grasa, ya que su valor energético está estrechamente relacionado al contenido de grasa. Adicionalmente, durante la gestación la vaca necesita energía para el feto y las vacas jóvenes también necesitan cierta cantidad de energía para el crecimiento.

Al comienzo de la lactación, después del parto, la ingestión de energía neta por encima de mantenimiento suele ser inferior a la energía segregada en la leche. Por lo tanto, el parto va seguido de un período de balance energético negativo, es decir, la vaca utiliza sus propios tejidos, especialmente la grasa, para la producción de leche. De modo que lo normal es comprobar que las vacas pierden mucho peso durante ese período (Bondi, 2001).

Normalmente, a partir de cierto punto, la ingestión diaria de energía neta supera la secreción diaria de energía en la leche, produciéndose un período de balance energético positivo, durante el cual las vacas reponen sus reservas de grasa. Frente a esta realidad se puede afirmar que la nutrición adecuada durante la fase ascendente de la lactación es muy importante a fin de minimizar los efectos del período de balance energético negativo. Por otro lado, está demostrado que existe una buena correlación entre la producción diaria en el punto de máxima producción y la producción anual de leche (Hutjens, 2003).

La deposición de grasa durante la lactación a partir de la energía de los alimentos es 27% más eficiente que durante el período de seca de las vacas. Lógicamente, con el objeto de maximizar la eficiencia de utilización de energía durante el ciclo completo, la vaca debe reponer los tejidos perdidos, después del parto, antes del período seco en lugar de hacerlo durante ese período (Bondi, 2001).

El nivel de ingestión energética después del parto puede aumentarse incrementado la relación concentrado/forraje. De este modo, la diferencia entre la secreción de energía y la ingestión de energía al comienzo de la lactación se reducirá. Los balances energéticos negativos intensos reducen el nivel de concepciones y aumentan la

incidencia de cetosis, enfermedad metabólica corriente de las vacas lecheras.

La producción de leche y los cambios en el balance energético durante la lactación son indicadores para la nutrición adecuada. El estado de carnes es indicativo de los cambios en el balance energético. Con el fin de medir este indicador puede hacerse con ultrasonidos (detectando la grasa subcutánea) o a través de una inspección visual y manual por expertos (Gómez y Fernandez, 2009).

Los hallazgos más importantes acerca de la eficiencia metabólica de las vacas lactantes son tres: La eficiencia neta media de la conversión de la EM en energía de la leche es de 0.64, siendo relativamente independiente del nivel de alimentación y la composición de las raciones. Las vacas en lactación deponen tejidos corporales, especialmente grasa, con más eficiencia que las vacas en seca. Las necesidades de mantenimiento por unidad de peso metabólico en las vacas lactantes son aproximadamente de 10 a 20% mayores que las vacas secas (Church y Pond, 2002)

La relación forraje/concentrado de la ración afecta el nivel de producción, composición de la leche y la eficiencia de producción. La razón de ello son los cambios en la ingestión voluntaria de los alimentos y en la fermentación ruminal, al variar el nivel de almidón en relación inversa al nivel de fibra en la ración.

Al aumentar los concentrados a expensas de los forrajes, lo que implica un aumento del nivel de almidón y descenso el nivel de fibra, se produce un incremento en la ingestión voluntaria y en la producción de leche, especialmente en vacas genéticamente superiores. Por otro lado, el aumento de la metabolicidad puede determinar la reducción del

nivel de grasa de la leche al cambiar la fermentación del rumen (Bondi, 2001).

El descenso en el contenido de grasa en la leche puede deberse a: 1) una reducción relativa en el ácido acético absorbido, que es un precursor importante en la grasa de leche y 2) la inhibición de la movilización de la grasa corporal por un exceso de ácido propiónico (Bondi, 2001).

La inclusión de una cantidad adecuada de material fibroso en la ración es fundamental para el mantenimiento del contenido de grasa a nivel suficiente, habiéndose recomendado un contenido mínimo de 16% de fibra sobre la materia seca. El picado fino o la molienda de heno reduce el contenido de grasa de la leche debido a que el menor tamaño de las partículas incrementa el ritmo de paso por el rumen y reduce la rumia y la insalivación. La menor insalivación determina en el rumen un pH más bajo, ya que la saliva es moderadamente alcalina (Obando, 2010).

Los minerales alcalinos suelen ser eficaces para contrarrestar la depresión de la grasa láctea, debido a que elevan el pH ruminal, la actividad celulolítica y la relación entre los ácidos acético/propiónico. El bicarbonato sódico o potásico, el óxido de magnesio, el hidróxido de calcio son opciones de estos minerales y se les denomina tampones o antiácidos (Obando, 2010).

Las raciones con alto contenido de concentrados aumentan ligeramente el contenido de proteína verdadera en la leche debido probablemente a que el ácido propiónico es precursor de aminoácidos en la ubre.

A fin de aumentar aún más la metabolicidad de la ración se puede agregar grasa hasta en un 8%, lo cual incrementa la producción de leche, aunque puede deprimirse el contenido de grasa si los ácidos grasos son poliinsaturados que afectan la actividad celulolítica. Se ha

observado que la grasa incluida con la semilla entera no causa problemas de tenor graso. Por otro lado la adición de grasa disminuye el tenor proteico de la leche (Obando, 2010).

Desde el parto hasta el ápice de la lactación la ingestión de alimentos debe ser máxima, sin provocar el síndrome de bajo contenido de grasa en la leche. Las consecuencias de una alimentación insuficiente al comienzo de la lactación no pueden corregirse después. La alimentación en fases posteriores puede restaurar la energía perdida al comienzo de la lactación y destinarse al ciclo subsiguiente (Obando, 2010).

Las raciones mixtas (raciones donde se mezclan todos los ingredientes) administradas ad libitum hacen mínimas las fluctuaciones en la actividad ruminal y por lo tanto la digestibilidad y la producción de leche mejoran.

#### **Necesidades proteicas**

Para que la producción láctea se mantenga a un alto nivel, resulta esencial aportar la cantidad adecuada de proteína en la ración. Así, las raciones para la producción intensiva de leche contienen aproximadamente 50% más cantidad de proteína que las raciones para el engorde de ganado (Obando, 2010).

La cantidad insuficiente de proteína en la ración determina una reducción en la producción láctea. De todos los nutrientes esenciales, el aporte de proteína a la vaca lechera de alta producción es probablemente el más importante a corto plazo.

La capacidad de la vaca lechera para movilizar proteína de las reservas corporales es muy limitada. Es por ello que el consumo de proteína no

puede posponerse. De otro lado la subalimentación proteica reduce gradualmente la ingestión voluntaria de alimentos (Bondi, 2001).

El nitrógeno no proteico (NNP) puede ser utilizado por la flora ruminal solamente en las raciones de bajo contenido proteico, en cuyo caso, puede sustituirse con él hasta el 30% de la proteína. Puesto que la producción de leche precisa niveles relativamente altos de proteína en la ración, el aporte de proteína verdadera a las vacas lactantes es más importante que a otras clases de vacunos.

Las diferencias en la calidad de las proteínas verdaderas se deben a la composición de aminoácidos y la degradabilidad en el rumen. Siendo más valiosas las proteínas con buena composición de aminoácidos y de baja degradabilidad en el rumen.

Los contenidos de proteína en la ración varían con la producción de leche y la fase de la lactación. Las concentraciones deben ser mayores antes del ápice de la lactación que después.

### **Necesidades minerales**

El sodio es el elemento más deficiente en los alimentos, la suplementación es una condición básica en las raciones de rumiantes. Para la suplementación se recurre a la sal común.

En general todos los forrajes son deficientes en fósforo y las gramíneas pueden serlo también en calcio. Al comienzo de la lactación, aproximadamente el 20% del calcio y fósforo pueden normalmente movilizar del esqueleto (Obando, 2010).

Deficiencias fuertes en calcio no ocasiona trastornos fisiológicos graves, pero si mayores posibilidades de fracturas. En cambio cuando la deficiencia es de fósforo provoca trastornos en el metabolismo, hay

disminución en la ingestión de alimentos y la producción de leche y, por otro lado, las funciones de la reproducción se inhiben.

Las necesidades de magnesio son bajas. El hueso puede aportar cantidades variables al comienzo de la lactación. Frente a deficiencias prolongadas se presenta hipomagnesemia.

La deficiencia de azufre se presenta con raciones ricas en NNP no complementado con sales de azufre. El contenido de azufre en la ración se aproxima al óptimo cuando la relación S/N es de 1/12.

### **Necesidades vitamínicas**

Todas las vitaminas del complejo B se sintetizan en cantidad suficiente para la lactación. La vitamina C se sintetiza en los tejidos de los rumiantes. Las necesidades de vitamina A están en función estricta al peso corporal. De manera que si se administra vitamina A por encima del nivel necesario para mantener la salud de la vaca, su nivel en la leche aumenta rápidamente, aunque carece de efecto sobre la producción láctea. La suplementación rutinaria con vitamina A está justificada ya que los niveles en los alimentos son muy variables (Hutjens, 2003).

La vitamina D se sintetiza en cantidad suficiente por las radiaciones ultravioletas en el cuerpo de los animales. Las vitaminas E y K son abundantes en los alimentos.

## **2.2. Suplementos minerales**

Los bovinos reciben los minerales que requieren del medio ambiente los pastos, el agua y la tierra adherida a los forrajes que consumen. La mayor cantidad de minerales aprovechados por los bovinos llega entonces por el consumo de pastos y la tierra que está adherida a ellos, por lo tanto debe considerarse que un buen manejo de la nutrición mineral consiste en aportar la cantidad necesaria según los requerimientos de la

vaca (Pérez *et al* 2011).

Las absorciones parciales de minerales sugieren que el retículo-rumen es el sitio más importante para el aprovechamiento de calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) y magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), mientras que en los intestinos delgado y grueso ocurriría lo propio con fósforo y potasio. Este factor demuestra que una absorción apropiada de minerales está directamente relacionada con el correcto funcionamiento del tracto digestivo del bovino, lo cual es controlable mediante el manejo de la alimentación, estimulando un funcionamiento normal a nivel ruminal (Pérez *et al*, 2011).

Las deficiencias y desbalances de minerales en la dieta son reconocidas como una de las limitantes a la producción animal. Uno de los primeros pasos en la evaluación de la nutrición mineral del ganado en pastoreo, es la conducción de muestreos de suelos, forrajes y fluidos y tejidos animales a fin de analizar la concentración de los minerales de importancia nutricional. (Balbuena *et al.*, 2003).

Cada mineral se administra teniendo en cuenta la condición física en la que se encuentra el animal. Los requerimientos de Calcio y fósforo dependen de la producción y composición de la leche, además del estado de preñez. Las vacas en producción requieren de niveles elevados de calcio en el alimento, mientras que para las secas suministrar un alto nivel de calcio tiene como consecuencia desfavorable una disminución de calcio en el suero sanguíneo (hipocalcemia), en el parto o cerca de él. La hipocalcemia está asociada con un aumento en la incidencia de mastitis, cetosis, desplazamiento de abomaso, retención de placenta y menor fertilidad (Gómez, 2008). Todo animal requiere de un constante equilibrio entre la cantidad de mineral que es consumido y aprovechado para el desarrollo de sus funciones metabólicas.

Los bovinos son animales forrajeros por naturaleza, esto quiere decir que las pasturas son los alimentos con los que cubren todas sus necesidades

clave mantenimiento, crecimiento, preñez y desarrollo corporal. (Gómez y Fernández, 2009). En sistemas intensivos que utilizan vacas de alta producción, la suplementación permite incrementar el consumo y por ende la productividad de los animales en general; está demostrado que la suplementación disminuye el consumo de pradera, en especial cuando la disponibilidad de pradera es alta. (Balocchi et al., 2002). La administración de sales mineralizadas en la dieta diaria debe desarrollarse partiendo del resultado de los análisis de suelos que determinen la oferta y deficiencia de cada uno de los elementos en la pastura, buscando evitar posibles casos de intoxicaciones por excesos y disminuyendo los costos en la producción por desperdicio de sales.

Las fuentes de minerales se pueden clasificar en orgánicas e inorgánicas, dentro de las primeras pueden ser de origen animal como las harinas de carne, de hueso y de pescado, por otra parte entre las fuentes vegetales los forrajes de alta calidad tienden a ser en general buenas fuentes de calcio (Ca) y relativamente bajos en fósforo (P) en especial las leguminosas, no así algunos granos y subproductos (Vieyra, 2004). Por último fuentes de minerales inorgánicas propiamente dichas como los fosfatos en el caso del P, siendo los más utilizados ortofosfatos de calcio. De acuerdo a la cantidad de átomos de Ca en la molécula, se los clasifica en mono, di o tricálcico. La utilización de fosfatos alimenticios en las raciones permite gran flexibilidad para balancear la relación Ca: P; una disponibilidad superior de P; utilizar productos libres de posible contaminación microbiana y de malos olores, además contar con un aporte de P predecible y constante (Vieyra, 2004). En la tabla 4, muestra algunos de las principales fuentes de minerales de diferentes orígenes.

**Tabla N° 4**

Concentración de Ca y P de distintas fuentes y su disponibilidad relativa.

<b>BDR (%)</b>	<b>Fuente de P</b>	<b>Ca %</b>	<b>P %</b>	<b>Ca : P</b>
ALTA (120)	F. Monocálcico/	15-18	21-22	0.7 - 0.8
MEDIA ALTA	F. Dicálcico	22	18	1.3
MEDIA BAJA (<90)	Harina de huesos	32	16	2.0
	Harina de Pescado	6	3.5	2.0
FORRAJES	Alfalfa, Heno	1.25	0.23	5.8
	Alfalfa, Pasto.	1.9	0.27	6 - 7
	Algodón, Semilla	0.21	0.64	0.33
	Gramíneas, Heno	0.38	0.12	3.2
	Maíz, Grano	0.03	0.24	0.12
	Maíz, Silaje	0.20	0.19	1.0
	Solla, Harina	0.3	0.68	0.44
	Sorgo, Grano	0.04	0.34	0.12
	Trigo	0.13	0.9	0.13

*BDR: Biodisponibilidad Relativa. Modificado de Vieyra. 2004*

La deficiencia o el exceso de elementos puede estar limitando la producción en algunos establecimientos ganaderos, a tal punto se hace difícil que este problema sea reconocido por el productor como causa principal de la baja producción, sin embargo, en algunos casos es así. En los sistemas extensivos con reducido o nulo asesoramiento técnico existen otros factores productivos negativos que ocultan los efectos de las deficiencias o excesos de minerales (Bavera, 2000).

En las vacas lactantes, los macro minerales de principal importancia son cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S) (Wattiaux y Howard 1996). La fiebre de leche en los primeros días de la lactancia se debe a un desequilibrio en el metabolismo del calcio. El fósforo es esencial para mantener una buena fertilidad en el hato, casi todos los alimentos, con excepción de urea y grasa, contienen al mínimo cantidades limitadas de minerales. Debido a que las leguminosas contienen más calcio que las gramíneas, las raciones basadas en leguminosas requieren menos suplementación con calcio, la melaza es rica en calcio y los subproductos de origen animal

son buenas fuentes de calcio y fósforo. El cloruro de sodio es el único mineral que se puede ofrecer ad-libitum o en bloques (Wattiaux y Howard 1996).

Comparando las fuentes de calcio y fósforo analizadas, se observa que el mayor aporte de fósforo lo suministra el biofos, luego otros fosfatos como el tricalfos y por último las harinas de hueso calcinada y vaporizada. Por lo tanto, el valor nutricional de biofos es superior debido al contenido más elevado de fósforo, a su aporte de calcio, a la mayor disponibilidad biológica, y a su estabilidad en cuanto a cambios en color, olor, sabor y textura. Se agrega a lo anterior que el fósforo es más limitante que el calcio en cuanto a disponibilidad comercial (Cardona et al., 2002) (Tabla N° 5).

**Tabla N° 5**

Composición nutricional promedio de fuentes minerales.

Fuente de minerales	Humedad	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	Ca (%)	P (%)
Biofos	2	-	-	16,6	20,7
Calcio, Carbonato	0,21	-	-	38,8	-
Fosfatos	2,7	-	-	20,6	20
Hueso, Calcinado	0,6	-	-	35,7	15,6
Hueso, Harina	-	25,4	63	23	10,6
Tricalfos	-	-	-	32	18

Fuente: Modificado de Cardona et al., 2002.

La suplementación mineral de la dieta de la vaca lechera es usualmente entre 0 y 150 g/vaca/día (Wattiaux, 1996), en la Tabla 6 se identifican los requerimientos de Ca y P, en bovinos de lechería. Una mezcla de minerales que contiene calcio, fósforo o ambos (por ejemplo fosfato dicálcico) puede ser requerida según los ingredientes de la ración. Los forrajes verdes usualmente contienen bajos niveles de fósforo en relación a las necesidades de la vaca. El ensilaje de maíz contiene poco calcio y fósforo, además requiere suplementación con ambos minerales. Los microminerales son requeridos en cantidades muy pequeñas y

usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado (Wattiaux, 1996).

La desnutrición es el factor que más incide en la producción ganadera, las deficiencias y desequilibrios de minerales en el suelo y el forraje han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado de leche y/o carne. Investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en aumentos de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además de una reducción significativa de la mortalidad (Laredo *et al.*, 1987).

**Tabla N° 6**

Requerimientos diarios de Ca y P para bovinos de leche,

Peso vivo (kg)	Ganancia (gramos /	Producción de leche * (Litros /	Requerimientos (g/día)	
			Ca	P
40	0.3	--	6.8	4.1
70	0.7	--	15.4	7.7
140	0.7	--	19.4	11.4
320	0.7	--	24.9	18.6
410	0.7	--	28.6	20.9
640 (seca)	--	--	25.9	18.2
640 (seca**)	--	--	41.8	25.4
640	--	16	73.5	46.7
640	--	25	102.5	65.0
640	--	33	121.1	75.3

*\* leche al 3.5% de grasa butirosa. Se calcula 0.4 - 0.43% del consumo de MS. \*\* Último mes de seca antes del parto. Modificado de Vieyra, 2004.*

## 2.3. Antecedentes de investigación

### 2.3.1 Uso de suplementos minerales y vitamínicos en la alimentación de vacunos

Espinoza (1998) evaluó una mezcla de sales minerales y vitaminas en vacas lecheras en la Irrigación de Santa Rita de Sigwas en Arequipa, encontrando una diferencia promedio de 1.32 kilos de

leche a favor de las vacas tratadas con la mezcla nutricional. El autor encontró un beneficio económico con el uso de las premezcla.

Nuñez (2001) evaluó el uso de sales minerales en vacas en lactación en Arequipa, reportando una mejora láctea, del apetito y del balance económico de la producción.

Vargas (2006) evaluó el efecto del uso de 150 gr de sales minerales en raciones de vacas Holsteín friesian en el primer tercio de la lactación en la Irrigación Majes, encontrando una diferencia no significativa de 1.3 kilos de leche a favor del tratamiento experimental. En el análisis de los componentes de la leche no hubo efecto de la sales sobre esta variable.

Llosa (2007) evaluó el efecto del uso de 150 gr sales naturales en vacas Holsteín adultas en media lactación en la Irrigación Majes, encontrando una diferencia a favor del tratamiento experimental de 0.60 kilos de leche, pero sin diferencias significativas estadísticamente. Asimismo no encontró efecto sobre los componentes de la leche. Se midió una mejora no significativa en el peso vivo con el uso de las sales minerales.

Almeyda y Apaza (2012) realizaron un experimento en el INIA-PUNO a 3815 msnm con el objetivo de evaluar el uso de un suplemento mineral en una ración alimenticia de vacas Brown Swiss en época de estiaje y su efecto en el incremento de la producción de leche. Los resultados mostraron que el consumo del suplemento mineral fue de 60 g/día por vaca. En cuanto al rendimiento de leche los promedios finales ajustados por covariancia fueron de 9.53 y 11.41 kg de leche / vaca por los tratamientos T-O y T-1, respectivamente observándose una diferencia de 1.88 kg. (19.8%) a favor del tratamiento con suplemento mineral.

### III.- MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Materiales

##### 3.1.1. Localización del trabajo

###### a. Localización espacial:

El presente estudio se realizó en el distrito y provincia de Candarave del departamento de Tacna. Las localidades involucradas fueron Candarave capital, Santa Cruz, Totorá, San Pedro, Talaca, Yucamani, Patapatani, Calleraco, Mullini, La Victoria y Jirata.

Candarave se ubica en el extremo Nororiental del Departamento de Tacna, entre las coordenadas geográficas  $16^{\circ}17'04''$  y  $17^{\circ}27'56''$  latitud sur, y  $70^{\circ}03'32''$  y  $70^{\circ}34''$  de longitud Oeste.

###### Límites geográficos:

- Por el Norte con la Región Moquegua
- Por el Sur con la provincia de Tarata
- Por el Este con la Región Puno y Moquegua
- Por el Oeste con la provincia Jorge Basadre

###### b. Localización temporal:

El trabajo de investigación se desarrolló entre los meses de Diciembre del 2013 y Abril del 2014.

##### 3.1.2. Material biológico

Vacas en producción de las razas Holstein y Brown Swiss, en diferentes fases de lactación y criadas en diferentes anexos de Candarave, bajo pastoreo permanente de alfalfa.

### 3.1.3. Insumo experimental

Suplemento vitamínico mineral diseñado con fuentes minerales y vitamínicas disponibles en la Región, considerando los requerimientos nutricionales de vacas en lactación y el tipo de forraje utilizado en la zona

### 3.1.4. Materiales y equipos de campo

- Balanza digital
- Saleros portátiles
- Sogas
- Botas
- Mameluco
- Registros de producción de leche.
- Cámara fotográfica

### 3.1.5. Otros Materiales

- Computadora con software Word, Excel.
- Materiales de escritorio
- Cámara fotográfica
- Fichas de controles

## 3.2. Métodos

### 3.2.1. Muestreo

#### a. Universo

418 unidades ganaderas en la provincia de Candarave

**b. Tamaño de la muestra**

5 unidades ganaderas con un promedio de 6 vacas cada una.

**c. Procedimiento de muestreo**

La selección de las unidades ganaderas fue por conveniencia. Considerando que no se trataba de un estudio descriptivo, sino de un estudio experimental, mediante el cual se quiso determinar el efecto del uso del suplemento vitamínico mineral sobre las variables consideradas, se estableció en 29 vacas en producción.

La selección de las unidades agropecuarias fue en base a la facilidad para el trabajo con los animales y la buena predisposición de los ganaderos para llevar adelante la investigación. Asimismo, se consideró a aquellas explotaciones que contaban con información sobre sus animales.

**3.2.2. Formación de unidades experimentales de estudio.**

Las unidades de estudio fueron cada una de las vacas en experimentación.

En cada unidad ganadera se escogieron dos grupos de vacas, formados en base a los días de lactación y producción de leche previa, de modo que ambos grupos tuvieran animales de todas las fases de lactación.

**Tabla Nº 7**

Vacas de ambas fases de producción: Alta (de 60 a 120 días) y de Media (mayores a 120 días de producción) en las diferentes unidades ganaderas, separadas por tipo de tratamiento recibido.

GANADERO 1								
NOMBRE	CATEGORIA	RAZA	N.P	FECHA PARTO	D.L.	FECHA SERV.	CCC	LECHE/DÍA
Con suplemento								
GALANA	Alta	HF	4	05/01/2014	41	ns	3,5	11,4
KELY	Alta	BS	2	05/11/2013	102	ns	3,5	11
LILI	Media	BS	3	20/07/2013	210	08/11/2013	3,5	8,1
Sin suplemento								
LENA	Alta	BS	3	26/12/2013	51	ns	3,5	10,28
SENASA	Alta	BS X HF	2	18/11/2013	89	ns	3,5	10,2
NATI	Media	BS X HF	1	24/08/2013	175	14/12/2013	3,5	10
GANADERO 2								
NOMBRE	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	CCC	
Con suplemento								
NEGRA	Alta	B.S	1	27/10/2013	111	ns	3,75	9,20
BEKY	Media	BS	2	16/10/2013	122	ns	3,75	5,40
JOSEFINA	Media	BS	3	23/07/2013	207	08/10/2013	3,00	7,30
Sin suplemento								
FLOR	Alta	BS	3	08/11/2013	99	ns	3,50	7,86
MOCHA	Media	BS	2	15/10/2013	123	ns	3,50	4,40
FLACA	Media	BS	2	01/10/2013	137	02/01/2014	3,50	6,22
GANADERO 3								
NOMBRE	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	CCC	
Con suplemento								
SUSANA	Alta	H.F	1	15/12/2013	62	ns	3,50	6,30
BLANCA	Alta	H.F	3	10/12/2013	67	ns	3,00	7,00
MOCHA	Media	H.F	4	15/10/2013	123	ns	3,50	5,20
Sin suplemento								
CARI SONSA	Alta	H.F	4	20/12/2013	57	ns	3,50	7,11
FLOR DE HABA	Alta	H.F	2	30/10/2013	108	ns	3,00	7,04
TERESA	Media	H.F	2	11/08/2013	188	04/02/2014	3,50	2,11
GANADERO 4								
NOMBRE	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	CCC	
Con suplemento								
LUPITA	Alta	B.S	1	23/11/2013	84	ns	3,50	7,90
FLOR	Media	B.S	2	04/10/2013	134	14/01/2014	3,50	5,30
GEMA	Media	B.S	3	01/10/2013	137	ns	3,50	6,60
Sin suplemento								
CACHUDA	Alta	B.S	2	10/12/2013	67	ns	3,00	6,93
NEGRA	Media	B.S	3	27/09/2013	141	05/02/2014	3,50	5,79
GANADERO 5								
NOMBRE	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	CCC	
Con suplemento								
JUANA	Alta	HF	6	05/12/2013	72	ns	3,75	7,5
ROSITA	Alta	BSxHF	3	10/11/2013	97	ns	3,5	9,5
MECHE	Media	BSxHF	2	14/07/2013	216	18/12/2013	3,5	5,6
Sin suplemento								
MOCHA FLOR	Alta	HF	4	01/12/2013	76	ns	3,75	10,315
CAROLINA	Alta	BSxHF	3	27/10/2013	111	ns	3,5	8,87
BAYA	Media	BS	2	05/08/2013	194	29/11/2013	3,5	6,3

### 3.2.3. Métodos de evaluación

#### a. Metodología de la experimentación

Durante 8 semanas, uno de los grupos de cada unidad pecuaria (conformado por vacas de ambas fases de lactación) recibió durante el ordeño el suplemento vitamínico mineral, mientras que el otro grupo no.

A los animales que se les asignó el tratamiento experimental, se les ofertó el suplemento vitamínico- mineral a discreción, en unos saleros, tanto para las fases de alta producción (60 a 120 días) como para las de media producción (con más de 120 días de lactación), pero sólo durante los ordeños.

El consumo del suplemento se midió por el diferencial entre lo ofertado antes del ordeño con el sobrante después del ordeño, de modo que la final del experimento se hizo la sumatoria del consumo de los diferentes días.

La producción de leche fue medida semanalmente para todos los animales y los datos fueron consignados en fichas de control.

Asimismo se evaluó la condición corporal al inicio y al final del experimento. La condición corporal se efectivizó siguiendo la escala de calificación corporal descrita por Ferguson *et al* (1994), en cinco grados de 1 a 5.

#### b. Recopilación de la información

- En el campo (se evaluó la producción de leche, el peso de las vacas y la condición corporal)
- En la biblioteca.

- ✓ Libros relacionados al tema.
- ✓ Revistas científicas especializadas.
- En otros ambientes generadores de la información científica.
  - ✓ Internet páginas Web relacionadas al tema.
  - ✓ Intercambio de información con profesionales de campo.
  - ✓ Eventos científicos relacionados nacionales e internacionales.

#### 3.2.4. Variables de respuesta

##### i. Variables Independientes

- Tratamientos
- Fase de lactación

##### ii. Variables Dependientes

- Producción de leche
- Condición corporal
- Mérito económico

#### 3.2.5. Evaluación estadística

##### a. Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar. La confección del ANVA se realiza de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Fuentes de variación	SC	GL	CM	F
<b>Tratamientos</b> (inclusión de levadura)	$\Sigma Y^2i/n-FC$	n-1	SCT/GLT	CMT/CME
<b>Bloques</b> (Fases de lactación)	$\Sigma Y^2j/t-FC$	t-1	SCB/GLB	CMB/CME
Error experimental	$\Sigma Y^2ij- \begin{matrix} \Sigma Y^2j/t- \\ \Sigma Y^2i/n+FC \end{matrix}$	(n-1)(t-1)	SCE/GLE	
Total	$\Sigma Y^2ij/-FC$			

Fuente: Calzada, 1970

El modelo estadístico para este diseño es:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$$

$$i = 1, \dots, t$$

$$j = 1, \dots, b$$

Dónde:

$\mu$  media general

$\tau_i$  efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  efecto del j-ésimo bloque

$e_{ij}$  error experimental en la unidad j del tratamiento i

**Fuente: Calzada, 1970**

### b. Unidades experimentales

Las unidades experimentales se encontraron constituidas por cada una de las vacas.

### c. Diseño de tratamientos

Tratamientos → Bloques ↓	T1 (Testigo)	T2 (con suplemento)	Total
Alta (60 - 120 días)	8	7	15
Media (> a 120 días)	8	6	14
TOTAL	16	13	29

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Producción de leche

En el cuadro 1 y en el gráfico 1 se puede apreciar la variación de la producción promedio de leche de las vacas de alta y media lactación, con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral durante la etapa experimental.

**Cuadro N° 1**

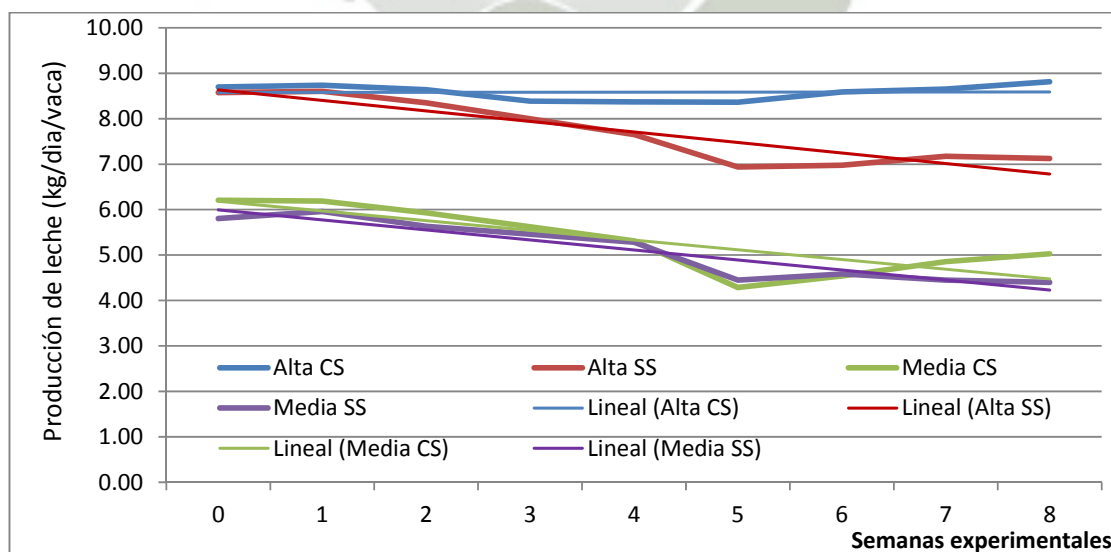
Variación de la producción promedio de leche de las vacas de alta y media lactación con y sin el suministro del suplemento vitamínico – mineral durante la etapa experimental.

TRATAMIENTOS		SEMANAS DE EXPERIMENTACIÓN								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Alta	T1	8,70	8,74	8,64	8,39	8,37	8,36	8,59	8,65	8,81
Alta	T0	8,58	8,60	8,35	8,00	7,65	6,94	6,98	7,18	7,13
Media	T1	6,21	6,19	5,93	5,62	5,31	4,29	4,54	4,86	5,03
Media	T0	5,80	5,96	5,63	5,46	5,28	4,45	4,58	4,45	4,40

T1: Con suplementación vitamínico mineral, T0: sin suplementación

**Gráfico N° 1**

Variación de la producción promedio de leche de las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.



En vacas de alta producción (entre 60 y 120 días de lactación) el promedio de producción de leche inicial fue muy similar entre ambos grupos experimentales (8.70 para las vacas suplementadas y 8.58 para las vacas sin suplementar), sin embargo, se aprecia que las vacas suplementadas mantuvieron la producción de leche a lo largo del experimento, no ocurriendo lo mismo con las vacas no suplementadas, en las cuales hubo una disminución paulatina en la producción de leche, siendo el promedio de 8.81 para las vacas suplementadas y 7.13 para las no suplementadas al final de los 56 días experimentales.

Por otro lado, en vacas de media producción (con más de 120 días de lactación) no se observa efecto del uso del suplemento vitamínico-mineral, pues en ambos grupos se apreció una caída paralela en la producción de leche, según se aprecia en la línea de tendencia encontrada.

Obando (2010) afirma que el sodio es el elemento más deficiente en los alimentos, la suplementación es una condición básica en las raciones de rumiantes. En general todos los forrajes son deficientes en fósforo y las gramíneas pueden serlo también en calcio. La deficiencia de fósforo provoca trastornos en el metabolismo, hay disminución en la ingestión de alimentos y la producción de leche y, por otro lado, las funciones de la reproducción se inhiben. Estas afirmaciones coinciden con lo observado en el presente experimento, pues con la suplementación de sal común y fosfato de calcio hubo mejoras en la producción de leche.

En el cuadro 2 y gráfico 2 se ha registrado la diferencia entre la producción final e inicial de leche en los 56 días experimentales, para ambas fases de lactación. En las vacas de alta producción, que fueron suplementadas (60 a 120 días de lactación), se aprecia un ligero incremento de 0.116 kilos por día (1.337% de aumento), mientras que en las vacas que no recibieron suplemento, más bien se aprecia una significativa disminución de -1.451 kilos por día (-16.916% de disminución).

Por otro lado, en vacas de media producción, a las que se les suministró el suplemento, se aprecia una disminución de 1.179 kilos diarios (-18.987% de disminución), mientras que las vacas no suplementadas también disminuyó, aunque en mayor nivel, con - 1.403 kilos (- 24.171% de decremento). Se podría decir que las sales tuvieron una ligera amortiguación en la caída de la producción de leche en esta fase.

### Cuadro Nº 2

Producción promedio de leche al inicio y al final del experimento y la variación en kilos y en porcentaje, para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.

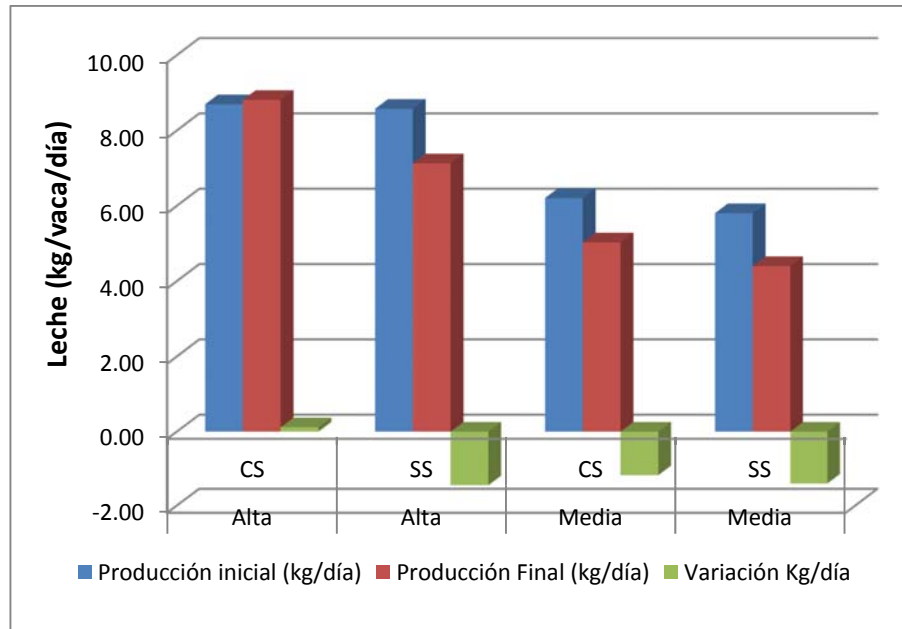
TRATAMIENTOS		PRODUCCIÓN INICIAL (KG/DÍA)	PRODUCCIÓN FINAL (KG/DÍA)	VARIACIÓN	
				Kg/día	%
Alta	T1	8,70	8,81	0,12	1,34
Alta	T0	8,58	7,13	-1,45	-16,92
Media	T1	6,21	5,03	-1,18	-18,99
Media	T0	5,80	4,40	-1,40	-24,17

T1: Con suplementación vitamínico mineral, T0: sin suplementación

En el cuadro 3 y gráfico 3 se muestra la producción total de leche por vaca durante el periodo de 56 días de experimentación para vacas de alta y media lactación para ambos tratamientos experimentales. A partir del cual, se ha calculado la producción diaria general promedio, siendo para las vacas de alta de 8.568 y 7.602 kilos/animal, con y sin suplementación vitamínico mineral, respectivamente. Mientras que para vacas de media lactación, el promedio de producción diaria fue de 5.22 y 5.027 kilos/animal con y sin suplementación, respectivamente.

**Gráfico N° 2**

Producción promedio de leche al inicio y al final del experimento y la variación en kilos y en porcentaje, para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.



En base a estos promedios diarios, se aprecia un diferencial de producción, entre las vacas suplementadas y no suplementadas de 0.966 y 0.193 kilos diarios de leche para vacas de alta y media lactación, respectivamente. Porcentualmente el aumento promedio fue de 12.71% y 3.85% para las vacas de alta y media producción, respectivamente. Estos resultados demuestran la eficacia del uso del suplemento vitamínico-mineral sobre vacas alimentadas exclusivamente a base de alfalfa, especialmente en vacas de alta producción. Sin embargo, al análisis estadístico las diferencias encontradas entre los tratamientos, en ninguno de los grupos, fueron significativas estadísticamente.

**Cuadro Nº 3**

Producción total y promedio general de producción durante 56 días de experimentación para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.

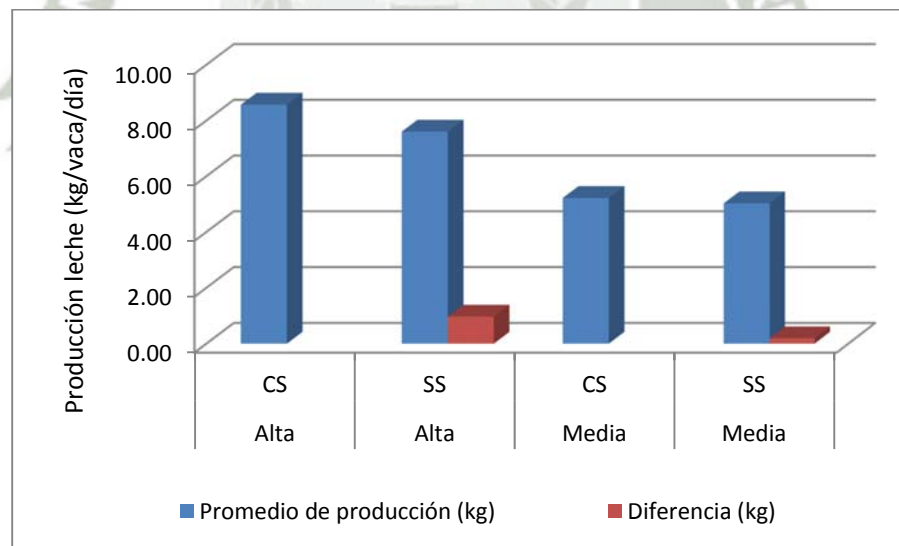
TRATAMIENTOS		TIEMPO (DÍAS)	PRODUCCIÓN TOTAL (KG)	PROMEDIO DE PRODUCCIÓN (KG)	DIFERENCIA (KG)
Alta	T1	56	479,81 <sup>a</sup>	8,57	0,97
Alta	T0	56	425,69 <sup>a</sup>	7,60	
Media	T1	56	292,34 <sup>b</sup>	5,22	0,19
Media	T0	56	281,52 <sup>b</sup>	5,03	

T1: Con suplementación vitamínico mineral, T0: sin suplementación

*Letras iguales denota que las diferencias no fueron significativas estadísticamente*

**Gráfico Nº 3**

Producción total y promedio general de producción durante 56 días de experimentación para las vacas de alta y media producción con y sin el suministro del suplemento vitamínico-mineral.



Bavera (2000) afirma que la deficiencia o el exceso de elementos puede estar limitando la producción en algunos establecimientos ganaderos, a tal punto se hace difícil que este problema sea reconocido por el productor

como causa principal de la baja producción, sin embargo, en algunos casos es así. En la provincia de Candarave, donde las vacas son alimentadas exclusivamente con alfalfa, son evidentes las deficiencias de varios minerales y vitaminas, lo que se ha traducido en una mejora en la producción de leche, al practicar la suplementación.

Wattiaux y Howard (1996) aseguran que en las vacas lactantes, los macro minerales de principal importancia son cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S). Asimismo, indican que el fósforo es esencial para mantener una buena fertilidad en el hato.

Según Wattiaux (1996) la suplementación mineral de la dieta de la vaca lechera es usualmente entre 0 y 150 g/vaca/día. Los forrajes verdes usualmente contienen bajos niveles de fósforo en relación a las necesidades de la vaca. Los microminerales son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado. En este experimento, tanto los macrominerales como los microminerales fueron ofrecidos en una sola mezcla, balanceada con vitaminas liposubles.

Espinoza (1998) evaluó una mezcla de sales minerales y vitaminas en vacas lecheras en la Irrigación de Santa Rita de Siguan en Arequipa, encontrando una diferencia promedio de 1.32 kilos de leche a favor de las vacas tratadas con la mezcla nutricional. El autor encontró un beneficio económico con el uso de las premezcla. Esta respuesta coincide con lo encontrado en el presente experimento, pues la mejora es de hasta 1 litro entre las vacas suplementadas frente a las que no lo fueron.

Núñez (2001) evaluó el uso de sales minerales en vacas en lactación en Arequipa, reportando una mejora láctea, del apetito y del balance económico de la producción. Igualmente, Vargas (2006) evaluó el efecto del uso de 150 gr de sales minerales en raciones de vacas Holsteín friesian en el primer tercio de la lactación en la Irrigación Majes, encontrando una diferencia no significativa de 1.3 kilos de leche a favor del tratamiento experimental. En el análisis de los componentes de la leche no hubo efecto de la sales sobre esta variable. Ambos autores encontraron, al igual que en el presente experimento, ventajas comparativas con el uso de las sales minerales.

#### **4.2 Condición corporal**

En el cuadro 4 y en el gráfico 4 se puede apreciar el puntaje de condición corporal promedios estimados en las vacas experimentales, correspondientes a los tratamientos con y sin el uso del suplemento vitamínico mineral, tanto en alta como en media producción.

En vacas de alta producción (de 60 a 120 días de lactación), tanto las suplementadas como las que no lo fueron, experimentaron una pequeña disminución en la condición corporal de menos de una décima de puntaje. Ello implica que no hubo ningún efecto del uso del suplemento vitamínico-mineral sobre la condición corporal.

De igual manera, en vacas de media producción (con más de 120 días de lactación) se apreció una ligera mejora en la condición corporal tanto en las vacas suplementadas como en las que no lo fueron. En este caso, tampoco se evidencia un efecto del uso de suplemento sobre la condición corporal. Al análisis estadístico las diferencias encontradas no fueron significativas.

**Cuadro Nº 4**

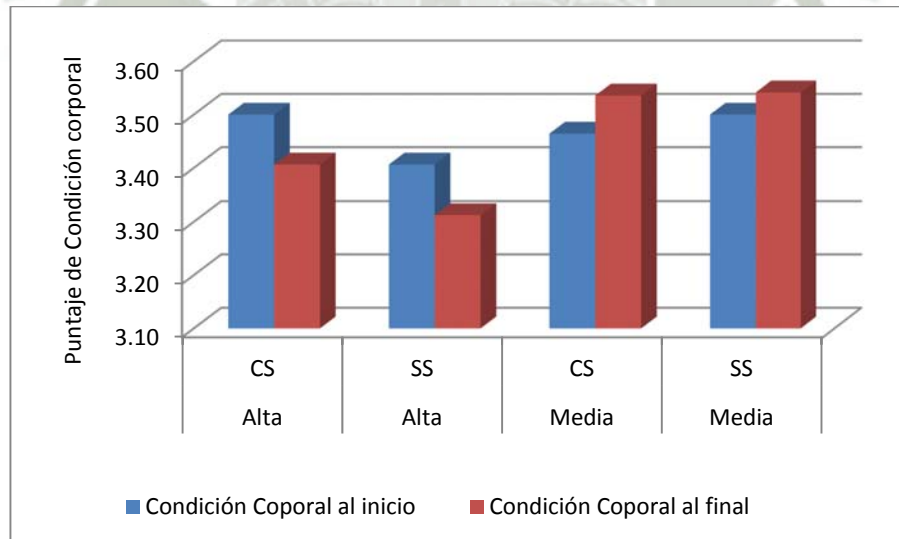
Puntajes de condición corporal promedio en las vacas, con y sin el suplemento, en dos fases de lactación al inicio y al final del periodo experimental

TRATAMIENTOS		CONDICIÓN CORPORAL		DIFERENCIA	
		al inicio	al final	Puntos	%
Alta	T1	3,50	3,41	-0,09 <sup>a</sup>	-2,68
Alta	T0	3,41	3,31	-0,09 <sup>a</sup>	-2,75
Media	T1	3,46	3,54	0,07 <sup>0b</sup>	2,06
Media	T0	3,50	3,54	0,04 <sup>b</sup>	1,19

T1: Con suplementación vitamínico mineral, T0: sin suplementación  
*Letras iguales denota que las diferencias no fueron significativas estadísticamente*

**Gráfico Nº 4**

Puntajes de condición corporal promedio en las vacas, con y sin el suplemento, en dos fases de lactación al inicio y al final del periodo experimental



Bondi (2001) especifica una desmejora de la condición corporal hasta los 90 y 120 días de lactancia, dependiendo de la producción de leche y la calidad y cantidad de materia seca consumida por la vaca. En este experimento, al proporcionar un suplemento rico en vitaminas y minerales, se estaría favoreciendo que las vacas mejoren la digestibilidad de los forrajes, el consumo y de este modo se observe una mejora en la producción de leche, sin bajar la condición corporal, tal como ocurrió.

Llosa (2007) evaluó el efecto del uso de 150 gr sales naturales en vacas Holsteín adultas en media lactación en la Irrigación Majes, encontrando una diferencia a favor del tratamiento experimental de 0.60 kilos de leche, pero sin diferencias significativas estadísticamente. Asimismo, se midió una mejora no significativa en el peso vivo con el uso de las sales minerales. Este efecto, también se estaría apreciando en el presente experimento, pues a pesar de haber habido una mayor producción, no hubo pérdidas mayores en el puntaje de condición corporal.

#### **4.3 Mérito económico**

En el cuadro 5 y en el gráfico 5 se aprecia el beneficio económico en 56 días de experimentación, por la producción adicional de leche con el uso del suplemento vitamínico-mineral, tanto en vacas de alta como de media producción.

Con las vacas de alta producción y, considerando las diferentes evaluaciones de producción de leche durante el periodo experimental, se estimó una producción total por vaca de 479.8 kilos de leche en aquellas que recibieron el suplemento y de 425.7 kg/vaca en las que no fueron suplementadas. Lo que implica que con el uso del suplemento vitamínico mineral se logró una mayor producción en 54.1 kilos en el periodo de 56 días. Al valorizar la producción de leche (a 1.10 soles/kg) y descontar el gasto adicional con el suplemento vitamínico mineral, se tiene un beneficio

económico de 54.7 soles en 56 días, lo que representa 0.98 soles por día y por vaca.

**Cuadro Nº 5**

Beneficio económico total durante el periodo experimental (56días) por la producción adicional de leche con el uso del suplemento vitamínico-mineral, tanto en vacas de alta y de media producción.

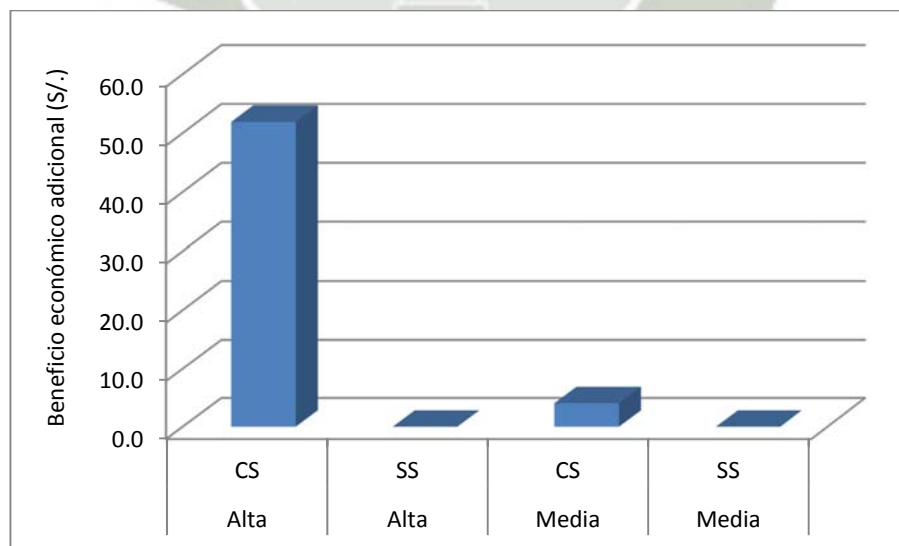
TRATAMIENTOS		TIEMPO (DÍAS)	CONSUMO TOTAL DEL SUPLEMENTO (KG)	VALOR TOTAL DEL SUPLEMENTO (S/.)	PRODUCCIÓN TOTAL (KG)	VALOR DE LA LECHE (S/.) <sup>(1)</sup>	MARGEN BRUTO (S/.)	MARGEN ADICIONAL (S/.)
Alta	T1	56	2,60	7,6	479,8	527,8	520,1 <sup>a</sup>	51,9
Alta	T0	56	0,0	0,0	425,7	468,3	468,3 <sup>a</sup>	0,0
Media	T1	56	2,68	7,8	292,3	321,6	313,7 <sup>b</sup>	4,1
Media	T0	56	0,0	0,0	281,5	309,7	309,7 <sup>b</sup>	0,0

T1: Con suplementación vitamínico mineral, T0: sin suplementación

Letras iguales denota que las diferencias no fueron significativas estadísticamente

**Gráfico Nº 5**

Beneficio económico total durante el periodo experimental (56días) por la producción adicional de leche por el uso del suplemento vitamínico mineral tanto en vacas de alta y de media producción



Por otro lado, con las vacas de media producción no se apreció tan significativo efecto. Aquellas que recibieron el suplemento produjeron 11.9 kilos de leche adicional en comparación de las que no recibieron el suplemento. Haciendo los cálculos económicos, se tiene un beneficio económico de 6.8 soles en 56 días, lo que representa 0.12 soles por día y por vaca.

La desnutrición es el factor que más incide en la producción ganadera, las deficiencias y desequilibrios de minerales en el suelo y el forraje han sido considerados causantes de los problemas de baja producción y reproducción en el ganado de leche y/o carne. Investigaciones realizadas en regiones tropicales han señalado que la suplementación mineral puede resultar en aumentos de 20 a 100% en las tasas de natalidad, además de una reducción significativa de la mortalidad (Laredo *et al.*, 1987).

Almeyda y Apaza (2012) realizaron un experimento en el INIA-PUNO a 3815 msnm con el objetivo de evaluar el uso de un suplemento mineral en una ración alimenticia de vacas Brown Swiss en época de estiaje y su efecto en el incremento de la producción de leche. Los resultados mostraron que el consumo del suplemento mineral fue de 60 g/día por vaca. En cuanto al rendimiento de leche los promedios finales ajustados por covariancia fueron de 9.53 y 11.41 kg de leche / vaca por los tratamientos T-O y T-1, respectivamente observándose una diferencia de 1.88 kg. (19.8%) a favor del tratamiento con suplemento mineral. Esta ventaja productiva y económica fue igualmente encontrada en el presente experimento, habiendo un beneficio económico de casi 1 sol por día en vacas de alta producción.

## V. CONCLUSIONES

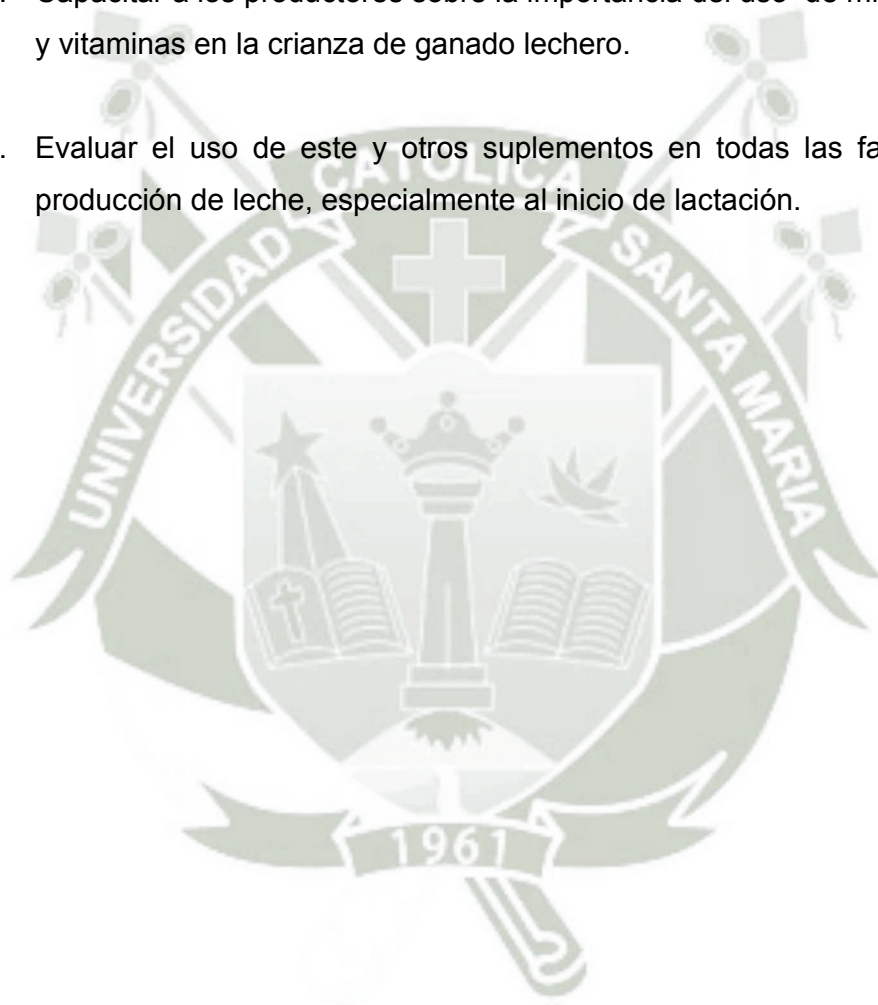
Bajo las condiciones que se realizó el presente experimento, se llega a las siguientes conclusiones:

1. El uso del suplemento vitamínico - mineral en vacas de alta producción (de 60 a 120 días de lactación) tuvo una respuesta positiva en mejorar la producción de leche. En promedio las vacas de alta mejoraron la producción diaria de leche en 0.966 kilos/día. El efecto en vacas de media producción (más de 120 días de lactación) tuvo un efecto muy pequeño, de 0.193 kilos/día en comparación a las vacas no suplementadas.
2. La Calificación de la Condición Corporal (CCC) bajó de 3.50 a 3.41 y de 3.41 a 3.31 en vacas de alta producción con y sin el uso del suplemento, respectivamente. En las vacas de media producción se observó un aumento de la CCC de 3.46 a 3.54 y de 3.50 a 3.54 en las vacas con y sin el uso del suplemento vitamínico mineral, respectivamente.
3. Con el suministro del suplemento vitamínico - mineral, las vacas de alta producción lograron un beneficio económico neto de 54.7 soles en 56 días de experimentación y las de media producción lograron los 6.8 soles en el mismo tiempo, en comparación a los tratamientos control.

## VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, se sugiere lo siguiente:

1. Usar este suplemento vitamínico- mineral en vacas alimentadas exclusivamente con alfalfa.
2. Capacitar a los productores sobre la importancia del uso de minerales y vitaminas en la crianza de ganado lechero.
3. Evaluar el uso de este y otros suplementos en todas las fases de producción de leche, especialmente al inicio de lactación.



**VII.- BIBLIOGRAFIA.**

1. **Almeyda Matías José y Norberto Apaza Castillo.** Suplementación mineral para incrementar la producción lechera en vacas Brown Swiss al pastoreo en Puno. Instituto Nacional de Investigación Agraria. Perú. 2012.
2. **Balbuena O, Luciani CA, McDowell LR, Conrad JH y Martin FG.** Estudios de la Nutrición Mineral de los Bovinos para carne del este de las provincias de Chaco y Formosa (Argentina). Fósforo y Calcio. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2003.
3. **Balocchi LO, Pulido FR, Fernández JV.** Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación con concentrado. Agricultura Técnica (Chile) 2002;61(1): 87 – 98.
4. **Bavera GA.** Suplementación mineral del bovino a pastoreo y referencias en engorde a corral, Capítulo 5. Ed. del autor, Río Cuarto. 103-108. 2000. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
5. **Bondi, A.** Nutrición Animal. Editorial Acribia. Segunda edición. Zaragoza – España. 2001.
6. **Calzada , J.** Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Lima – Perú. 1970.
7. **Cardona M.G, Sorza JD, Posada SL y Carmona JC.** Establecimiento de una base de datos para la elaboración de tablas de contenido nutricional de alimentos para animales. Rev Col Cienc Pec. 2002: 15: 2
8. **Church D.C. y W.G. Pond.** Fundamentos de nutrición y alimentación de  
9. animales. Editorial Limusa. 2da edición. España. 2002.
10. **DRA Tacna.** Estadísticas agropecuarias de la Región Tacna. Dirección de información Agraria. Tacna. 2011.

11. **Espinoza A.J.C.** Influencia de la suplementación vitamínico mineral sobre la producción de vacas alimentadas con forrajes, afrecho y pasta de algodón en la Irrigación Santa Rita de Siguan. Tesis del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UCSM. Arequipa – Perú. 1998.
12. **Gómez RG.** Enciclopedia Bovina Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ciudad Universitaria. México 04510, DF Hecho en México Primera edición, .D. R. ©. 2008.
13. **Gómez C y Fernández M.** Minerales para mejorar producción de leche y fertilidad en vacas lecheras. Departamento de Nutrición, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2009. Disponible en:<http://www.infolactea.wordpress.com/2009/05/19/>
14. **Hidalgo, Victor.** Dinámica de la fermentación ruminal y su efecto sobre la producción de carne y leche. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima Perú. 2005.
15. **Hutjens, M.** Guía de alimentación de ganado lechero. Hoard's Dairyman. Segunda edición. 2003.
16. **Laredo MA, González CF, Huertas HB, McDowell LR.** Los minerales y la producción de ganado de carne en pie de monte llanero. Zootecnia Tropical, 5(1 y 2):11-26. Sección Programa de Nutrición Animal ICA, El dorado, Bogotá, Colombia. La Libertad, Villavicencio, Colombia. 1987. Sitio argentino de Producción Animal.[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
17. **Llosa Ch. Rene.** Evaluar el efecto del uso de sales minerales naturales en el comportamiento productivo en vacas Holstein friesian en la sección D en la Irrigación Majes – Arequipa 2006. Tesis del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UCSM. Arequipa – Perú. 2007

18. **Municipalidad Provincial de Candarave.** Estadísticas agropecuarias de la provincia de Candarave. Gerencia de desarrollo agropecuario. Candarave, Tacna. 2012.
19. **Nuñez G.K.J.** Efecto del uso de la mezcla vitamínico mineral sobre la producción lechera de vacas Holstein, Irrigación Zamacola, Cerro Colorado. Tesis del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UCSM. Arequipa – Perú. 2001.
20. **Obando, S.A.** Nutrición Animal. Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú. 2da edición. 2002.
21. **Obando, A.** Texto de Alimentación Animal. Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas. Universidad Católica de Santa María. Arequipa – Perú. 2010.
22. **Péres M.A., Peña F.A. y Benítez M.J.** Sales minerales en ganadería de leche bobina. Universidad de los Llanos. Revista Sistemas de Producción Agroecológica. Volumen 2. Número 2. 2011.
23. **Vargas G. M.** Evaluar el efecto del uso de sales minerales naturales en el comportamiento productivo de vacas Holstein Friesian de la Sección B en la Irrigación Majes. Tesis del Programa Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UCSM. Arequipa – Perú. 2006.
24. **Vieyra JM.** El fósforo en la vaca lechera. Argent Export S.A. 2004. [Consultado 04-06-10]. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible: [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
25. **Wattiaux MA, Howard WT.** Guía técnica lechera: Alimentos para vacas lecheras. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. 1996:24.
26. **Wattiaux MA.** Guía técnica lechera: reproducción y nutrición. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. 1996: 11.



**Anexo N° 1**  
Fórmula, composición nutricional y costo del suplemento

Nombre	Cantidad	Porcentaje	Precio
=====	=====	=====	=====
Premezcla vitamínico mineral	8,3610	8,3609%	7,73
Fosfato dicálcico	49,9000	49,8995%	2,70
Sal común	20,8700	20,8698%	0,38
Bicarbonato de sodio	20,8700	20,8698%	1,73
=====	=====	=====	=====
TOTAL	100,0010	100,0000%	

CONTENIDO NUTRICIONAL

Nombre	Unidad	Valor
=====	=====	=====
PRECIO	S./kg	2,4329
MATERIA SECA	%	98,5030
CENIZA	%	18,7122
CALCIO	%	12,9739
CLORO	%	12,6596
FOSFORO	%	9,2314
POTASIO	%	0,0349
SODIO	%	13,8700
AZUFRE	%	0,5689
COBALTO	PPM	13,3509
COBRE	PPM	841,0816
Iodo	PPM	41,8046
HIERRO	PPM	7603,5740
MANGANESO	PPM	985,7901
SELENIO	PPM	16,7218
ZINC	PPM	4230,3577
VITAMINA "A"	UI/KG	501654,9862
VITAMINA "D"	UI/KG	52255,7277
VITAMINA "E"	UI/KG	919,7008
BE Vacas	mEq/100g.	245,3485

## Anexo N° 2

Características de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación)  
con y sin suplementación

VACAS	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	C.C	Producción Inicial
<b>Vacas alta producción con suplementación</b>								
GALANA	Alta	H.F	4	05/01/2014	41	ns	3,5	11,4
KELY	Alta	B.S	2	05/11/2013	102	ns	3,5	11,0
NEGRA	Alta	B.S	1	27/10/2013	111	ns	3,75	9,2
SUSANA	Alta	H.F	1	15/12/2013	62	ns	3,50	6,3
BLANCA	Alta	H.F	3	10/12/2013	67	ns	3,00	7,0
LUPITA	Alta	B.S	1	23/11/2013	84	ns	3,50	7,7
JUANA	Alta	HF	6	05/12/2013	72	ns	3,75	7,5
ROSITA	Alta	BSxHF	3	10/11/2013	97	ns	3,5	9,5
promedio			2,6		79,5		3,5	8,7
D.S.			1,77		23,4		0,2	1,87
<b>Vacas alta producción sin suplementación</b>								
LENA	Alta	B.S	3	26/12/2013	51	ns	3,5	10,3
SENASA	Alta	B.S X H.F	2	18/11/2013	89	ns	3,5	10,2
FLOR	Alta	BS	3	08/11/2013	99	ns	3,50	7,9
CARI SONSA	Alta	H.F	4	20/12/2013	57	ns	3,50	7,1
FLOR DE HABA	Alta	H.F	2	30/10/2013	108	ns	3,00	7,0
CACHUDA	Alta	B.S	2	10/12/2013	67	ns	3,00	6,9
MOCHA FLOR	Alta	HF	4	01/12/2013	76	ns	3,75	10,3
CAROLINA	Alta	BSxHF	3	27/10/2013	111	ns	3,5	8,9
Promedio			2,9		82,3		3,4	8,6
D.S.			0,83		23,0		0,27	1,53

### Anexo N° 3

Características de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación)  
con y sin suplementación

VACAS	CATEGORIA	RAZA	N.P	F.P	D.L.	F.S.	C.C	Producción inicial
<b>Vacas media producción con suplementación</b>								
BEKY	Media	BS	2	16/10/2013	122	ns	3,75	5,4
JOSEFINA	Media	BS	3	23/07/2013	207	08/10/2013	3,00	7,3
LILI	Media	B.S	3	20/07/2013	210	08/11/2013	3,5	8,1
MOCHA	Media	H.F	4	15/10/2013	123	ns	3,50	5,2
FLOR	Media	B.S	2	04/10/2013	134	14/01/2014	3,50	5,3
GEMA	Media	B.S	3	01/10/2013	137	ns	3,50	6,6
MECHE	Media	BSxHF	2	14/07/2013	216	18/12/2013	3,5	5,6
Promedio			2,7		164,1		3,5	6,2
D.S.			0,76		44,24		0,22	1,17
<b>Vacas media producción sin suplementar</b>								
MOCHA	Media	BS	2	15/10/2013	123	ns	3,50	4,4
FLACA	Media	BS	2	01/10/2013	137	02/01/2014	3,50	6,2
NATI	Media	B.S	1	24/08/2013	175	14/12/2013	3,5	10,0
TERESA	Media	H.F	2	11/08/2013	188	04/02/2014	3,50	2,1
NEGRA	Media	B.S	3	27/09/2013	141	05/02/2014	3,50	5,8
BAYA	Media	BS	2	05/08/2013	194	29/11/2013	3,5	6,3
Promedio			2		159,67		3,5	5,80
D.S.			0,63		29,74		0,00	2,60

**Anexo N° 4**

Condición corporal de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación)  
al inicio y al final del periodo experimental

CATEGORIA	RAZA	N.P	D.L.	Cond. C. (a)	Cond. C (b)	Diferencia
<b>Vacas alta producción con suplementación</b>						
Alta	H.F	4	41	3,5	3,5	0
Alta	B.S	2	102	3,5	3,5	0
Alta	B.S	1	111	3,75	3,5	-0,25
Alta	H.F	1	62	3,50	3,5	0
Alta	H.F	3	67	3,00	3	0
Alta	B.S	1	84	3,50	3,5	0
Alta	HF	6	72	3,75	3,5	-0,25
Alta	BSxHF	3	97	3,5	3,25	-0,25
Promedio		2,6	79,5	3,5	3,4	-0,1
<b>Vacas alta producción sin suplementación</b>						
Alta	B.S	3	51	3,5	3,25	-0,25
Alta	B.S X H.F	2	89	3,5	3,25	-0,25
Alta	BS	3	99	3,50	3,25	-0,25
Alta	H.F	4	57	3,50	3,25	-0,25
Alta	H.F	2	108	3,00	3,5	0,5
Alta	B.S	2	67	3,00	3	0
Alta	HF	4	76	3,75	3,5	-0,25
Alta	BSxHF	3	111	3,5	3,5	0
Promedio		2,9	82,3	3,4	3,3	-0,1

### Anexo N° 5

Condición corporal de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación) al inicio y al final del periodo experimental

CATEGORIA	RAZA	N.P	D.L.	Cond. C. (a)	Cond. C (b)	Diferencia
<b>Vacas media producción con suplementación</b>						
Media	BS	2	122	3,75	3,75	0
Media	BS	3	207	3,00	3,25	0,25
Media	B.S	3	210	3,5	3,5	0
Media	H.F	4	123	3,50	3,5	0
Media	B.S	2	134	3,50	3,5	0
Media	B.S	3	137	3,50	3,5	0
Media	BSxHF	2	216	3,5	3,75	0,25
Promedio		2,7	164,1	3,5	3,5	0,07
<b>Vacas media producción sin suplementar</b>						
Media	BS	2	123	3,50	3,5	0,00
Media	BS	2	137	3,50	3,5	0,00
Media	B.S	1	175	3,5	3,5	0,00
Media	H.F	2	188	3,50	3,5	0,00
Media	B.S	3	141	3,50	3,5	0,00
Media	BS	2	194	3,5	3,75	0,25
Promedio		2	159,7	3,5	3,54	0,04

### Anexo N° 6

Producción de leche de las vacas de alta producción (60 a 120 días de lactación) durante la etapa experimental

CATEGORIA	RAZA	D.L.	C.C	Inicial	PRODUCCION/ KG/VACA							
					1RA SEM	2DA SEM	3RA SEM	4TA SEM	5TA SEM	6TA SEM	7MA SEM	8VA SEM
<b>Vacas alta producción con suplementación</b>												
Alta	H.F	41	3,5	11,4	11,6	11,0	9,7	9,7	9,5	9,0	8,9	8,8
Alta	B.S	102	3,5	11,0	11,2	10,3	10,0	10,2	8,5	8,4	7,8	7,2
Alta	B.S	111	3,75	9,2	9,2	9,1	8,8	8,5	8,6	8,4	8,3	8,5
Alta	H.F	62	3,50	6,3	6,3	6,5	6,5	6,5	7,5	8,0	8,2	8,6
Alta	H.F	67	3,00	7,0	7,0	7,2	7,3	7,3	7,8	8,6	8,8	8,9
Alta	B.S	84	3,50	7,7	7,7	7,6	7,7	7,7	6,9	7,2	7,8	8,2
Alta	HF	72	3,75	7,5	7,5	7,8	8,3	8,8	9,5	9,6	10,0	10,8
Alta	BSxHF	97	3,5	9,5	9,5	9,6	9,0	8,3	8,6	9,5	9,4	9,5
Promedio		<b>79,5</b>	<b>3,5</b>	<b>8,7</b>	<b>8,7</b>	<b>8,6</b>	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,6</b>	<b>8,7</b>	<b>8,8</b>
<b>Vacas alta producción sin suplementación</b>												
D.S.		29,4	6,6	21,5	22,1	18,5	14,3	14,5	11,0	9,2	9,0	11,8
Alta	B.S	51	3,5	10,3	10,3	9,5	8,3	7,1	5,9	6,2	6,1	6,0
Alta	B.S X H.F	89	3,5	10,2	10,4	9,8	8,3	6,8	7,5	7,7	7,9	7,9
Alta	BS	99	3,50	7,9	7,9	7,8	7,7	7,6	7,0	7,4	7,8	7,6
Alta	H.F	57	3,50	7,1	7,1	7,2	7,0	6,8	6,6	6,7	7,0	6,8
Alta	H.F	108	3,00	7,0	7,0	7,1	7,0	6,8	6,7	6,8	6,9	6,7
Alta	B.S	67	3,00	6,9	6,9	6,8	6,9	6,9	4,5	4,6	4,8	5,0
Alta	HF	76	3,75	10,3	10,3	10,0	10,3	10,5	9,8	9,5	9,9	10,0
Alta	BSxHF	111	3,5	8,9	8,9	8,6	8,7	8,7	7,5	6,9	7,0	7,0
Promedio		<b>82,3</b>	<b>3,4</b>	<b>8,6</b>	<b>8,6</b>	<b>8,4</b>	<b>8,0</b>	<b>7,7</b>	<b>6,9</b>	<b>7,0</b>	<b>7,2</b>	<b>7,1</b>
D.S.		28,0	7,8	17,8	18,3	15,5	14,3	17,3	21,8	19,9	20,6	20,7

### Anexo N° 7

Producción de leche de las vacas de media producción (> a 120 días de lactación) durante la etapa experimental

CATEGORIA	RAZA	D.L.	C.C	INCIAL	PRODUCCION/ KG							
					1RA SEM	2DA SEM	3RA SEM	4TA SEM	5TA SEM	6TA SEM	7MA SEM	8VA SEM
<b>Vacas media producción con suplementación</b>												
Media	BS	122	3,75	5,4	5,3	5,0	4,2	3,4	3,4	3,7	4,3	4,4
Media	BS	207	3,00	7,3	7,3	5,5	5,5	5,4	5,0	5,1	5,2	5,2
Media	B.S	210	3,5	8,1	8,2	8,3	7,4	6,5	3,0	3,4	3,8	4,3
Media	H.F	123	3,50	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9	4,8	5,1	5,1	5,0
Media	B.S	134	3,50	5,3	5,2	5,3	5,2	5,0	4,0	4,3	4,4	4,8
Media	B.S	137	3,50	6,6	6,6	6,7	6,6	6,5	4,5	5,3	6,1	6,5
Media	BSxHF	216	3,5	5,6	5,6	5,7	5,6	5,5	5,3	4,9	5,1	5,0
Promedio		<b>164,1</b>	<b>3,5</b>	<b>6,2</b>	<b>6,2</b>	<b>5,9</b>	<b>5,6</b>	<b>5,3</b>	<b>4,3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,9</b>	<b>5,0</b>
D.S.		43,3	35,9	18,9	39,7	40,0	39,5	39,9	39,9	38,6	38,2	37,8
<b>Vacas media producción sin suplementar</b>												
Media	BS	123	3,50	4,4	4,3	4,2	4,3	4,4	4,5	4,5	4,2	4,0
Media	BS	137	3,50	6,2	6,2	5,3	4,9	4,5	4,6	4,6	5,0	5,0
Media	B.S	175	3,5	10,0	11,1	10,0	9,3	8,6	5,0	5,5	5,2	5,2
Media	H.F	188	3,50	2,1	2,1	2,3	2,3	2,2	2,0	2,1	2,0	2,0
Media	B.S	141	3,50	5,8	5,8	5,5	5,7	5,8	4,6	5,0	5,3	5,2
Media	BS	194	3,5	6,3	6,3	6,5	6,4	6,2	6,0	5,8	5,0	5,0
Promedio		<b>159,7</b>	<b>3,5</b>	<b>5,8</b>	<b>6,0</b>	<b>5,6</b>	<b>5,5</b>	<b>5,3</b>	<b>4,5</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>	<b>4,4</b>
D.S.		18,6	0,0	44,7	49,7	45,7	43,0	40,6	29,7	28,7	28,3	28,6

### Anexo N° 8

Análisis estadístico para la variación en la producción de leche, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)

#### PROMEDIOS DE VARIACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Tratamientos Bolques	T1 (Testigo)	T2 (con suplemento)		
Alta (60 - 120 días)	425,69	479,81	905,49	409959,5
Media (> a 120 días)	281,52	292,34	573,86	164655,7
	707,20	772,15	1479,35	574615,2
	250068,87	298104,92	548173,8	
Promedio	353,60	386,07		
Termino de corrección		547119,41		

#### CUADRO DE ANVA

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Resultado
Tratamientos	1	1054,37	1054,369	2,249928	39,86	ns
Bloques	1	27495,79	27495,789	58,67354	39,86	*
Error	1	468,62	468,623			
Total	3	29018,8	9672,927			

### Anexo N° 9

Análisis estadístico para la variación en la condición corporal, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)

Tratamientos Bolques	T1 (Testigo)	T2 (con suplemento)		
Alta (60 - 120 días)	-0,09	-0,09	-0,1875	0,0176
Media (> a 120 días)	0,04	0,07	0,1131	0,0064
	-0,05	-0,02	-0,0744	
	0,00	0,00	0,0	0,0
Promedio	-0,03	-0,01		
Termino de corrección		0,001384		

CUADRO DE ANVA

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Resultado
Tratamientos	1	0,000	0,000	1	39,86	ns
Bloques	1	0,023	0,023	102,01	39,86	*
Error	1	0,000	0,000			
Total	3	0,023	0,008			

### Anexo N° 10

Análisis estadístico para los márgenes brutos, aplicando el Diseño de Bloques al Azar, considerando dos Fases de lactancia) y dos tratamientos (con suplemento y sin suplemento)

DBCA Mérito económico

Tratamientos Bolques	T1 (Testigo)	T2 (con suplemento)		
Alta (60 - 120 días)	468,26	520,15	988,41	488472,8
Media (> a 120 días)	309,67	313,73	623,39	194309,8
	777,92	833,87	1611,799	682782,6
	302583,33	347673,45	650256,8	
Promedio	388,96	416,94		
Termino de corrección		649474,18		

CUADRO DE ANVA

Fuentes	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft	Resultado
Tratamientos	1	782,60	782,602	1,368009	39,86	ns
Bloques	1	33308,43	33308,434	58,224	39,86	*
Error	1	572,07	572,074			
Total	3	34663,1	11554,370			













