

**UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE
APURÍMAC**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**



**SUPLEMENTACIÓN DE MINERALES Y VITAMINAS EN EL
CRECIMIENTO DE TERNERAS BROWN SWISS EN SISTEMA
SEMI-INTENSIVO EN LA REGIÓN DE AYACUCHO**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA**

ZENAIDA HUAMANI HUAMANI

ABANCAY – PERÚ

2017



**SUPLEMENTACIÓN DE MINERALES Y VITAMINAS EN EL
CRECIMIENTO DE TERNERAS BROWN SWISS EN SISTEMA SEMI-
INTENSIVO EN LA REGIÓN DE AYACUCHO**



DEDICATORIA

Con el más profundo de los respetos y admiración dedico a mis padres, quienes han sido el principal iniciador de mis grandes sueños, sólo el amor de ustedes ha conseguido que yo haya logrado alcanzar mis metas. Esta meta, la que hoy veo culminada se las debo a ustedes amados míos, por no dejarme decaer en esos momentos de desesperanza.

∴



AGRADECIMIENTOS

Quiero manifestar mi sincero agradecimiento a todas las personas que entregaron su valiosa colaboración para la ejecución y finalización de este presente estudio.

A Dios, por darme la sabiduría y fuerzas para seguir adelante a pesar de las adversidades.

A mis padres por su gran apoyo incondicional.

Mi más profundo agradecimiento al MC. MVZ. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez, por su dirección y motivación constante, lo cual me permitió culminar con éxito el presente estudio.

Al M.V.Z. Isai Ochoa Pumaylle, por su motivación, aprecio, confianza y apoyo incondicional.

Al M.V. Kurt Silvestre Sicha, por su amistad, comprensión, confianza y colaboración en concluir la ejecución de una manera muy satisfactoria este presente estudio.

A todos los integrantes del estable AVELAC S.A.C. de la región Ayacucho, quienes me permitieron ejecutar el presente estudio, apoyándome con los materiales e insumos.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional que me ayudaron a sortear todo obstáculo y tropiezo.

A mis profesores, amigos y compañeros que de una o de otra forma colaboraron para la culminación exitosa de mis estudios.

ASESORES



MC. Ulises Sandro Quispe Gutiérrez



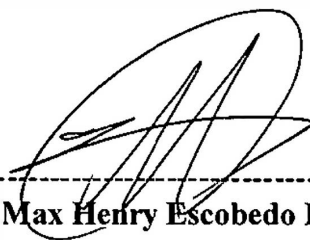
MVZ. Isai Ochoa Pumaylle

JURADO EVALUADOR



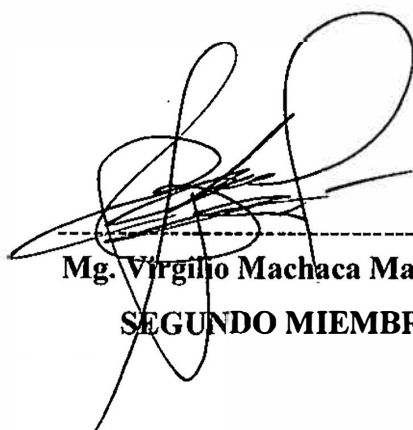
M.Sc. Ludwing Angel Cárdenas Villanueva

PRESIDENTE



Mg. Max Henry Escobedo Enriquez

PRIMER MIEMBRO



Mg. Virgilio Machaca Machaca

SEGUNDO MIEMBRO

ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Antecedentes de la investigación	3
2.2. Revisión bibliográfica	7
2.2.1. Generalidades del bovino Brown Swiss	7
2.2.2. Alimentación de los terneros	8
2.2.3. Nutrición del ternero	9
2.2.3.1. Requerimientos nutricionales del ternero	9
2.2.4. Suplementación	10
2.2.5. Suplemento vitamínico	10
2.2.5.1. Absorción y excreción de las vitaminas liposolubles	12
2.2.6. Suplemento mineral	13
2.2.6.1. Macrominerales	14
2.2.6.2. Microminerales o minerales traza	16
2.2.6.3. Absorción y excreción de los minerales	18
2.2.7. Crecimiento y desarrollo del ternero	18
2.2.7.1. Indicadores del crecimiento	19
2.2.7.2. Incremento de peso corporal	20
2.2.7.3. Altura a la cruz	21
III. MATERIAL Y MÉTODOS	22

3.1. Localización	22
3.2. Población y muestra	22
3.3. Animales y manejo	22
3.4. Suplemento mineral y vitamínico	24
3.5. Diseño experimental	25
3.6. Variables de estudio	26
a) Peso corporal al deslacte y Ganancia diaria de peso (GDP)	26
b) Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento diario en altura a la cruz (IDAC)	26
3.7. Análisis estadístico	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Peso corporal y ganancia diaria de peso al deslacte	28
4.2. Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento diario en altura a la cruz (IDAC)	31
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	35
a) Conclusiones	35
b) Recomendaciones	35
VII. BIBLIOGRAFIA	37
VII. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimiento de nutrientes de los terneros.	10
Cuadro 2. Rangos recomendados de peso corporal y altura a la cruz de terneros Brown Swiss.	20
Cuadro 3. Esquema de consumo ofrecido de calostro y leche a terneras Brown Swiss.	23
Cuadro 4. Contenido nutricional del alimento concentrado de inicio (Dairy master terneros®) en base seca.	24
Cuadro 5. Composición del MIKROFOS® ADE.	25
Cuadro 6. Peso corporal al deslacte y ganancia diaria de peso (GDP) en kg \pm error estándar de terneras Brown Swiss al deslacte (80 días), entre grupos de tratamiento, con suplementación mineral y vitamínico (T1) y grupo control (T2).	28
Cuadro 7. Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento diario en altura a la cruz (IDAC) en cm \pm error estándar de terneras Brown Swiss, con suplementación mineral y vitamínico (T1) y grupo control (T2).	32
Cuadro 8. Cambios de peso corporal en terneras Brown Swiss suplementadas con vitaminas y minerales (MIKROFOS ADE).	48
Cuadro 9. Medidas de resumen para las terneras Brown Swiss suplementadas con vitaminas y minerales (MIKROFOS ADE).	48
Cuadro 10. Cambios de peso corporal en terneras Brown Swiss del grupo	49

control.

Cuadro 11. Medidas de resumen para las terneras del grupo control.	49
Cuadro 12. Altura a la cruz e incremento de altura a la cruz (IDAC) de terneras Brown Swiss suplementadas con minerales y vitaminas.	50
Cuadro 13. Medidas de resumen para altura de la cruz e IDAC en terneras Brown Swiss suplementadas con minerales y vitaminas.	50
Cuadro 14. Altura a la cruz e incremento de altura a la cruz (IDAC) de terneras Brown Swiss del grupo control.	51
Cuadro 15. Medidas de resumen para altura a la cruz e IDAC en terneras Brown Swiss del grupo control.	51
Cuadro 16. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cambios de peso corporal de terneras Brown Swiss con suplementación y sin suplementación (control).	29
Figura 2. Cambios de altura a la cruz de terneras Brown Swiss con suplementación y sin suplementación desde el nacimiento al deslacte.	32
Figura 3. Ubicación de lugar de estudio	52
Figura 4. Cunas individuales de los terneros	52
Figura 5. Balanza digital con brete para realizar el pesado	52
Figura 6. Pesando al recién nacido en la balanza digital en un brete	53
Figura 7. Midiendo altura a la cruz al nacimiento con tallímetro	53
Figura 8. Alimentación de calostro en biberón	53
Figura 9. Identificación de las terneras con una jáquima	54
Figura 10. Identificación de las terneras: T1 con collarín de sogá y T2 sin collarín	54
Figura 11. Suplemento MIKROFOS® ADE	54
Figura 12 y 13. Pesando la dosis respectiva del MIKROFOS® ADE	55
Figura 14 y 15. Mezclando el suplemento en la leche	55
Figura 16 y 17. Ofreciendo la leche en baldes con tetina	55
Figura 18 y 19. Pesando a las terneras quincenalmente	56
Figura 20 y 21. Midiendo altura a la cruz quincenalmente	56
Figura 22. Terneras a los 30 días de edad. T1 con collarín de sogá y T2 sin collarín	56

Figura 23 y 24. Terneras a los 60 días. T1 con jáquima verde y T2 con amarillo	57
Figura 25. Terneras al deslacte (80 días). Con flecha verde T1 y amarillo T2.	57
Figura 26 y 27. Terneras al deslacte 80 días de edad, T1 con collarín de sogá y T2 sin collarín	57

RESUMEN

La nutrición tiene un gran impacto sobre la salud y velocidad de crecimiento de los terneros, en esta etapa se presentan deficiencias de minerales y vitaminas, que ocasionan menor ganancia diaria de peso y disminución en la tasa de crecimiento de los animales. Con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación mineral y vitamínica, sobre el crecimiento de terneras Brown Swiss en sistema semi-intensivo, se utilizaron 20 terneras Brown Swiss; distribuidos en dos tratamientos (T), T1: suplemento mineral y vitamínico (MIKROFOS® ADE) [n = 10] y T2: grupo control (n = 10). El MIKROFOS® ADE se proporcionó diariamente en dos horarios (5:00 y 17:00 h), en dosis crecientes; de 4 a 30 días, 20 g; 30 a 60 días, 30 g; 60 días a 80 días de edad 40 g/día/ternera. El suplemento se administró mezclado en la leche de consumo diario. Para el análisis de datos se utilizó el análisis de varianza. En las terneras a los 80 días de edad, el peso corporal fue mayor ($P < 0.05$) en T1: 94.27 ± 2.93 vs T2: 83.63 ± 2.93 kg, con una ganancia diaria de peso superior ($P < 0.05$) para T1: 0.62 ± 0.03 vs T2: 0.48 ± 0.03 kg. La altura a la cruz fue mayor ($P < 0.05$) en el T1: 96.06 ± 0.82 vs T2: 90.24 ± 0.82 cm, con un incremento diario en altura a la cruz mayor ($P < 0.05$), entre T1: 0.26 ± 0.01 vs T2: 0.20 ± 0.01 cm. En conclusión, se sugiere que la suplementación con minerales y vitaminas desde el nacimiento hasta el destete mejoran las tasas de crecimiento en terneros Brown Swiss criados en sistemas semi-intensivos altoandinas.

Palabras clave: Peso, altura a la cruz, premezcla, terneras, destete.

ABSTRACT

Nutrition has a great impact on the health and speed of growth of the calves, at this stage they present deficiencies of minerals and vitamins, that the smaller daily gain of weight and decrease in the rate of growth of the animals. With the objective of evaluating the effect of mineral and vitamin supplementation, on the growth of Brown Swiss calves in semi-intensive system, used 20 Swiss Brown calves; distributed in two treatments (T), T1: mineral and vitamin supplement (MIKROFOS® ADE) [n = 10] and T2: control group (n = 10). MIKROFOS® ADE was given daily in two hours hand (5:00 a.m. and 5:00 p.m.), in increasing doses; from 4 to 30 days, 20 g; 30 to 60 days, 30 g; 60 days to 80 days of age 40 g/day/calf. The supplement was administered mixed in the milk daily. For data analysis a variance analysis is used. In calves at 80 days of age, body weight was higher ($P < 0.05$) for T1: 94.27 ± 2.93 vs T2: 83.63 ± 2.93 kg, with a daily gain of weight greater ($P < 0.05$) for T1: 0.62 ± 0.03 vs T2: 0.48 ± 0.03 Kg. The height at the withers was greater ($P < 0.05$) in T1: 96.06 ± 0.82 vs T2: 90.24 ± 0.82 cm, with a daily increase in height at the withers was greater ($P < 0.05$), between T1: 0.26 ± 0.01 vs T2: 0.01 cm. In conclusion, it is suggested that supplementation with minerals and vitamins from birth to weaning improves growth rates in Brown Swiss calves reared in semi-intensive high Andean systems.

Key words: Weight, height at the withers, premixes, calves, weaning.

I. INTRODUCCIÓN

En la región de Ayacucho, la principal zona lechera es la Microcuenca Cachi, ubicada entre 3500 a 3870 m de altitud (Pro Leche, 2011), siendo la actividad económica principal la ganadería bovina lechera, en los pequeños, medianos y grandes productores. La población bovina de la región de Ayacucho es de 414066 animales, de los cuales 52450 bovinos son de raza Brown Swiss (INEI, 2012). En la Microcuenca Cachi, la mortalidad de los terneros llega alrededor de 30%, debido fundamentalmente por un manejo y una alimentación inadecuada (Loza *et al.*, 2011).

En la producción bovina en general, durante el pre y post deslacte de terneros, hay alto nivel de morbilidad y mortalidad. Los que sobreviven, presentan retraso en el crecimiento; por tanto, en los animales de reemplazo, la nutrición es esencial, siendo la etapa crítica de 30 a 60 días de edad del ternero (Caballa, 2012). La nutrición y manejo tienen un gran impacto sobre la salud y velocidad de crecimiento de los terneros y recrias. Dado que las terneras representan el futuro del rebaño. Es imprescindible que reciban un buen manejo que les permita optimizar su potencial genético (Heinrichs, 2007). Desafortunadamente, los requerimientos nutricionales en esta etapa no son cubiertos adecuadamente. Por tanto, dichos requerimientos de los terneros, referidos a proteína, energía, minerales y vitaminas, deben ser cubiertos para poder alcanzar tasas máximas de crecimiento (Schingoethe y Science, 2004).

La deficiencia de los minerales es más común en terneros, principalmente de dos a tres meses de edad, donde genera pérdidas económicas por menor ganancia diaria de peso y disminución en la tasa de crecimiento (Repetto *et al.*, 2004). Las deficiencias

de las vitaminas en animales de crecimiento producen retardo en el crecimiento (Shimada, 2009).

En los programas de reemplazos de terneros, es importante criar y desarrollar terneras que alcancen un tamaño y peso óptimo tempranamente para iniciar la pubertad, llegar a la preñez y parto a una edad adecuada, y a menor costo posible (Garnsworthy, 2005). Para llegar a estos objetivos, dentro del manejo nutricional, los minerales y vitaminas son necesarios para el funcionamiento normal de todos los procesos metabólicos en periodo de predeslacte. Deficiencias o excesos dietéticos de ciertos minerales y vitaminas resultan en pérdidas económicas sustanciales en la productividad animal (Spears y Weiss, 2014). Por tales razones, se planteó este estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación mineral y vitamínica (MIKROFOS® ADE) sobre el crecimiento de terneras Brown Swiss, en sistema semi-intensivo en la región de Ayacucho.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Cano (2001), con el objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación vitamínico mineral sobre la ganancia de peso corporal, la morbilidad y mortalidad de los terneros Brown Swiss desde el nacimiento hasta el deslacte; formaron dos grupos: tratamiento 1 (T1) = 10 terneros con administración del suplemento vitamínico mineral SUPLAMIN DIFOS (Ca 185.7 g, P 153 g, Fe 1200 g, Mo 10 mg, Mn 1200 mg, Zn 2500 mg, Co 35 mg, I 35 mg, Se 10 mg, Cu 500 mg, vitamina A 500000 UI, D3 60000 UI y E 50 UI) y tratamiento 2 (T2) grupo control = 10 terneros sin suplemento. A las terneras del T1 se les suplementó con SUPLAMIN DIFOS mezclando en la leche en proporción de 30 g/ternero/día a partir del tercer día hasta los 4 meses de edad. Los minerales y vitaminas fueron administrados en la mañana y tarde. Los pesos fueron medidos cada 7 días. A los 84 días de edad, los terneros suplementados con SUPLAMIN DIFOS tuvieron peso promedio de 71 kg y el grupo control 68.8 kg ($P < 0.05$). El peso al momento del destete (120 días de edad), para el T1 fue 106.38 kg y con una ganancia diaria de peso 0.540 kg y para el grupo control 86 kg y con una ganancia diaria de peso 0.390 kg ($P < 0.05$). Se reportó que con la suplementación vitamínico mineral SUPLAMIN DIFOS hay un efecto positivo en el crecimiento rápido, mayor peso corporal, mejor ganancia de peso diario en terneras Brown Swiss.

Yanar *et al.* (1994), evaluó las características de crecimiento, la ganancia de peso corporal y las eficiencias de alimentación en terneros. Utilizaron 36 terneros de tres

razas: 12 Brown Swiss (BS), 12 Holstein (HF) y 12 Simmental (S). Los terneros fueron asignados a tres grupos según sus razas, y alimentados individualmente con el iniciador I (Grano de cebada, salvado de trigo, grano de trigo, harina de algodón, sal, premezcla de vitaminas, mezcla mineral). Las terneras fueron deslactados a los 35 días de edad. Los pesos obtenidos para BS fue 49.6 kg, HF 52.2 kg y para S 46.9 kg. El aumento de peso diario de los becerros fue influido por la raza ($P < 0.05$), desde el nacimiento hasta el deslacte, fueron para BS 0.34 ± 0.02 , HF 0.39 ± 0.04 y S 0.22 ± 0.03 kg, las ganancias en peso para terneros BS y HF fueron significativamente mayores.

Menéndez (2003), evaluó el efecto de la suplementación con minerales y vitaminas SUPLAMIN DIFOS (Ca 185.7 g, P 153 g, Fe 1200 g, Mo 10 mg, Mn 1200 mg, Zn 2500 mg, Co 35 mg, I 35 mg, Se 10 mg, Cu 500 mg, vitamina A 500000 UI, D3 60000 UI y E 50 UI) en terneros Brown Swiss, desde el nacimiento hasta cuatro meses de edad, con el objetivo de determinar la ganancia de peso corporal en terneros de temprana lactación hasta el deslacte (4 meses de edad). El estudio se realizó con 16 animales recién nacidos que fueron distribuidos de acuerdo al sexo, 4 terneros suministrados con suplemento vitamínico mineral y 4 terneros grupo control, 4 terneras suministrados con suplemento vitamínico mineral y 4 terneras grupo control. El suplemento vitamínico mineral de SUPLAMIN DIFOS se suministró mezclando en la leche en la proporción de 30 g/ternero/día a partir del tercer día hasta los 4 meses de edad, administrados en mañana y tarde, con control de peso cada 15 días hasta 4 meses. Se reportó que existe diferencia significativa ($P < 0.05$) entre los tratamientos a los 75 días de edad, para el factor terneras

suplementadas con SUPLAMIN DIFOS con un peso promedio de 96.25 kg frente al grupo control 80 kg de peso corporal. Se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos al deslacte (120 días de edad), para el factor terneras suplementadas con SUPLAMIN DIFOS, se obtuvo peso promedio de 133 kg, con relación al grupo control 103.75 kg. Se concluye que, es posible lograr terneros sanos y vigorosos con suplemento vitamínico mineral, así como la factibilidad de efectuar un deslacte antes de los 4 meses de edad.

En un experimento, Ugur *et al.* (2004) compararon el comportamiento de terneros Pardo Suizo deslactados a los 30, 45 y 60 días de edad, de acuerdo con su crecimiento, eficiencia alimentaria y medidas corporales. Utilizaron 21 terneros y 20 terneras, distribuyeron aleatoriamente en cada uno de los tres grupos de edades de deslacte. Durante el período de alimentación con leche, la cantidad de alimento suministrado diariamente a los terneros en los grupos se mantuvo constante al 7% de su peso al nacer. El peso corporal de los terneros con cuatro meses de edad, deslactados a los 30 días de edad fue 82.6 ± 2.0 kg y de 45 y 60 días, fue 85.2 ± 2.0 y 79.1 ± 2.0 kg respectivamente. La ganancia diaria de peso, para los terneros deslactados a los 30 días de edad fue 0.51 ± 0.01 y para 45 y 60 días, fue 0.55 ± 0.01 y 0.52 ± 0.01 kg respectivamente ($P < 0.05$), las diferencias entre los grupos no fueron significativas. Los resultados de este estudio sugieren que los terneros Pardo Suizo pueden ser deslactados a los 30 días de edad, sin efecto adverso en el crecimiento y la eficiencia de la conversión alimentaria.

Krueger *et al.* (2014), observaron los efectos del dietético suplementario Emcelle Tocopherol (500 UI de D- α -tocoferol) en relación con la energía dietética sobre el

crecimiento y el estado inmunológico en terneros. Asignaron 32 terneros Holstein, distribuidos en 4 tratamientos por 5 semanas en un diseño con estructura factorial 2×2 . Formaron dos grupos, donde los terneros recibieron dietas de leche, formulados para un crecimiento moderado (CM) de 0.5 kg/día o de crecimiento bajo (CB) de 0.25 kg/día según la recomendación del NRC. Todos los terneros al primer día de nacido fueron administrados con Vital E + A + D, Stuart Products Inc (300 UI de vitamina E, 100000 UI de vitamina A y 10000 UI de vitamina D3 por mililitro). Los terneros de estos 2 grupos fueron suplementados diariamente con Emcelle tocoferol a través de la leche (CM-S y CB-S) y el grupo control sin suplemento (CM-C y CB-C) durante todo el período de estudio. Los suplementos vitamínicos tendieron a incrementar los valores de las ganancias diarias de peso ($P > 0.05$), siendo el promedio de 0.47 ± 0.07 kg de ganancia diaria de peso para los terneros CM-S y de los terneros CM-C 0.41 ± 0.08 kg. Las ganancias de peso promedio finales de los terneros CM-S fue de 15.4 ± 1.1 y CM-C fue 13.8 ± 1.0 kg. Concluyen que la suplementación de vitaminas A, D₃ y E mejora el crecimiento y la salud de los terneros pre-rumiantes.

Sanei *et al.* (2012), con el objetivo de determinar los efectos del calostro y de la leche enriquecidos con hormonas (hormona del crecimiento, factores de crecimiento insulínicos I y II, prolactina, glucagón e insulina) y vitamínico mineral (1000 UI de vitamina A, 500 UI de vitamina D, 500 UI de vitamina E, 2.67% de Zn-Met y 0.03% de Se-Met), sobre el rendimiento y la edad del deslacte. Usaron 40 terneros Holstein, donde los terneros fueron agrupados por sexo y asignados aleatoriamente a 1 de 4 tratamientos: Tratamiento 0 grupo control (6 hembras y 5 machos); Tratamiento 1

Suplemento hormonal (6 hembras y 4 Machos); Tratamiento 2 Suplemento vitamínico-mineral (4 hembras y 6 machos); Tratamiento 3 Hormona más suplemento vitamínico-mineral (5 hembras y 4 machos). Los suplementos se añadieron al calostro durante tres días y luego se mezclaron en la leche durante los primeros 5 días después del nacimiento. Todos los terneros se pesaron y se midieron la altura cada 10 días hasta el deslacte (40 días de edad). Se obtuvieron los pesos promedio de 60.9 kg en el grupo control, 61.0 kg tratamiento 1, 59.8 kg tratamiento 2 y 59.9 kg el tratamiento 3, con una ganancia diaria de peso 0.46 kg del grupo control y para los tratamientos 1, 2 y 3 fue de 0.50, 0.47 y 0.46 kg. Estadísticamente no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos sobre el peso y la ganancia de peso diaria.

2.2. Revisión bibliográfica

2.2.1. Generalidades del bovino Brown Swiss

Los vacunos de raza Brown Swiss originaria de Suiza también son conocidos como Pardo Alemán o Pardo Suizo. En la actualidad, existen dos tipos: el europeo y el americano. El europeo es más rústico por vivir en zonas montañosas, el segundo fue especializado con más énfasis en producción lechera en Estados Unidos. El vacuno Brown Swiss se caracteriza por su talla mediana; capa de un sólo color "café-gris" el cual varía en tono, donde los animales adultos son fuertes y de buen peso, las vacas pueden pesar de 600 a 700 kg, y de 950 a 1000 kg en los toros, pero hay ejemplares de ambos sexos con más peso (Castro, 1999). Se adaptan a la altura y de ahí su importancia en la Sierra alta peruana, su población se concentra principalmente en

los departamentos del Centro del Perú (46%) y produce entre 1500 a 3500 litros de leche por vaca/lactación con 3.8 a 4.2% de grasa y 3.5 a 3.1% de proteína (Pro Leche, 2011). Además de los notables contenidos proteicos (3.5 a 3.8%), se distingue por el alto nivel de la caseína, con valores que oscilan y superan el valor del 2.8% (BSA, 2014).

Los vacunos Brown Swiss, se cría en todo el mundo, se estima un total 10 millones de cabezas de ganado. En el Perú, Brown Swiss es la más extendida desde el nivel del mar hasta 4000 m de altitud, su rusticidad y adaptación a diferentes sistemas de crianza han hecho una raza de elección, aproximadamente se estima una población mayor a un millón y medio de animales, siendo considerada como una fuente de genética muy importante en el Mundo (BSA, 2014).

2.2.2. Alimentación de los terneros

Los terneros nacen con una cantidad limitada de reservas energéticas, para sobrevivir por algunas horas y prácticamente nacen sin anticuerpos o proteínas que neutralicen las enfermedades infecciosas, por lo que deben ser inmediatamente alimentados con calostro durante los primeros tres días (Espinoza *et al.*, 2014).

La alimentación de los terneros se dividen en tres fases, etapa del predestete: fase de lactante, se extiende desde el nacimiento hasta 2 a 3 semanas de edad cuando el ternero se basa casi exclusivamente en leche o un sustituto lácteo; fase de transición: en lo cual se complementa los requerimientos nutricionales con una dieta líquida y sólida, este periodo comprende desde la finalización de la fase lactante hasta los 60 días de edad; fase de rumiante: se inicia a partir de los 60 días de edad, está basada

en el consumo de nutrientes sólidos y hay fermentación microbiana en el retículo y rumen (Drackley, 2008).

2.2.3. Nutrición del ternero

En los primeros dos meses de vida del ternero, existe una relación negativa entre el consumo de forraje y su ganancia de peso diaria. Este resultado sugiere, que los terneros que consumen más cantidad de forraje en este período, posiblemente no reciban una cantidad adecuada de leche como para cubrir sus necesidades nutricionales, intentando compensar el déficit alimenticio, aumentando el consumo de forraje. Luego del tercer mes de edad, cuanto mayor es el consumo de forraje mayores son las ganancias diarias debidas a las pasturas, ya que el consumo de leche por sí solo, no es suficiente para cubrir los requerimientos del ternero (Quigley, 2004).

2.2.3.1. Requerimientos nutricionales del ternero

Los requerimientos nutricionales de los terneros son proteína, energía, minerales y vitaminas, que deben ser cubiertos para poder alcanzar tasas máximas de crecimiento. También, requiere de sal mineral yodada así como vitaminas A, D y E (Schingoethe y Science, 2004).

Las necesidades nutricionales de los terneros varían con la edad, tamaño, raza, composición de la dieta e intensidad de producción (NRC, 1988).

Cuadro 1. Requerimiento de nutrientes de los terneros.

Nutrientes	Rango
Proteína (%)	20 a 22
Grasa (%)	14 a 20
Fibra cruda (%)	0.1 a 0.6
Lactosa (%)	38 a 40
Energía metabolizable (Mcal/kg)	3.8 a 4.6
Vitamina A (UI/kg)	10000 a 50000
Vitamina D (UI/kg)	2200 a 10000
Vitamina E (UI/kg)	60 a 200

Garzón (2008).

2.2.4. Suplementación

Un suplemento es un alimento o mezcla de alimentos, se utiliza junto con otro para incrementar el equilibrio nutritivo o el rendimiento total; por tanto, el término suplemento es para equilibrar en forma apropiada una dieta de alimento básico (Crampton, 1979).

La suplementación predestete de los becerros, es usado para mejorar la ganancia de peso al destete y prepararlos para una dieta sólida, que es la siguiente etapa de desarrollo y reducir el estrés del deslacte (Guarneros, 2012).

2.2.5. Suplemento vitamínico

Las vitaminas, son un grupo heterogéneo de sustancias orgánicas que son factores esenciales de muy alta actividad biológica y que son requeridas en pequeñas cantidades para el mantenimiento y crecimiento de las células y para el funcionamiento de los tejidos (Elizondo-Salazar, 2008).

Los suplementos vitamínicos se usan para desarrollar sus funciones vitales y productivas de los animales. Sin embargo, muchas de las vitaminas hidrosolubles (especialmente las del grupo B) y algunas liposolubles (vitamina K) pueden ser sintetizadas, en cantidades superiores a las necesidades, por los microorganismos del rumen, por este motivo se recomienda que sean suplementadas fundamentalmente con las vitaminas liposolubles, principalmente A, D₃ y E (Torre y Caja, 2004).

En rumiantes jóvenes o sometidos a dietas lácteas, las vitaminas que deben formar parte del alimento suplementado en forma oral, son las vitaminas liposolubles y las del complejo B, debido a que dichos nutrientes no pueden ser sintetizados aun por los microorganismos del rumen, porque el rumen como el retículo no se hallan suficientemente desarrollados para digerir los forrajes (Castro, 1999).

a. Vitamina A (retinol)

La vitamina A es un nutriente esencial relacionado con la manutención de la salud de los tejidos epiteliales, crecimiento, respuesta inmune y otras funciones. Sin embargo, la cantidad de vitamina A, disponible para el ternero recién nacido es limitada. Debido a la transferencia insuficiente por la placenta, los terneros nacen con pequeñas reservas hepáticas de vitamina A por lo que hay poca cantidad en la sangre (Quigley, 1998).

La carencia de vitamina A produce detención en el crecimiento, disminución en la resistencia de las infecciones, piel seca y áspera, sensibilidad extrema a la luz, ceguera nocturna (Kolb, 1972).



b. Vitamina D (calciferol)

La vitamina D, es fundamental para la absorción de Ca y P en el intestino, siendo transportador, corrige su metabolismo en la sangre y evita el raquitismo, por tanto, se deposita en los huesos y dientes ayudando la formación de los huesos de los animales en crecimiento (Church *et al.*, 2009)

La carencia de vitamina D genera raquitismo, alteraciones metabólicas y alteraciones óseas, en que la deposición de Ca y P se encuentran alterada; como consecuencia, los huesos son frágiles, fracturándose con facilidad, arqueándose los huesos de las extremidades (Morgan *et al.*, 2010).

c. Vitamina E (tocoferol)

La vitamina E es un nutriente esencial e importante para el crecimiento y el mantenimiento del estado de salud de los terneros. Además, la vitamina E juega un papel importante como antioxidante, manteniendo la integridad de la membrana celular, y también se ha demostrado que mejora la inmunidad humoral mediada por células (Kolb y Seehawer, 1998).

2.2.5.1. Absorción y excreción de las vitaminas liposolubles

La absorción de toda la vitamina liposoluble están ligadas a la digestión y absorción de los lípidos después de su hidrólisis abomasal. En el intestino delgado, por acción de la lipasa pancreática y de las sales biliares, se forman micelas de ácidos grasos, monoglicéridos, fosfolípidos, sales biliares y colesterol. Las vitaminas liposolubles se incorporan a las micelas para poder atravesar las membranas celulares de la

mucosa intestinal. Posteriormente, el transporte hasta el hígado se realiza a través de la linfa. Por ello la grasa de la ración favorece la absorción de las vitaminas liposolubles (Torre y Caja, 2004). La excreción de los excedentes de las vitaminas se da principalmente mediante la orina (Shimada, 2009).

2.2.6. Suplemento mineral

La suplementación oral es la forma más natural de aportar los suplementos minerales. Se considera que la vía oral es la más eficiente, porque los minerales no sólo son fundamentales en el metabolismo animal, sino que también son importantes en el ambiente ruminal, al mejorar la digestibilidad y aprovechamiento del forraje. Estas mezclas de sales minerales orales, pueden ser de presentación sólida o líquida (Repetto *et al.*, 2004).

Los requerimientos de minerales, por parte de los terneros, están cerca de la composición mineral de la leche entera. Se observaron deficiencias de Fe, Cu y Mg cuando los terneros son alimentados sólo con leche (Mejia y Sing, 2008).

Los minerales esenciales, como suplemento, para terneros son: calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, magnesio, hierro, azufre, yodo, manganeso, cobre, selenio, cobalto y zinc (NRC, 2001).

La deficiencia de calcio, fósforo y magnesio, provocan una formación ósea incorrecta. Las deficiencias de macrominerales (sodio, cloro, potasio), oligominerales (cobre, zinc, magnesio, cobalto y hierro) provocan un menor crecimiento (Bradford, 2010).

2.2.6.1. Macrominerales

a) Calcio (Ca)

Los macrominerales intervienen en el desarrollo óseo, metabolismo y otras actividades. Estos son Ca, P, Mg, Na, K, Cl y S (Greene, 2016).

El Ca, es el mineral más abundante en el organismo. El 99% tiene función estructural de los huesos y dientes, se encuentra distribuido en los tejidos blandos, con mayor concentración en el plasma sanguíneo y el resto está en el líquido extracelular (Sayalero, 2015).

La deficiencia de Ca en animales jóvenes, se ve afectado en el crecimiento óseo, causando retardo en el crecimiento, desarrollo y raquitismo (Méndez *et al.*, 2013).

b) Fósforo (P)

El P, constituye cerca del 1% del peso corporal del animal, aproximadamente 80% del P corporal está presente en los huesos como fosfato de calcio (Álvarez, 2009). El resto se encuentra como fosfato orgánico en la membrana plasmática y en los componentes intracelulares como los ácidos nucleicos, el adenosín monofosfato y el adenosín trifosfato. Menos del 1% se encuentra en el líquido extracelular y se mide como fósforo inorgánico (Hurtado *et al.*, 2012).

La deficiencia de P, produce huesos frágiles, debilidad general, disminución del apetito, pérdida de peso, disminución en el crecimiento, emaciación, rigidez (McDowell, 1997).

c) Azufre (S)

El S, es el componente indispensable de la insulina y glutatión peroxidasa, es importante para la síntesis de la metionina y cistina (aminoácidos esenciales), por lo que su deficiencia afecta la síntesis de la proteína microbiana, la eficiencia digestiva y la alteración del microorganismo. La corrección de la deficiencia de S, produce un incremento del consumo de materia seca, con efecto directo en el desarrollo corporal y ganancia de peso, pero no se debe exceder ya que inhibe la absorción de cobalto (Rodas, 2006). La deficiencia del S, afecta la síntesis proteica por disminución de la actividad ruminal, bajo consumo de alimento y digestibilidad, reducción de la tasa de crecimiento (Méndez *et al.*, 2013).

d) Magnesio (Mg)

El Mg, está relacionado con Ca y P, tanto en las funciones como en la distribución en el cuerpo. La mayor cantidad se encuentra en los músculos y huesos. Como fuente de suplementación está el óxido de magnesio y sulfato de magnesio (Méndez *et al.*, 2013). La deficiencia de Mg en terneros, se manifiesta con excitabilidad, anorexia, hiperemia, convulsiones, espuma en la boca, salivación y calcificación de tejidos blandos (Bauer *et al.*, 2009).

e) Sodio (Na)

Los rumiantes necesitan suplementación con Na, porque los vegetales, por lo general, contienen bajas cantidades. Consumos elevados de Na pueden aumentar la excreción de K (NRC, 2001). La deficiencia o falta de Na provoca inapetencia, disminución del crecimiento (Godoy y Meneses, 2010).

2.2.6.2. Microminerales o minerales traza

Los microminerales funcionan en diversas áreas del metabolismo. Estos minerales son Zn, Cu, Fe, I, Mn, Se, Mo y Co (Greene, 2016).

a) Hierro (Fe)

El Fe, es la mineral traza más abundante en el organismo del rumiante. Componente esencial de las proteínas transportadoras de oxígeno, hemoglobina, mioglobina, gran número de citocromo y proteínas con contenidos de Fe y S están involucradas en la cadena transportadora del electrón (Sayalero, 2015). La deficiencia de Fe provoca disminución del crecimiento, anorexia y anemia (Méndez *et al.*, 2013).

b) Cobre (Cu)

El Cu, en los rumiantes, es esencial en la formación de la hemoglobina y el pelo, sus deficiencias bajan el índice de crecimiento, aumenta la fragilidad de los huesos largos, provoca la despigmentación del pelo y produce anemia. Los pastos jóvenes presentan menor disponibilidad de Cu, probablemente debido a la alta cantidad de S, asociado a la proteína que contiene los pastos antes de la floración (Rodas, 2006). La deficiencia de Cu produce reducción del índice de crecimiento del animal (Bauer *et al.*, 2009)

c) Manganeso (Mn)

El Mn, es esencial para la formación ósea, además es activador y constituyente de sistemas enzimáticos (superóxido dismutasa). Importante para el metabolismo de purinas y transporte de electrones (Bauer *et al.*, 2009). La deficiencia de Mn

produce un retraso en el crecimiento, anormalidades en el esqueleto (McDowell, 1993).

d) Zinc (Zn)

Este mineral es el componente esencial de importantes enzimas y es activador de varios procesos relacionados al metabolismo de carbohidratos, proteínas y ácidos nucleicos. El Zn se requiere para el desarrollo y funcionamiento del sistema inmune. Las dietas deberían contener 30 mg/kg de Zn, que cubriría los requerimientos nutritivos (Méndez *et al*, 2013). La deficiencia de Zn perjudica el crecimiento de los terneros y disminuye la función inmune (Lipps y Bravo, 2016)

e) Cobalto (Co)

El Co, funciona como componente de la vitamina B12 (cobalamina). Los animales rumiantes no requieren de una fuente dietaria de B12, porque los microorganismos ruminales pueden sintetizarla, desde el cobalto dietario. En el rumen los rangos de B12 oscilan entre 3 a 13% de la ingesta (Bauer *et al.*, 2009).

f) Iodo (I)

Su función del I es esencial como componente de la hormona tiroidea, tiroxina (T4) y triiodotiroxina (T3). Regula los índices de energía metabólica, el I es absorbido y llevado mayormente a la glándula tiroidea para la síntesis de hormonas tiroideas, el restante es excretado en orina (Bauer *et al.*, 2009).

2.2.6.3. Absorción y excreción de los minerales

La vía digestiva es generalmente la fuente principal de entrada de los minerales al metabolismo (Escobosa, 2016). La proporción de mineral que se absorbe en el animal, varía según cada mineral: Los iones Co, Na, Cl y K, más relacionados con los líquidos corporales, pueden ser absorbidos más de 70%. La absorción de los alcalinos térreos esta entre 5 a 70% y la de los metales Fe, Cu, Zn, Mn, etc., no supera el 5%. En el intestino delgado se absorben cationes divalentes (Ca, Zn, Mn y Fe) y en el retículo-rumen el Mg. El proceso de absorción se resume en dos etapas, paso a través de la mucosa intestinal, y transferencia al plasma sanguíneo que lo transporta a los tejidos (Ciria *et al.*, 2005).

La excreción de los minerales endógenos es por las heces u orina. Aunque también aparecen en la leche, no debe considerarse esta vía de excreción si no como componente de la misma (Escobosa, 2016).

2.2.7. Crecimiento y desarrollo del ternero

El crecimiento y desarrollo, son resultantes de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos. Este proceso de transformación incluye una multiplicación de las células (hiperplasia), diferenciación, aumento del tamaño (hipertrofia) y formación de órganos y tejidos. El crecimiento y el desarrollo son fenómenos separados, se considera que el crecimiento tiene dos aspectos: aumento de masa (peso) corporal por unidad de tiempo y el tamaño (longitud y altura). El desarrollo, son los cambios de forma o conformación corporal, composición química corporal y funciones fisiológicas del animal a medida que avanza la edad. El desarrollo incluye

también cambios en la estructura corporal (Bavera *et al.*, 2005).

El crecimiento de las terneras debe de ser monitoreado, principalmente por las siguientes razones:

- Para evitar un retraso en la madurez sexual y el primer parto, debido a un lento crecimiento;
- Para alcanzar un peso corporal ideal al primer parto, minimizar los problemas al parto y maximizar la producción de primera lactancia (Martínez, 2008).

2.2.7.1. Indicadores del crecimiento

Los principales indicadores del crecimiento animal son: el incremento de peso (masa corporal) y el tamaño (longitud y altura). En realidad, la combinación peso - tamaño resulta el indicador más frecuente al interrelacionarse según la etapa de desarrollo (Álvarez, 2009).

La altura de un ternero refleja el crecimiento de su cuerpo (crecimiento esquelético), mientras que el peso corporal refleja el crecimiento de los órganos, músculos y tejido adiposo (grasa). El peso corporal, la altura a la cruz y la calificación de condición corporal son tres medidas necesarias para evaluar el crecimiento de las terneras (Hoffman, 1995).

Cuadro 2. Rangos recomendados de peso corporal y altura a la cruz de terneros Brown Swiss.

Edad (meses)	Peso (kg)		Altura a la cruz (cm)	
	Media	Desv. Estándar	Media	Desv. Estándar
1	62.7	10.8	80.5	4.1
2	81.9	15.3	85	4.4
3	110.5	23.5	90.1	5.4
4	138.9	23.8	96.3	5.2
5	152.9	23.9	98.9	5.1
6	176.9	28.9	102.9	5.1

Heinrichs y Hargrove (1994).

2.2.7.2. Incremento de peso corporal

El incremento del peso, corresponde a la acumulación de líquidos y el desarrollo de la masa muscular (hiperplasia e hipertrofia), por lo que los cambios en la composición corporal se deben a tasas diferenciales de crecimiento (Álvarez, 2009). Este aumento del peso, está compuesto por la suma de los incrementos de peso de los componentes individuales que constituyen el cuerpo como agua, grasa, proteínas, carbohidratos y minerales. La curva de crecimiento del ternero, así como de la mayoría de las especies animales, tienen una curva muy típica de crecimiento, que es sigmoidea o curva en forma de S. Una fase lenta al comienzo, una fase de aceleración posterior y, finalmente una fase inhibidora, en la cual el crecimiento se atenúa y al final cesa. Los cambios en el peso, una vez que se llega a la madurez, sólo son debidos al aumento de grasa corporal y no es el verdadero crecimiento. En términos generales, el crecimiento cesa cuando la producción de la hormona

somatotropina (STH) que se libera de la glándula pituitaria, es insuficiente para estimular la actividad del crecimiento (Salazar, 2010).

2.2.7.3. Altura a la cruz

Los animales en su proceso de crecimiento comienzan a ganar altura rápidamente en las primeras etapas de su vida, luego, a medida que aumenta la edad, el crecimiento se hace más lento, hasta que finalmente se detiene, esto determina una curva de crecimiento que relaciona altura con edad (Navarro, 2006).

Los animales en su proceso de crecimiento ganan altura rápidamente en las primeras etapas de su vida, y a medida que aumenta la edad, el desarrollo y el crecimiento se hace más lento, hasta que finalmente se detienen. Esto determina una curva de desarrollo y crecimiento que relaciona altura con edad (Bavera, 2005). La altura o tamaño se refiere a los cambios en forma y composición que resultan de un crecimiento diferencial de las partes componentes del cuerpo (Bavera *et al.*, 2005).

La altura a la cruz, se mide con un bovinómetro, registrando la altura desde el suelo hasta la cruz; la parte fija se coloca en el piso y el cursor móvil se coloca en la parte más alta de la cruz. El peso corporal puede ser estimado a través del perímetro torácico y la altura a la cruz, debido al alto coeficiente de determinación que existe entre estas variables (Garay, 2003).

III. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Localización

El experimento se realizó en el estable “AVELAC S.A.C”, ubicado en la Comunidad de Llachoccmayo, Distrito de Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, Perú. El lugar se localiza a los 13° 23' 59.1" de Latitud Sur y 74° 13' 18.0" de longitud Oeste (Maps, 2017). Se encuentra a 3797 m de altitud, el clima es semi templado, la temperatura promedio anual es 13 °C y el promedio de precipitación pluvial de 500 mm por año (GETAMAP, 2017). El estudio se realizó durante los meses de julio a noviembre de 2016.

3.2. Población y muestra

Se utilizó terneras Brown Swiss recién nacidas del estable “AVELAC S.A.C”. Se seleccionaron al azar 20 terneras por conveniencia.

3.3. Animales y manejo

Se utilizaron terneras Brown Swiss recién nacidas, con peso corporal al nacimiento promedio 45 a 46 kg. Las terneras inmediatamente después del nacimiento fueron separadas de sus madres, identificadas con collares según grupo de tratamiento, luego alojadas en cunas individuales de 1.58 m de largo x 1.10 m de ancho y 1.36 m de altura, en corral techado y provisto con tarimas en el piso (Figura 2), la cual se higienizó diariamente. En los primeros tres días, las terneras fueron alimentadas, mediante biberón, con calostro ordeñado de la propia madre; a partir del cuarto día de edad, recibieron leche entera de reciente ordeño, 6 L de leche/día, divididos en

mañana (5:00 h) y tarde (17:00 h), se suministró en baldes con tetina; esta leche paulatinamente se redujo (Cuadro 3); a partir del sétimo día, se le ofreció alimento concentrado de inicio (Dairy master terneros®, MONTANA S.A.C, Perú) cuyo contenido nutricional (Cuadro 4), se realizó manualmente (acercando el alimento a su boca), poco a poco a consumo voluntario, hasta los 15 días de edad. Desde este día hasta el deslacte (80 días de edad), se le ofreció el mismo alimento concentrado de inicio, en cantidades crecientes consumidos a libre acceso en comederos, en dos horarios divididos en mañana (6:30 h) y tarde (16:00 h). Además, durante este periodo, las terneras se pastorearon en pastos asociados: Rye grass italiano (*Lolium multiflorum*); rye grass inglés (*Lolium perenne*); pasto ovilla (*Dactylis glomerata*); trébol rojo (*Trifolium pratense*); trébol blanco (*Trifolium repens*) desde 8:00 a 16:00 h, también se le brindó agua limpia a libre acceso. La suplementación de minerales y vitaminas se agregaron a la leche de consumo diario, desde 4 a 80 días de edad en dosis crecientes divididos en mañana y tarde.

Cuadro 3. Esquema de consumo ofrecido de calostro y leche a terneras Brown Swiss.

Edad (días)	Cantidad (kg)	
	Mañana	Tarde
0 a 3	Calostro	Calostro
4 a 27	3	3
28 a 42	2	3
43 a 57	2	2
58 a 68	1	2
69 a 77	1	1
78 a 80	0	1

AVELAC (2015).

Cuadro 4. Contenido nutricional del alimento concentrado de inicio (Dairy master terneros®) en base seca.

Nutrimento	%
Materia Seca	88.0
NDT	80.5
Proteína Cruda	20.0
Fibra Cruda	6.0
Calcio	1.0
Fósforo	0.8
Grasa	6.0

MONTANA (2015).

3.4. Suplemento mineral y vitamínico

El suplemento utilizado fue minerales y vitaminas (Cuadro 5). Es una premezcla de minerales reforzados con vitaminas A, D y E que permite suplementar la ración de los animales.

Cuadro 5. Composición del MIKROFOS® ADE.

Nutrientes	Composición en cada kg
Calcio (mg)	21500.0
Zinc (mg)	2500.0
Fosforo (mg)	155000.0
Selenio (mg)	20.0
Manganeso (mg)	1200.0
Iodo (mg)	40.0
Magnesio (mg)	13000.0
Cobre (mg)	500.0
Cobalto (mg)	40.0
Hierro (mg)	1500.0
Sodio (mg)	50000.0
Azufre (mg)	12800.0
Vitamina A (UI)	500000.0
Vitamina D3 (UI)	100000.0
Vitamina E (UI)	50.0

Química Suiza Industrial (2015).

3.5. Diseño experimental

El presente estudio se realizó mediante el diseño completamente aleatorizado. Se utilizaron veinte terneras Brown Swiss recién nacidas, que fueron distribuidas en dos grupos, un grupo recibió suplemento mineral y vitamínico (MIKROFOS® ADE) [n = 10]; mientras el otro no se suplementó considerado como el grupo control (n = 10). El esquema de suministro del suplemento se realizó en dosis crecientes: 4 a 30 días de edad se le suministró 20 g/día/ternera, divididos en mañana (5:00 h) y tarde (17:00 h); 30 a 60 días de edad 30 g/día/ternera, divididos en mañana (5:00 h) y tarde (17:00 h); 60 a 80 días de edad 40 g/día/ternera, divididos en mañana (5:00 h)



y tarde (17:00 h). La forma de administrar el suplemento fue mezclada en la leche (parte de su consumo diario) utilizando baldes con tetina. Los tratamientos (T) estudiados fueron:

T1: Terneras suplementadas con MIKROFOS® ADE

T2: Terneras no suplementadas con MIKROFOS® ADE

3.6. Variables de estudio

Para el desarrollo de esta investigación se consideraron las siguientes variables:

a) Peso corporal al deslacte y ganancia diaria de peso (GDP).

Las terneras se pesaron al nacimiento, luego se registraron los pesos cada 15 días (momento antes de brindarle leche o salir al pastoreo) hasta la edad de deslacte (80 días), para realizar el pesado se utilizó una balanza digital Tru-test Eziweigh 7 System, graduada en kilogramos, con una precisión de 0.5 kg y montada en una jaula Prattley con barras inferiores MP600 Loadbars.

Para calcular la GDP al deslacte se usó la fórmula usada por Cole y Ferguson. (2013):

$$GDP = \frac{\text{Peso deslacte} - \text{peso al nacimiento}}{\text{Número de días}}$$

b) Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento de altura a la cruz (IDAC)

Paralelo al pesado de las terneras, se realizó la medición de altura a la cruz (desde el piso hasta la altura máxima de la apófisis espinosa de las vértebras torácicas), se



usó un tallímetro en cm (escuadra en T).

Para calcular el incremento diario en altura a la cruz se usó el procedimiento descrito por Cole *et al.* (2013):

$$\text{IDAC} = \frac{\text{Altura a la cruz al deslacte} - \text{Altura a la cruz al nacimiento}}{\text{Número de días}}$$

3.7. Análisis estadístico

Se utilizó el diseño completamente aleatorizado (Kaps y Lamberson, 2004). Los datos fueron analizados a través del análisis de varianza, previa verificación de los supuestos de homogeneidad de varianza y normalidad de los errores, cuya expresión general fue la siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

En la ecuación anterior Y_{ij} representa la variable bajo análisis (Peso corporal al deslacte y GDP además del la Altura de la cruz al deslacte e IDAC), T_i , es el efecto fijo del tipo de suplementación (suplementación vitamínico mineral y sin suplemento), y e_{ij} , es el error experimental. Todos los análisis anteriores fueron efectuados utilizando el software estadístico InfoStat 2015.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso corporal y ganancia diaria de peso al deslacte

En el Cuadro 6, se muestra los resultados de la suplementación mineral y vitamínico sobre el peso al deslacte y la ganancia diaria de peso de las terneras, donde se observa que las terneras suplementadas con minerales y vitaminas (MIKROFOS® ADE) a 80 días de edad (deslacte) tienen mayor peso corporal y GDP ($P < 0.05$) respecto al grupo control.

Cuadro 6. Peso corporal al deslacte y ganancia diaria de peso (GDP) en kg \pm error estándar de terneras Brown Swiss al deslacte (80 días), entre grupos de tratamiento, con suplementación mineral y vitamínico (T1) y grupo control (T2).

	T1	T2	p-valor
Peso al deslacte 80 días	94.27 \pm 2.93	83.63 \pm 2.93	< 0.05
GDP al deslacte	0.62 \pm 0.03	0.48 \pm 0.03	< 0.05

Como se observa en el Cuadro 6 y la Figura 1, la suplementación mineral y vitamínico (MIKROFOS® ADE) tienen efecto significativo en la ganancia diaria de peso y en el peso corporal al deslacte. Estos resultados son similares al experimento por Menéndez (2003), donde las terneras Brown Swiss que recibieron suplementación vitamínica mineral (SUPLAMIN DIFOS) tuvieron pesos promedio de 54.25; 64.50; 73.75; 84.25 kg a los 15, 30, 45, 60 y 75 días de edad respectivamente.

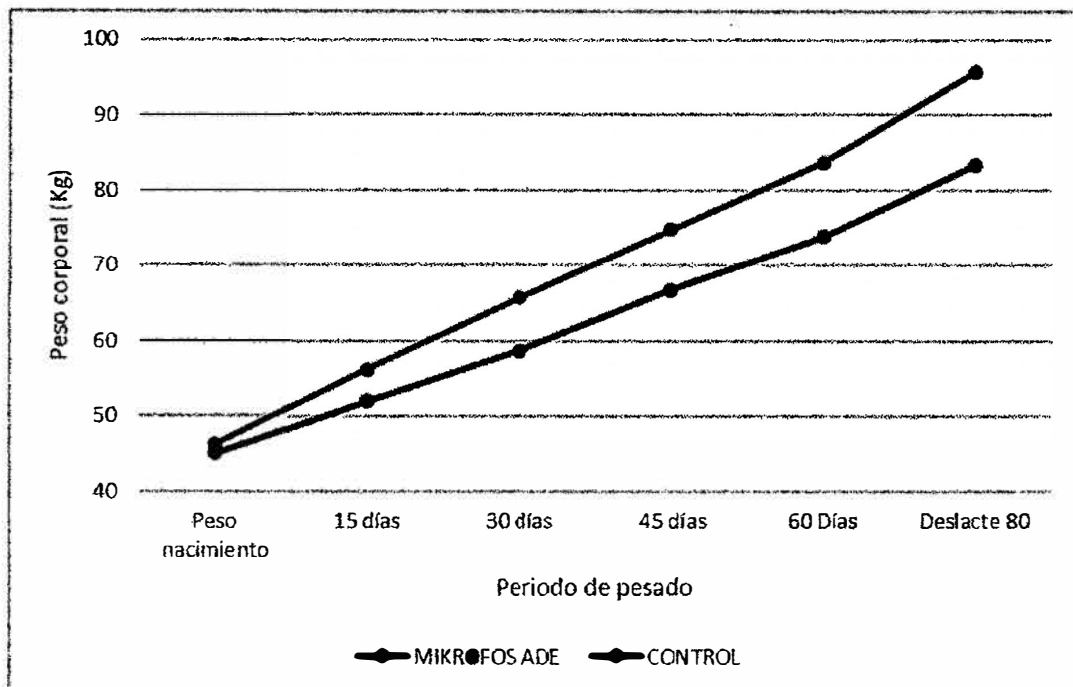


Figura 1. Cambios de peso corporal de terneras Brown Swiss con suplementación y sin suplementación (control).

El peso corporal de terneras Brown Swiss del presente estudio es mayor respecto a los reportados en otros estudios: Cano (2001) en un estudio donde suplementaron con SUPLAMIN DIFOS, a los 84 días de edad se obtuvo 71.0 kg en terneros con suplemento y 68.8 kg grupo control. Yanar *et al.* (1994) obtuvieron 49.6 kg, con una GDP 0.34 ± 0.02 kg a los 35 días de edad, suplementado con alimento iniciador I, que en parte contenía premezcla de vitaminas y minerales; Las diferencias encontradas respecto a este estudio posiblemente estén relacionadas por el sistema de alimentación usado, ya que en las anteriores investigaciones se usaron un sistema de alimentación con balde y en esta investigación se usó el sistema de alimentación con tetina.

En terneros Holstein destetados a los 40 días de edad con suplemento vitamínico-mineral, se obtuvo el peso promedio 59.8 kg y con una GDP 0.47 kg (Sanei *et al.*,

2012), estos resultados son inferiores respecto al presente experimento, probablemente sea por el grupo racial y diferente tipo de alimentación.

Coila (2013) evaluó el peso corporal al deslacte y ganancia diaria de peso con diferentes regímenes de alimentación desde el nacimiento hasta los 90 días de edad, en sus resultados se reportó un peso corporal de 90.5 kg y GDP 0.59 kg a las terneras que fueron alimentadas con heno de alfalfa más alimento balanceado; 83.7 kg y GDP 0.51 kg a las terneras alimentadas con alimento balanceado y 80.7 kg y la GDP 0.44 kg a las terneras alimentadas solo con leche; resultados para GDP, están en los rangos reportados en la presente investigación. Estos resultados similares en GDP y peso corporal al deslacte, pueden estar asociado a que las terneras tuvieron acceso a un alimento balanceado y complementaron su alimentación mediante el pastoreo.

Álvarez (2004), comparó dos sistemas de lactación (tetinas y en balde) durante 90 días, reporta 83.2 kg de peso corporal y una GDP de 0.50 kg para el grupo de terneras alimentadas con tetina vs 71.2 kg de peso corporal y una GDP 0.35 kg para el grupo bajo el sistema en balde. Enríquez (2006), evaluó el destete temprano en terneros Brown Swiss, con el uso de prebiótico, a los 60 días de edad obtuvo los pesos de 62.6 ± 4.9 y 62.8 ± 8.35 kg y a los 90 días de edad 81.05 ± 8.17 y 82.25 ± 8.79 kg para el grupo control y experimental respectivamente, y con GDP de 0.51 kg.

Quintero *et al.*, (1997) evaluaron el efecto de la interacción entre los factores raza y el factor tipo de suplementación desde el nacimiento hasta los cuatro meses de edad. El T1 consistía en una alimentación a base de harina de maíz vs T2 alimento

concentrado, en sus resultados se reportaron GDP de 0.42 g en terneros Holstein y GDP de 0.43 g para terneros Pardo Suizo.

La ganancia diaria de pesos de las terneras Brown Swiss, descrita en este estudio se encuentra dentro del rango considerado normal para la raza. Al respecto Castro (1999) menciona que los terneros de razas grandes (Brown Swiss y Holstein) deberán ganar aproximadamente 0.45 kg por día desde el nacimiento hasta siete semanas de edad y 0.68 kg de las siete semanas a quince meses de edad.

Los resultados del presente estudio sobre la GDP, en comparación con terneros Holstein también son mayores; Krueger *et al.* (2014), reporta ganancias diarias de peso de 0.47 ± 0.07 kg utilizando suplementos vitamínicos a los 35 días de edad.

Los mayores índices de peso corporal y ganancias diaria de peso reportados en nuestro estudio posiblemente estén dados por el diferente manejo, influencia de medio ambiente y diferente sistema de alimentación, es importante considerar este factor ya que en el presente estudio las terneras fueron alimentadas con tetina desde el nacimiento hasta el destete, y esto pudo haber influido en mayores ganancias diarias de peso y el peso corporal al deslacte obtenidos.

4.2. Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento diario en altura a la cruz (IDAC)

Las terneras que fueron suplementadas con minerales y vitaminas (MIKROFOS® ADE), tienen una ACD al deslacte y un IDAC mayor ($P < 0.05$) respecto al grupo control (Cuadro 7).

Cuadro 7. Altura a la cruz al deslacte (ACD) e incremento diario en altura a la cruz (IDAC) en cm \pm error estándar de terneras Brown Swiss, con suplementación mineral y vitamínico (T1) y grupo control (T2).

	T1	T2	p-valor
ACD deslacte (cm)	96.06 \pm 0.82	90.24 \pm 0.82	< 0.05
IDAC (cm)	0.26 \pm 0.01	0.20 \pm 0.01	< 0.05

Los macrominerales y los microminerales son importantes para los procesos metabólicos de los animales y se refleja en mejoras del crecimiento (Campos y Sánchez, 2015).

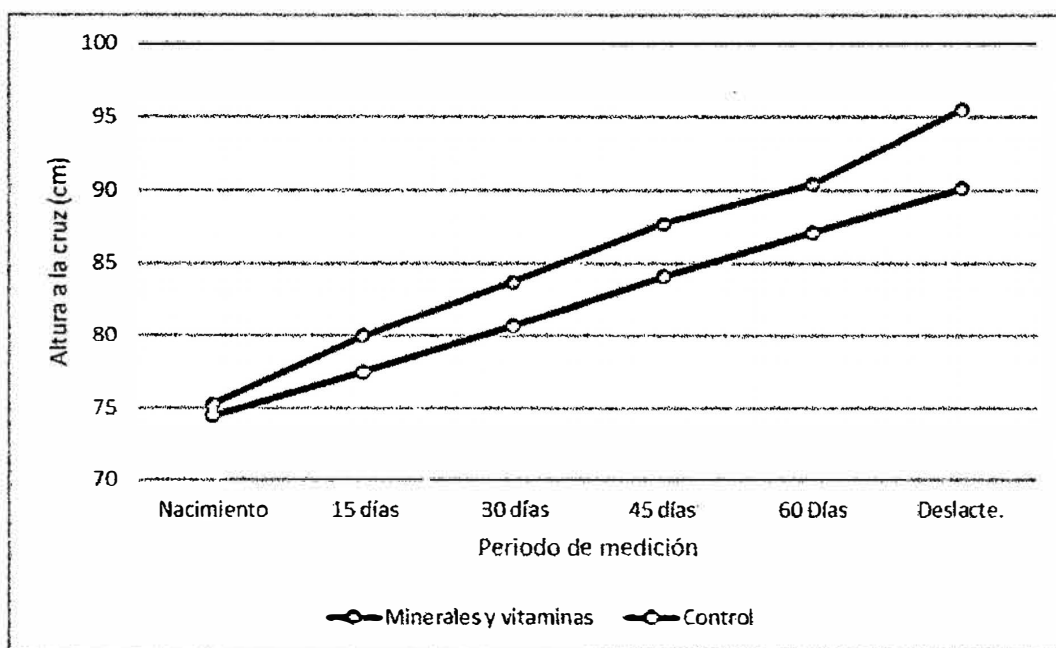


Figura 2. Cambios de altura a la cruz de terneras Brown Swiss con suplementación y sin suplementación desde el nacimiento al deslacte.

Los resultados del presente estudio son mayores a los reportados por: Coila (2013), donde los valores desde el nacimiento hasta los 90 días de edad en terneros Brown

Swiss alimentados con heno de alfalfa más alimento balanceado es 90 cm de ACD y 0.17 cm/día de IDAC; con alimento balanceado 92.3 cm y 0.16 cm y con leche 91 cm y 0.12 cm respectivamente. Enríquez (2006) al practicar el destete temprano, utilizando prebiótico a los 30 días de edad obtuvo 78.63 cm de ACD y a los 60 y 90 días fue de 80.82 y 87.22 cm respectivamente. Álvarez (2004), quien comparó dos sistemas de lactación, con tetinas y en balde, durante 90 días en terneros de la misma raza, encontró la ACD de 70.50 cm para el grupo con tetina y 68.90 cm para el grupo bajo el sistema con balde. La diferencia de los resultados de los estudios, posiblemente tienen explicación por los niveles de nutrientes que utilizaron en su dieta, sumado a los factores ambientales y otros, esto es comparado por Spears (1996) que indica, la adición de uno o más oligoelementos orgánicos a las dietas de ganado incrementan el crecimiento.

Sobre el efecto de las vitaminas en el crecimiento, Debier *et al.* (2005) mencionan que las vitaminas A y E son importantes durante las primeras etapas de vida, la vitamina E es necesaria para proteger al recién nacido contra el estrés oxidativo y la vitamina A es fundamental para el crecimiento y el desarrollo. La vitamina D también es elemental para el crecimiento y desarrollo de los terneros y contribuye positivamente a la función inmune del ganado (Nelson *et al.*, 2016).

El efecto del suplemento mineral y vitamínico influye en el crecimiento (peso, GDP, altura a la cruz y IDAC) de terneras, esto se explica porque los minerales, particularmente los macrominerales, son componentes estructurales de órganos y tejidos corporales y están presentes en los fluidos corporales e intervienen juntamente con las vitaminas como catalizadores enzimáticos (García, 1996). Los

minerales y vitaminas posiblemente han influido sobre la absorción de los nutrientes, el metabolismo, la oxidación del alimento y la eliminación de los productos de desecho (Castro, 1999). La carencia de macrominerales y microminerales tienen diversos efectos sobre el organismo, cuando hay deficiencias de minerales las vitaminas no se absorben con eficiencia (Fundación Aquamaris, 2017).

En general la suplementación mineral y vitamínica, tienen un efecto mayor sobre el incremento de peso, ganancia diaria de peso, el incremento en altura a la cruz e incremento diario en altura a la cruz desde el nacimiento hasta el deslacte en terneras Brown Swiss en un sistema de crianza alto andina (3797 m de altitud), probablemente los minerales y vitaminas influyeron en la mayor absorción de los nutrientes, el metabolismo, la oxidación del alimento y la eliminación de los productos de desecho.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Conclusiones

La suplementación mineral y vitamínico desde el nacimiento hasta el deslacte, mejora los índices de crecimiento en terneras Brown Swiss criados en sistemas semi intensivos.

Terneras que recibieron suplementación mineral y vitamínico, tuvieron un peso corporal y ganancia diaria de peso mayor que las terneras que no recibieron suplementación.

Terneras que recibieron suplementación mineral y vitamínico, tuvieron una altura a la cruz e incremento diario a la altura a la cruz mayor que las terneras que no recibieron suplementación.

b) Recomendaciones

Considerando los resultados del presente estudio, se recomienda el uso de suplementos minerales y vitamínicos desde el nacimiento hasta el deslacte para mejorar los índices de crecimiento de las terneras criadas a más de 3000 msnm.

Con el uso de suplementos minerales y vitamínicos se logra un peso adecuado a partir del día 60, por lo que resulta en una opción viable y económica realizar el deslacte en ese periodo.

Realizar estudios similares de suplementación con vitaminas y minerales en terneras, sobre el peso y altura a la cruz a la pubertad respecto al primer celo, servicio y parto en crías alto andinas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, B. M. 2004. Comparación de dos sistemas de alimentación con tetinas y a balde en terneros Brown Swiss. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Álvarez, D. A. 2009. Fisiología del Crecimiento. Referencia electrónica. Recuperado de: http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/nutricion/materia201%2012/Fisiologia_y_crecimiento.pdf
- AVELAC: Establo AVELAC S.A.C. 2015. Solid Perú. Ayacucho, Perú.
- Bauer, D., Rush, I. y Rasby, R. 2009. Minerales y Vitaminas en Bovinos de Carne. Capítulo 4. Argentino de Producción Animal. Referencia electrónica. Recuperado de: www.produccion-animal.com.ar
- Bavera, G. A. 2005. Escala de tamaño, estructura corporal o frame score. Referencia electrónica. Recuperado de: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/frame%20score/11-tamano_o_frame.pdf
- Bavera, G. A., Bocco, O., Beguet, H. y Petryna, A. 2005. Crecimiento, Desarrollo y Precocidad. Referencia electrónica. Recuperado de: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/interior/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
- Bradford, P. S. 2010. Medicina interna de grandes animales. Cuarta edición. Tomo I. Elsevier. España.

- BSA. Brown Swiss Association. 2014. Brown Swiss Association. Referencia electrónica. Recuperado de: [http://www.brownswissusa.com /Home/tabid/59/Default.aspx](http://www.brownswissusa.com/Home/tabid/59/Default.aspx).
- Caballa, R. 2012. Producción de ganado vacuno lechero. AGROBANCO. Referencia electrónica. Recuperado de: <http://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/018-e-ganado.pdf>
- Cano, A. A. 2001. Influencia de la suplementación vitamínico mineral en terneros Brown Swiss desde el nacimiento hasta el destete en el CIP Chuquibambilla. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Campos, L. A. y Sánchez, G. R. 2015. Efecto de suplementos minerales sobre el desarrollo corporal y reproductivo de hembras bovinas. *Nutrición animal tropical*, 9: 57-87.
- Castro, R. A. 1999. Producción bovina. Tema III: la alimentación del ganado bovino. Editorial universidad estatal a distancia. San José, Costa Rica. Referencia electrónica. Recuperado de: https://scholar.google.cl/scholar?start=60&q=alimentacion+y+suplementaci%C3%B3n+de+vitaminas+liposolubles++a+terneros&hl=es&as_sdt=0,5
- Ciria, J. C., Villanueva, R. y García, J. C. 2005. Avances en nutrición mineral en ganado bovino. IX seminario de pastos y forrajes, 1: 50-69.
- Coila, C. R. 2013. Utilización de concentrado de inicio y heno de alfalfa sobre el desarrollo de papilas ruminales y desarrollo corporal en terneros Brown Swiss.

- Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Cole, J. D. y Ferguson, L. Y. 2013. Comparación de zeranol tixotrópico 1% vs zeranol 1% más ivermectina 3.15%, y sus efectos sobre la ganancia media diaria y carga parasitaria en terneros de la raza Reyna, finca Santa Rosa. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Church, D., Pond, W. y Pond, K. 2009. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Segunda edición. Limusa Wiley. México.
- Crampton, W. H. 1979. Nutrición animal aplicada. Segunda edición. España: Editorial Acribia – Zaragoza.
- Debier, C., Pottier, J., Goffe, C. y Larondelle, Y. 2005. Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk. *Livestock Production Science*, 98, 135-147.
- Drackley, J. K. 2008. Calf nutrition from birth to breeding. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 24: 55-86.
- Elizondo-Salazar, J. A. 2008. Requerimientos nutricionales de cabras lecheras. III. minerales y vitaminas. *Agronomía mesoamericana*, 19: 303-308.
- Escobosa, L. A. 2016. Producción de leche con ganado bovino. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM. Referencia electrónica. Recuperado de: http://www.ucv.vefileadminuser_uploadfacultad_agronomiaRequerimientos_de_Vacunos_de_Leche.pdf.

- Espinosa, M. M., Estrada, C. E., Barreto, H. R., Rodríguez, H. E. y Escobar, R. M. 2014. Crianza de becerras para sistemas familiares semitecnificados de producción de leche. Folleto para productores No. 1. INIFAP-CENID Fisiología y Mejoramiento Animal. Ajuchitlán, Querétaro, México.
- Enriquez, C. E. 2006. Deslacte temprano con uso de prebiótico en terneros Brown Swiss. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Fundación Aquamaris, SA. Referencia electrónica. Recuperado de: <http://www.aquamaris.org/nutricion.htm>.
- Garay, R.J. 2003. Estimación del peso corporal por medio de regresión múltiple con el perímetro torácica y la altura a la cruz, en bovinos lecheros de pequeños agricultores de cuatro centros de acopio de la décima región de Chile. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Ciencias Veterinarias Instituto de Zootecnia. Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile.
- Garnsworthy, P. 2005. Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In Garnsworthy, P. ed. Calf and heifer rearing. Nottingham University Press
- Garzón, Q. B. 2008. Sustitutos lecheros en la alimentación de terneros. Recuperado de: www.Producción-animal.com.ar.
- García, G. 1996. Requerimientos de calcio y fosforo, potasio y magnesio en los rumiantes, Resumen del I curso internacional sobre alimentación y nutrición animal. Cuba.

- GETAMAP. 2017: Referencia electrónica. Recuperado de:
<http://es.getamap.net/mapas/peru/ayacucho/Llachocmayo>.
- Greene, L. W. 2016. 119 Assessing the current mineral supplementation needs in pasture-based beef operations in the Southeastern United States. *Journal of Animal Science*, 94: 58-58.
- Godoy, G. J. y Meneses, R. R. 2010. Nutrición animal en pequeños rumiantes. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de investigación especializado en agricultura del desierto y altiplano (CIE), INIA URURI, región de Arica y Parinacota. Ministerio de Agricultura.
- Guarneros, A. R. 2012. Suplementación predestete de ganado bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- Heinrichs, A. J. 2007. Nutrición para optimizar la salud y rendimientos de las terneras de recría. Pennsylvania State University. USA.
- Heinrichs, A. J. y Hargrove, G. L. 1994. Standards of weight and height for Ayrshire, Brown Swiss, and Milking Shorthorn heifers. *Journal of dairy science*, 77: 1676-1681.
- Hoffman, P. 1995. Tasa de crecimiento óptima para novillas Holstein de reemplazo. En terneras, novillas y rentabilidad lechera. NRAES-74 152 Riley-Robb Hall, Ithaca Nueva York 14853-5701. Referencia electrónica. Recuperado de:
http://www.ugrj.org.mx/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=400.
- Hurtado, C. B., Martínez, Y. y Garay, O. V. 2012. Concentración de macrominerales

séricos y hematocrito en bovinos durante dos épocas del año en Montería, Colombia. *Revista Electrónica de Veterinaria*: 13(8), 1-10.

INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2013. IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima, Perú.

Kaps, M., W. R. y Lamberson. 2004. *Biostatistics for Animal Science*. Oxfordshire, UK. CABI Publishing. 445p.

Kolb, E. y Seehawer, J. 1998. The development of the immune system and vitamin levels in the bovine fetus and neonate: a review including the effect of vitamins on the immune system. *Tierarztl. Umsch*, 53: 723–730.

Kolb, E. 1972. *Micro factores de la nutrición animal*. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Krueger, L. A., Beitz, D. C., Onda, K., Osman, M., O’Neil, M. R., Lei, S. y Nonnecke, B. 2014. Effects of d- α -tocopherol and dietary energy on growth and health of preruminant dairy calves. *Journal of dairy science*, 97: 3715-3727.

Lipps, E. M. y Bravo, S. 2016. Importancia de los minerales en la producción bovina. *Sitio Argentino de Producción Animal*. Chaco, Argentina.

Loza, C. J., Hilfeker, J. y Bocanegra, P. J. 2011. Parámetros productivos y reproductivos en ganado vacuno lechero cruzado y Brown Swiss en la microcuenca Allpachaka 2010 y 2011. Separata Proyecto Lechero Cachi Alto. Pro Leche Ayacucho.



Martínez, G. O. 2008. Efecto de un inmunoestimulante (levamisol) VRS un antibiótico (oxitetraciclina) sobre la presencia de problemas respiratorios y ganancia de peso de los terneros de lechería de 1 a 4 meses de edad en Comayagua, Honduras. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Escuela de Medicina Veterinaria. Universidad San Carlos de Guatemala. Guatemala.

MAPS. 2017: Referencia electrónica. Recuperado de: <http://mapas.deperu.com/ayacucho/huamanga/chiara/Llachoccmayo/>

Mejia, G. Z. y Sing, L. F. 2008. Estudio preliminar de la utilización del agua de mar como suplemento nutritivo de sales minerales, como alternativa para la ganancia de peso en terneros al destete en la Finca “Sta. Rita”, Comarca el castillo, del Municipio de Mulukukú, RAAN. Tesis de Médico Veterinario. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua.

Menendez, M. E. 2003. Suplementación con minerales y vitaminas a terneros (Brown Swiss) hasta cuatro meses de edad en Puno. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

Méndez, F. A., Ortiz, A. A., Cruz, T. J., Vargas, M. C. y Lastra, del R. 2013. Manual de formulación de mezclas minerales para las diferentes regiones agroecológicas del estado de Campeche. Escuela Superior de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Campeche. Mexico.

Montana S. A. 2015. Dairy master. Referencia electrónica. Recuperado de:

<http://montana.perulactea.com/2011/05/27/dairy-master-mejor-alimento-mayor-rendimiento>.

Morgan, C. A., Greenhalgh, J.F., Sinclair, L.A y Wilkinson, R.G. 2010. Nutrición animal. Quinta edición. Editorial Acribia, España.

McDowell, L. 1997. Minerales para rumiantes en pastoreo en Regiones tropicales. Tercera edición. Universidad Florida Gainesville. USA. 1: 43-44.

McDowell, L. 1993. Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Navarro, M. 2006. Escalas de tamaño en ganado de carne. Manual ganadero Rosenbusch. Referencia electrónica. Recuperado de: www.rosenbusch.com.ar/argentina/manual/capitulo4d.htm.

Nelson, C. D., Powell, J. L., Price, D. M., Hersom, M. J., Yelich, J. V., Drewnoski, M. E. y Bridges, G. A. 2016. Assessment of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations of beef cows and calves across seasons and geographical locations. *Journal of Animal Science*, 94: 3958-3965.

NRC. National Research Council. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition.

NRC. National Research Council. 1988. Nutrient requeriments of dairy cattle. Sixth revised edition. National Academy Press, Washington. EE.UU.

Pro Leche Ayacucho. 2011. Producción de leche en la sierra alta de Ayacucho. proyecto lechero Cachi Alto. Referencia electrónica. Recuperado de: <http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manuales-boletines/prod-leche/experienciastecnicas.pdf>

Química Suiza Industrial. 2016. MIKROFOS® ADE. Referencia electrónica. Recuperado de: http://www.qsindustrial.biz/sites/default/files/product/files/publics/mikrofos_ade.pdf

Quintero, M. A., Rojas, N., Aranguren, M. J., Soto, C. G. y Duran, A. D. 1997. Efecto de la suplementación y la época de nacimiento sobre el crecimiento predestete de becerras mestizas. *Revista Científica*, 7: 002-005.

Quigley, J. 2004. Efecto del Consumo de Nutrientes sobre el Crecimiento de los Becerros Productores de Leche. Nota acerca de Terneros N° 61. Calf Notes.com (<http://www.calfnotes.com>).

Quigley, J. 1998. Vitamina A en el sustituto de leche. Nota acerca de Terneros N°45 Calf Notes.com (<http://www.calfnotes.com>).

Repetto, J., Donovan, A. y García, F. 2004. Carencias minerales, limitantes de la producción. Sitio Argentino de Producción Animal.

Rodas, F. A. 2006. Manejo de terneros desde el primer día de nacidos hasta los seis meses de edad. Referencia electrónica. Recuperado de: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/443>.

- Salazar, B. 2010. Efecto del suplemento de harina de maca (*Lepidium meyenii* Walp. 1843) en el peso y talla de terneros de la raza Holstein (*Bos taurus*). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú.
- Sanei, M., Khorvash, M., Rahmani, H. R. y Sadri, H. 2012. Effects of hormone or mineral–vitamin enriched colostrum on performance and weaning age of Holstein calves. *Livestock Science*, 149: 190-194.
- Sayalero, P. 2015. Últimos avances en nutrición vitamínico mineral. I jornada FEDNA – ANEMBE 25 Aniversario nutrición de rumiantes. Madrid.
- Schingoethe, A. D. y Science, D. D. 2004. Alimentación y manejo de becerras y vaquillas lecheras. College of Agriculture Y Biological Sciences / South Dakota State Sniversity / USDA
- Spears, J. W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, 58: 151-163.
- Spears, J. W. y Weiss, W. P. 2014. Mineral and vitamin nutrition in ruminants 1. *The Professional Animal Scientist*, 30: 180-191.
- Shimada, A. 2009. Nutrición animal. Digestión en animales rumiantes. Segunda edición. Trillas. México.
- Torre, C. y Caja, G. 2004. Utilización de aditivos en rumiantes: vitaminas y aminoácidos protegidos. XIV Curso de Especialización Avances en nutrición y Alimentación Animal.

Ugur, F., Osen, M., Yanar, M. y Tüzemen, N. 2004. Comportamiento de terneros alimentados con limitada cantidad de leche en las condiciones de Anatolia oriental. *Rev. Cubana Cienc. Agríc*, 38: 15-20.

Yanar, M., Tuzemen, N., Aydin, R., Akbulut, O. y Ockerman, H. W. 1994. Growth characteristics and feed efficiencies of the early weaned brown-swiss, holstein-friesian, and simmental calves reared in Turkey. *Indian Journal of Dairy Science*, 47: 273-273.

VII. ANEXOS

Cuadro 8. Cambios de peso corporal en terneras Brown Swiss suplementadas con vitaminas y minerales (MIKROFOS ADE).

Nº de ternera	Peso nacimiento	Peso 15 días	Peso 30 días	Peso 45 días	Peso 60 Días	Peso al deslacte 80	GDP (g)
1	41	51	63	73	76	88	0.588
2	50	58	74	85	89	109	0.738
3	47	62	72	80	92	107	0.750
4	42	53	60	67	77	86	0.550
5	40	51	61	74	78	91	0.638
6	48	59	64	75	83	98	0.625
7	49	57	65	75	95	98	0.613
8	50	63	71	78	83	95	0.563
9	43	52	62	70	79	90	0.588
10	53	56	65	71	85	95	0.525

Cuadro 9. Medidas de resumen para las terneras Brown Swiss suplementadas con vitaminas y minerales (MIKROFOS ADE).

Periodo	Media	D.S	E.E	Min	Max
Peso nacimiento	46.3	4.47	1.41	40	53
Peso 15 días	56.2	4.39	1.39	51	63
Peso 30 días	65.7	4.9	1.55	60	74
Peso 45 días	74.8	5.2	1.65	67	85
Peso 60 Días	83.7	6.55	2.07	76	95
Peso al deslacte 80	95.7	7.63	2.41	86	109
GDP (g)	0.62	0.07	0.02	0.53	0.75

Cuadro 10. Cambios de peso corporal en terneras Brown Swiss del grupo control.

Nº de ternera	Peso nacimiento	Peso 15 días	Peso 30 días	Peso 45 días	Peso 60 Días	Peso al deslacte 80	GDP (g)
1	48	52	59	67	80	86	0.475
2	40	55	63	72	80	97	0.713
3	46	54	59	72	83	98	0.650
4	43	47	55	59	62	74	0.388
5	42	47	53	61	66	72	0.375
6	47	53	55	62	64	68	0.263
7	47	55	61	69	77	83	0.450
8	47	50	59	67	73	81	0.425
9	39	47	54	62	69	79	0.500
10	52	60	69	77	84	95	0.538

Cuadro 11. Medidas de resumen para las terneras del grupo control.

Periodo	Media	D.S	E.E	Min	Max
Peso nacimiento	45.1	4.01	1.27	39	52
Peso 15 días	52	4.29	1.36	47	60
Peso 30 días	58.7	4.85	1.54	53	69
Peso 45 días	66.8	5.81	1.84	59	77
Peso 60 Días	73.8	8.13	2.57	62	84
Peso al deslacte 80	83.3	10.65	3.37	68	98
GDP (g)	0.48	0.13	0.04	0.26	0.71

Cuadro 12. Altura a la cruz e incremento de altura a la cruz (IDAC) de terneras Brown Swiss suplementadas con minerales y vitaminas.

Nº de ternera	Altura a la cruz al nacimiento	Altura a la cruz 15 días	Altura a la cruz 30 días	Altura a la cruz 45 días	Altura a la cruz 60 Días	Altura a la cruz al deslacte	IDAC (cm)
1	73	77	82	87	90	94	0.263
2	81	83	87	92	94	97	0.200
3	76	82	85	89	91	95	0.238
4	74	80	83	86	89	91	0.213
5	72	80	82	85	89	92	0.250
6	79	81	83	85	92	101	0.275
7	79	81	85	91	95	99	0.250
8	78	83	86	89	91	95	0.213
9	71	77	82	86	91	96	0.313
10	70	76	82	87	82	95	0.313

Cuadro 13. Medidas de resumen para altura de la cruz e IDAC en terneras Brown Swiss suplementadas con minerales y vitaminas.

	Media	D.E	E.E	Min	Max
Altura a la cruz al nacimiento	75.3	3.83	1.21	70	81
Altura a la cruz 15 días	80	2.54	0.8	76	83
Altura a la cruz 30 días	83.7	1.89	0.6	82	87
Altura a la cruz 45 días	87.7	2.45	0.78	85	92
Altura a la cruz 60 Días	90.4	3.53	1.12	82	95
Altura a la cruz al deslacte	95.5	2.99	0.95	91	101
IDAC (cm)	0.25	0.04	0.01	0.2	0.31

Cuadro 14. Altura a la cruz e incremento de altura a la cruz (IDAC) de terneras Brown Swiss del grupo control.

Nº de ternera	Altura a la cruz al nacimiento	Altura a la cruz 15 días	Altura a la cruz 30 días	Altura a la cruz 45 días	Altura a la cruz 60 días	Altura a la cruz al deslacte	IDAC (cm)
1	78	80	83	86	88	91	0.163
2	76	79	85	88	90	92	0.200
3	76	81	83	85	88	91	0.188
4	72	73	77	82	85	88	0.200
5	74	77	81	84	87	89	0.188
6	72	75	78	83	85	89	0.213
7	75	82	84	87	89	91	0.200
8	71	81	83	85	88	91	0.250
9	75	75	77	80	84	86	0.138
10	66	72	76	81	87	93	0.338

Cuadro 15. Medidas de resumen para altura de la cruz e IDAC en terneras Brown Swiss del grupo control.

	Media	D.E	E.E	Min	Max
Altura a la cruz al nacimiento	73.5	3.41	1.08	66	78
Altura a la cruz 15 días	77.5	3.6	1.14	72	82
Altura a la cruz 30 días	80.7	3.37	1.07	76	85
Altura a la cruz 45 días	84.1	2.6	0.82	80	88
Altura a la cruz 60 días	87.1	1.91	0.6	84	90
Altura a la cruz al deslacte	90.1	2.08	0.66	86	93
IDAC (cm)	0.21	0.05	0.02	0.14	0.34

Cuadro 16. Análisis de varianza para ganancia diaria de peso.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	0.10	1	0.10	8.50	0.0092
Error	0.21	18	0.01		
Total	0.31	19			

Infostat 2015.



Figura 3. Ubicación de lugar de estudio.



Figura 4. Cunas individuales de los terneros.

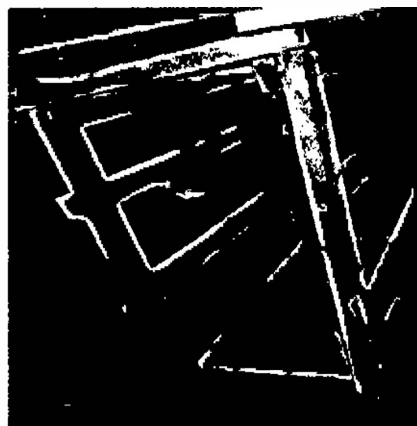


Figura 5. Balanza digital con brete para realizar el pesado.



Figura 6. Pesando al recién nacido en la balanza digital en un brete.



Figura 7. Midiendo altura a la cruz al nacimiento con tallímetro.



Figura 8. Alimentación de calostro en biberón



Figura 9. Identificación de las terneras con una jáquima



Figura 10. Identificación de las terneras: T1 con collarín de sogá y T2 sin collarín



Figura 11. Suplemento MIKROFOS® ADE

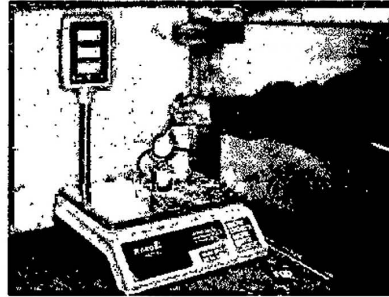


Figura 12 y 13. Pesando la dosis respectiva del MIKROFOS® ADE



Figura 14 y 15. Mezclando el suplemento en la leche

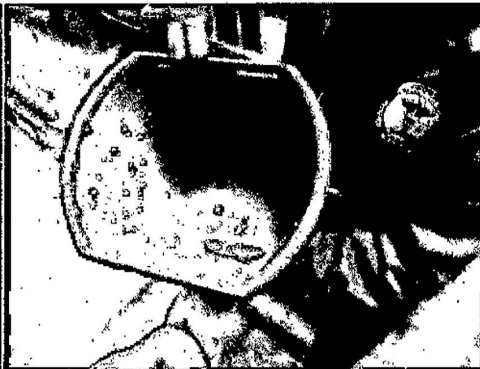
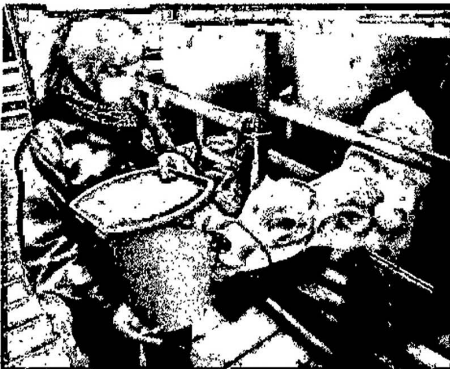


Figura 16 y 17. Ofreciendo la leche en baldes con tetina

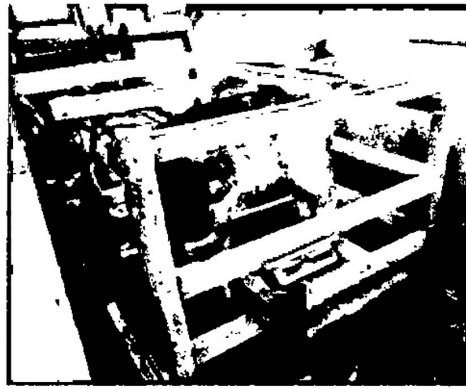


Figura 18 y 19. Pesando a las terneras semanalmente



Figura 20 y 21. Midiendo la altura a la cruz semanalmente



Figura 22. Terneras a los 30 días de edad, T1 con collarín de sogu y T2 sin collarín

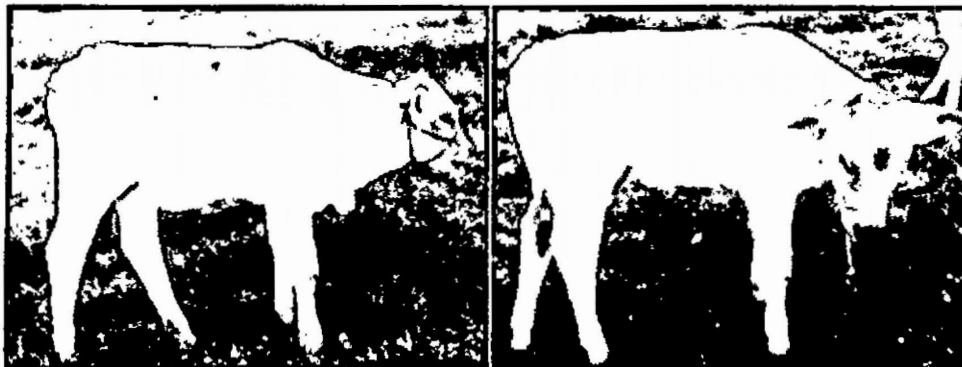


Figura 23 y 24. Terneras a los 60 días. T1 con jáquima verde y T2 con amarillo



Figura 25. Terneras al deslacte (80 días). Con flecha verde T1 y amarillo T2



Figura 26 y 27. Terneras al deslacte 80 días de edad, T1 con collarín de sogá y T2 sin collarín.