

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA



**ADICIÓN DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES EN LA
PRODUCCIÓN LECHERA DE GANADO BROWN SWISS EN
CRIANZA MIXTA ALTOANDINA A 3726 m.s.n.m.
AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
MÉDICO VETERINARIA**

**PRESENTADO POR:
ZHINTIA HINDIRA ROJAS CORDERO**

AYACUCHO - PERÚ

2017

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico especialmente a mi familia que gracias a su apoyo pude concluir mi carrera profesional.

A mis amados padres Jorge y Narciza por sus consejos y apoyo incondicional.

A mis apreciados hermanos Daniel, Ruth, Karina, Kathia, Jorge, Gandhi y Teresa por sus enseñanzas y comprensión.

A mis sobrinos: Guadalupe, Dieguito, Mateo y Paulo.

A mi amiga, compañera de siempre, Rodolfa.

AGRADECIMIENTO

Expreso un sincero agradecimiento a Dios por sobre todas las cosas por haber permitido lograr mi profesión.

A nuestra primera casa superior de estudios, la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Facultad de Ciencias Agrarias en ella a la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, cuyos docentes supieron impartir sus conocimientos para forjarme como profesional.

Al Establo AVELAC S.A.C y a los trabajadores por su apoyo brindado durante el proceso de ejecución del presente trabajo.

Al MV. Alfredo Pozo Curo, Profesor Auxiliar de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria, asesor en el proceso de elaboración, ejecución y culminación del presente trabajo de investigación.

Al MV. Javier Pareja Loayza, Administrador del Establo AVELAC, por haberme facilitado la información y materiales necesarios, para la realización del trabajo de tesis.

A mis amigos y a todas aquellas personas por su apoyo desinteresado durante el proceso de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
LISTA DE FOTOGRAFÍAS	xi
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I REVISIÓN DE LITERATURA	4
1.1. La lactación	4
1.2. Fisiología de la lactación en la vaca lechera	9
1.3. Estado corporal o condición corporal en vacas lecheras (EC)	13
1.4. Suplemento nutricional	17
1.5. Antecedentes	32
CAPITULO II MATERIALES Y MÉTODOS	38
2.1. Lugar de estudio	38
2.2. Materiales	38
2.2.1. Material biológico	38

2.2.2. Material no biológico	39
2.3. Duración del ensayo	42
2.4. Procedimiento	43
2.5. Análisis Estadístico	45
 CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 46
3.1. Efecto de la adición de suplementos nutricionales en la producción de leche en vacas Brown Swiss de segunda lactación en crianza mixta altoandina.	46
3.2. Efecto de la adición de suplementos nutricionales en la producción de leche en vacas Brown Swiss de tercera lactación en crianza mixta altoandina.	52
 CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 55
4.1. CONCLUSIONES	55
4.2. RECOMENDACIONES	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
ANEXOS	64

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.1 Estado corporal objetivo y rango aceptable en diferentes estados fisiológicos.	16
Cuadro 1.2 Comparación de las necesidades de minerales del NRC-1989 y del NRC-2001 para una vaca de 650 kg que produce 45 kg de leche con el 3,5 % de grasa y consume 26,5 kg de MS.	20
Cuadro 1.3 Contenido de los principales minerales de algunas plantas forrajeras en el centro poblado de Allpachaca.	27
Cuadro 1.4 Análisis Bromatológico del pasto asociado, heno de avena y ensilado, de la Región de Ayacucho, provincia de Huamanga, localidad de Llachocmayo, distrito de Chiara.	27
Cuadro 1.5 Análisis de suelos de la región de Ayacucho, provincia de Huamanga, localidad de Llachocmayo, distrito de Chiara.	32
Cuadro 2.1 Composición química de los suplementos nutricionales comerciales (Cada 1,000 g).	40
Cuadro 2.2 Composición química del alimento concentrado.	41
Cuadro 3.1 Producción lechera (kg), pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	46

Cuadro 3.2	Producción lechera (kg), pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	49
Cuadro 3.3	Producción lechera (kg), pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de la tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Fases de la lactación en el ganado vacuno.	6
Figura 1.2 Reservas corporales en el ciclo de lactancia.	15

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3.1 Producción lechera (kg) pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 01 y Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	50
Gráfico 3.2 Producción lechera (kg), antes y después de la adición del suplemento nutricional Tipo 01 y Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	53

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	65
Materiales empleados durante el desarrollo de la investigación.	
Anexo 2	66
Datos de las vacas del trabajo experimental.	
Anexo 3	67
Producción lechera (kg) durante 30 días, antes y pos adición del suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de la segunda y tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	
Anexo 4	68
Producción lechera (kg) durante 30 días, antes y pos adición del suplemento nutricional Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda y tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.	
Anexo 5	69
Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 01 en la segunda fase de lactación.	
Anexo 6	70
Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 02 en la segunda fase de lactación.	
Anexo 7	71
Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 01 en la tercera fase de lactación.	
Anexo 8	72
Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 02 en la tercera fase de lactación.	

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Foto 1. Selección de vacas en producción.	73
Foto 2. Consumo de pasto asociado.	73
Foto 3. Consumo de agua ad libitum en campo.	74
Foto 4. Pesaje del alimento concentrado.	74
Foto 5. Suplementos nutricionales Tipo 01 y Tipo 02 en polvo.	75
Foto 6. Pesaje de los suplementos nutricionales.	75
Foto 7. Concentrado más sales minerales, para cada vaca.	76
Foto 8. Distribución del concentrado con las vacas sujetadas a la guillotina.	76
Foto 9. Consumo de agua después del concentrado.	77
Foto 10. Vacas consumiendo el concentrado antes de ingresar al ordeño.	77
Foto 11. Control de la producción lechera. Sistema de ordeño tipo espina de pescado.	78

RESUMEN

El trabajo se realizó en el Establo AVELAC S.A.C., distrito de Chiara, Huamanga-Ayacucho, a 3726 m.s.n.m. en los meses de enero a marzo del 2014. El trabajo fue realizado en 14 vacas de raza Brown Swiss de la II y III fase de lactación distribuidas aleatoriamente en dos Tratamientos, probándose dos tipos de suplementos nutricionales (minerales y vitaminas) en el alimento concentrado, siendo el objetivo evaluar la producción lechera adicionando al concentrado los Suplementos Nutricionales (Tipo 01 y Tipo 02). La alimentación fue a base de heno de avena, pastos cultivados, concentrado y el suplemento nutricional (50 g) según tratamiento. Las vacas se ordeñaron dos veces al día; los animales de la II Fase con el Tratamiento 1 no mostraron incrementos en la producción media de leche/vaca/día, de 9.878 kg a 10.174 kg, sin embargo, las vacas del Tratamiento 2, incrementaron la producción media de leche/vaca/día, de 8.654 kg a 9.529 kg. Las vacas de la III Fase con el T1 mostraron reducción en la producción media de leche/vaca/día, de 9.672 kg a 8.434 kg pos tratamiento; sin embargo, las vacas con T2 mantuvieron una producción media de leche/vaca/día, de 8.221 kg a 8.553 kg. En conclusión, la adición del suplemento tipo 02, mejoró la producción de leche promedio por vaca/día en la fase II y mantuvo la producción de leche en la fase III en comparación del suplemento nutricional tipo 01.

Palabras clave: Vaca, fases de lactación, suplemento nutricional, Brown Swiss.

INTRODUCCIÓN

El ganado vacuno para una eficiente producción de leche demanda cubrir sus requerimientos nutricionales, teniendo como primera prioridad el consumo de forrajes de calidad, los cuales proveen de nutrientes a menor costo que los alimentos concentrados. Sin embargo, uno de los problemas del forraje radica en que su valor nutritivo es muy variable y depende de la especie forrajera, clima y el estado de madurez durante la cosecha.

En este sentido, la estrategia del programa de alimentación debe considerar como base el uso de forraje de calidad, complementado con alimento concentrado. La complementación es entendida como una adición de insumos (concentrado) a la dieta base (forraje), con la finalidad de cubrir una deficiencia de nutrientes ocasionada por problemas de cantidad y/o calidad del forraje.

Las formas de complementación pueden realizarse mediante el suministro de concentrado que viene a ser una mezcla de insumos alimenticios, minerales y vitaminas, así como de aditivos. Para optimizar el uso y consumo de una ración alimenticia, se recomienda elaborarla como una ración única o totalmente mezclada (TMR).

En tal sentido las vitaminas y los minerales son nutrientes de suma importancia en la alimentación ya que participan en diversos procesos fisiológicos. Los bovinos adquieren los minerales y vitaminas procedentes de los pastos, el agua y la tierra adherida a los forrajes que consumen.

La producción lechera se ve afectada por múltiples factores entre ellos la genética, sanidad, condiciones ambientales y la alimentación; ESMINGER (1973) y COLE (1973) mencionan que la producción de leche está controlada por dos factores, la herencia y el ambiente. El 25 % de la producción lechera depende de la herencia y el 75% de los factores ambientales, y dentro de los factores ambientales el 50% o más está determinada por la alimentación. Por lo tanto sí se tiene suelos con pH ácidos, deficientes en minerales, se podría obtener un forraje deficiente en nutrientes, lo que conllevará a una alimentación inadecuada en el ganado lechero y como consecuencia una disminución de los índices productivos y reproductivos, observándose bajos porcentajes de celo, preñez, nacimiento de terneros débiles, retenciones placentarias, baja ganancia de peso y menores ingresos económicos para el productor, razón por la cual el trabajo tuvo como objetivo determinar el efecto que

ejercen los suplementos nutricionales sobre la producción lechera del ganado Brown Swiss bajo crianza mixta alto andina, con la finalidad de comprobar su eficacia en la producción lechera en vacas de II y III Fase de lactación en el Establo AVELAC S.A.C – Ayacucho 2014, siendo las vitaminas y minerales nutrientes de suma importancia para el óptimo funcionamiento del organismo animal.

OBJETIVOS:

- Evaluar el efecto del suplemento nutricional comercial Tipo 01 sobre la producción lechera en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina.
- Evaluar el efecto del suplemento nutricional comercial Tipo 02 sobre la producción lechera, en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina.
- Comparar el efecto ambos suplementos nutricionales comerciales sobre la producción lechera, en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. LA LACTACIÓN

DUKES (1973) refiere que es un proceso fisiológico que se inicia al momento del parto y se prolonga durante el tiempo que la vaca está en condiciones de producir leche.

HAMMOND (1966) y COLE (1973) coinciden en que la producción normal de la leche en una vaca debe ir en aumento durante 4 a 6 semanas siguientes al parto, para luego decrecer paulatinamente hasta secarse. La forma y el índice del descenso de la curva de lactación varia con la alimentación y demás condiciones ambientales. El primer autor afirma que en vacas pobremente alimentadas la producción desciende desde el parto.

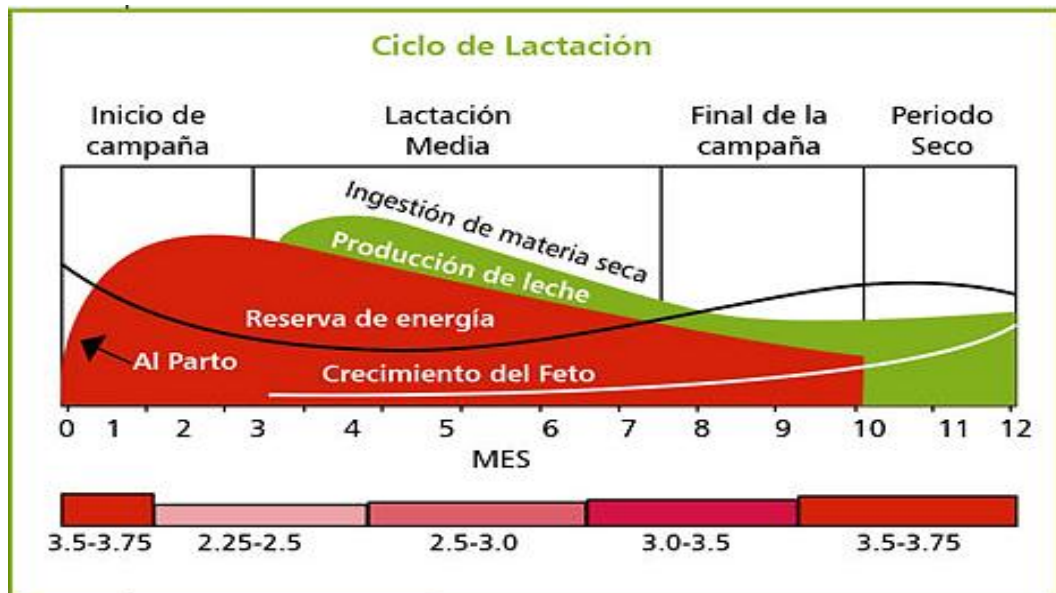
MOSQUERA (1985) estima que la vaca en su primera lactancia produce alrededor del 70% al 75%, en la segunda 90% y en la tercera 95%, a partir de este parto alcanza un 100% de su rendimiento lechero.

1.1.1 Fases de la Lactación

Según WHITTEMORE (1980) las fases de la curva de lactación son cuatro que a continuación se detalla, las mismas describen la producción láctea desde el final de la fase calostrál (4-5 días pos parto) hasta el secado que ocurre alrededor de 300 días pos parto.

- a. Fase inicial o temprana, comienza desde el quinto día de lactación hasta el pico de máxima producción, aproximada de doce semanas.
- b. Fase media, es la fase de declinación gradual de la curva de lactación que se da después de alcanzar el pico de producción hasta la semana treinta.
- c. Fase tardía, que inicia alrededor de la declinación abrupta de la curva de lactación (semana 30) que coincide con el quinto o sexto mes de gestación y continua hasta la semana cuarenta y cuatro que es el final de la producción láctea.
- d. Fase de periodo seco, la mayoría de las vacas quedan gestantes entre los 2-3 meses pos parto, por lo que la lactación debe finalizar entre 2-3 meses antes del parto siguiente, con el objetivo de alimentar al feto y evitar mayor consumo de sus reservas corporales. Además de proporcionarles un descanso antes de la siguiente lactación, de forma que puedan alcanzar una producción máxima durante la misma, por tanto, las células epiteliales de la glándula mamaria descansan y

se regeneran para que así repongan algunas de sus reservas corporales.



Fuente: Almeyda (2017).

Figura 1.1. Fases de la lactación en el ganado vacuno

ZAMBRANO (S/A) menciona que la duración de la lactancia en bovinos es de 305 días y se divide en tercios, el primero va desde el día 1 hasta el 100; el segundo del día 101 hasta el 200 y el último tercio desde el día 201 hasta el 305. En el primer tercio de lactancia es donde ocurren la mayor cantidad de eventos productivos y reproductivos del animal, es decir, tenemos un período de espera voluntario PEV de 60 días (involución uterina y reactivación del ciclo estral), pico de lactancia (entre el día 60 y 80 posparto), las vacas deben volverse a preñar después del PEV y menos de los 110 post parto; pasado el pico de producción las vacas comienzan el descenso en la curva, pero este descenso debe persistir en el tiempo, por lo menos hasta el día 305 posparto, para cumplir con los días de lactancia.

Así mismo ALMEIDA (2000) añade que las vacas en producción deberán ser agrupadas preferentemente en tres grupos: vacas de alta producción, desde el primer parto hasta los primeros 90 o 120 días de lactación, las vacas de media producción serán aquellas que tengan más de 90 o 120 días hasta los 240 días y vacas de baja producción comprenden los animales con más de 240 días de lactación hasta la fecha de seca.

1.1.2. Factores que influyen el rendimiento y composición de la leche

COLE (1973) y SMITH (1972) agrupan estos factores en fisiológicos y ambientales que se describen a continuación.

Factores fisiológicos: La gestación disminuye el rendimiento de las vacas lecheras, a partir del quinto mes se presenta un marcado descenso. Se afirma que la nueva gestación requiere de nutrientes aproximadamente equivalentes al 3% de la producción total.

A medida que aumenta la edad de las vacas va elevándose la producción de la leche hasta que alcancen el estado adulto (6-8 años), a partir de esta edad la producción empieza a declinar. Este aumento se debe en parte al aumento en peso, que se traduce en un sistema digestivo y una glándula mamaria voluminosa.

JARA-ALMONTE y MORALES (1968) encontraron que la mayor producción se obtuvo en vacas de tercer parto (4-5 años).

SMITH (1972) indicó que la producción varía de acuerdo al avance de la lactación. La persistencia expresa el grado en que se mantiene este rendimiento que es de carácter hereditario y está influido profundamente por el medio ambiente, relaciona la persistencia con el porcentaje de leche residual tras el ordeño. Las vacas más viejas y las menos productoras tienen este porcentaje alto: y cuanto más alto es este porcentaje, la persistencia es menor.

Factores ambientales: Entre los factores ambientales más importantes que influyen en la lactación se menciona la época de parición y la alimentación.

BONDI (1989) indica que la nutrición adecuada durante la fase ascendente de la lactancia es muy importante, ya que hay una buena correlación entre la producción diaria y el punto de máxima producción anual de leche.

HARVEY Y HILL (1969) manifiestan que, si se tiene buen cuidado y una alimentación adecuada de los animales en gestación, el rendimiento de la leche se incrementa rápidamente hasta alcanzar el máximo durante la sexta semana después del parto.

WATTIAUX (1996) afirma que se puede apoyar la lactancia y en consecuencia mejorar la producción de leche si es que se tiene cuidado en desarrollar estrategias de alimentación en los fundos teniendo en

cuenta la carga animal optima, el sembrío de gramíneas, leguminosas y el suplemento alimenticio.

DAVIS (1971) y ENSMINGER (1973) manifiestan que entre los factores ambientales que afectan la producción de leche están la práctica de ordeño, raza, gestación, edad del animal, época de parición, intervalo entre partos, las enfermedades, los estímulos, el celo, la frecuencia y los intervalos entre ordeños.

MILAGRES (1979) menciona que en la explotación ganadera se debe considerar prioritariamente las características de importancia económica, las cuales dependen de muchos genes. Los efectos del medio ambiente se suman a los efectos de los genes. Sin embargo, ENSMINGER (1973) y COLE (1973), mencionan que la producción de leche está controlada por dos factores, la herencia y el ambiente. El 25% de la producción lechera depende de la herencia y el 75% de los factores ambientales, y dentro de los factores ambientales el 50% o más está determinada por la alimentación.

1.2 FISIOLOGÍA DE LA LACTACIÓN EN LA VACA LECHERA

1.2.1. Desarrollo de la glándula mamaria

GLAUBER (2007) indica que el desarrollo de la glándula mamaria se inicia en el feto en todas las especies mamíferas. En el feto bovino, desde el ectodermo, las líneas mamarias son visibles desde el día 35. A edad adulta el ciclo de la lactación puede dividirse en periodos consecutivos:

mamogénesis, lactogénesis, galactopoiesis e involución. Cada fase caracterizada por un estricto control hormonal. Tres categorías de hormonas están involucradas: hormonas reproductivas (estrógenos, progesterona, lactógeno-placentaria, prolactina y oxitocina) actúan directamente sobre la glándula mamaria. Hormonas del metabolismo (hormona crecimiento, corticoesteroides, insulina) que funcionan en distintas partes del cuerpo y a menudo tienen efecto sobre la glándula. Las hormonas de producción local que incluyen la hormona de crecimiento, prolactina, paratiroidea-peptídica (PTH rp) y leptina (recientemente descrita, hormona con síntesis en el tejido adiposo, pero también en la glándula mamaria). La PTH rp se expresa en células del epitelio mamario durante la lactación y recientes experimentos en cobayos informan que su secreción puede relacionarse con las concentraciones de calcio extracelular y su importancia en el transporte de calcio desde la sangre a la leche.

SMIDT y ELLENDORFF (1972) mencionan que, en un animal lactante, la secreción de leche es un proceso continuo regulado hormonalmente. El desarrollo normal de la glándula mamaria es el resultado del sinergismo entre las hormonas adenohipofisiarias y las del ovario. La prolactina, los estrógenos y la progesterona, por efecto conjunto, ocasionan la proliferación de la glándula mamaria.

1.2.2. Mamogénesis

BALDWIN *et al.*, (1985) mencionan que los factores que principalmente controlan la producción de leche de la glándula mamaria son la concentración de nutrientes en la sangre, el flujo de la sangre a la ubre y la capacidad de síntesis de leche de la ubre.

GLAUBER (2007) menciona que las hormonas del metabolismo, factores de crecimiento y prolactina son necesarias para el normal desarrollo de la glándula mamaria con especial referencia a las hormonas sexuales esteroideas. A través de la gestación, la proliferación del epitelio mamario es dependiente de estrógenos y progesterona. Los receptores específicos para esas hormonas se expresan en niveles muy bajos durante la mamogénesis o lactogénesis. Las dos hormonas que interactúan y se refuerzan sinérgicamente entre ambas. La mamogénesis no ocurre en ausencia de prolactina y hormona de crecimiento.

1.2.3. Lactogenesis y Galactopoyesis

GLAUBER (2007) refiere que la producción de leche es controlada por las hormonas lactogénicas Prolactina y Hormona de Crecimiento (HC) durante la lactogénesis y lactopoiesis. Prolactina y HC son esenciales para la transición de proliferativo a glándula mamaria lactando a través del dominio de HC sobre la prolactina durante la galactopoiesis en rumiantes a diferencia de humanos y cobayos. En el mantenimiento de la producción lechera o galactopoiesis la prolactina (PRL) en la vaca lechera reviste importancia.

1.2.4. Producción de leche y persistencia de la lactancia

GLAUBER (2007) menciona que el número de células secretorias de leche y su actividad determina la producción y la forma de la curva de lactancia. La dinámica celular y la producción láctea perdura durante 240 días de lactación en vacas Holstein de alta producción. El número de células secretorias aumenta al comienzo de la lactancia mientras que la producción de leche por célula disminuye. La producción de leche por célula aumenta significativamente a partir del pico de la lactancia y tiende a ser constante durante la lactación. El aumento de leche hasta el pico de la lactancia podría deberse a la continua diferenciación celular más que al aumento de número, mientras la disminución de leche después del pico probablemente sea debido a pérdida en el número de células secretorias y no a una pérdida de la actividad secretoria.

STEFANON *et al.*, (2002) mencionan que la pérdida en número de células secretorias es debido a la tasa de muerte celular por apoptosis en la ubre. OSTERMAN *et al.*, (2003) observaron efectos en una mayor persistencia de la curva en vaquillonas primíparas con triple ordeño comparando con vacas multíparas. La propia gestación deprime la persistencia. Además de los cambios hormonales debidos al estadio de la gestación, las vacas lecheras son expuestas a conflictivas demandas metabólicas entre la gestación y la lactancia, la que inciden en la dinámica celular.

GLAUBER (2007) manifiesta que el reflejo de eyección de leche es altamente sensible y puede inhibirse durante situaciones estresantes o falta de confort en la hembra lactante. Después de varios estudios ha sido demostrado el valor del buen estímulo en la rutina de ordeño y el compromiso de la oxitocina. También el pre-estímulo y estímulo táctil durante el ordeño en la vaca lechera.

1.3. ESTADO CORPORAL O CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS LECHERAS (EC)

GRIGERA y BARGO (2005) manifiestan que la estimación del estado corporal (EC) en vacas lecheras es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas.

1.3.1. Indicador de las reservas corporales

GRIGERA Y BARGO (2005) indican que la correcta estimación de las reservas corporales debe hacerse a través de la medición del EC en forma visual y por palpación utilizando una escala de 1 a 5 (1 = flaca, 5 = gorda). Su determinación es particularmente importante en momentos claves como el secado, el ingreso al preparto, el parto y el pico de producción. El peso vivo no es un buen indicador de las reservas corporales ya que vacas de un mismo peso, pero de diferente conformación, pueden presentar diferentes niveles de engrasamiento, el EC al parto afecta la salud, la eficiencia reproductiva y la producción de leche en la futura lactancia.

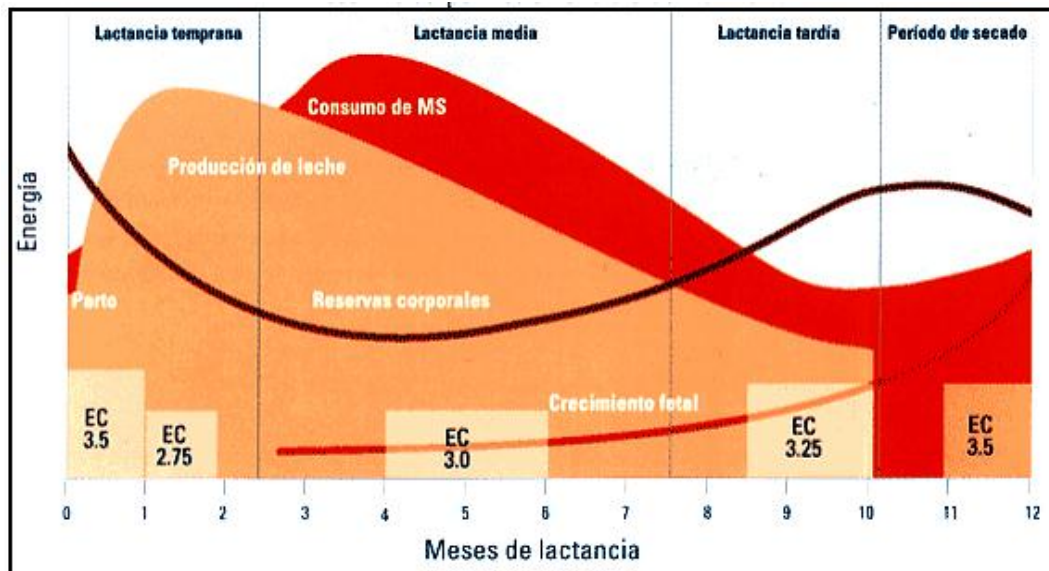
1.3.2. Evolución de las reservas corporales durante la lactancia

BELL (1995) indica que luego del parto, el consumo voluntario de MS no es suficiente para cubrir los requerimientos energéticos de vacas lecheras en producción, por lo cual los animales entran en balance energético negativo. En estas situaciones, la energía necesaria para la producción de leche se obtiene a partir del alimento consumido y de la movilización de reservas corporales.

GALLO *et al.*, (1996) manifiestan que la movilización de reservas en el inicio de la lactancia no es mala; el exceso de movilización de reservas sí lo es.

GRIGERA y BARGO (2005) indican que la magnitud de la caída del EC al inicio de lactancia depende no sólo del nivel de alimentación sino también del nivel de producción y del EC al parto. Las vacas de alta producción normalmente pierden más estado debido a un balance energético negativo más agudo en comparación con animales de menor mérito genético, especialmente si paren con buen EC. Por lo contrario, las vacas que paren con menor EC pero que son alimentadas con dietas altas en concentrados y bien balanceadas, muestran menor variación en su EC en inicio de lactancia.

GRIGERA y BARGO (2005) señalan que al parto la condición corporal óptima debe ser de 3,50 y los animales no deberían perder más de un punto de score en los primeros 60 días de lactancia.



Fuente: Grigera y Bargo (2005).

Figura 1.2: Reservas corporales en el ciclo de lactancia

GRIGERA y BARGO (2005) mencionan que al secado debería alcanzarse un EC de 3,25 a 3,50 en caso de ser necesario, el EC objetivo al parto es de 3,5 durante los primeros 30 días del período de secado.

OVERTON y WALDRON (2004) señalan que durante el último mes de gestación el consumo de MS se reduce y las vacas direccionan una proporción importante de nutrientes hacia la glándula mamaria y el ternero en desarrollo, por lo que no es el momento más eficiente para seguir recuperando estado.

1.3.3. Momentos claves para su evaluación

GRIGERA y BARGO (2005) establecen los siguientes criterios para su evaluación:

- a. Al secado: La estimación del EC al secado es útil para corroborar que la alimentación durante los últimos meses de lactancia haya permitido una correcta recuperación de reservas corporales
- b. Al ingreso a parto: Si bien los requerimientos durante los primeros 30 días de secado se reducen considerablemente, muchas veces no se ofrece una alimentación apropiada. Durante este período, los animales no deberían perder EC, incluso de ser necesario deberían terminar de lograr el EC objetivo al parto, por lo que es importante su evaluación en el ingreso al parto.
- c. Al parto: Durante el parto los animales no deberían ganar ni perder EC, lo que se corrobora considerando el EC al parto. Pico de lactancia: la determinación de EC entre los 30 y 45 días de lactancia permite controlar que la pérdida de estado no sea superior a 1 punto de EC entre el parto y el pico de producción.

Cuadro 1.1. Estado corporal. Objetivo y rango aceptable en diferentes estados fisiológicos

Momento fisiológico	EC objetivo	Rango aceptable
Parto	3,5	3,25 a 3,75
Lactancia temprana	2,75	2,5 a 3,00
Lactancia media	3,00	2,75 a 3,25
Lactancia tardía	3,25	3,00 a 3,50
Período de secado	3,5	3,25 a 3,50

Fuente: Grigera y Bargo (2005)

1.4. SUPLEMENTO NUTRICIONAL

Constituido por un conjunto de minerales y vitaminas, los suplementos alimenticios representan una alternativa económica para mejorar la productividad del hato y la rentabilidad para el productor.

1.4.1. Sales minerales

REPETTO *et al.*, (2004) mencionan que los minerales constituyen elementos fundamentales en la alimentación, tanto para el crecimiento, como para el desarrollo y la salud del animal; ejercen sus funciones a diferentes niveles dentro de los distintos organismos y, a pesar de ciertas diferencias entre sí, existe un esquema general para todos ellos

MONTERO (2006) indica que la poca atención a la suplementación de minerales en la ración conlleva a aumentar las posibilidades de enfermedades y problemas reproductivos. La deficiencia de minerales por un largo tiempo es posible que cause lo que se denomina "enfermedad carencial", la cual implica un tratamiento costoso, pudiendo evitarse a través de una buena suplementación de minerales.

MILLER (1979) refiere que los elementos minerales esenciales, a diferencia de los demás nutrientes necesarios, no pueden ser sintetizados por los seres vivos. Por lo tanto, deben hallarse en los alimentos en una concentración adecuada.

MONTERO (2006) menciona que es necesario asegurarse de suministrar el mineral en forma directa a los animales según sea el método a utilizar. Minerales en agua, en mezclas, lamederos, inyecciones orales, preparaciones ruminales e inyecciones subcutáneas, generalmente son los métodos más económicos.

a) Macrominerales y microminerales para los rumiantes

FORERO (2004) refiere que, para los bovinos, se han identificado aproximadamente 15 minerales esenciales, dentro de éstos existen, siete (07) macro-minerales: Calcio (Ca), Fósforo (F), Potasio(K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Azufre (S), así como también ocho (08) micro minerales: Cobalto(Co), Cobre (Cu), Yodo (I), Hierro(Fe), Manganeso(Mn), Molibdeno (Mo), Selenio (Se) y Zinc(Zn).

SOETAN *et al.*, (2010) indican que los macro minerales son necesarios en cantidades mayores a 100 mg/kg de PV, y los micro minerales en cantidades menores a 100 mg/kg de PV. Existe una tercera categoría que incluye los elementos ultra traza (boro, silicio, arsénico y níquel).

MILLER (1979) menciona que el 98% de Ca se encuentra en los huesos y dientes. El calcio participa en la coagulación sanguínea y la regulación de la excitabilidad normal de los tejidos. Los huesos actúan como reservas de Ca, que permiten a la vaca producir leche del mismo contenido en Ca cuando la ingestión de este elemento en la dieta es escasa.

MILLER (1979) señala que el 85% de fósforo (P) se localiza en el esqueleto del ganado vacuno lechero y con el Calcio (Ca) son los macro elementos que forman la base mineral de los huesos y dientes. Las leguminosas contienen más P que las gramíneas, asimismo el contenido de P es mayor en forrajes no maduros.

MILLER (1979) menciona que el 50-70% del magnesio (Mg) total se encuentra en los huesos en el ganado vacuno. El Mg en los huesos colabora en el mantenimiento de la integridad estructural del esqueleto, es el segundo catión en importancia (después del potasio) en los líquidos intracelulares, participa en la síntesis de proteínas, grasas, ácidos nucleicos, contracción muscular, etc.

b) Fuentes de minerales para los rumiantes

MONTERO (2006) menciona que los animales pueden obtener los minerales a partir de:

- **Agua:** Es rica en Na, Cl, Ca, Mg, I, Co y S. En ciertas regiones el agua puede contener elementos tóxicos como el arsénico, flúor, plomo, cadmio, nitratos y nitritos.
- **Suelo:** Es una fuente de Co, Se, Mb y I. El consumo del suelo puede ser indirecto a través del pastoreo, o bien directo, lo cual denota una deficiencia.
- **Alimento:** Cereales: Son deficientes en Ca, K, Na, Cu, Mn y Zn.
Pastas de oleaginosas: Son más ricas en minerales que los cereales.

c) Requerimientos de los minerales en ganado lechero

MILLER (1979) señala que la cantidad total de elementos minerales esenciales que precisa el ganado vacuno lechero es inferior al 3% de la materia seca de la ración. Es evidente que el costo total de la suplementación de la ración con minerales en el ganado lechero es muy bajo.

MINESSOTA (2001) menciona que la suma de todas estas necesidades (mantenimiento, lactación, gestación y crecimiento) permite calcular las necesidades verdaderas y expresarlas como necesidades de minerales realmente absorbidos.

Cuadro 1.2. Comparación de las necesidades de minerales del NRC-1989 y del NRC-2001 para una vaca de 650 kg que produce 45 kg de leche con el 3,5 % de grasa y consume 26,5 kg de MS.

Mineral	NRC-1989	NRC-2001
	Necesidades (mineral digestible verdadero)	
Calcio g	61	76
Fósforo g	51	68
Magnesio g	8	9
Potasio g	212	255
Sodio g	48	53
Cloro g	80	66
Azufre g	53	53
Cobalto ppm	0,1	0,1
Cobre ppm	10	10
Iodo ppm	0,6	0,5
Hierro ppm	50	17
Manganeso ppm	40	15
Selenio ppm	0,3	0,3
Zinc ppm	40	53

Fuente: Minessota (2001).

MORRINSON (1969) menciona que, para producir leche en condiciones económicas, es necesario un buen pasto, este debe tener gran riqueza en principios nutritivos por unidad de materia seca, además contener alta cantidad de proteínas, vitaminas y minerales.

WRIGHT (2003) indica que cualquier cambio en la suplementación mineral, debe venir acompañado de mayor tasa de nacimientos, mejores pesos al nacer, al destete y más producción de leche.

d) Trastornos causados por deficiencia de minerales

MONTERO (2006) menciona que las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo. Los minerales más críticos para los rumiantes en pastoreo, son los siguientes: Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se y Zn. En muchas circunstancias el Cu, Co, Fe, Se, Zn y Mo disminuyen conforme avanza la edad del forraje.

CAMPABADAL (2007) refiere que en ganado de leche es común la presencia de enfermedades metabólicas como la fiebre de leche, cetosis y acidosis - laminitis, causadas por excesos o desbalances de energía y minerales.

MONTERO (2006) menciona que las carencias de minerales pueden causar en general los siguientes trastornos en los animales:

- Reproductivos: Menor porcentaje de pariciones, mayores servicios por concepción, abortos, retenciones placentarias, mayores intervalos entre partos.
- Productivos: Menor producción de leche, menor ganancia de peso, menor peso al nacimiento, menor peso al destete, menor porcentaje de destete.
- Sanitarios: Mayor mortalidad, mayor incidencia de enfermedades.
- Conducta: Nerviosismo, lamido de paredes y estructuras metálicas.
- Consumo: Disminución del consumo de alimento o apetito depravado (consumo de tierra, huesos, piedras, maderas).

MONTERO (2006) señala que las deficiencias minerales disminuyen la productividad animal y son específicas para cada elemento o grupo de elementos. Así, los síntomas más relevantes describen a continuación:

- Calcio y Fósforo: Disminución de la velocidad del crecimiento, pérdida de peso, deformaciones óseas, alteraciones de la reproducción, apetito depravado, reducción de la producción de leche, nacimientos de terneros débiles.
- Sodio, Cloro y Potasio (Na-Cl-K): Reducción del apetito, pérdida de peso, disminución de la producción de leche. Alteración en el equilibrio ácido-básico y regulación de la presión osmótica.
- Azufre (S): Disminución de ganancias de peso, reducción de la eficiencia para la conversión de los alimentos.

- Magnesio (Mg): Disminución del apetito, trastornos nerviosos.
- Hierro (Fe): Anemia, debilidad general, pérdida de peso.
- Cobre (Cu): Anemia, deformaciones óseas, despigmentación del pelo, trastornos de locomoción, reducción de la fertilidad en las hembras.
- Manganeso (Mn): Deformaciones de los huesos, alteraciones de la reproducción, trastornos de la locomoción.

SOBHANIRAD *et al.*, (2010) señalan que el Zinc ayuda al mantenimiento de la piel, el tejido epitelial, y la glándula mamaria debido a su papel en la división y síntesis de proteínas, la deficiencia de este mineral durante el inicio de la lactancia conduce a la baja calidad en la leche por alto conteo de células somáticas y aumento en la incidencia de mastitis

MONTERO (2006) refiere que los desórdenes minerales presentados en el animal son consecuencia de la compleja relación existente entre el suelo, la planta y el animal. El estado mineral en el animal se determina a partir de los líquidos y tejidos del animal. Entre los principales se encuentran hígado, hueso, sangre, saliva, orina, pelo o lana).

e) Importancia de los minerales en la nutrición animal

CUENCA (1953) manifiesta que la alimentación es el factor primordial que actúa de manera más activa en la vida de los animales y que no se considera mejora zootécnica sin mejora alimenticia.

GARMENDIA (2006) menciona que se ha encontrado que la carencia o desequilibrio de minerales en el suelo se refleja en el valor nutritivo de los pastos y esto es una de las causas de la baja productividad y de los problemas de reproducción del ganado vacuno.

CHICCO y GODOY (1987) refieren que el estado de madurez del forraje es de importancia sobre el contenido de proteína y de minerales en las plantas, ya que durante la etapa inicial de crecimiento se presenta un alto contenido de minerales, contrario a la disminución gradual que se presenta a medida que la planta madura. Minerales como el P, Zn, Fe, Co y Mo son los que presentan mayor disminución durante el proceso fisiológico de crecimiento y maduración de la planta.

FLÓREZ (2004) menciona que los minerales se consideran como el tercer grupo de nutrientes limitantes en la producción animal y su importancia radica en que son necesarios para la transformación de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales como leche, carne, crías, piel, lana, etc.

UNDERWOOD y SUTTLE (2003) señalan que las vacas de alta producción necesitan una ración mucho más rica en calcio y fósforo que las vacas de baja producción, debido al contenido de estos elementos en la leche.

f) Funciones de los minerales

UNDERWOOD y SUTTLE (2003) menciona que existen cuatro funciones de los minerales: estructural, fisiológica, catalítica y reguladora, aunque no son exclusivas de ningún elemento en particular y todas ellas pueden ser desempeñadas por un mismo elemento en el mismo individuo.

UNDERWOOD y SUTTLE (2003) manifiestan que existe una pérdida inevitable de minerales a través de riñones, mucosa intestinal, glándulas digestivas y piel, que ha de ser reemplazadas.

NRC (2001) citado por Begum *et al.*, (2009) menciona que estructuralmente, Ca y P son requeridos en mayor cantidad que otros minerales en el ganado lechero, alrededor del 99% de Ca y el 80% de P se encuentran en los huesos y dientes, mientras que el resto se encuentra cumpliendo funciones fisiológicas en el organismo, además de hacer parte de los componentes de la leche y el plasma sanguíneo, la deficiencia de estos minerales reduce el apetito, la producción de leche, la eficiencia reproductiva, el aprovechamiento del alimento, y aumenta la incidencia de enfermedades metabólicas

g) Leguminosas y gramíneas

UNDERWOOD y SUTTLE (2003) señalan que las diferencias en contenido mineral entre leguminosas y gramíneas son menos espectaculares, pero nutritivamente más importantes. Cultivadas en

condiciones similares, las leguminosas son sustancialmente más ricas en macro elementos que las gramíneas.

- **Las Gramíneas**

BERNAL (2005) menciona que las gramíneas son la principal fuente de alimento en campos de pastoreo. Las principales gramíneas usadas son los Rye Grasses también conocidas como ballicas, el Dactylis, la Festuca, el Bromus y el Phalaris.

- **Las leguminosas**

BERNAL (2005) menciona que las mejores pasturas son aquellas en que las leguminosas están asociadas con las gramíneas, los nódulos de las raíces de las leguminosas fijan nitrógeno atmosférico en el suelo y donde eventualmente se hace disponible a las gramíneas; asegurando un mayor y succulento crecimiento de éstas. En pasturas de clima templado el trébol blanco y el trébol rojo son las leguminosas más usadas en pasturas pastoreadas.

RAMÍREZ (1971) señala que el calcio en una leguminosa perenne puede aumentar con la edad de la planta en un mismo sitio de crecimiento.

Cuadro 1.3. Contenido de los principales minerales de algunas plantas forrajeras en el Centro Poblado de Allpachaca

Mineral	Ca (%)	Mg (%)	K(%)	Na (%)
Trébol Rojo (<i>Trifolium pratense</i>)	1.1	0.39	2.07	0.024
Pasto ovillo (<i>Dactylis Glomerata</i>)	0.36	0.24	3.12	0.025
Ray grass italiano (<i>Lolium multiflorum</i>)	0.5-2.0	0.2-0.5	0.2-7.2	0.06-3.6
Maíz (<i>Zea mays</i>)	0.5-1.4	0.09-1.1	2.2-3.6	

Fuente: Ramírez (1971)

Cuadro 1.4. Análisis Bromatológico del pasto asociado, heno de avena y ensilado, de la Región de Ayacucho, provincia de Huamanga, localidad de Llachocmayo, distrito de Chiara

Muestra	% Humedad	% Proteína	% Fibra	% E.E. (Grasa)	% Ceniza (Minerales)	% ELN
1	80.8	17.72	32.16	5.04	9.11	35.97
2	10.3	8.97	36.26	2.13	5.19	47.45
3	68.3	9.41	26.24	4.46	5.29	54.6

1.- Pasto Asociado 2.- Heno de Avena 3.- Ensilado

Fuente: Girón (2015).

1.4.2. Las Vitaminas en el ganado lechero

GÓMEZ y FERNÁNDEZ (2012) señalan que las vitaminas son nutrientes esenciales que se requieren en pequeñas cantidades, habiéndose demostrado que la deficiencia de algunos de ellos puede afectar el normal desarrollo de los animales, por lo que una apropiada suplementación en el programa de alimentación de vacas lecheras es esencial para sostener niveles óptimos de producción, fertilidad y salud.

MILLER (1979) indica que los microorganismos del rumen sintetizan cantidades suficientes de la vitamina del complejo B y de la vitamina K, para cubrir las necesidades del ganado lechero. La vitamina C se sintetiza en los tejidos del ganado y por tanto no es necesaria en la dieta. El ganado vacuno debe recibir un aporte de vitamina A y E en la dieta. La adición de vitaminas es esencial para conseguir un estado sanitario y un rendimiento óptimo.

- **Las vitaminas A, D y E**

Las funciones que desempeñan las vitaminas A, D y E en el organismo de los animales son muy diferentes

a) Vitamina A

MINNESOTA (2001) manifiesta que todas las plantas verdes contienen en mayor o menor cantidad ciertos pigmentos de color amarillo llamados caroteno o provitamina A. La mayor cantidad de caroteno se concentra en las hojas y en menor porción en el tallo de las plantas.

¿Cuándo obtiene el ganado la vitamina A?

MINNESOTA (2001) señala que, durante la época de lluvias, los pastos y las plantas crecen en abundancia y es cuando contienen mayor cantidad de caroteno. Es así que, en esta época el ganado en pastoreo tiene la mejor oportunidad para obtener y almacenar más vitamina A en su organismo. Sin embargo, cuando el ganado se alimenta con muy poco forraje verde y después consume pajas o forrajes secos de mala calidad,

su organismo quedará con reservas muy limitadas de la vitamina y en plena época seca. Porque tan pronto como las plantas maduran y se van secando, su contenido de caroteno también disminuye considerablemente. Así mismo, la oportunidad para el ganado de abastecer sus necesidades de vitamina A son mínimas.

¿Cómo aprovecha el ganado la vitamina A?

MINNESOTA (2001) menciona que después de que el ganado ha consumido alguna cantidad de caroteno, lo sintetiza a través de sus tejidos, convirtiéndolo a la forma activa de vitamina A, de este modo, logra almacenar grandes cantidades de vitamina A en el hígado principalmente, y en el tejido adiposo, adquiriendo una reserva de vitamina A que aprovechará eficazmente y de manera muy lenta para suplir sus necesidades alimenticias durante la época seca, por un período de tres meses

¿Para qué le sirve al ganado la vitamina A?

MINNESOTA (2001) menciona que esta vitamina la requiere el ganado en mayor cantidad durante su crecimiento, reproducción y producción de leche. Así que, la vitamina A es indispensable para mantener en condiciones normales las funciones orgánicas del ganado como refuerza el funcionamiento de la retina, ayuda a mantener la normalidad de las mucosas de la boca, panza e intestinos, proporciona mayor fortaleza contra neumonías y pulmonías, desarrollo normal de la placenta y del

embrión, mejor desarrollo óseo del feto, dando lugar al nacimiento de becerros sanos. Reanudación rápida del proceso reproductivo.

MILLER (1979) menciona que es esencial para el mantenimiento de los tejidos epiteliales.

¿Qué consecuencia tiene la falta de vitamina A?

MINNESOTA (2001) indica que los síntomas de deficiencia de vitamina A en el ganado, ocurren cuando se les han agotado las reservas que tenían almacenadas en el hígado y son tales como:

Falta de visión en la oscuridad, opacidad, ulceración de la córnea y conjuntiva del ojo, lagrimea constante que se complica con infecciones producidas por gérmenes, sin embargo, los efectos más graves son de tipo económico, por la falta de producción de becerros; ya que, una vaca flaca no presenta celo y las posibilidades de preñez son pocas. Las vacas gestantes pueden abortar prematuramente o los becerros nacen muertos o tan débiles que mueren al poco tiempo.

b) Vitamina D

GÓMEZ y FERNÁNDEZ (2012) señalan que la vitamina D también tiene efecto sobre la producción de leche. En un estudio controlado se suplementó con 40,000 UI / día de vitamina D a vacas en producción y se obtuvo una mayor producción de leche y consumo de alimento que vacas alimentadas con la misma dieta, pero sin adición de la vitamina D.

MILLER (1979) manifiesta que es esencial para el metabolismo normal del calcio y del fósforo, esta vitamina juega un papel importante en la síntesis de una proteína especial ligante del calcio que interviene en la absorción del Ca. La producción láctea puede descender y los celos inhibirse si el aporte de la vitamina D es inadecuada.

MINNESOTA (2001) menciona que hay dos formas, por medio de las cuales el ganado consigue la vitamina D, la primera se realiza por la acción directa de los rayos ultravioleta que produce la luz solar, activando un compuesto llamado ergosterol, que se encuentra presente en algunos tejidos vegetales, en forrajes y heno que son curados (secados) al sol. Cuando el ganado consume forraje con este proceso, obtiene la vitamina D. La segunda forma es cuando el ganado vive al aire libre. Esto es, por la exposición prolongada de los rayos ultravioleta del sol, que pasan a través de la piel activando un compuesto llamado esterol, que se encuentra presente en los tejidos animales dando lugar a la formación de la vitamina D. De este modo, el ganado logra almacenar cantidades suficientes de vitamina D en el hígado principalmente, que aprovechará eficazmente en sus funciones orgánicas.

c) Vitamina E

GÓMEZ y FERNÁNDEZ (2012) señalan que la Vitamina E ha mostrado ser esencial para la integridad y óptima función del sistema reproductivo, muscular, circulatorio y nervioso. Entre las principales funciones de la vitamina E se encuentran: antioxidante biológico, síntesis de

prostaglandinas, coagulación de la sangre, resistencia a enfermedades y acción conjunta con Selenio en la protección de tejidos contra los peróxidos que son compuestos que causan daño en las membranas.

Requerimiento de vitaminas en ganado lechero

Vitamina A, UI/d = 110 x kg PV.

Vitamina D, UI/d = 30 x kg PV.

Vitamina E, UI/d = 0,8 x kg PV.

Cuadro 1.5. Análisis de suelos de la Región de Ayacucho, provincia de Huamanga, localidad de Llachocmayo, distrito de Chiara.

	INTERPRETACIÓN
Textura	Media
pH	Fuertemente ácido
Salinidad	Ligermante salino
Carbonatos	No existe
Materia orgánica	Alto
Nitrógeno	Alto
Fósforo disponible	Muy bajo
Potasio disponible	Bajo
Relaciones cationicas	Desbalanceadas
Fertilidad potencial (CIC)	Medio

Fuente: Girón (2015).

1.5 ANTECEDENTES

ALMEYDA *et al.*, (2012) realizaron un trabajo experimental en la cual probaron el suplemento nutricional Mikrofos® ADE para incrementar la producción lechera. El experimento fue realizado, en el Centro de Investigación y Producción (CIP) Illpa del INIA-PUNO, a 3815 m.s.n.m., que corresponde a la zona agroecológica Suni, cuyas características

meteorológicas para la campaña 2003 fue de una precipitación pluvial de 597.70 mm y una temperatura máxima promedio de 16.25°C y una mínima de 4.35°C. El objetivo del estudio fue evaluar el uso de un suplemento nutricional en una ración alimenticia de vacas Brown Swiss en época de estiaje y su efecto en el incremento de la producción de leche. Para evaluar este efecto se utilizaron 12 vacas en producción, las cuales fueron distribuidas al azar en dos tratamientos: T-O (testigo), vacas alimentadas con ración sin suplemento y T-I (experimental), vacas alimentadas con ración con suplemento nutricional. Los resultados muestran que el consumo del suplemento nutricional durante 105 días de evaluación en vacas en producción de leche fue de 6.3 kg, lo que equivale a un consumo 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, sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0.05$). En conclusión, al comparar los promedios ajustados, las vacas del tratamiento que recibieron suplemento nutricional en época de estiaje produjeron 19.8% más de leche (1.88 kg) que aquellas que no fueron suplementadas.

TINOCO (1981a) realizó un trabajo en el Centro Experimental de Allpachaca, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, situado sobre los 3500 m.s.n.m. que tuvo una duración de catorce meses, de julio de 1977 hasta agosto de 1978; abarcando así

para el estudio tanto la época de lluvia como la seca. Tuvo como premisa básica evaluar la producción lechera, persistencia, duración y demás aspectos de la lactación de las vacas Pardo Suizo x Brown Swiss, Pardo Suizo x Criollo (F1) y criollas, para este efecto pastoreo en pastos asociados perennes 10 vacas de cada tipo, evaluándose 6 vacas de segunda lactación en un diseño Completamente Randomizado, la producción promedio de pasto asociado a través del año fue de 3 162.7 kg de M.S./Ha/pastoreo, capaz de mantener 4.3 animales/Ha/año; de buena calidad con 16% de proteína bruta y 17.5 de fibra bruta, el consumo de pasto en términos de M.S. del hato a través del año fue de 9.7 kg/cabeza/día, que satisface las necesidades de mantenimiento y producción de leche en vacas mejoradas, cruzadas F1 y criollas de 10 kg, 8.4 kg y 6.6 kg de leche/día/vaca corregida al 4% de grasa, respectivamente. La producción lechera acumulada en 305 días de lactación de las vacas mejoradas, cruzadas F1 y criollas fue de 2,862.9 kg, 2,682 kg y 1,900.3 kg/vacas, respectivamente, las vacas mejoradas (Pardo Suizo x Brown Swiss) tuvieron en su campaña una media de 9.4 kg de leche producida por vaca/día, con 10.0 kg de leche corregida al 4% de grasa por vaca/día.

TINOCO (1981b) realizó un trabajo en el Centro Experimental de Allpachaca, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, situado sobre los 3500 m.s.n.m. que tuvo una duración de tres años, desde agosto de 1976 hasta agosto de 1979, la temperatura máxima mensual vario entre 15 a 19.5 °C y la mínima entre -8 a 4.8 °C; la

media mensual oscilo entre 7.5 a 11.5 °C durante el año. Para el experimento uso en la alimentación lo siguiente: Tres asociaciones de pastos perennes cultivadas: Asociación 1: *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens* y *Trifolium Pratense*, asociación 2: *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Arrhenaterum elatius*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense*, *Trifolium repens* y *Medicago Sativa* y la asociación 3: *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* y *Trifolium repens*.

Así como también cuarenta vacas: 10 mejoradas (PS, BS y PS x BS) y 10 cruzadas F2 (PS x PSCR), 10 cruzadas F1 (PS x CR) y 10 criollas (CR). Hasta ser recogidas para el experimento las criollas y cruzadas fueron manejadas en forma extensiva, con pastoreo en pasturas naturales, mientras que las mejoradas pastoreaban en pastos cultivados y recibían algún concentrado en establos cerrados. Durante todo el ensayo todas recibieron el mismo manejo tanto en el establo como en el campo. Pastoreaban un promedio de 5 a 6 horas diarias. Estabuladas durante la noche y los dos ordeños y los promedios de producción/vaca/día fueron de 6.88, 6.71, 6.67 y 5.25 kg de leche en las vacas mejoradas, cruzadas F2, cruzadas F1 y criollas respectivamente. En la segunda lactación los promedios de las mejoradas y cruzadas fueron 2,386, 2.317 y 2,404 kg, y de las criollas (1,649 kg); con un promedio diario de 7.88kg, 7.82 kg, 7.60 kg y 5.41kg para las vacas cruzadas F2, mejoradas, cruzadas F1 y criollas respectivamente.

TAIPE (1975) realizó un trabajo en el Centro Experimental de Allpachaca, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, situado sobre los 3500 m.s.n.m. durante la época seca, el material experimental estuvo constituido por 26 animales de las razas Brown Swiss y Pardo Suizo, distribuidos en dos grupos homogéneos, de trece animales cada uno. Utilizó dos tratamientos alimenticios: tratamiento I (paja picada de avena + pastoreo+ maíz molido y sales minerales + concentrado, conformado por maíz molido: 68%, pasta de algodón: 27% y sales minerales 5%) y tratamiento II, similar al Tratamiento I con la única diferencia que no recibieron concentrado. Obteniendo los siguientes resultados en cuanto a la producción lechera: la fase pre experimental se llevó a cabo durante tres semanas, consistiendo en la ejecución de ciertas actividades necesarias para el buen desarrollo de la fase experimental, durante esta fase se tuvo al pastoreo a todos los animales, en el tratamiento I el promedio de producción lechera fue de 7.97 kg de leche con una D.E. de 0.46 y en el tratamiento II el promedio de producción lechera fue de 7.43 kg de leche con una D.E. de 0.28. En la fase experimental, en el tratamiento I el promedio de producción lechera fue de 7.74 kg de leche con una D.E. de 0.67 y en el tratamiento II el promedio de producción lechera fue de 7.36 kg de leche con una D.E. de 0.46.

LEANDRO (1984) realizó un trabajo en el Centro Experimental de Allpachaca, propiedad de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, situado sobre los 3500 m.s.n.m. con la premisa básica de evaluar la producción lechera, persistencia, duración y crecimiento de las

crías, además de otros aspectos de la primera lactación de las vacas Pardo Suizo x Brown Swiss; Pardo Suizo x Criolla (F1) y criollas, para lo cual pastoreo en potreros perennes asociados utilizando 10 vacas de cada tipo de animal, las mismas que han sido evaluadas en su campaña de producción láctea, utilizando el Diseño Completamente Randomizado y su respectivo análisis de covarianza para la edad y peso. La producción promedio del pasto asociado a través del año fue de 3,476 kg de M.S/Ha. en los potreros principales considerando el rendimiento del potrero optativo, se tuvo una producción de 3, 045 kg de M.S. con 15.85% de proteína bruta y 17.96% de fibra bruta, la producción lechera acumulada en 305 días de lactación de las vacas mejoradas, cruzadas F1, criollas fue de 1,965.2 kg, 2,349.0 kg y 1,671 kg/vaca respectivamente. Las vacas mejoradas (Pardo Suizo x Brown Swiss) a través del año tuvieron una media de 5.2 kg de leche producida por vaca/día con 6 kg de leche corregida al 4% de grasa/vaca/día y el consumo de pasto en términos de M.S. del hato a través del año fue de 9.5 kg/cabeza/día que satisfizo las necesidades de mantenimiento y producción de leche de las vacas mejoradas, cruzadas F1 y criollas, con 6.0 kg, 7.7 kg. y 5.5. kg de leche /vaca/día corregida al 4% de grasa respectivamente. El peso promedio de las vacas mejoradas fue de 409.1 kg de peso vivo/vaca, con un incremento de 139 g/vaca/día; las vacas cruzadas F1 con 347.8 kg de peso vivo/vaca, con un incremento de 258 g/vaca/día y las vacas criollas con 312.0 kg de peso vivo y con un incremento de 124 g/vaca/día.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. LUGAR DE ESTUDIO

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Establo AVELAC S.A.C., localizado en la comunidad campesina de Llachoccmayo – distrito de Chiara, Provincia de Huamanga, Región Ayacucho. La comunidad está ubicada a 60 Km. de la ciudad de Ayacucho, a 90 minutos por carretera y a una altitud de 3726 m.s.n.m. Expediente técnico Solid International (2005).

2.2 MATERIALES (Anexo 01).

2.2.1. Material biológico

- **Animales Experimentales:**

Se consideró 14 animales distribuidas de la siguiente manera:

T1: 04 Vacas genotipo Brown Swiss del Segundo Tercio o Segunda Fase de Lactación (100-200 días de lactación) y 03 vacas genotipo Brown

Swiss del tercer tercio o Tercera Fase de Lactación (201-305 días de lactación)

T2: 04 Vacas genotipo Brown Swiss del Segundo Tercio o Segunda Fase de Lactación y 03 vacas genotipo Brown Swiss del tercer tercio o Tercera Fase de Lactación (Anexo 09, foto 01).

La alimentación de los animales fue el siguiente:

T1 : Heno de avena +pasto asociado+ Concentrado+ **Suplemento nutricional Tipo 01**

T2 : Heno de avena +pasto asociado+ Concentrado + **Suplemento nutricional Tipo 02.**

Se seleccionó vacas de la II y III Fase de lactación debido a que, en esta etapa de la campaña, la curva de lactación se encuentra en descenso y se pretendió observar si con la adición de suplementos nutricionales se obtendría alguna variación en ella.

El promedio de edad de las 14 vacas del genotipo Brown Swiss fue de 3.6 años, encontrándose en promedio en su segunda lactación (Anexo 02).

2.2.2. Material no biológico (Anexo 09, foto 05).

- Suplemento nutricional Tipo 01:
 - ✓ Presentación: Bolsa x 23 kg

- ✓ Nombre comercial: Mikrofos ADE®
 - ✓ Laboratorio: Tecnología Química Suiza
- Suplemento nutricional Tipo 02:
 - ✓ Presentación: Bolsa x 18 kg
 - ✓ Nombre comercial: La Lecherita ®
 - ✓ Laboratorio: Montana S.A.

Cuadro 2.1. Composición química de los suplementos nutricionales comerciales (Cada 1,000 g.)

Elementos	Composición Química	
	Mikrofos ® ADE	La Lecherita®
Calcio	215,000.00 mg.	266,000.00 mg.
Fósforo	155,000.00 mg.	108,000.00 mg.
Azufre	12,800 .00 mg.	
Hierro	1,500.00 mg.	1,460.00 mg.
Manganeso	1,200.00 mg.	930.00 mg.
Magnesio	13,000.00 mg.	11,500.00 mg.
Zinc	2,500.00 mg.	800.00 mg.
Cobalto	40.00 mg.	40.00 mg.
Yodo	40.00 mg.	90.00 mg.
Selenio	20.00 mg.	10.00 mg.
Cobre	500.00 mg.	600.00 mg.
Vitamina A	500,000.00 UI.	333,333.00 UI.
Vitamina D	100,000.00 UI.	
Vitamina D3		50,000.00 UI.
Vitamina E	50.00 UI.	146.00 UI.
Cloruro de sodio	50,000.00 mg.	
Sodio		20,000.00 mg.
Promotor de la Producción		2,670.00 mg.
Excipientes c.s.p.	1000.00 g.	1000.00 g.

- ✓ Promotor de producción: Incrementa de 10 a 15 % el valor energético de los pastos. MONTANA (S.A).

Fuente: Etiqueta de los productos.

- Alimento concentrado:
 - ✓ Presentación: Saco por 50 kg
 - ✓ Nombre comercial: Dayri Master Standart
 - ✓ Laboratorio: Montana S.A.

Cuadro 2.2 Composición química del alimento concentrado

Productos	Terneros	Recría I	Recría II	Pre Parto	Premium	Estándar	Secas	Acopio
Indicaciones	0-2 meses	3-9 meses	10-2 meses antes del parto	30 días antes del parto	Parto a 100 DEL o a partir de 35 L de Leche/día	100 DEL a Seca o promedio de 30 L de leche/día	2 meses antes del parto	Pastoreo o promedio de 10 L de leche/día
Recomendaciones de uso animal (kg/Día)	0.5	2 a 3	3 a 5	4 a 6	10 a 14	8 a 12	2 a 5	3 a 5
Análisis Esperado								
Humedad máx.(%)	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Proteína mín.(%)	16.00	16.00	16.00	14.00	20.50	18.50	18.00	14.00
Fibra Cruda máx.(%)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
Grasa mín.(%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Calcio mín.(%)	0.63	0.44	1.08	0.09	0.60	0.80	0.45	0.54
Fósforo mín.(%)	0.54	0.44	0.54	0.45	0.50	0.70	0.45	0.54

DEL= Días en leche

L= Litros, valores nutricionales en tal como ofrecido

Fuente: Etiqueta del alimento concentrado, Montana S.A.

- Cámara fotográfica.
- Computadora.

- Calculadora.
- Cuaderno de campo.
- Bolígrafos.
- Balanza gramera digital.
- Sala de ordeño.
- Botas de jebe.
- Bolsas.
- Cinta de embalaje.
- Engrapador.
- Jáquimas.
- Soguillas.
- Comederos.
- Bebederos.

2.3. Duración del Ensayo

La fase de campo del experimento se realizó entre los meses de enero a marzo del 2014.

Teniendo III Fases durante la ejecución del trabajo: la Fase Pre-Experimental, Fase de Adaptación y la Fase Experimental, que serán descritas a detalle en el ítem siguiente.

2.4. Procedimiento metodológico

A. Selección de animales:

La selección de los animales se realizó teniendo en cuenta tres aspectos fundamentales: Edad de las vacas (nacidas entre los años 2009 – 2011), de acuerdo al número de lactaciones (Vacas de Segunda lactación) y en función a la Fase de Lactación (II y III fase). Las vacas de la II Fase comprendían a partir de los 101 días de lactación y las vacas de la III Fase comprendían a partir de los 201 días de lactación.

Cumplidas las condiciones de selección, fueron elegidas 14 animales, los cuales fueron distribuidos en forma aleatoria en 2 grupos experimentales de 7 vacas cada uno. Donde los tratamientos fueron:

Primer grupo (T1) : Heno de avena +pasto asociado+
Concentrado+ Suplemento nutricional Tipo 01

Segundo grupo (T2) : Heno de avena +pasto asociado+
Concentrado + Suplemento nutricional Tipo 02.

B. Sistema de alimentación:

A las 4:30 am. se les alimentó con heno de avena, posteriormente para continuarse con el ordeño a las 5:00 am. Las vacas después del ordeño salieron a pastorear desde las 7:00 am a 4:00 pm bajo un sistema de pastoreo por franjas con pastos asociados conformadas por pasto ovillo, rye grass inglés e italiano, trébol blanco y rojo, con un promedio de 09 horas de pastoreo (Anexo 09, Foto 02), teniendo disponibilidad en el

campo de agua ad libitum (Anexo 09, Foto 03). A su retorno, se les proporcionó alimento en base a concentrado (Dayri Master Standart) según la producción lechera más los suplementos nutricionales. (Anexo 09, Foto 09).

El concentrado fue suministrado en una cantidad de 3 kg/día/vaca excepto a las vacas Elva, Amelia y Andy que se les suministró 0.5 kg/día (Anexo 09, foto 04 y 07).

C. Control lechero:

Se realizó el control lechero por un periodo de 30 días pre y 30 días pos adición de los suplementos nutricionales a través del sistema de ordeño mecánico tipo espina de pescado con una capacidad instalada para un total de 10 vacas por ordeño (Anexo 09, Foto 11).

El control se realizó dos veces al día a las 5:00 am. y 5:00 pm. en litros, realizando la conversión a kg, para ello se tuvo en cuenta la densidad de la leche: 1.028-1.033 g/cc. según TORRES (2001).

D. Fase Pre-Experimental

En esta fase se realizó la selección de animales y el control de la producción lechera durante 30 días.

E. Fase de Adaptación

En esta fase se elaboró y colocó las jáquimas a cada vaca afín de facilitar su manejo durante el experimento. En horas de la tarde, las vacas fueron sujetadas en plazas individuales y con guillotina a nivel de comedero para facilitarles el suplemento nutricional con dos tratamientos T1: Concentrado + suplemento nutricional (Tipo 01) y T2: Concentrado + suplemento nutricional (Tipo 02); adicionándose una cantidad de 50 g de suplemento nutricional al concentrado el cual fue mezclado y suministrado en forma individualizada antes del segundo ordeño (Anexo 09, Foto 08), seguidamente las vacas tenían libre acceso al agua (Anexo 09, Foto 10). Esta Fase tuvo una duración de 15 días.

F. Fase Experimental

La Fase experimental fue facilitada con las actividades realizadas durante la Fase de Adaptación por lo que el manejo de las vacas fue más rápido. Esta fase comprendió un período de 30 días incluido el control lechero para las vacas del T1 y T2 (Anexo 03 y 04).

2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se hizo uso de la Distribución de t de Student para muestras pareadas, a través del Programa estadístico Minitab16 (versión 17.3.1).

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ADICIÓN DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS BROWN SWISS DE SEGUNDA LACTACIÓN EN CRIANZA MIXTA ALTOANDINA

3.1.1. Producción lechera en vacas de la segunda fase de lactación con el suplemento nutricional Tipo 01

Cuadro 3.1. Producción lechera (kg), pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

Grupo de estudio	Producción de leche (kg)				
	Prom. kg/día	Desv. Est.	C.V. (%)	Rango (kg)	Prod. Total 30d. (kg)
Antes del tratamiento	9.878 ^a	2.475	25.81	3.7-15.1	1,185.4
Con el tratamiento	10.174 ^a	3.808	38.55	4.3-20.2	1,220.7

^{a,b} Letras diferentes indican diferencias estadísticas

El Cuadro 3.1 describe la producción media de leche en vacas Brown Swiss en crianza mixta altoandina en la segunda fase de lactación evaluada durante 30 días (Anexo 05). Se observa una producción promedio de leche de 10.174 kg cuando se adiciona el suplemento nutricional Tipo 01, frente a lo obtenido antes de la aplicación del tratamiento con 9.878 kg, (valor encontrado, $P < 0.346$), no encontrándose diferencia estadística. No se reportan estudios similares sobre la producción lechera por fases de lactación. Sin embargo, hace más de tres décadas TINOCO, (1981a) reportó una producción promedio similar al presente trabajo de 9.4 kg en vacas mejoradas (Pardo Suizo x Brown Swiss) alimentadas sólo en pastos cultivados, en condiciones de sierra alta y con vacas recién paridas e iniciándose aún en la primera fase de lactación. Por otro lado ALMEYDA *et al.*, (2012) reportaron una media de 11.41 kg de leche producida por vaca/día ajustado por covarianza en vacas Brown Swiss en época de estiaje suplementadas con 60 g del suplemento/vaca/día; como se observa este reporte es superior al nuestro y podría deberse a que incluyeron en su experimento vacas de la primera fase de lactación ya que como señalan HAMMOND, (1966) y COLE, (1973) la producción de la leche en una vaca debe ir en aumento durante 4 a 6 semanas siguientes al parto. Este estudio al igual que el presente trabajo, evidencia un incremento lechero con la aplicación de un suplemento nutricional en la dieta del ganado ya que como menciona WRIGHT, (2003) cualquier cambio en la suplementación mineral, debe venir acompañado de mayor tasa de nacimientos, mejores pesos al nacer,

al destete y más producción de leche, siendo esta última característica lo evaluado en el presente estudio.

Se aprecia mejorías, al observarse los rangos o el incremento de 35.3 kg (este incremento se obtiene de la diferencia de la producción total por 30 días con el tratamiento y la producción total de 30 días antes del tratamiento), con la adición del suplemento en la producción total, este leve incremento en la producción acumulada, podría representar una mejora económica adicional al productor, considerando que las vacas en producción no muestran una producción de leche lineal o uniforme durante toda la campaña de lactación, más cuando la fase media se caracteriza por una declinación gradual en la curva de la lactación como lo refiere WHITTEMORE, (1980). Al respecto MORRISON, (1969) menciona que, para producir leche en condiciones económicas, es necesario un buen pasto y debe tener gran riqueza en principios nutritivos por unidad de materia seca, además contener alta cantidad de proteínas, vitaminas y minerales.

3.1.2. Producción lechera en vacas de la segunda fase de lactación con el suplemento nutricional Tipo 02

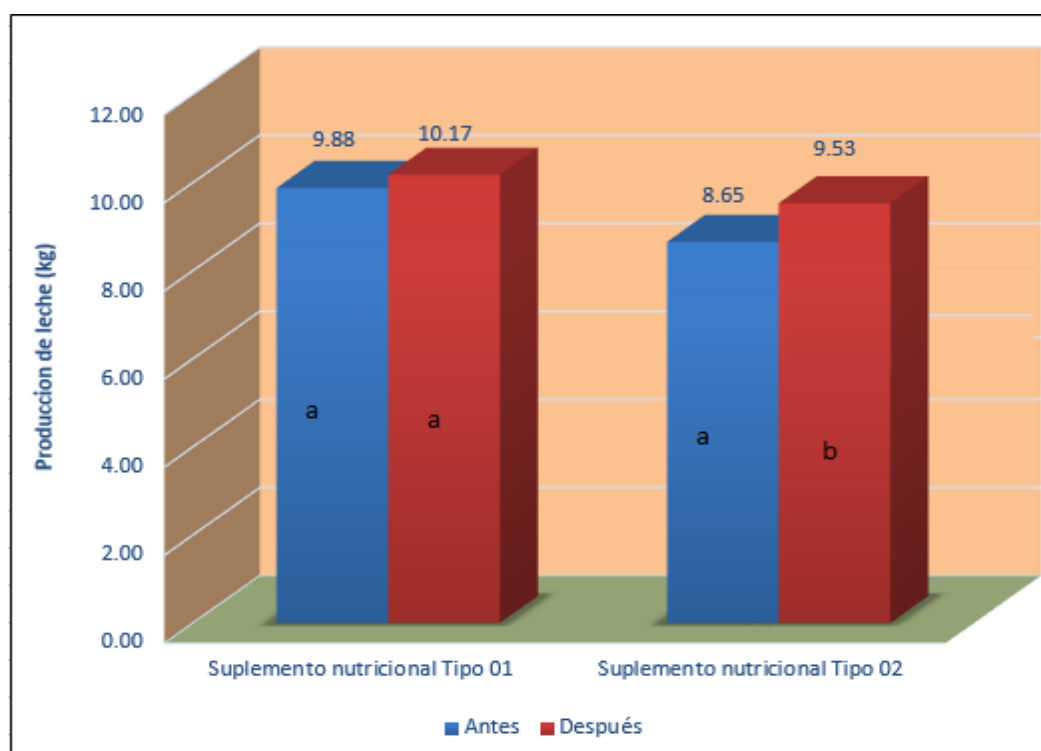
Cuadro 3.2. Producción lechera (kg), pre y post adición del suplemento nutricional Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

Grupo de estudio	Producción de leche (kg)				
	Prom. kg/día	Desv. Est.	C.V. (%)	Rango (kg)	Prod. Total 30d. (kg)
Antes del tratamiento	8.654 ^a	2.436	28.97	3.8-14.6	1,038.4
Con el tratamiento	9.529 ^b	2.366	25.57	3.7-15.7	1,144.5

^{a,b} Letras diferentes indican diferencias estadísticas

El Cuadro 3.2 describe la producción media de leche en vacas Brown Swiss en crianza mixta altoandina en la segunda fase de lactación evaluada durante 30 días (Anexo 06), observándose diferencia significativa ($P < 0.001$) entre el promedio de producción de leche con 9.529 kg cuando se adiciona el suplemento nutricional Tipo 02, frente a lo obtenido antes de la aplicación del tratamiento con 8.654 kg además, estas diferencias se ven reflejadas en incrementos en los rangos y la producción controlada durante los 30 días, incrementándose en 106.1 kg de leche (este incremento se obtiene de la diferencia de la producción total por 30 días con el tratamiento y la producción total de 30 días antes del tratamiento). Los resultados del estudio son superiores a los obtenidos por TINOCO, (1981b) quien reportó 7.82 kg de leche en vacas mejoradas (Pardo Suizo x Brown Swiss) de la segunda lactación alimentadas con pastos cultivados y concentrado; al respecto WATTIAUX, (1996) señala

que se puede apoyar la lactancia y en consecuencia mejorar la producción de leche si es que se tiene cuidado en desarrollar estrategias de alimentación en los fundos teniendo en cuenta la carga animal optima, el sembrío de gramíneas, leguminosas y el suplemento alimenticio. Además, las diferencias encontradas podrían estar influenciadas por factores hereditarios (25%) o por factores medioambientales (75%) como la época del año y principalmente la alimentación como lo manifiesta ENSMINGER, (1973) y COLE, (1973).



a,b letras diferentes indican diferencias estadísticas.

Gráfico 3.1. Producción lechera (kg) pre y post adición del Suplemento nutricional Tipo 01 y Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

El gráfico 3.1. muestra la producción media de leche en vacas Brown Swiss en crianza mixta alto andina en la segunda fase de lactación. Se observa que el tratamiento 01 muestran un mayor rendimiento promedio inicial, sin embargo, al control lechero durante la adición del suplemento se observa un minúsculo incremento lechero, (valor encontrado, $P < 0.346$); esto podría deberse a que la curva de producción lechera no es lineal y el experimento se llevó a cabo en la II fase de producción, donde hay un descenso en la curva de lactación. Por otro lado, las vacas del tratamiento 02 en segunda fase de lactación muestran un menor rendimiento promedio inicial, después de la aplicación del suplemento, se incrementa la producción lechera ($P < 0.001$); esto podría deberse a la composición química del suplemento que se ajustaría mejor a las necesidades nutricionales de las vacas ya que, dicho suplemento tiene adicionalmente un promotor de la producción que incrementa de 10 a 15 % el valor energético de los pastos.

3.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE SUPLEMENTOS NUTRICIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS BROWN SWISS DE TERCERA LACTACIÓN EN CRIANZA MIXTA ALTOANDINA

3.2.1. Producción lechera en vacas de la tercera fase de lactación con el suplemento nutricional Tipo 01

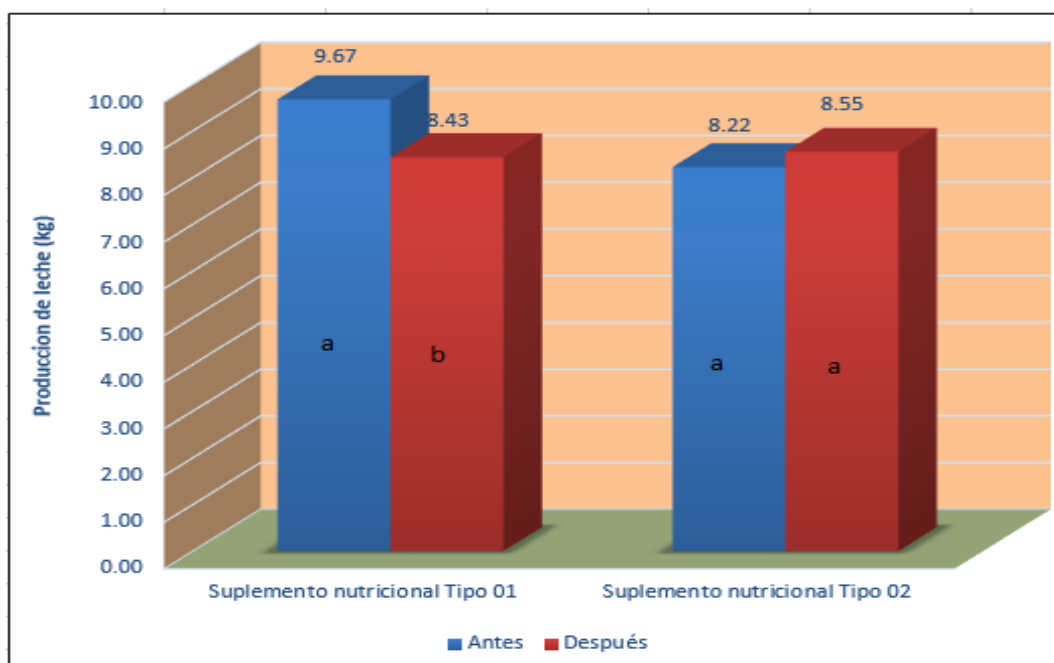
Cuadro 3.3. Producción lechera (kg), pre y post adición del Suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de la tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

Grupo de estudio	Producción de leche (kg)				
	Prom. kg/día	Desv. Est.	C.V. (%)	Rango (kg)	Total Prod. 30d. (kg)
Antes del tratamiento	9.672 ^a	3.994	42.53	5.0-19.4	870.5
Con del tratamiento	8.434 ^b	3.087	37.69	3.7-17.9	759.1

^{a,b} Letras diferentes indican diferencias estadísticas

El Cuadro 3.4 describe la producción media de leche en vacas Brown Swiss en crianza mixta altoandina en la tercera fase de lactación evaluada durante 30 días (Anexo 08). Se observa una producción promedio de leche de 8.553 kg cuando se adiciona el suplemento nutricional tipo 02 frente a lo obtenido antes de la aplicación del tratamiento con 8.221 kg, (valor encontrado, $P < 0.248$) no encontrándose diferencia estadística. En esta Fase la curva de lactación presentara una declinación abrupta como lo menciona WHITTEMORE, (1980) sin embargo, se observa un mínimo incremento en la producción esto podría ser a que el suplemento influenciaría a nivel de los lactocitos ya que como menciona STEFANON et al., (2002) existe apoptosis a nivel de la ubre y en cierta forma el suplemento podría influenciar retardando un poco este proceso.

Sin embargo LEANDRO, (1984) y TAYPE, (1975) reportaron 6.0 kg y 7.36 kg de leche respectivamente, en vacas mejoradas (Pardo Suizo x Brown Swiss) como se aprecia nuestros resultados son superiores, esto podría deberse a que LEANDRO, (1984) realizó la evaluación en vacas de primera lactación, donde la ubre se encuentra en pleno desarrollo y TAYPE, (1975) realizó la evaluación en época de estiaje y no uso concentrado ni sales minerales en la dieta del ganado, menciona CUENCA, (1953) que la alimentación es el factor primordial que actúa de manera más activa en la vida de los animales y que no se considera mejora zootécnica sin mejora alimenticia.



a,b letras diferentes indican diferencias estadísticas.

Gráfico 3.2. Producción lechera (kg), antes y después de la adición del Suplemento nutricional Tipo 01 y Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

El gráfico 3.2 muestra la producción media de leche en vacas Brown Swiss en crianza mixta alto andina en la tercera fase de lactación. Como se observa, las vacas del tratamiento 01, iniciaron con una producción media de 9.672 kg de leche por vaca/día y con la adición del suplemento Tipo 01 por un periodo de 30 días se obtuvo una producción media de 8.434 kg de leche por vaca/día ($P < 0.001$), en esta fase de lactación fisiológicamente la curva de lactación debe descender como lo menciona WHITTEMORE, (1980) sin embargo, en el tratamiento 02 iniciaron con una producción media de 8.221 kg de leche por vaca/día y con la adición del suplemento por un periodo de 30 días se obtuvo una producción media de 8.553 kg de leche por vaca/día, (valor encontrado, $P < 0.248$), observando un incremento no significativo. Se observa un incremento de 29.9 kg de leche durante los 30 días de control, esto podría deberse a la influencia del Suplemento nutricional Tipo 02 que contiene el promotor de producción, que actuaría incrementando el valor energético de los pastos y mayor provisión de nutriente a nivel de los lactocitos de la ubre.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El efecto de la adición del suplemento nutricional comercial Tipo 01 en el alimento concentrado en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina en la II fase de lactación no incrementa la producción media de leche/vaca/día y de la misma manera en la III Fase de lactación no incrementa la producción media de leche/vaca/día.
2. El efecto de la adición del suplemento nutricional comercial Tipo 02 en el alimento concentrado en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina en la II fase de lactación incrementa la producción media de leche/vaca/día, sin embargo en la III Fase de lactación no incrementa la producción media de leche/vaca/día.

3. Al comparar el efecto de la adición de los suplementos nutricionales comerciales en el alimento concentrado en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina, se observa un mejor resultado en la II Fase de lactación con el suplemento nutricional Tipo 02.
4. El efecto de la adición de los suplementos nutricionales comerciales sobre la producción lechera en ganado Brown Swiss en crianza mixta alto andina es positiva dependiendo de la Fase de lactación y tipo de suplemento nutricional.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Realizar un trabajo de investigación evaluando la influencia de los suplementos nutricionales en el concentrado en ganado Brown Swiss, en la I Fase de lactación.
2. Realizar un trabajo de investigación evaluando la influencia de los suplementos nutricionales en el concentrado en ganado Brown Swiss, en época de estiaje y a diferentes dosis.
3. Realizar un trabajo de investigación evaluando la influencia de los suplementos nutricionales en el concentrado en ganado Brown Swiss, durante una campaña de producción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **ALMEYDA, J., APAZA, N., y HUANCA, T. 2012.** Suplementación Mineral para incrementar la producción lechera en Vacas Brown Swiss al Pastoreo en Puno. Consultado el 01 de noviembre de 2015, página web:
<http://www.engormix.com/MA-ganaderia-leche/nutricion/articulos/suplementacion-mineral-incrementar-produccion-t4600/141-p0.htm>.
2. **ALMEIDA, J. 2000.** Manual de alimentación y manejo de Ganado Lechero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Zootecnia. Lima 93p.
3. **ALMEYDA, J. 2017.** Manejo y alimentación de vacas productoras de leche en sistemas intensivos. Consultado el 24 de marzo de 2017, página web <http://www.actualidadganadera.com/articulos/manejo-y-alimentacion-de-vacas-productoras-de-leche-en-sistemas-intensivos-parte-1.html>.
4. **BALDWIN, R., FORSBERG, N., and HU, C. 1985.** Potential for altering energy partition in the lactating cow. J. Anim. Sci. 68:3394
5. **BEGUM, I., AZIM, A., AKHTER, S., ANJUM, M., and AFZAL, M. 2009.** Mineral Dynamics of Blood and Milk in Dairy Buffaloes Fed on Calcium and Phosphorus Supplementation. Pak Vet J, 30 (2):105-109.
6. **BELL, A. 1995.** Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. J. Anim. Sci. 73:2804-2819.

7. **BERNAL, J. 2005.** Manual de manejo de pastos cultivados para zonas alto andinas. Consultado el 31 de diciembre de 2016, página web.
http://agoaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/pastos-forrajes/manual_pastos.pdf.
8. **BONDI, A. 1989.** Nutrición Animal. Edit. Acribia.Zaragoza.476 p.
9. **CAMPABADAL, C. 2007.** Efecto de la nutrición sobre la reproducción del ganado de leche. Consultado 14 de diciembre de 2016, pág web.
<http://www.soyamex.com.mx/sp/Animal/lance%202004/Ganado%20leche/ENURG.htm>.
10. **CHICCO, C., y GODOY, S. 1987.** Suplementación Mineral de Bovinos de Carne a Pastoreo. En: D. Plasse, N. Peña y R. Romero (Eds). III Cursillo Sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela. pp 47-103.
11. **COLE, H. 1973.** Producción animal. Editorial Acribia 2da. Edición Zaragoza-España.
12. **CUENCA, D. 1953.** Zootecnia. Editorial Biosca. S.A. Madrid.
13. **DAVIS, F.1971.** La vaca Lechera, su cuidado y explotación. Edit. Limusa, 3ra Edic. Mexico.
14. **ENSMINGER, M. 1973.** Zootecnia General. Editorial El Ateneo. Buenos Aires-Argentina.
15. **Expediente técnico, 2005.** Proyecto de desarrollo integral participativo de las comunidades de Ayacucho-Perú. Association Solid International. Consultado el 05 de noviembre de 2015, página web

<http://es.scribd.com/doc/154598579/Vivienda-Rural-Solid-Ilachoccmayo>.

- 16. FLÓREZ, P. 2004.** Suplementación con Minerales. Consultado el 01 de diciembre de 2015, página web <http://www.vetuy.com/articulos/bovinos/050/0038/bov038.htm>.
- 17. FORERO, L. 2004.** Fallas reproductivas asociadas a deficiencias de micro minerales: Caso colombiano. Universidad Nacional de Colombia. Dirección Científica Laboratorios Provet S.A. Consultado el 05 de noviembre 2015, pág. web <http://es produccion-animal.com.ar>.
- 18. GALLO, L., CARNIER, P., CASSANDRO, M., MANTOVANI, R., BAILONI, L., CONTIERO, B., and BITANTE, G. 1996.** Change in Body Condition Score of Holstein Cows as Affected by Parity and Mature Equivalent milk Yield. J Dairy Sci 79:1004.1015
- 19. GARMENDIA, J. 2006.** Los minerales en la Reproducción Bovina. Consultado el 14 de noviembre de 2016, página web: <http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/xcongreso/minerales.pdf>.
- 20. GIRÓN, J. 2015.** Laboratorio de suelos y análisis Foliar.
- 21. GLAUBER, C. 2007.** Fisiología de la lactación en la vaca lechera. Consultado el 24 de marzo de 2017, página web http://www.produccionnimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/131-fisiologia.pdf.
- 22. GÓMEZ, C., y FERNÁNDEZ, M. 2012.** Vitaminas para mejorar producción y fertilidad en vacas lecheras. Consultado el 08 de febrero de 2017, página web

<http://es.slideshare.net/raher31/vitaminas-para-mejorar-produccion-y-fertilidad-en-vacas-lecheras>.

- 23. GRIGERA, J., y BARGO, F. 2005.** Evaluación del estado corporal en vacas lecheras. Consultado el 08 de junio de 2016, página web http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/45-cc_lecheras.pdf..
- 24. HAMMOND, J.1966.** Principios de explotación animal, Crecimiento y Herencia. Edit. Acribia, 1era Edic. Zaragoza, España.
- 25. HARVEY, C., y HILL, H. 1969.** Leche, producción y control. Edit. Academia Barcelona. España. 591p.
- 26. JARA-ALMONTE, M., y MORALES, A. 1968.** La gestación de la raza Brown Swiss en la Costa y Sierra del Perú. I convención Nacional de Zootecnia. Asoc. Per. de Zootecnia. UNALM-Lima, Perú.
- 27. LEANDRO, D. 1984.** Evaluación de Algunos Parámetros Productivos en Vacunos Mejorados, Criollos y Cruzados F1 a 3500 m.s.n.m. Explotados en un Sistema Semi Intensivo durante su Primera Lactación. Ayacucho-Perú.
- 28. MILAGRES, M. 1979.** Mejoramiento animal. Univ. Federal de Vicos. Minas Gerais. Brasil 78p.
- 29. MILLER, W. 1979.** Nutrición y Alimentación del ganado vacuno Lechero. Editorial Acribia S.A. Zaragoza (España).
- 30. MONTANA, S.A.** Consultado el 10 de agosto de 2016, página web <http://montana.perulactea.com/productos-veterinarios/premezclas/dairy-master-premium-y-dairy-master-standard/>.

- 31. MONTANA, S.A.** Consultado el 05 de abril de 2017, página web <http://montana.perulactea.com/productos-veterinarios/sales-minerales/la-lecherita/>.
- 32. MONTERO, R. 2006.** Suplementación mineral en Bovinos. Consultado el 06 de julio de 2016, página web <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/suplementacion-mineral-bovinos-t919/p0.htm>.
- 33. MORRINSON, F. 1969.** Alimentos y Alimentación del Ganado. Editorial Uteha. México.
- 34. MOSQUERA, I. 1985.** Índices reproductivos en la ganadería de leche de la serranía ecuatoriana
- 35. OSTERMAN, S. 2003.** Extended calving interval in combination with milking two o three time day. Prod.,Sci 82: 139-49.
- 36. OVERTON, T., and WALDRON, M. 2004.** Nutritional Management og Transition Dairy Cows. Strategiesto Optimize Metabolic. Healt. J.Dairy Sci.87:3076-3079.
- 37. RAMÍREZ, E. 1971.** Capacidad de cambio y elementos cambiables en suelos de clima: puna, semiárido y tropical húmedo y elementos cambiables en plantas forrajeras nativas e introducidas en clima de puna y semiárido del departamento de Ayacucho. Dpto. de Agronomía y Zootecnia. Programa de Pastos.
- 38. REPETTO, J., DONOVAN, A., y GARCÍA, F. 2004.** Carencias minerales, limitantes de la producción. Consultado el 06 de julio de 2016, página web

http://www.produccionanimal.com.ar/suplementacion_mineral/18-carencias_limitantes_produccion.pdf.

- 39. SMIDT, D., y ELLENDORF, F. 1972.** Endocrinología y fisiología de la reproducción de los animales zootécnicos. Ed. Acribia. Zaragoza España. Pp.149-151-152
- 40. SMITH, V. 1972.** Fisiología de la lactancia. IICA-.OEA. Costa Rica.
- 41. SOBHANIRAD, S., CARLSON D., Y BAHARI, R. 2010.** Effect of zinc methionine or zinc sulfate supplementation on milk production and composition of milk in lactating dairy cows. Biol Trace Elem Res, 136 (1): 48 – 54.
- 42. SOETAN, K., OLAIYA, C., y OYEWOLE, O. 2010.** The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. African Journal of Food Science, 4 (5): 200 - 222.
- 43. STEFANON, B. et al. 2002.** Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. Dairy Res. 69:37-52.
- 44. TAIPE, H. 1975.** Producción de leche en zona alto-andina de Ayacucho (3500 m.s.n.m.) a base de dos raciones en época seca. Ayacucho-Perú.
- 45. TINOCO, 1981a.** Evaluación de Algunos Parámetros Productivos en Vacunos Mejorados Criollos y Cruzados F1 a 3500 m.s.n.m., Explotados En Sistema Semi- Intensivo, Durante su Segunda Lactación. Ayacucho-Perú.
- 46. TINOCO, 1981b.** Evaluación de la Producción Lechera y Conducta Reproductiva de Vacas Mejoradas, Criollas y sus Cruces (OS *BR)

Bajo Condiciones de Explotación Semi-Intensiva en Zona Alto-Andina.
Ayacucho-Perú.

- 47. TORRES, H. 2001.** El queso maduro y sus secretos. Consultado el 04 de abril de 2017, página web
<https://books.google.com.pe/books?id=xidtAAAAIAAJ&pg=PA34&dq=Densidad+de+la+leche+de+vaca+brown+swiss&hl=es&sa=X&ved=0ahUKewjonbDnjpDTAhVI6CYKHcUYC5UQ6AEIGjAA#v=onepage&q=Densidad%20de%20la%20leche%20de%20vaca%20brown%20swiss&f=false>.
- 48. UNDERWOOD, N., y SUTTLE, F. 2003.** Los minerales en la Nutrición del ganado. Editorial Acribia, S.A.
- 49. WATTIAUX, M. 1996.** Guía técnica lechera: reproducción y nutrición. Instituto Babcock. Universidad de Wisconsin-Madison. USA. 1996: 11.
- 50. WHITTEMORE, C.1980.** Lactation of Dairy Cow. Longman Group, USA. Pg 94.
- 51. WRIGHT, C. 2003.** Making sense of mineral supplementation. Proc Range Beef Cow Symp XVIII. December 9-11, 2003, Mitchell, Nebraska.
- 52. ZAMBRANO, J. S/A.** Unidad Bovina. Universidad Nacional de Colombia. Consultado el 03 de mayo de 2017, página web
<http://www.marengo.unal.edu.co/Html%20unidades/Unidad%20bovina/home.html#..>

ANEXOS

Anexo 1. Materiales empleados durante el desarrollo de la investigación.

NO BIOLÓGICO	Unidad	Cantidad	Costo (S/.)	
			Unitario	Total
Suplemento nutricional Tipo 01	Kg	10,5	5.20	54.60
Suplemento nutricional Tipo 02	Kg	10,5	5.60	59.50
Bolígrafos	Unidad	05	2.00	10.00
Cuaderno de apuntes	Unidad	02	3.00	6.00
Movilidad	Global	01	---	200.00
Alimentación	Global	01	---	450.00
Internet	Mes	06	90.00	540.00
Impresiones	Global	01	400.00	400.00
Comedero	Unidad	01		2000.00
Balanza gramera digital.	Unidad	01		100.00
Maquina ordeñadora	Global	01	200,000.00	200,000
Bebedero	Unidad	01		500.00
BIOLOGICO				
Vacas	Unidades	14	3,000.00	42,000.00
Costo total (S/.)				246,320.10

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Información de las vacas Brown Swiss del trabajo experimental.

Nº	NOMBRE/ VACA	FECHA DE NACIMIENTO	FECHA DE ULTIMO SERVICIO	FECHA DE ULTIMO PARTO	DIAS DE LACTACION	MESES DE LACTACION	EDAD AÑOS
1	AMELIA	23/12/2010	25/09/2012	8/07/2013	188	6.3	3.1
2	CHARLOT	7/07/2009	8/09/2013	18/07/2013	178	5.9	4.5
3	CLARA			5/09/2013	129	4.3	
4	GABI	29/06/2009	25/12/2013	2/08/2013	163	5.4	4.5
5	PAOLA	15/04/2011	10/02/2014	5/09/2013	129	4.3	2.8
6	RUMI		15/12/2013	6/10/2013	98	3.3	
7	ACLAYAN	23/12/2010	10/02/2014	13/10/2013	91	3.0	3.1
8	ANDY	1/05/2011	10/02/2014	30/06/2013	196	6.5	2.7
9	DIANA	8/01/2010	26/12/2013	15/07/2013	181	6.0	4.0
10	DINORA	15/07/2010	8/11/2012	21/08/2013	144	4.8	3.5
11	ELVA	1/09/2010	7/11/2013	11/08/2013	154	5.1	3.4
12	MEYDA	19/04/2009	12/09/2013	29/06/2013	197	6.6	4.7
13	MIRIAM	10/06/2010	24/01/2014	5/09/2013	129	4.3	3.6
14	RUBI		25/11/2012	23/08/2013	142	4.7	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Producción lechera (kg) durante 30 días, pre y pos adición del Suplemento nutricional Tipo 01 en vacas Brown Swiss de la segunda y tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

TRATAMIENTO 01	PROMEDIO DE PRODUCCIÓN LECHERA (kg)	
	ANTES	DURANTE
VACAS DE LA II FASE		
DINORA	12.659	15.962
MIRIAM	9.421	8.755
ELVA	8.607	6.771
RUBI	8.827	9.212
TOTAL (kg)	39.514	40.699
PROMEDIO (kg)	9.879	10.175
VACAS DE LA III FASE		
ANDI	7.076	6.530
DIANA	14.877	12.374
MEYDA	7.066	6.400
TOTAL (kg)	29.019	25.304
PROMEDIO (kg)	9.673	8.435

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Producción lechera (kg) durante 30 días, pre y pos adición del Suplemento nutricional Tipo 02 en vacas Brown Swiss de la segunda y tercera fase de lactación en crianza mixta altoandina. Ayacucho-2014.

TRATAMIENTO 02	PROMEDIO DE PRODUCCIÓN LECHERA (kg)	
	ANTES	DURANTE
VACAS DE LA II FASE		
CLARA	9.716	10.509
PAOLA	6.798	8.889
RUMI	6.362	6.922
ACLAYAN	11.739	11.797
TOTAL (kg)	34.615	38.117
PROMEDIO (kg)	8.654	9.529
VACAS DE LA III FASE		
AMELIA	6.331	7.540
CHARLOT	9.140	8.820
GABI	9.194	9.301
TOTAL (kg)	24.665	25.661
PROMEDIO (kg)	8.222	8.554

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 01 en la segunda fase de lactación.

Descriptive Statistics: before; after

Variable	Total Count	N	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Sum
antes	120	120	9.878	0.226	2.475	6.126	25.81	1150.900
despues	120	120	10.174	0.348	3.808	14.501	38.55	1185.400

Variable	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
antes	3.708	8.125	9.700	11.275	15.141
despues	4.326	7.000	8.850	11.700	20.291

Paired T-Test and CI: before; after

Paired T for antes - despues

	N	Mean	StDev	SE Mean
antes	120	9.878	2.475	0.226
despues	120	10.174	3.808	0.348
Difference	120	-0.296	3.328	0.304

95% CI for mean difference: (-0.889; 0.314)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -0.95 P-Value = 0.346

Histogram of before

Histogram of after

Anexo 6. Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 02 en la segunda fase de lactación.

Descriptive Statistics: before; after

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Variance	CoefVar	Sum
Minimum								
antes	120	0	8.654	0.222	2.434	5.922	28.97	1008.200
3.811								
despues	120	0	9.529	0.216	2.366	5.597	25.57	1110.200
3.708								
Variable	Q1	Median	Q3	Maximum				
antes	6.325	7.850	10.700	14.626				
despues	7.825	9.150	11.000	15.759				

Paired T-Test and CI: before; after

Paired T for antes - despues

	N	Mean	StDev	SE Mean
antes	120	8.654	2.434	0.222
despues	120	9.529	2.366	0.216
Difference	120	-0.875	2.081	0.190

95% CI for mean difference: (-1.226; -0.474)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -4.47 P-Value = 0.000

Anexo 7. Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 01 en la tercera fase de lactación.

Variable	Count	N	N*	Mean	StDev	CoefVar	Sum	Minimum	Maximum
Antes	90	90	0	9.672	3.994	42.53	845.200	5.047	19.467
Despues	90	90	0	8.434	3.087	37.69	737.000	3.744	17.922

Paired T-Test and CI: before; after

Paired T for Antes - Despues

	N	Mean	StDev	SE Mean
Antes	90	9.672	3.994	0.421
Despues	90	8.434	3.087	0.325
Difference	90	1.238	2.523	0.266

95% CI for mean difference: (0.674; 1.731)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 4.52 P-Value = 0.000

Histogram of before

Anexo 8. Análisis estadístico del suplemento nutricional Tipo 02 en la tercera fase de lactación.

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Descriptive Statistics: before; after

Variable	Total Count	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3
Antes	90	90	0	8.221	0.210	1.995	4.017	6.500	8.300	9.500
Despues	90	90	0	8.553	0.211	2.006	4.120	6.900	7.850	9.750

Variable	Maximum
Antes	14.626
Despues	13.596

Paired T-Test and CI: before; after

Paired T for Antes - Despues

	N	Mean	StDev	SE Mean
Antes	90	8.221	1.995	0.210
Despues	90	8.553	2.006	0.211
Difference	90	-0.322	2.629	0.277

95% CI for mean difference: (-0.873; 0.228)

T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = -1.16 P-Value = 0.248

Histogram of before Histogram of after

LISTA DE FOTOGRAFÍAS



Foto 1. Selección de vacas en producción para el ensayo.



Foto 2. Consumo de pasto asociado con utilización de cerco eléctrico.



Foto 3. Consumo de agua ad libitum en campo.



Foto 4. Pesaje del alimento concentrado antes de su distribución.



Foto 5. Suplementos nutricionales Tipo 01 y Tipo 02 en polvo utilizado en la alimentación de vacas de producción.



Foto 6. Pesaje de los suplementos nutricionales antes de ser mezclado con el concentrado.



Foto 7. Concentrado más los suplementos nutricionales listo para su distribución.



Foto 8. Distribución del concentrado, con las vacas sujetadas a la guillotina.



Foto 9. Vacas consumiendo el concentrado antes de ingresar al ordeño.



Foto 10. Consumo de agua después del concentrado



Foto 11. Control de la producción lechera. Sistema de ordeño tipo espina de pescado.