



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: TRABAJO EXPERIMENTAL

Previo a la obtención de título:

INGENIERO ZOOTECNISTA

**“EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN VACAS CHAROLÁIS
MESTIZAS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE COBALTO SOLUMIN”**

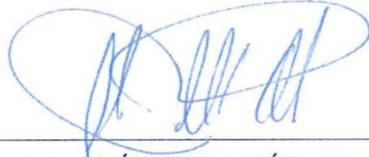
AUTOR:

MARCOS RAFAEL CARREÑO SÁNCHEZ.

Macas – Ecuador

2018

El Trabajo de Titulación fue aprobado por el siguiente Tribunal:



MVZ. M.C. LUÍS AGUSTÍN CONDOLO ORTÍZ.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Ing. M.C. VÍCTOR HUGO HUEBLA CONCHA.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. M.C. PABLO RIGOBERTO ANDINO NÁJERA

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Macas, 11 de abril del 2018.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Marcos Rafael Carreño Sánchez, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Macas, 11 de abril del 2018.



Marcos Rafael Carreño Sánchez.

C.I. 140059528-4

AGRADECIMIENTO.

A Dios por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y haberme guiado en la consecución de mi meta. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por darme la oportunidad de estudiar para llegar a ser un profesional. A mi director de tesis, Ingeniero Víctor Huebla por su esfuerzo y dedicación. A mi asesor de tesis, Ingeniero Pablo Andino quién con sus conocimientos, experiencia, y motivación ha contribuido para culminar mi tesis con éxito. A mis profesores por el apoyo, confianza y dedicación de tiempo durante mi formación académica, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

Marcos Carreño.

DEDICATORIA

A Dios por haberme concedido la vida y permitido culminar esta etapa de formación profesional, a mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado, brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

Marcos Carreño.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. EL COBALTO EN RUMIANTES	4
1. <u>Generalidades</u>	4
2. <u>Distribución en el organismo animal</u>	4
3. <u>Absorción, deposición</u>	5
4. <u>Funciones esenciales en el metabolismo</u>	6
5. <u>Deficiencia de cobalto</u>	7
6. <u>Interacción con otros nutrientes</u>	9
B. COBALTO SOLUMIN	9
1. <u>La solubilidad de Cobalto Solumin</u>	10
2. <u>Cobalto Solumin No Sedimenta</u>	10
3. <u>Cobalto Solumin mejora la digestibilidad y el consumo en dietas altas en forraje.</u>	11
4. <u>Vacas suplementadas con Cobalto Solumin</u>	11
C. BOVINOS CHAROLÁIS	11
1. <u>Generalidades</u>	11
2. <u>Origen</u>	12
3. <u>Morfología</u>	12
D. SISTEMA DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES	13
1. <u>Proceso Digestivo</u>	13
2. <u>Anatomía y Fisiología del Sistema Digestivo</u>	14
a. Rumen, Panza o Herbario	14
b. Retículo, Redecilla o Bonete	15
c. Omaso, Libro o Librillo	15
d. Abomaso, Cuajo o Estómago Verdadero	15
e. Intestino Delgado	16

f.	Intestino Grueso	16
E.	ALIMENTACIÓN DE LOS BOVINOS	17
1.	<u>Forrajes</u>	17
2.	<u>Concentrados</u>	18
3.	<u>Minerales y vitaminas</u>	19
4.	<u>Necesidades nutricionales en los bovinos</u>	19
a.	Materia seca	20
b.	Agua	20
c.	Proteínas	20
d.	Fibras	20
e.	Energía	20
f.	Vitaminas y minerales	21
5.	<u>Alimentación del ganado bovino de engorde</u>	21
F.	LA CINTA BOVINOMÉTRICA	23
1.	<u>Modo de uso</u>	23
2.	<u>Ubicación de la cinta</u>	23
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	25
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	25
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	25
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	25
1.	<u>Materiales</u>	26
2.	<u>Equipos</u>	26
3.	<u>Insumos</u>	26
D.	TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	27
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	27
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	28
1.	<u>Medidas de campo</u>	28
2.	<u>Económicos</u>	28
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	28
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	29
1.	<u>De campo</u>	29
a.	Selección de animales	29
b.	Disposición de los animales en cada tratamiento	29
c.	Manejo alimenticio	29

d. Programa Sanitario	30
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	30
1. <u>Peso inicial y final, kg</u>	30
2. <u>Ganancia de peso, kg</u>	31
3. <u>Condición corporal</u>	31
4. <u>Conversión alimenticia</u>	31
5. <u>Consumo de alimento</u>	31
6. <u>Análisis económico</u>	32
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	33
A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN.	33
1. <u>Peso inicial, kg</u>	33
2. <u>Peso final, kg</u>	33
3. <u>Ganancia de peso</u>	37
4. <u>Condición corporal inicial</u>	38
5. <u>Condición corporal final</u>	38
6. <u>Conversión alimenticia</u>	40
7. <u>Consumo de alimento, kg Ms</u>	43
B. ANALISIS ECONÓMICO EN LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN EN LAS DIETAS DIARIAS.	43
V. <u>CONCLUSIONES</u>	46
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	47
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	48
<u>ANEXOS</u>	

RESUMEN

En la finca del señor Heriberto Carreño, ubicada en el cantón Taisha, provincia de Morona Santiago, se propuso: evaluar los parámetros productivos de las vacas charoláis mestizas mediante la aplicación de cobalto solumin; (5g, 10g y 15g), para ser contrastado con un tratamiento testigo, los tratamientos tuvieron 5 repeticiones, el tamaño de la unidad experimental fue de 1 vaca, dando un total de 20 vacas; las mismas que se distribuyeron bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), evaluándose diferentes parámetros durante 60 días de investigación, los análisis estadísticos fueron analizados con InfoStat (2014) y Excel 2013. Los resultados experimentales fueron sometidos al análisis de varianza, y separación de medias con la prueba de Tukey. Determinándose que el mayor rendimiento productivo obtuvo el T2 (10 gramos de cobalto solumin), lográndose un peso final de 515,60kg y con el T1 (5 gramos de cobalto solumin), una ganancia de peso de 27,20 kg, en el mismo se demuestra una mejor eficiencia en la condición corporal de 2,60 puntos. Así mismo en la evaluación económica determinó los resultados más adecuados en las vacas del tratamiento T2 (10 gramos de cobalto solumin), ya que el valor fue de 2,12 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 112 %. Por lo que se sugiere que se aplique niveles de 5 y 10 g de cobalto solumin en la producción de vacas charoláis mestizas teniendo un incremento en parámetros productivos y reproductivos.

Palabras clave: VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS - COBALTO SOLUMIN - PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN BOVINOS.



ABSTRACT

At Mr. Heriberto Carreño's farm , located in Taisha town, Morona Santiago province , the propose was : to evaluate the productive parameters of charoláis mestizo cows through the application of cobalt solumin; (5g, 10g and 15g), to be contrasted with a control treatment, the treatments had 5 repetitions, the size of the experimental unit was 1 cow, giving a total of 20 cows; the ones that were distributed under a completely randomized block design (DBCA), evaluating different parameters during 60 days of investigation, the statistical results were analyzed with Infostat (2014) and Excel 2013. The experimental results were submitted to the variance analysis and separation by the Tukey test. It was determined that the highest productive yield was T2 (10 grams of cobalt solumin), achieving a final weight of 515.60 kb and with T1 (5 grams of cobalt solumin) a weight gain of 27.20 kg, it was demostrated a better efficiency in the corporal condition of 2.60 points. As well as the economic evaluation determines the most appropriate results in the cows of the treatment T2 (10 grams of cobalt solumin), as the final value was 2.12 it means, that for each dollar invested a profit of 112% is expected. Therefore, it is suggested levels of 5 and 10 gr of cobalt solumin, to be applied in charolais mestizo cow production, having an increase in productive and reproductive parameters.

Keywords: CHAROLÁIS MESTIZO COWS, COBALT SOLUMIN, CATTLE REPRODUCTIVE PARAMETERS.



LISTA DE CUADROS

Nº	Pág.
1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TAISHA.	25
2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	27
3. ESQUEMA DEL ADEVA.	28
4. ALIMENTACIÓN DE LAS VACAS ENTRE 26 A 34 MESES DE EDAD.	30
5. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO GRAMALOTE.	30
6. ESCALA DE CONDICIÓN CORPORAL.	31
7. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN EN LA DIETA DIARIA.	34
8. ANÁLISIS ECONÓMICO EN VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN.	45

LISTA DE GRÁFICOS

Nº	Pág.
1. Análisis de regresión del peso final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.	36
2. Análisis de regresión de la ganancia de peso, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.	39
3. Análisis de regresión de la conversión alimenticia, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.	42

LISTA DE ANEXOS

1. Peso inicial, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
2. Peso final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
3. Ganancia de peso, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
4. Condición corporal inicial, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
5. Condición corporal final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
6. Conversión alimenticia, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.
7. Consumo de alimento, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la situación económica de la ganadería ecuatoriana exige a los productores máxima eficiencia para garantizar el retorno económico, en este ámbito la optimización en la alimentación de vacas es uno de los principales factores que contribuyen para mejorar la producción y por ende las ganancias de las empresas lecheras y cárnicas (Chávez, 2013).

La alimentación del ganado bovino es de gran importancia zotécnica principalmente la suplementación mineral, ya que estos compuestos no pueden ser sintetizados por los animales y deben incluirse en la dieta diaria de estos rumiantes; siendo los elementos que mejoran el metabolismo y funciones fisiológicas (Chávez, 2013).

Durante varios años se ha tratado de sustituir la proteína y energía en la dieta tratando de abaratar costos de producción, pero aun así, observamos que en ciertas ocasiones a pesar de proporcionar abundante alimento con suficiente proteína y energía los animales no responden y presentan un cuadro de desnutrición, esto se debe a la falta o desbalance de minerales en la dieta (Chávez, 2013).

Los forrajes de la región oriental no contienen suficientes minerales que permitan a los animales expresar todo su potencial genético (Jarrin, 2010). La falta de minerales puede generar numerosas respuestas negativas en el animal. Los minerales requeridos en mayores cantidades son calcio, fósforo, magnesio, sodio, cloro (sal) azufre y magnesio. Los minerales traza son hierro, zinc, cobre, manganeso, yodo, cobalto, molibdeno, selenio, y cromo. Para poder llevar a cabo una buena alimentación animal y de la forma más económica posible, es necesario tener en cuenta las necesidades de los animales en cada momento (Rush & Rasby, 2009).

Los elementos traza son representativos a la hora de formulación de dietas en bovinos principalmente los de carácter o biotipo cárnicos, estos minerales se encuentran presentes en los tejidos animales en muy bajas concentraciones,

generalmente sirven como componentes de metaloenzimas, cofactores enzimáticos y componentes de hormonas del sistema endócrino (Rush & Rasby, 2009).

La presente investigación tiene la finalidad de suplementar cobalto en bovinos charoláis, considerando que este mineral es requerido por las microvellosidades y microorganismos ruminales para la síntesis de vitamina B12, según el grado de carencia produce pérdida del apetito, emaciación, debilidad, desnutrición y en ocasiones la muerte. El ganado bovino requiere para la vida de las bacterias del rumen, necesarias para el buen desempeño de las funciones digestivas (Ramos & Paolicchi, 2008).

En la Provincia de Morona Santiago, la ganadería bovina de carne se practica tradicionalmente bajo sistemas de explotación convencional, extensiva y poco eficiente. La actividad ganadera como negocio se hace cada vez menos rentable, en parte debido al desconocimiento de los productores para lograr una mayor carga animal por unidad de superficie en uso ganadero y de alcanzar una mayor productividad de sus bovinos en cada uno de los predios, además del costo en insumos de uso agropecuario que cada vez son más elevados, por lo cual se hace de imperiosa necesidad experimentar la utilización de nuevos suplementos alimenticios disponibles en el mercado, que permitan incrementar la producción de kilogramos de carne al menor costo y en menor tiempo, logrando así incrementar los ingresos económicos para los productores.

Es importante investigar nuevos sistemas de alimentación con el uso de aditivos en dietas alimenticias que ayuden al mejor desempeño de las vacas productoras, por ello en la presente investigación se utilizó cobalto solumin que permite obtener más producción con dietas altas en forraje y de baja calidad. Cobalto solumin mejora la digestibilidad y el consumo de forraje, además reduce el contenido de fibra fecal en un 20-30%, con base en la revisión del estiércol las bacterias ruminales más productivas son capaces de descomponer mejor la fibra y de manera más rápida que las bacterias sin la suplementación adecuada de cobalto cuando se utiliza mejor la fibra, deja espacio a más forraje, lo que lleva a un mayor consumo (Ralco Nutrition, Inc., 2010).

Por lo mencionado anteriormente, en ésta investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar la eficiencia productiva de las vacas charoláis mestizas, sometidas a la aplicación de cobalto solumin.
- Identificar el mejor nivel de cobalto solumin utilizado en la alimentación de vacas charoláis mestizas.
- Evaluar los costos de producción de la presente investigación.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. EL COBALTO EN RUMIANTES

1. Generalidades

Su principal función es integrar la molécula de la vitamina B₁₂, también llamada cianocobalamina, de manera que la falta de cobalto ocasiona los mismos síntomas que el déficit de vitamina B₁₂. El cobalto se considera un elemento traza porque es requerido en cantidades cercanas a los 100 mg por kg de materia seca, está asociado con los niveles y la funcionalidad de la vitamina B₁₂ o cobalamina, esta es una vitamina hidrosoluble perteneciente al grupo B, que se comporta como una coenzima y cuyo papel fundamental reside en la transferencia de grupos de 1(un) carbono. La vitamina B₁₂, también llamada factor anti anemia perniciosa, contiene un 4% de cobalto (Aduara, 2016).

Los vegetales no pueden sintetizar este compuesto orgánico, que consta fundamentalmente de un anillo corina (similar a una porfirina), al cual se le une como centro del mismo, un átomo de cobalto. Los microorganismos, bacterias y levaduras pueden sintetizar la vitamina B₁₂, por tanto es infrecuente casos de deficiencia en rumiantes ya que la flora ruminal (y la flora cecal en los mono gástricos) aporta los requerimientos metabólicos necesarios de la vitamina mencionada, siempre que la concentración de cobalto en el líquido ruminal sea superior a 0,5 mg/ml, si no queda inhibida la síntesis de B₁₂ en el rumen, y disminuye el aporte a la sangre y otros tejidos. La deficiencia de vitamina B₁₂ está asociada con cuadros patológicos como la aciduria metilmalónica, anemia megaloblástica y anemia perniciosa (Aduara, 2016).

2. Distribución en el organismo animal

Los niveles de este elemento son muy bajos en comparación con otros metales esenciales y la medición está determinada por análisis de activación neutrónica más que por espectrofotometría de absorción atómica (Miller, et al. 2011).

El cobalto en la mayoría de los tejidos se encuentra una concentración menor a 0,2 mg/kg. La acumulación no ocurre en ningún órgano o tejido en particular, aunque hígado, corazón y huesos contienen la mayor concentración. En estado fetal tampoco se acumula, pero la concentración de cobalto de la madre tiene un impacto significativo sobre el nivel del mineral en los recién nacidos (Miller, et al. 2011).

En resumen, el nivel del cobalto en hígado y riñón de adultos puede estar influenciado por la deficiencia o suplementación del mismo. Está normalmente asociado a la vitamina B₁₂ o cobalamina, y cuando se presenta una deficiencia de cobalto también disminuye la vitamina B₁₂. En vacas lecheras en lactación no suplementadas se ha informado un nivel de 60 a 80 ng/ml de plasma (Miller, et al. 2011).

3. Absorción, deposición

La acumulación no ocurre en ningún órgano o tejido en particular, aunque hígado, corazón y huesos contienen la mayor concentración. En edad fetal tampoco se acumula, pero la concentración de cobalto de la madre tiene un impacto significativo sobre el nivel del mineral en los recién nacidos (Viglierchio, 2014).

En los rumiantes el cobalto es absorbido con cierta dificultad luego de la administración oral o intrarruminal, el cobalto radio activo en ovinos y bovinos, aparece el 84 al 98% en las heces entre 5 a 14 días después. La escasa absorción puede ser explicada por la rápida captura de este elemento por parte de los microorganismos ruminales, inclusive incrementos del hierro pueden deprimir la absorción de cobalto y viceversa (Viglierchio, 2014).

En animales mono gástricos el cobalto es esencial como componente de la vitamina B₁₂, su absorción depende de la síntesis por las células parietales de la mucosa gástrica, de una glicoproteína que es el factor intrínseco y de una mucosa ideal sana para el ligamiento y transporte del complejo B12 factor intrínseco (Viglierchio, 2014).

Se transporta bajo la forma de transcobalamina, por sangre al hígado donde se deposita, previamente debe pasar por la membrana plasmática como hidroxicobalamina. Esta molécula se deposita en el hígado como metilcobalamina, adenosilcobalamina o hidroxicobalamina. A nivel celular, atraviesa la membrana como hidroxicobalamina, luego se transforma en metilcobalamina en el citosol (forma activa) y en 5 desoxiadenosilcobalamina en la mitocondria (Murray, et al. 2004).

En la mayoría de los animales experimentales, la distribución tisular de cobalto es similar, con una rápida absorción inicial por hígado y riñón y una menor recuperación por bazo, páncreas y partes de tracto gastrointestinal. En pollos, luego de una inyección intravenosa de cobalto, se visualizó la radiación en la pared del intestino grueso especialmente determinándose que este elemento fue activamente secretado (Miller, et al. 2011).

La mayor cantidad de cobalto es eliminado por vía renal, y en menor cantidad por heces y sudor. El contenido normal de la leche en vacas es aproximadamente 0,5 ug/lit de Co, en tanto que el calostro presenta 4 a 10 veces más (Miller, et al. 2011).

4. Funciones esenciales en el metabolismo

La única función del cobalto en el metabolismo animal es ser un componente de la vitamina B₁₂ y por lo tanto está directamente asociado con la eritropoyesis, granulopoyesis y homeostasis de la glucosa (Álvarez, 2013).

La vitamina B₁₂ actúa en el sitio catalítico de enzimas que catalizan mutaciones intermoleculares y en reacciones de transferencias de carbono simple. Sirve como cofactor de enzimas importantes como: la metilmalonil CoA mutasa y la 5 metil-tetrahidrofolato-homocisteína metil transferasa; la primera, cataliza el reordenamiento molecular del metilmalonil CoA a succinil CoA, en donde la 5 adenosilcobalamina funciona como coenzima de la mutasa permitiendo la transformación del metilmalonil CoA (proveniente del propionato formado como producto de la fermentación ruminal) en succinil CoA, esta es una reacción crítica

para la homeostasis de la glucosa en rumiantes, porque el ácido graso volátil será usado como precursor gluconeogénico (Álvarez, 2013). La siguiente enzima desmetila el 5 metil tetrahidrofolato, en una reacción acoplada, regenerando metionina y tetrahidrofolato, dos compuestos, esenciales para la síntesis de S-adenosilmetionina y ácidos nucleicos (el tetrahidrofolato es un precursor de la síntesis de purinas y pirimidinas). La metilcobalamina es la forma activa de la vitamina B12 que actúa como coenzima en ese proceso (Álvarez, 2013).

5. Deficiencia de cobalto

La deficiencia subclínica de cobalto es de importancia económica porque ocurre en áreas muy extensas y es difícil de diagnosticar. Los rumiantes que pastan en áreas deficientes o consumen dietas que contienen menos de 0,07 a 0,11 mg/kg de materia seca muestran disminución del apetito, reducción del crecimiento o pérdida del peso corporal seguida por emaciación extrema, indiferencia, anemia normocítica y normocrómica y eventualmente muerte (Church, 2013). Ocurre degeneración grasa del hígado y hemosiderosis del bazo. La síntesis de vitamina B12 en el rumen de rumiantes deficientes está deprimida, al ser el cobalto un componente esencial de la vitamina B12 los signos de deficiencia son idénticos a aquellos de esta última. La lipidosis hepática y la anemia megaloblástica pueden ser atribuidos a la reducción en la actividad de la 5-metiltetrahidrofolato homocisteína metil transferasa, por la reducción en la regeneración de la metionina y tetrahidrofolato (Church, 2013).

La disminución en la síntesis de la metionina puede impedir la síntesis de colina y consecuentemente el transporte de lípidos hepáticos hacia los tejidos extra hepáticos y finalmente puede inducir la lipidosis hepática. La menor producción de tetrahidrofolato reducirá la disponibilidad de donantes de metilos y por lo tanto, reducirá la biosíntesis de purinas y retardará la división celular, resultando en una anemia megaloblástica (Church, 2013).

La reducción de la actividad de la metilmalonil CoA mutasa, una enzima clave en la gluconeogénesis del propionato en rumiantes, provoca disminución de glucosa en la sangre, incrementando en el plasma el piruvato y el metilmalonato urinario.

La elevación en la sangre del piruvato y el metilmalonato suprime el centro de control del apetito en el hipotálamo, resultando en anorexia y extrema emaciación (Church, 2013).

Recientemente, se ha reportado que la deficiencia de cobalto disminuye la vitamina B₁₂ sérica y afecta adversamente la función inmune de ovinos y bovinos, con severas consecuencias particularmente para la viabilidad de sus crías. La reposición del cobalto restaura la función neutrofilica en ambas especies (Miller, et al. 2011).

La respuesta a la terapia y una dieta conteniendo menos de 0,08 mg Co/kg de MS son útiles para el diagnóstico de la deficiencia de cobalto en rumiantes. La primera respuesta notable a la alimentación con cobalto es un aumento del apetito seguido por aumento en la concentración de hemoglobina en la sangre. Los niveles hepáticos y plasmáticos de vitamina B₁₂ han sido usados extensamente para definir o determinar el estado del cobalto del animal. La medición del nivel de malonato plasmático ha sido propuesta como un indicador funcional de cobalamina del animal (Miller, et al. 2011).

(Miller, et al. 2011) manifiesta que la deficiencia de cobalamina o de folato puede aumentar significativamente el nivel de homocisteína en la sangre, siendo ésta un nuevo marcador de riesgo vascular. La hiperhomocisteinemia adquirida puede causar arteriosclerosis y trombosis en humanos, ya sea por:

- Inhibición de la polimerización de la elastina y desintegración de la elástica interna (Miller, et al. 2011).
- Hiperplasia de las células musculares lisas y aumento de la síntesis del tejido conectivo extracelular (Miller, et al. 2011).
- Degradación del glicocálix vascular y de la membrana basal debido a una acumulación de proteoglicanos (Miller, et al. 2011).
- Activación de algunos factores de la coagulación (Miller, et al. 2011).
- Estimulación de la síntesis de tromboxanos B₂ por las plaquetas (Miller, et al. 2011)

- Disminución de la producción de sustancias vaso relajantes y anti agregantes del endotelio, tales como el óxido nitroso, e inhibición de la proteína C (Córdoba, 2008).

6. Interacción con otros nutrientes

El cobalto interfiere con la absorción del hierro y viceversa, esta interacción implica que ambos elementos pueden usar un transportador común en la mucosa intestinal, ya que el pasaje está determinado posiblemente por el mismo mecanismo (Church, 2013).

El cobalto puede sustituir al zinc en la enzima carboxipeptidasa y reemplazar parte del zinc en la fosfatasa alcalina, por lo tanto suplementos de cobalto pueden prevenir lesiones asociadas a deficiencias de zinc, en cerdos (Church, 2013).

También se ha informado que el cobalto puede interactuar con aminoácidos. Se administró a cerdos 0,5 a 1 % de metionina aliviándose la toxicosis causada por alimentación con 600 mg de Co/kg (Church, 2013).

Si se suministran 500 mg de metionina a terneros, por vía intravenosa, antes de la inyección de 50 a 75 mg de cobalto, se previenen o disminuyen la severidad de los signos de toxicosis de ese elemento (Church, 2013).

B. COBALTO SOLUMIN

Es un aditivo diseñado para mezclarse con el alimento balanceado o minerales. Roughage Mate TM tasa diaria de alimentación: 7 gramos/cabeza/día. Formulado con la tecnología de cobalto solumin TM le proporciona a las bacterias rumiantes el cobalto que necesitan para una mejor fermentación (Ralco Animal Nutrition, 2010).

Según Ralco Animal Nutrition (2010), los beneficios económicos son:

- Mejor calificación de condición corporal (CCC) y capacidad para volverse a

reproducir.

- Mejor crecimiento de los terneros.
- Pesos al destete sistemáticamente mejores.

1. La solubilidad de Cobalto Solumin

Es la que impulsa el desempeño de las bacterias de los rumiantes que requieren cobalto para producir vitaminas B12 y ácidos grasos volátiles, entre los que se incluye al propionato. La tecnología SoluMin™ permite que el cobalto de Roughage Mate™ permanezca soluble en todo el ambiente del rumen. Cuando se mezcla con los líquidos ruminales, se torna disponible para todas las bacterias en el intestino anterior, incluso para las del tanque fibroso (Ralco Animal Nutrition, 2010).

Esto es muy importante en dietas altas en fibra, porque el pasto tiende a flotar en los líquidos, como cuando el heno flota en un tanque de agua y la mayoría de las bacterias que digieren la fibra siguen al alimento (Ralco Animal Nutrition, 2010).

2. Cobalto Solumin No Sedimenta

Garantiza el suministro de cobalto a las bacterias ruminales sin importar la dieta, diferencia del carbonato de cobalto que es insoluble y se sedimenta rápidamente en el fondo del rumen (Ralco Animal Nutrition, 2010).

Cobalto solumin aumenta la digestibilidad de la fibra, porque el cobalto que proporciona a las bacterias las hace más productivas. Durante la descomposición de la fibra de la dieta, las bacterias ruminales producen vitamina B₁₂ y ácidos grasos volátiles (AGV), que incluyen al propionato. Cuando la vitamina B₁₂ y el propionato se transportan al hígado, el proceso de la gluconeogénesis crea glucosa, lo que produce energía que el ganado necesita (Ralco Animal Nutrition, 2010).

3. Cobalto Solumin mejora la digestibilidad y el consumo en dietas altas en forraje.

Puede resultar todo un desafío el encontrar el forraje más rentable para el ganado; no obstante, con cobalto solumin se puede obtener más producción con dietas altas en forraje y de baja calidad. Cuando a las bacterias del rumen se les administra cobalto solumin, les permite extraer más energía de las dietas de baja calidad debido a la mejor digestibilidad de la fibra (Ralco Animal Nutrition, 2010).

Las bacterias ruminales más productivas son capaces de descomponer mejor la fibra y de manera más rápida que las bacterias sin la suplementación adecuada de cobalto. Cuando se utiliza mejor la fibra, deja espacio a más forraje, lo que lleva a un mayor consumo (Ralco Animal Nutrition, 2010).

4. Vacas suplementadas con Cobalto Solumin

Experimentan una mejor calificación de condición corporal (CC). Investigaciones realizadas por Ralco Nutrition muestran que las vacas alimentadas con cobalto solumin tienen una calificación de condición corporal general mejor que las vacas testigo durante toda la temporada de pastoreo (Ralco Animal Nutrition, 2010).

C. BOVINOS CHAROLÁIS

1. Generalidades

La raza charoláis es la mejor y más desarrollada raza bovina, productora de carne. Es un animal potente, de gran tamaño y de fácil adaptabilidad a diferentes ambientes, lo que le permite transmitir a su descendencia la excelencia de sus cualidades, es el modo más práctico y económico para producir animales de carne que satisfagan en la mejor forma posible a los productores. Raza de gran capacidad productora de carne, originaria de Francia. Presenta una gran masa muscular con abundante manto de carne en los cuartos posteriores, donde se encuentran los cortes de mayores cualidades de sabor cárnico. Se trata de animales que alcanzan un peso elevado a edad adulta. Su pelaje es blanco y

existen dos variedades: mocha y astada. Ha sido tradicionalmente utilizada en cruza con razas británicas, especialmente angus, a fin de lograr reses con mejor rendimiento de carne a partir de su menor contenido de grasas. Debido a su origen europeo está catalogada como raza continental (Márquez, 2015).

2. Origen

Márquez, J. (2015), menciona que la raza charoláis tuvo su origen en las regiones centro oeste y sudoeste de Francia, en las antiguas provincias 24 francesas de Charolles y de Niemen. Se observó por primera vez ganado vacuno de capa blanca en los siglos XVI y XVII, fue conocido y aceptado en los mercados franceses. Se utilizó para la producción de trabajo. No se conoce el ganado que le dio origen. La selección determinó la aparición de un ganado vacuno de capa blanca denominado charoláis.

Centro este de Francia (Distrito de Charol), la raza charoláis tuvo su origen en las regiones centro oeste y sudoeste de Francia, en las antiguas provincias francesas de Charolles y de Niemen (Márquez, 2015).

3. Morfología

Bavera (2012), explica que se trata de una raza rústica, precoz y que produce una carne de excelente sabor y presentación, con un veteado sin exceso de grasa, por lo que va desplazando al resto de las razas de carne importadas. Las crías nacen con un peso de 40 a 60 kg; el ganado adulto alcanza un peso de 750 a 800 kg; en hembras y de 950 a 1200 kg; en machos; sus rendimientos a la canal llegan al 69,5% en los cebones.

Bavera (2012), menciona también las siguientes características de la raza charoláis:

- Coloración de mucosas. Mucosas rosadas, cualquier clase de manchas en la piel o mucosas constituyen un defecto.
- Coloración de los cuernos. Blanco cremoso.
- Coloración de pezuñas. blanco cremoso.

- Coloración del escroto. Blanco rosáceo.
- Órganos sexuales. Testículos normalmente desarrollados, mamas de mediano tamaño, bien unidas a la región, con pezones bien desarrollados.
- Cuello. Corto y grueso, bien unido a la cruz.
- Cruz. Ancha y bien unida con el cuello y tronco.
- Cabeza. Moderadamente corta y pequeña. Frente espaciosa, plana o algo cóncava. Orejas no muy grandes, delgadas y poco guarnecidas del pelo. Astas de sección circular, alargadas y de color blanco. Ojos grandes y salientes.
- Pecho. Ancho y musculado.
- Tórax. Alto, ancho, profundo y redondo.
- Vientre. Amplio, aunque no excesivamente voluminoso.
- Dorso. Horizontal, musculoso y recto.
- Lomos. Anchos, largos y muy musculados.
- Grupa. Larga, ancha y horizontal.
- Muslos. Amplios y anchos.
- Nalgas. Descendidas, largas, anchas, convexas y muy desarrolladas.
- Extremidades. Separadas, presentando huesos fuertes.
- Pezuñas. Redondeadas y de tamaño en relación armónica con el peso.

D. SISTEMA DIGESTIVO DE LOS RUMIANTES

1. Proceso Digestivo

Es un proceso mediante el cual los alimentos son reducidos mecánica y químicamente en componentes más sencillos que pueden ser utilizados en el metabolismo. El trabajo mecánico es desarrollado principalmente por la masticación, pero también contribuyen a este proceso, la maceración y los movimientos peristálticos del aparato digestivo (Soria, 2011).

Un rumiante es un animal que digiere alimentos en dos etapas: primero los consume y luego realiza la rumia lo cual consiste en regurgitar el material semidigerido, re masticación (que lo desmenuza) y agregación de saliva (Soria, 2011).

2. Anatomía y Fisiología del Sistema Digestivo

Tobar (2012), menciona que el estómago es normalmente un saco que comienza en el extremo del esófago (cardias) y termina en el duodeno (píloro). En los rumiantes este saco se halla dividido en cuatro compartimentos denominados:

- Rumen, panza o herbario.
- Retículo, redecilla o bonete.
- Omaso, libro o librillo.
- Abomaso, Cuajo o estómago verdadero.

a. Rumen, Panza o Herbario

El rumen es un saco formado por una membrana mucosa recubierto por un epitelio escamoso, estratificado y cornificado que representa papilas y rodeado por una capa muscular que es la que produce las contracciones. En su interior presenta pliegues o pilares que los dividen en cinco sacos, dorsal, anterior, ventral, ciego dorsal y ciego ventral (Tobar, 2012).

El rumen es una gran cámara de fermentación donde desaparece entre un 40% a 80% de la materia seca ingerida por el animal. Este gran y único proceso digestivo se debe a la presencia de microorganismos en el rumen, cada milímetro de contenido ruminal tiene entre 10 a 50 mil millones de bacterias, un millón de protozoarios y una población variable de hogos y levaduras (Tobar, 2012).

El rumen provee un ambiente apropiado, para el crecimiento y reproducción de los microorganismos. La ausencia de aire (oxígeno) en el rumen, favorece el crecimiento de ciertas especies de bacterias, que pueden digerir las paredes de las células de plantas (celulosa), para producir azúcares sencillos (glucosa). Los microbios fermentan la glucosa para obtener la energía necesaria para crecer y además producen ácidos grasos volátiles (AGV), atraviesan las paredes del rumen y sirven como fuentes de energía para la vaca (Swenson, 2013).

b. Retículo, Redecilla o Bonete

El retículo es una intersección de caminos donde partículas que entran o salgan del rumen están separadas. Sólo las partículas que tienen un tamaño pequeño (1.2 g/ml) pueden proceder al tercer estómago. La función del retículo, es movilizar el alimento digerido hacia el rumen o hacia el omaso en la regurgitación del bolo alimenticio durante la rumia (Relling, 2014).

c. Omaso, Libro o Librillo

El omaso es un órgano pequeño que tiene una alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden retornar al rumen a través de la saliva. El omaso no es esencial; sin embargo es un órgano de transición entre el rumen y el abomaso, que tienen modos muy diferentes de digestión (Swenson, 2013).

El omaso tiene forma redondeada y está situado en posición craneal en el lado derecho del rumen; de su techo se desprenden hacia la luz, numerosas hojas o láminas de diferente longitud (Swenson, 2013).

Relling (2014), menciona que el omaso parece a un balón de fútbol y tiene una capacidad de aproximadamente 10 kg. El omaso es un órgano pequeño que tiene una alta capacidad de absorción. Permite el reciclaje de agua y minerales tales como sodio y fósforo que pueden retornar al rumen a través de la saliva. El omaso no es esencial, sin embargo es un órgano de transición entre el rumen y el abomaso, que tienen modos muy diferentes de digestión.

d. Abomaso, Cuajo o Estómago Verdadero

Este compartimiento es semejante al estómago de los animales no rumiantes, secreta ácidos fuertes y muchas enzimas digestivas. En los animales no-rumiantes, los alimentos primeros son digeridos en el abomaso. Sin embargo en rumiantes, los alimentos que entran el abomaso son compuestos principalmente de partículas no-fermentadas de alimentos, algunos productos finales de la

fermentación microbiana y los microbios que crecieron en el rumen (Swenson, 2013).

e. Intestino Delgado

El intestino delgado es un tubo que conecta el estómago con el ciego, se encuentra suspendido de la parte dorsal de la cavidad abdominal mediante un pliegue de peritoneo llamado gran mesenterio, a la derecha del plano mediano. Consta de tres partes: Duodeno, yeyuno e íleon (Soto, 2012).

En el intestino delgado se lleva a cabo la mayor parte de la absorción de nutrimentos, además es el órgano en donde se lleva a cabo la digestión principalmente proteica. El duodeno es la parte fija del intestino y la más cercana al abomaso, aquí es donde intervienen las secreciones biliares, pancreáticas e intestinales. El yeyuno es aproximadamente el 90% de la longitud total del intestino delgado, no presenta una demarcación bien definida ni con el duodeno ni con el íleon. El yeyuno absorbe los nutrientes que pasaran a la sangre y obtienen últimamente los hidratos de carbono. El íleon absorbe la vitamina B₁₂ y las sales biliares (Soto, 2012).

En la unión del intestino delgado con el intestino grueso se localiza el ciego, el cual es un saco lateral de unos 10 litros de volumen. Este compartimiento está conectado al conducto digestivo por una sola abertura. Tanto las condiciones de pH como de anaerobiosis en esta cavidad dan lugar a un nuevo proceso de fermentación microbiana de aquellos nutrientes que hasta aquí no han sido digeridos o absorbidos por el animal (Soto, 2012).

f. Intestino Grueso

El intestino grueso del rumiante es la mayor proporción del aparato digestivo, se encuentra situado en la porción derecha dorsal de la cavidad abdominal. Principalmente funciona como órgano de absorción de agua y concentración de contenido intestinal. Se encuentra formado por ciego, colon y recto. El ciego aquí se realiza algo de fermentación microbiana. El colon es donde se absorbe lo que

queda de agua y sales (Soto, 2012).

La principal función del intestino grueso, es la absorción de agua. Es así como el total de materia seca del contenido intestinal aumenta desde 7% en el sector próximo del intestino grueso hasta un 15 a 18% en las heces (Soto, 2012).

El recto es esencialmente un órgano de almacenamiento donde los productos fecales son retenidos hasta que la cantidad acumulada estimula el control nervioso de la defecación. El ano es la terminación posterior del tracto digestivo y consta de dos músculos esfinterianos y un músculo retractor (Soto, 2012).

E. ALIMENTACIÓN DE LOS BOVINOS

Los alimentos para el ganado se dividen principalmente en las siguientes categorías:

- Forrajes.
- Concentrados (alimentos para energía y proteína).
- Minerales y vitaminas.

1. Forrajes

Los forrajes verdes son en el estado natural; tal y como son utilizados por los animales y se clasifican en gramíneas y leguminosas. Las leguminosas tienen mayores contenidos de proteína y fósforo que las gramíneas, además mejoran la dieta de los animales y aumentan la cantidad de nitrógeno del sistema suelo - planta - animal por la acción simbiótica de las bacterias que se encuentran en las raíces y fijan el nitrógeno atmosférico (Preston, et al. 2011)

En general, los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra (más de 30% de fibra neutro detergente). Son requeridos en la dieta en una forma física tosca (partículas de más de 1 o 2 mm. de longitud). Usualmente los forrajes se producen en la finca. Pueden ser pastoreados directamente, o cosechados y

preservados como ensilaje o heno. Según la etapa de lactancia, pueden contribuir desde casi 100% (en vacas no-lactantes), a no menos de 30% (en vacas en la primera parte de lactancia), de la materia seca en la ración. Desde un punto de vista nutricional, los forrajes pueden variar entre alimentos muy buenos (pasto joven y succulento, leguminosas en su etapa vegetativa), a muy pobre como las pajas y ramoneos (Preston, et al. 2011).

Las pasturas de alta calidad proveen una importante cantidad de nutrientes para satisfacer los requerimientos de los animales en pastoreo aunque la producción animal obtenida es ampliamente variable entre épocas y entre especies forrajeras o pasturas. Esta variabilidad en la respuesta animal en condiciones de pastoreo puede atribuirse a cambios en la disponibilidad o en la calidad del forraje pero también existen casos en donde la oferta forrajera y la calidad (medida a través de la digestibilidad), es buena pero las respuestas del animal son bajas (Preston, et al. 2011).

Aun cuando la utilización del forraje producido sea óptima, siempre existen variaciones condicionadas por la producción de forraje que afectan el ajuste de la carga o la ganancia de peso a obtener. Otra limitación importante derivada de la utilización del forraje es que el forraje producido por una pastura no es el mismo a través de los años y no es lo mismo el potencial de producción de una pastura nueva comparada con una pradera degradada (Preston, et al. 2011).

Este aspecto es bastante característico de la praderas de la pampa húmeda (sobre todo las que rotan con agricultura) y que las diferencia en gran medida de las características de las pasturas de otros países (Sagarpa, 2012).

2. Concentrados

Preston, et al. (2011), manifiesta que no hay una buena definición de concentrados, pero puede ser descrito por sus características como alimentos y sus efectos en las funciones del rumen. Usualmente concentrado se refiere a:

Alimentos que son bajos en fibra y altos en energía

Concentrados pueden ser altos o bajos en proteína. Los granos de cereales contienen menos de 12% de proteína cruda, pero las harinas de semillas oleaginosas (soya, algodón, maní), llamados alimentos proteicos pueden contener hasta 50% de proteína cruda (Preston, et al. 2011).

Los concentrados tienen alta palatabilidad y usualmente son comidos rápidamente. En contraste a los forrajes, los concentrados tienen bajo volumen por unidad de peso y no estimulan la rumia (Preston, et al. 2011).

Los concentrados usualmente fermentan más rápidamente que los forrajes en el rumen. Aumentan la acidez (reducen el pH), del rumen que puede interferir con la fermentación normal de fibra. Cuando el concentrado forma más de 60 a 70% de la ración puede provocar problemas de salud (Preston, et al. 2011).

El propósito de agregar concentrados a la ración de los bovinos, es de proveer una fuente de energía y proteína para suplementar los forrajes y cumplir con los requisitos del animal. Así los concentrados son alimentos importantes que permiten formular dietas que maximizan la producción (Preston, et al. 2011).

3. Minerales y vitaminas

Los minerales y vitaminas son de gran importancia en la nutrición. Los macro minerales como son el cloruro de sodio (NaCl), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S). Los micro minerales en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como un premezclado en el concentrado (Irala, 2011).

4. Necesidades nutricionales en los bovinos

Para llevar a cabo una buena alimentación animal y de la forma más económica posible, es necesario tener en cuenta las necesidades de los animales. Una dieta equilibrada y un manejo adecuado, optimizan la producción de leche, la reproducción y la salud de los animales. De forma general, en las raciones de los bovinos es necesario que se incluyan los siguientes componentes; agua, materia seca, proteínas, fibra, vitaminas y minerales en cantidades adecuadas y

equilibradas. A continuación, se describe cada uno de estos componentes y sus requerimientos en los bovinos (Irala, 2011).

a. Materia seca

Generalmente, un bovino suele consumir una cantidad de materia seca en el orden del 2 al 3% de su peso vivo. Los dos tercios de esta materia seca se aportaran en forma de forraje (Irala, 2011).

b. Agua

Las necesidades de agua en los bovinos dependen de una serie de factores como son la edad del animal, su producción, el clima predominante y el consumo de materia seca (Mellado, 2010).

c. Proteínas

Las proteínas son imprescindibles para los animales que se encuentran en crecimiento y producción. En el caso de los bovinos, las necesidades de proteínas se expresan en proteína digestible o PD, estas necesidades rondan los 70-100 gramos de proteínas digestibles por cada kilogramo de materia seca consumida (Mellado, 2010).

d. Fibras

Para estimular la función del rumen, se necesita una cierta cantidad de fibra, los niveles óptimos de fibra son 17 al 22% de ms. Si los valores de fibra en la ración son superiores al 22% la capacidad de consumo de alimento de estos animales se ve seriamente perjudicada. Sin embargo, valores inferiores al 17% perjudican el nivel de grasa de la leche, reduciéndola de forma considerable (Mellado, 2010).

e. Energía

Las fuentes de energía más importantes en la nutrición del ganado son los

carbohidratos y en cierto modo las grasas para algunos casos. Las unidades de la energía digestible necesaria en la ración se expresan en kcal/kg. Hay que tener cierto cuidado en aportar la cantidad de energía adecuada en la ración, ya que si ésta es insuficiente, las bacterias presentes en el rumen de los animales no pueden llegar a convertir las proteínas requeridas en su alimentación, y por lo tanto, se puede producir una disminución en la producción (Mellado, 2010).

f. Vitaminas y minerales

Los requerimientos de vitaminas para los bovinos, las vitaminas A, D y E son las más importantes. Otras vitaminas como la B y la K suelen ser sintetizadas por las bacterias del rumen durante la digestión. Es conveniente saber que aquellos bovinos que son criados en condiciones de una alta exposición solar o que se alimentan de forrajes expuestos al sol no necesitan una aportación suplementaria de vitamina D (Mella, 2017).

En cuanto a los minerales más importantes para los bovinos son el calcio, fósforo, magnesio, sodio, cobre, cobalto, yodo y selenio. También necesitan otros minerales igual de importantes, pero que no se conoce mucho sobre sus requerimientos y deficiencias (Mella, 2017).

5. Alimentación del ganado bovino de engorde

La producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico, está supeditada principalmente a la disponibilidad de forraje y a la cantidad de nutrientes (energía, proteína y minerales), que se aporta a los animales. Generalmente, los pastos tropicales son bajos en energía metabolizable (1,5 Mcal/kgm.s.), la cual es insuficiente para sostener incrementos diarios de peso por encima de los 700.0 g/animal/día. La concentración de proteína es variable y fluctúa con la época del año, encontrándose que es baja (5-7%), cuando existe una abundancia de forraje (época de lluvias), debido a que está diluida en el alto contenido de humedad de los pastos, mientras que en el verano tiende a ser mayor (10-11%), por ser más seco el forraje. La calidad del forraje, no solo influye en los incrementos de peso sino también modifica los patrones de consumo de materia seca y el

comportamiento de los animales en la pradera, principalmente el tiempo de pastoreo, rumia y descanso (Livas, 2018).

Las consideraciones que se deben tener en cuenta en la alimentación de los bovinos productores de carne, son las siguientes:

La alimentación del ganado bovino de engorde está basada en carbohidratos, grasas, proteínas, vitaminas, minerales y agua (Livas, 2018).

Las grasas y los carbohidratos les proporcionan la energía para mantenerse (Livas, 2018).

Las proteínas le ayudan a crecer y a producir carne. Los ingredientes que contienen proteína son: harinas de carne, hueso, pluma, pescado y sangre; granos de avena, cebada, sorgo, maíz o trigo; pastos o leguminosas de calidad, frescas o ensiladas (Livas, 2018).

Los principales minerales que requieren son el calcio, fósforo, sodio, cloro, potasio, manganeso, zinc, hierro y cobre. Las vitaminas más necesarias son la B1, B2, B6, B12, A, D, E y K (Livas, 2018).

El engorde de ganado se desarrolla principalmente sobre campos de pastoreo, ya sean naturales o pasturas de gramíneas y/o leguminosas, según la época del año. Las tasas ideales de crecimiento estarían entre 750 g y 1 kg por día, esta ganancia de peso dará como resultado en la mayoría de los casos, una mayor eficiencia total, por lo que se debe tener presente las dos principales condiciones de la pastura (Gerde, 2011).

Cantidad de pasto: Limita la cantidad de carne que puede ser producida por Ha. Entonces, las alternativas son comprar más campo, aumentar la productividad de la tierra, o hacer rendir más el pasto mediante el uso de alimento suplementario (Gerde, 2011).

Calidad del pasto: Se relaciona con el contenido de humedad, especie y estado vegetativo del pasto. Afectará el consumo voluntario, la aceptación y en su

momento, la tasa de ganancia de peso. La calidad del pasto dependerá del grado de maduración, tasa de fertilidad, nivel de humedad, etc. Este factor, también puede verse afectado por el manejo de las pasturas, como son: rotación y cosecha adecuada (Gerde, 2011).

F. LA CINTA BOVINOMÉTRICA

La cinta bovino métrica es una de las alternativas que nos permite estimar pesos rápidos de los animales en cualquiera de las etapas de producción, está indicado para estimar el peso en vivo de bovinos de engorde y de ganado de leche.

La cinta métrica pesadora contiene datos para pesar cuatro tipos de ganado, por una cara puede pesar ganado cebú y criollo obteniendo el peso en kilos, libras y arrobas, además de obtener el perímetro torácico del animal dado en cm. Por la otra cara obtendrá el peso del ganado de doble propósito y lechero dado en kilos libras y arrobas con el perímetro torácico en pulgadas (Mejía, 2016).

1. Modo de uso

Para calcular el peso de los animales en vivo, tenga en cuenta que el animal debe estar desestresado, bien parado en sus cuatro extremidades y la persona que lo pese debe ser reconocida por el animal. Ej. Mayordomo, personal encargado, revise la cinta y escoja cuál de las tablas necesita según la raza del ganado que vaya a pesar. Coloque la cinta alrededor del cuerpo del animal, utilice las argollas que tiene la cinta en cada extremo, primero la punta que tiene la línea de los ceros y pásela por encima del dorso del animal, deje que caiga sujete ese extremo de la cinta y ajústela (Mejía, 2016).

2. Ubicación de la cinta

Se debe ubicar exactamente detrás de las extremidades anteriores del animal a la altura de la cruz, nunca en la barriga se debe tener cuidado que la cinta no se doble en ningún momento (Inalmet, 2014). Para tomar el peso ajuste la cinta ayudado de las argollas, ubique la línea de los ceros y vuelva a ajustarla donde

indique la línea de los ceros, la cinta le dará el peso aproximado en kilos, libras y arrobas. La cinta bovina es un excelente artículo promocional, los laboratorios de medicina veterinaria, almacenes veterinarios, agropuntos y demás instituciones relacionadas con la ganadería, han escogido la cinta como un medio publicitario dando un excelente resultado en sus campañas, (Inalmet, 2014).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrolló en la finca del señor Heriberto Carreño, ubicada en el cantón Taisha, provincia de Morona Santiago

Las condiciones meteorológicas del cantón Taisha, se indican en el cuadro 1.

Cuadro 1. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE TAISHA.

PARÁMETRO	PROMEDIO ANUAL
Temperatura (°C)	28
Humedad atmosférica (%)	75
Precipitación (mm/año)	2000
Altura (msnm)	510

Fuente: Municipio del cantón Taisha-Morona Santiago. (2016).

El experimento tuvo una duración de 60 días, iniciándose con la adecuación de las instalaciones, selección de animales (vacas), determinación de potreros, suministro de sal mineral, con la adición del mineral traza cobalto solumin, y toma de datos para el análisis.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó 20 vacas charoláis mestizas, obtenidas mediante la cruce con la raza santa gertrudis, en etapa de producción, y con un peso promedio de 473,85 kg.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación se distribuyen de la siguiente manera:

1. **Materiales**

- 20 Vacas Charoláis mestizas.
- Cinta bovino métrica.
- Balanza.
- 20 aretes numerados.
- 20 comederos.
- 20 bebederos
- Mesas.
- Sogas
- Guantes.
- Mandil.
- Botas de caucho.
- Alambre.
- Valdez.
- Letreros.
- Mascarilla.
- Escobas.
- Pala.
- Materiales de oficina.

2. **Equipos**

- Bomba de mochila
- Equipo de limpieza.
- Equipo de desinfección.
- Equipo de sanidad animal.

3. **Insumos**

- Cobalto Solumin.
- Forraje verde.
- Sal mineral.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con tres tratamientos a base de los niveles de cobalto solumin (5g, 10g y 15g), para ser contrastado con un tratamiento testigo. Se aplicó un diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), contando de 5 repeticiones con un tamaño de unidad experimental de 1 vaca por repetición y un total de 20 animales, en función del siguiente modelo lineal aditivo.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.
 μ = Media general.
 T_i = Efecto de los tratamientos (Niveles de Cobalto Solumin).
 β_j = Efecto de los bloques.
 ϵ_{ij} = Efecto del error.

1. Esquema del Experimento

En el cuadro 2, se describe el esquema del experimento, utilizado en vacas charoláis mestizas mediante la aplicación de cobalto solumin.

Cuadro 2. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamientos	Código	Bloques	TUE	Anim/Trat
Testigo: 100% sal mineral (100g)	T0	5	1	5
100% sal mineral (100g) + 5% cobalto solumin (5g)	T1	5	1	5
100% sal mineral (100g) + 10% cobalto solumin (10g)	T2	5	1	5
100% sal mineral (100g) + 15% cobalto solumin (15g)	T3	5	1	5
Total de vacas				20

T.U.E: Tamaño de la Unidad Experimental

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a ser evaluadas durante el experimento fueron:

1. Medidas de campo

- Peso inicial, kg.
- Peso final, kg.
- Condición corporal.
- Ganancia de peso, kg.
- Conversión alimenticia.

2. Económicos

- Relación beneficio costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos, junto al esquema para el (ADEVA), cuadro 3.

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias por Tukey, con una significancia de $P \leq 0,01$ y $0,05$.
- Análisis de regresión y correlación.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente Variación	Grados Libertad
Total	19
Tratamiento	3
Bloques	4
Error experimental	12

Fuente: Carreño, M. (2017).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. De campo

a. Selección de animales

Se realizó una selección de 20 vacas charoláis mestizas, con un peso promedio de 473,85 kg, una edad promedio de 26 a 34 meses durante el ensayo, los animales fueron establecidos en iguales condiciones tanto de sanidad y dotación alimenticia.

b. Disposición de los animales en cada tratamiento

- Se estructuró cuatro grupos cada uno con cinco animales, en forma homogénea tanto en edad y peso.
- Cada uno de los tratamientos se identificó de acuerdo a la codificación designada en el esquema del experimento.
- Los grupos de animales se mantuvieron dentro del tratamiento durante 60 días.
- Al tratamiento T0 testigo no se le proporcionó cobalto solumin solamente sal mineral 100%(100g) diarios/vaca/día, al tratamiento T1 se le suministró sal mineral 100%(100g) y se adicionó cobalto solumin 5%(5g) diarios/vaca/día, al tratamiento T2 se le suministró sal mineral 100%(100g) y se adicionó cobalto solumin 10%(10g) diarios/vaca/día y finalmente al tratamiento T3 se suministró sal mineral 100%(100g) y se adicionó cobalto solumin (15%) (15g) diarios/vaca/día.

c. Manejo alimenticio

En cuanto al aspecto de alimentación cuadro 4, todas las vacas, a parte del cobalto solumin + la sal mineral, consumieron pasto gramalote y agua. La sal mineral + el aditivo se les administró todos los días, en horas de la mañana (siete a ocho de la mañana) y se procedió a tomar los datos cada 15 días. En el cuadro 5 se indica la composición bromatológica del pasto gramalote.

Cuadro 4. ALIMENTACIÓN DE LAS VACAS ENTRE 26 A 34 MESES DE EDAD.

Tratamiento	Dieta diaria
T0	100% sal mineral (100 g)
T1	100% sal mineral (100g) + 5% Cobalto Solumin (5g)
T2	100% Sal mineral (100g) +10% Cobalto Solumin(10g)
T3	100% Sal minera I(100g) + 15% Cobalto Solumin(15g)

Fuente: Carreño, M. (2017).

Cuadro 5. COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL PASTO GRAMALOTE *Axonopus Scoparius*.

Nutrientes	Contenido
Materia Seca, %	17,37
Proteína bruta, %	3,88
Fibra cruda, %	27,55
Extracto etéreo, %	1,28
Cenizas, %	9,56
Extracto no nitrogenado, %	57,72

Fuente: AGROLAB. (2017).

d. Programa Sanitario

Previo al inicio del trabajo experimental, los bovinos fueron desparasitados y vitaminados con la finalidad de que todos los animales se encuentren en las mismas condiciones sanitarias.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Peso inicial y final, kg

Se determinó con una cinta bovino métrica, ubicando a la altura de la cruz, los pesos se expresaron en kg.

2. Ganancia de peso, kg

Se realizó con la ayuda de una cinta bovino métrica, al inicio del ensayo y luego cada 15 días. Los datos de peso fueron expresados en kg PV/vaca.

La fórmula empleada para determinar la ganancia de peso fue la siguiente:

$$\text{Ganancia de Peso (GP)} = \text{peso final (kg)} - \text{peso inicial (kg)}$$

3. Condición corporal

La evaluación se realizó en tres ocasiones, inicio, mitad y final del ensayo en forma visual y en base a una escala de clasificación existente para este fin, cuadro 6.

Cuadro 6. ESCALA DE CONDICIÓN CORPORAL.

Condición Corporal	Significado
1	Muy flaca
2	Flaca
3	Moderada
4	Gorda
5	Obesa

4. Conversión alimenticia

Se determinó mediante la relación entre el consumo de alimento total sobre el peso final obtenido. En la siguiente fórmula.

$$\text{Índice de conversión alimenticia (ICA)} = \frac{\text{Alimento consumido (kg)}}{\text{Peso final} - \text{peso inicial (kg)}}$$

4. Consumo de alimento

El consumo de alimento se determinó en base al peso del animal, y considerando un consumo diario de materia seca del 3% del peso vivo del bovino.

5. Análisis económico

El cálculo del análisis económico se determinó mediante el indicador económico Beneficio/Costo a través de la siguiente expresión.

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Ingresos totales}}{\text{Egresos Totales}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN.

Luego de la evaluación estadística por la prueba de Tukey en los datos tomados durante la investigación se detallan los siguientes resultados en el cuadro 7.

1. Peso inicial, kg

En la evaluación de la variable peso inicial de las vacas charoláis mestizas, evaluadas con diferentes niveles de cobalto solumin, en las dietas diarias, se registraron pesos cuyas medias fueron de 467,40kg T0 (0 gramos); 480,20kg T1 (5 gramos); 501,00 kg T2 (10 gramos); 446,80 kg T3 (15 gramos), lo cual demuestra que las unidades experimentales fueron homogéneas, y al mismo tiempo se corrobora que en la ejecución de la investigación no se afectó ni favoreció a ningún tratamiento.

Suarez (2011), indica que al emplear diferentes niveles de ensilaje de banano en ganado de engorde explotados en la zona del trópico inicia su investigación con un peso promedio de 465,56 kg; Moreno, (2009), menciona que al experimentar con animales en el subtrópico inicia sus trabajos con pesos promedios 472,35 kg, lo que demuestra que los datos son similares a los de la presente investigación.

2. Peso final, kg

En relación al peso final de las vacas charoláis mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto solumin, en la etapa de lactancia, se registraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,01$) entre los tratamientos T2(10 gramos y T3 15 gramos) con valores de 515,60 Kg y 460,40 Kg respectivamente; Los tratamientos T0, T1 y T2, no reportaron diferencias estadísticamente significativas, registrando el mayor valor el tratamiento T2 con 515,60 Kg, y el menor valor el tratamiento T0, con 478 kg.

Cuadro 7. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN EN LA DIETA DIARIA.

Variable	Niveles de Cobalto Solumin, g				E.E	Prob.
	T0(0)	T1 (5g)	T2 (10g)	T3 (15g)		
Peso inicial, kg.	467,40 a	480,20 a	501,00 a	446,80 a	13,18	0,0576
Peso final, kg.	478,00 ab	507,40 ab	515,60 a	460,40 b	12,71	0,0215
Ganancia de peso, kg.	10,60 b	27,20 a	14,60 b	13,60 b	1,78	<0,0001
Condición corporal inicial	2,60 a	2,60 a	2,00 a	2,00 a	0,23	0,1236
Condición corporal final	2,40 a	3,60 a	2,80 a	3,00 a	0,30	0,0693
Conversión alimenticia.	92,78 a	31,55 b	61,04 ab	58,75 ab	10,15	0,0044
Consumo de alimento, kgMs	830,05 a	844,81 a	852,04 a	769,06 a	23,13	0,0773

E.E.: Error Estándar.

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Medias con letras iguales en una misma fila no difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey

Determinando de esta manera que el mayor peso final se obtuvo con la utilización de 10 gramos de cobalto solumin en las vacas charoláis mestizas, quizás esto se deba a que los minerales principalmente el cobalto tiene como principal función la integración de la molécula de la vitamina B12, también llamada cianocobalamina, de manera que la falta de cobalto ocasiona los mismos síntomas que el déficit de vitamina B12, la misma que es crucial para mantener un sistema nervioso sano y una carencia crónica puede causar síntomas neurológicos. En los becerros esto incluye letargia y regresión del desarrollo o retardo, irritabilidad, pérdida del apetito, etc. Y en adultos los primeros síntomas son las heridas o llagas en la lengua, debilidad, estremecimiento (Flower, 2018).

Suarez (2007), indica que al emplear diferentes niveles de rechazo de banano en vacas en producción alcanzó un peso final de 448,78 kg; Soto (1998), indica que al suplementar a vacas brahmán con diferentes niveles de minerales en la dieta logró alcanzar su mayor peso final de $368,93 \pm 43,51$ kg; lo que demuestra que la suplementación a base de cobalto mejora parámetros productivos en los animales además de ser un colaborador en la asimilación de otras vitaminas.

Moreno (2009), menciona que al alimentar vacas en producción con una dieta energética de jabón cálcico alcanza un peso final de 495,71 kg que guardan relación con los de la presente investigación; corroborando de esta manera que el cobalto es uno de los minerales que está en el centro de la estructura molecular de la vitamina B12. Así por la intermediación de esta, el cobalto interviene en muchas reacciones biológicas incrementando la producción de timidina siendo esta utilizada como medida de síntesis de DNA y crecimiento celular (Burriel, 2015).

Mediante el análisis de regresión, (gráfico 1), se identifica una tendencia lineal cuadrática altamente significativa ($p < 0,01$), donde se aduce que el peso final al finalizar la investigación decrecimiento en 0,846 kg; por cada nivel de cobalto solumin en la dieta diaria de las vacas, considerando que al emplear niveles intermedios de 5 a 10 gramos de cobalto existe un incremento en el peso final de 11,798 kg, iniciando con un intercepto de 475,89 kg. Además el coeficiente

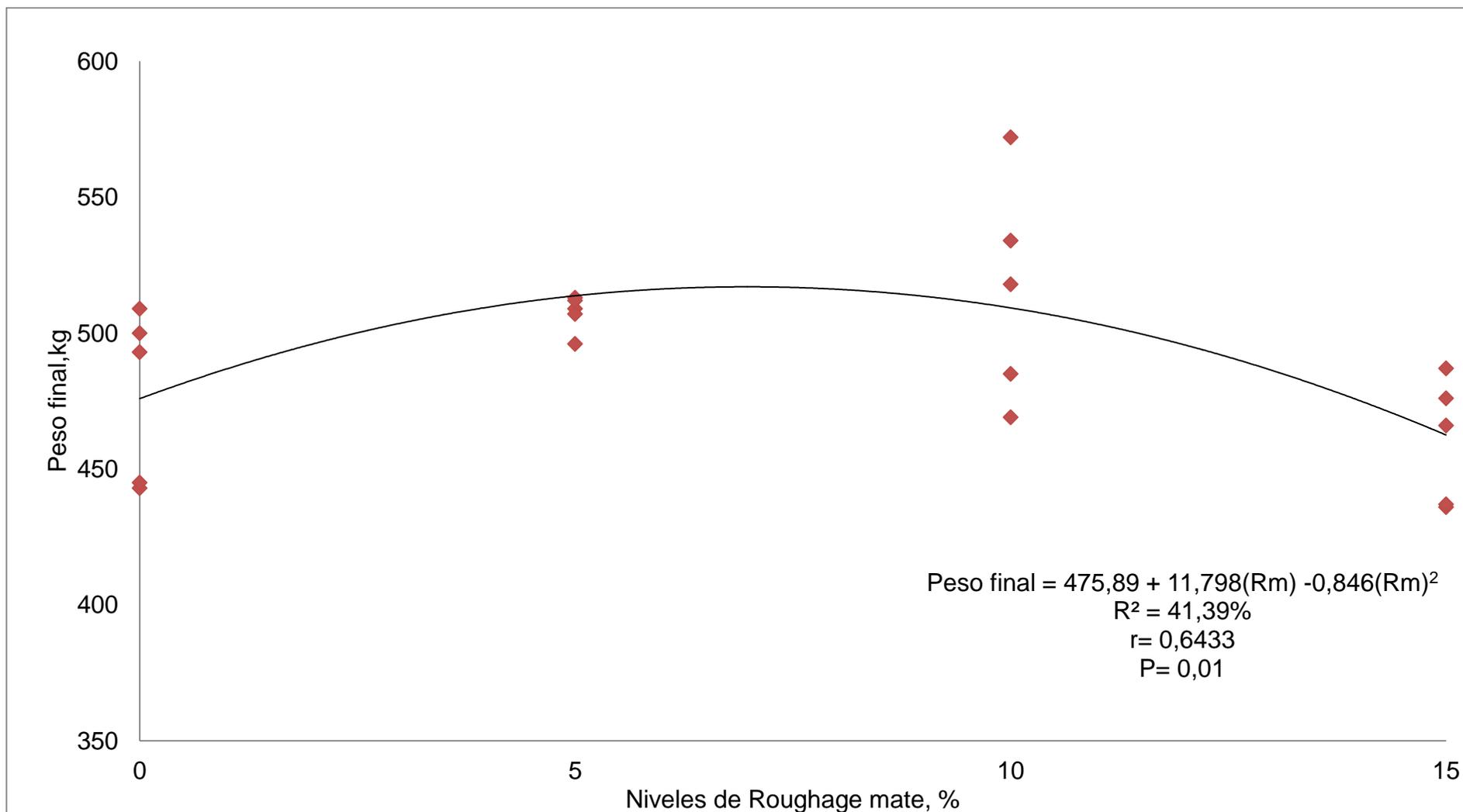


Gráfico 1. Análisis de regresión del peso final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

de determinación fue de 41,39%; y se evidenció una correlación alta positiva correspondiente a $r = 0,6433$. A continuación se describe la ecuación utilizada.

$$\text{Peso final} = 475,89 + 11,798(Rm) - 0,846(Rm)^2$$

3. Ganancia de peso

Con relación a la ganancia de peso, se registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), entre los tratamientos, obteniendo la mayor ganancia de peso al finalizar la investigación el T1 (5 gramos cobalto solumin) con 27,20 kg; y el menor incremento de peso el T0 (0gramos) con 10,60 kg, con un error estándar de $\pm 1,78$ kg entre las medias.

Mostrando que existe un decremento en los animales del tratamiento testigo, mientras que con el uso de 5 gramos de cobalto solumin se incrementa la ganancia de peso, posiblemente esto se deba a la importancia del cobalto en la asimilación de la vitamina B₁₂. Gioffredo (2015), indica que la vitamina B₁₂ está involucrada en el metabolismo energético y proteico, de allí que una deficiencia de cobalto en la dieta, sea similar a la de una mala nutrición en general o a una parasitosis interna, especialmente en los rumiantes en crecimiento. La concentración de cobalto de las leguminosas es mayor que el de las gramíneas, cuando crecen en un mismo tipo de suelo. Este mayor contenido en minerales ofrece una explicación al hecho de que los animales prefieran los tréboles (leguminosas). Se sospecha de una deficiencia de cobalto en becerros en crecimiento, en aquellos animales que al llegar al verano dejan de desarrollarse, a pesar de que hayan sido sometidos a una desparasitación interna.

Borja (2014), indica que al trabajar en el engorde de novillos brahmán mestizos con diferentes niveles de zeranol en la zona de Santo Domingo alcanzó una ganancia de peso de 18 kg; Moreno (2009), reporta un incremento de 6,2 kg, con una alimentación energética de jabón cálcico. Suarez (2011), añade que al emplear diferentes niveles de ensilaje de banano alcanza una ganancia de peso de 4 kg en el periodo de evolución, siendo datos inferiores a los presentados en la presente investigación a lo que se puede acotar que el cobalto es un producto que

mejora la absorción de nutrientes haciendo que las vacas ganen mayor peso.

Mediante el análisis de regresión que se determinó el peso final (kg), se aprecia una tendencia cubica altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 10,6 kg; inicialmente el peso se incrementa al incluir en la dieta hasta los 5 gramos de cobalto para posteriormente descender con la inclusión de mayores niveles de cobalto es decir de 10 gramos, como se ilustra en el gráfico 2, con un coeficiente de determinación $R^2 = 76,1 \%$; mientras tanto que el 23,90 % restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, además se aprecia un coeficiente de correlación $r = 0,8727$, que es un indicativo de una relación positiva alta entre las variables evaluadas, la ecuación de regresión para el peso que se utilizó fue:

$$\text{Ganancia de peso} = 10,6 + 8,96(Rm) - 1,4(Rm)^2 + 0,0544(Rm)^3$$

4. Condición corporal inicial

La evaluación estadística de la condición corporal de las vacas charoláis mestizas no registró diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ($P > 0,05$), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto solumin sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el grupo de animales del T0 (0 gramos) y T1 (5 gramos de cobalto solumin), ya que las medias fueron de 2,60 puntos sobre 5 de referencia es decir animales con una condición corporal estable; ni flacas ni gordas, en la actualidad para el ganado lechero en la escala de 5 puntos; 1 corresponde a una vaca extremadamente flaca y 5 una con excesivos depósitos grasos y el ideal es 3 puntos (Saborío, 2013).

5. Condición corporal final

La valoración de la condición corporal final de las vacas charoláis mestizas, no reportó diferencias altamente significativas entre las medias por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto solumin en la dieta de los animales por lo tanto al realizar la separación de medias según Tukey ($P < 0,01$), se determinó

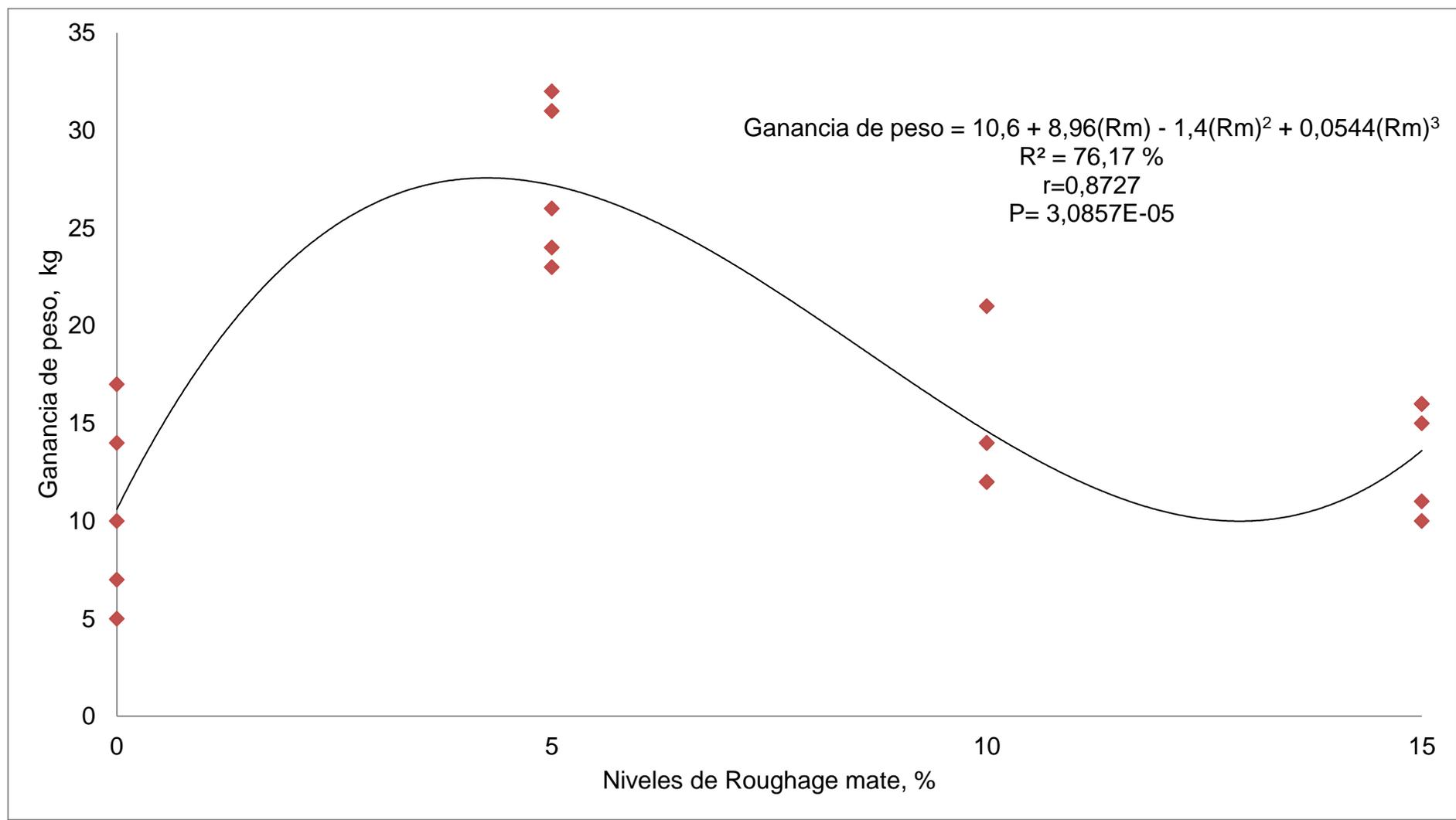


Gráfico 2. Análisis de regresión de la ganancia de peso, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

las diferencias únicamente numéricas siendo las respuestas más altas en el T1(5 gramos de cobalto solumin), con 3,60 puntos es decir una muy buena condición corporal; mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas en las vacas del T0(0gramos), con 2,40 puntos, como una desviación estándar de $\pm 0,30$ puntos.

Por lo tanto la aplicación de cobalto solumin mejora la condición corporal de los animales, lo que sustenta Viglierchio (2014), que el parámetro de condición corporal es un sistema que clasifica a las vacas según la apreciación visual y palpación manual de su nivel de reservas corporales. Existiendo una alta correlación entre la clasificación de condición corporal y el porcentaje de grasa corporal de una vaca. La condición corporal y sus cambios, son el mejor indicador de las reservas nutricionales de una vaca. Son un mejor indicador que el peso vivo o cambios en el peso vivo, debido a las diferencias del peso fetal y llenado de rumen, que inciden en los cambios de pesos. La mayoría de las fallas reproductivas se pueden asociar con nutrición inadecuada y falta de estado corporal. Es decir sin la suficiente cantidad de grasa corporal las vacas no se preñarán, además existe un mecanismo no del todo comprendido por el cual la vaca, no entra en celo si no cuenta con suficiente reservas de energía como para mantener el feto, por lo expuesto se asume que es de gran importancia la administración de cobalto ya que este químicamente permite cumplir con los requerimiento nutricionales para mejorar su condición corporal además de mejorar la asimilación de nutrientes.

6. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia durante la etapa de evaluación en vacas charoláis mestizas, presentó diferencias estadísticas significativas ($P > 0,01$), entre los tratamientos bajo el efecto de la inclusión de los diferentes niveles de cobalto solumin, obteniendo una conversión alimenticia más eficiente en los animales a los cuales se suministró 5 gramos de cobalto solumin (T1), con 31,55 puntos para reportar en las vacas alimentadas con la adición del 0 gramos de cobalto solumin la mayor conversión alimenticia de 92,78 puntos siendo el tratamiento menos eficiente en esta variable.

Observándose que con la utilización de 5 gramos de cobalto solumin se obtiene la menor conversión alimenticia de 31,55 puntos, lo que nos demuestra que una vaca charoláis mestiza necesita aproximadamente 31,55 kg de alimento para producir un kg de carne; a lo que se puede demostrar que el suministro de cobalto a las bacterias ruminales sin importar la dieta, a diferencia del carbonato de cobalto que es insoluble y se sedimenta rápidamente en el fondo del rumen. Cobalto solumin aumenta la digestibilidad de la fibra, porque el cobalto que proporciona a las bacterias las hace más productivas. Durante la descomposición de la fibra de la dieta, las bacterias ruminales producen vitamina B12 y ácidos grasos volátiles (AGV), que incluyen al propionato, (Ralco Animal Nutrition, 2010).

Datos que al ser contrastados con los publicados por Dávalos (2015), alimentando a los animales con diferentes niveles de afrecho de maíz alcanzó su menor conversión alimenticia de 12,31 siendo inferior a los de la presente investigación, pero superiores a los reportados por Soto (2011), que en su investigación con ganado Brahmán alcanzó una conversión alimenticia de 35,82 puntos en el segundo tercio de lactancia, a lo que se puede decir que cuando, la vitamina B12 y el propionato se transportan al hígado, el proceso de la gluconeogénesis crea glucosa, lo que produce energía que el ganado necesita para desempeñarse, (Ralco Animal Nutrition, 2010).

El análisis de regresión para la producción total, (gráfico 3), fue una línea de tendencia cubica ($P < 0,01$), partiendo de un intercepto de 92,78 puntos, que al incrementar los niveles de 0 a 5 gramos de cobalto decremento la conversión alimenticia en 29,48 puntos, seguido por un aumento de 4,26 en la conversión cuando se emplea de 5 a 10 gramos de cobalto para finalmente con niveles superiores a 10 gramos disminuye el índice de conversión alimenticia en 0,16 puntos, con una dependencia a los niveles de cobalto solumin en un 53,30 %; mientras que el 46,70 % restante depende de otros factores no considerados en la investigación, el coeficiente de correlación $r = 0,73$; lo que indica una asociación positiva alta, la ecuación de regresión fue:

$$\text{Conversión alimenticia} = 92,784 - 29,484(\text{Rm}) + 4,2641(\text{Rm})^2 - 0,1633(\text{Rm})^3$$

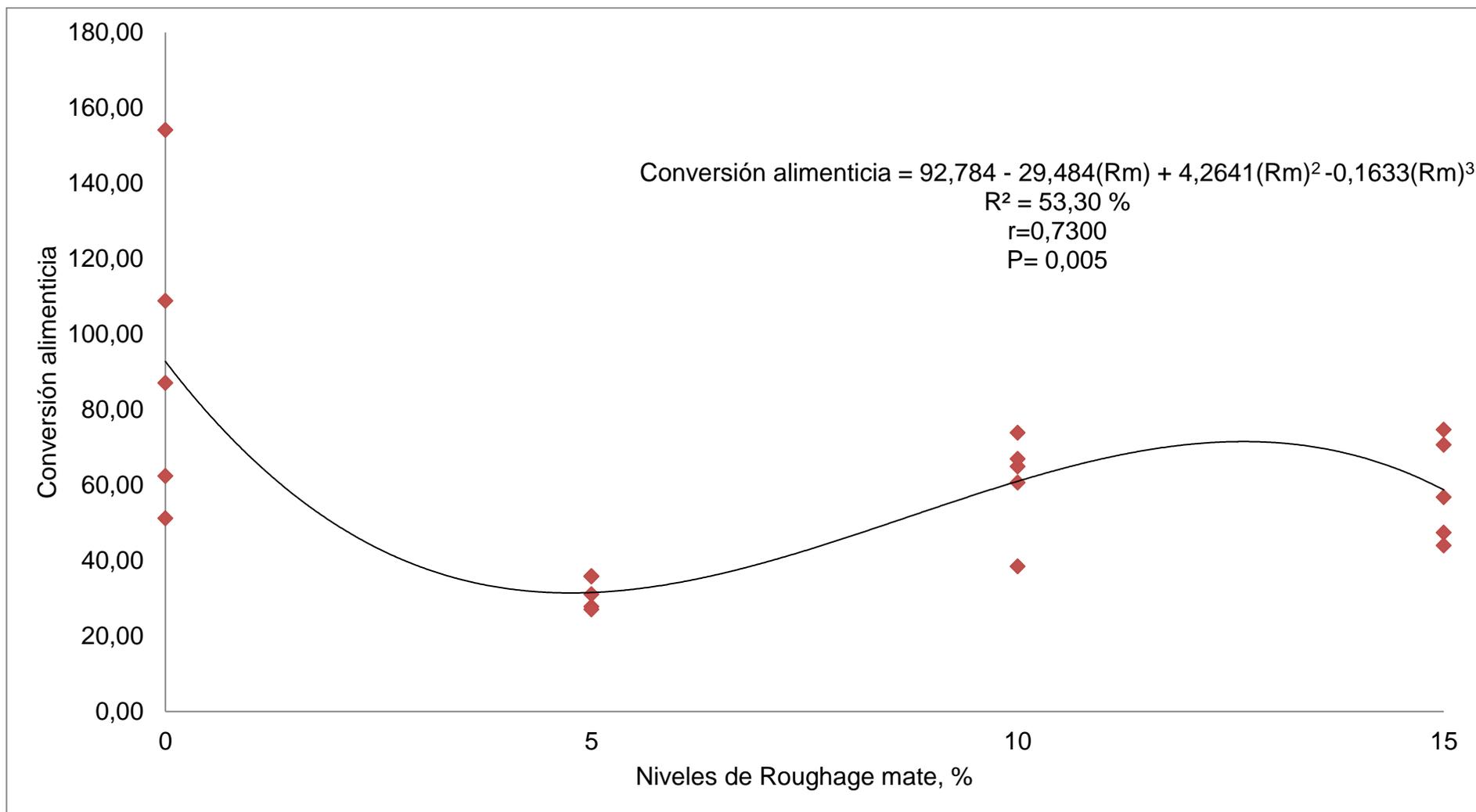


Gráfico 3. Análisis de regresión de la conversión alimenticia, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

7. Consumo de alimento, kg Ms

La evaluación estadística del consumo de materia seca del trabajo de investigación, no reportó diferencias estadísticas entre las medias ($P > 0,05$), por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas de los tratamientos T2 y T1 (10 y 5 gramos de cobalto solumin), ya que las medias fueron de 852,04 y 844,81 kg Ms, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del T3 (15 gramos cobalto solumin), con medias de 769,06kg Ms.

Jiménez, et al. (2015), señala que la alimentación de ganado bovino tiene mayor influencia o incide en el alto costo del sistema de producción, la suplementación mineral ha representado la mayor inversión ya que de esto dependerá la asimilación de nutrientes y el aprovechamiento de la fecundidad y fertilidad, el uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en las pre mezclas ha incrementado en varias situaciones la performance productiva y reproductiva así como también ha disminuido las cantidades de células somáticas en la leche comparada con el suministro de minerales en forma inorgánica, actualmente se vienen utilizando zinc, selenio y cobalto en forma orgánica como parte de la pre mezcla de las raciones de vacas de alta producción en los cuales se ha demostrado un incremento en la performance productiva y fertilidad de los animales, ya que si el cobalto orgánico posee un balance anión-cation, adecuado, que controla el balance de calcio, fósforo y magnesio, y por ende la absorción apropiada de nutrientes, que se reflejara en la producción de leche, ya que el consumo en materia seca es mayor, es decir absorbe un porcentaje mayor de los nutrientes de la dieta.

B. ANALISIS ECONÓMICO EN LAS VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE LOS DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN EN LAS DIETAS DIARIAS.

En la finca del señor Heriberto Carreño, ubicada en el cantón Taisha provincia de Morona Santiago se aprecia que los egresos producto de la compra de vacas,

alimento, aditivos, servicios básicos entre otros para cada uno de los tratamientos fueron de 3146,60 dólares para el grupo control; 3153,64 dólares para la inclusión de 5 g de cobalto solumin; seguido de 3160,14 dólares para el tratamiento con la adición en la dieta de 10 g de cobalto solumin y finalmente 3160,33 dólares en el lote de producción del tratamiento con el empleo de 15 g de cobalto solumin.

Dentro del estudio económico de la producción vacas charoláis mestizas, alimentadas con pastoreo, sales minerales y con la adición de diferentes niveles de cobalto solumin, se determinaron los costos incurridos en cada uno de los tratamientos y durante el proceso productivo de vacas productoras de carne, representados por los rubros consumo de forraje, consumo de sales minerales, cobalto solumin, sanidad, servicios básicos, depreciación de instalaciones y equipos, finalmente mano de obra, en tanto que los ingresos estuvieron representados por, cotización de kg de peso vivo. Es así que la mayor rentabilidad para la producción se determinó mediante la suplementación alimenticia de vacas charoláis mestizas con 10 gramos de cobalto solumin, con un indicador de beneficio/costo de 2,12 USD, lo que se traduce en una rentabilidad de 1,12 USD, por cada dólar invertido en el proceso de producción, (cuadro 8).

Cuadro 8. ANÁLISIS ECONÓMICO EN VACAS CHAROLÁIS MESTIZAS, POR EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE COBALTO SOLUMIN.

Detalle	Unidad	Costo	Cantidad	Niveles de cobalto solumin			
				0g	5g	10g	15g
Precio de los animales	\$	600	5	3000,00	3000,00	3000,00	3000,00
Consumo de forraje kgMs	kg			830,05	844,81	852,04	769,06
Costo de forraje en materia seca	kg	0,07		58,10	59,14	59,64	53,83
Sal mineral	kg	1,15	30	34,5	34,5	34,5	34,5
Consumo de Roughage mate	kg			0,00	1,5	3	4,5
Costo de Roughage mate	\$	4		0,00	6	12	18
Sanidad	Varios	0,8	5	4	4	4	4
Mano de obra	Varios	10	5	50	50	50	50
TOTAL EGRESOS				3146,6	3153,64	3160,14	3160,33
Peso de los animales	kg			478,00	507,40	515,60	460,40
Venta de animales	\$	2,6	5	6214,00	6596,20	6702,80	5985,20
Venta de bovinaza	\$	1	4	4	4	4	4
TOTAL INGRESOS				6218,00	6600,20	6706,80	5989,2
BENEFICIO/COSTO				1,97	2,09	2,12	1,89

V. CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados obtenidos en las vacas charoláis mestizas en producción, con diferentes niveles de cobalto solumin se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La variable peso final de las vacas registra los resultados más altos en el T2 (10 gramos de cobalto solumin) con 515,60kg, lo que demuestra que éste mineral si incide en el desarrollo y amplitud ósea lo cual es beneficioso que ayudará a tener partos sin complicaciones.
2. La condición corporal al ser evaluada en esta investigación, presentó su mejor condición corporal en el T1 (5 gramos de cobalto solumin.), puesto que alcanzaron una puntuación de 3,60 puntos, que determina una calificación moderada, es necesario considerar que si se registra puntajes bajos tendremos deficiencias nutricionales y si sobre pasamos el óptimo aparecerán problemas por obesidad o exceso de depósitos de grasa.
3. El consumo de materia seca no identificó diferencias estadísticas entre las medias sin embargo se observa los consumos más altos en las vacas del T2(10 gramos de cobalto solumin), pero considerando con la relación de ganancia de peso no guarda relación ya que para el incremento de peso el mejor tratamiento fue el T1(5 gramos de cobalto solumin) con un valor de 27,20 kg de ganancia de peso al finalizar el trabajo experimental, además que esta relación nos permitirá obtener el índice de conversión alimenticia que será el parámetro de eficiencia en el hato siendo este de 31,55 puntos en el T1 (5 gramos de cobalto solumin).
4. La evaluación económica determinó los resultados más adecuados en las vacas del T2 (10 gramos de cobalto solumin), ya que el valor fue de 2,12 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 112 %, que es muy interesante, especialmente porque las vacas proveen de leche un alimento diario en los hogares y alta calidad nutricional de su carne.

VI. RECOMENDACIONES

Luego de analizar las diferentes variables productivas en las vacas charoláis mestizas, con la utilización de diferentes niveles de cobalto solumin en las dietas, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda utilizar 5 gramos de cobalto solumin en la dieta de vacas charoláis mestizas ya que se va incrementando gradualmente la ganancia de peso, por lo tanto se aprecia el aumento en la eficiencia del índice conversión alimenticia por vaca, considerando que esto no solo dependerá del manejo si no también influye el aspecto genético, ambiental y sobre todo al manejo en la alimentación.
- Continuar con el estudio de la adición de cobalto solumin en el alimento de las vacas charoláis mestizas, en las diferentes fases de lactancia, a más de evaluar la eficiencia de cobalto solumin como coadyuvante en la digestibilidad de los alimentos con muestras in vitro.
- Difundir los resultados obtenidos en la presente investigación, a nivel de grandes, medianos y pequeños ganaderos, para que se aproveche la utilización de cobalto solumin en la dieta, siendo un mineral soluble en el rumen y es rápidamente utilizado por los microorganismos lo cual mejora la digestibilidad y eficiencia de la fibra, por lo tanto es recomendable ya que las vacas incrementan el consumo en materia seca y la calidad de la carne también se ve mejorada significativamente.

VII. LITERATURA CITADA

1. Adsuara, T. (2016). *El cobalto, un oligoelemento esencial para los rumiantes*. Recuperado el 12 de noviembre del 2017. Disponible en <https://nutricionanimal.info/el-cobalto-un-oligoelemento-esencial-para-los-rumiantes/>
2. Álvarez, J. (2013). *Bioquímica nutricional y metabólica del bovino en el trópico*. Recuperado el 10 de noviembre del 2017. Disponible en la página [web: https://books.google.com.ec/books?id=Noc2neOIRhkC&pg=PA87&lpg=PA87&dq=metabolismo+del+cobalto+en+ruminantes&source=bl&ots=Te yoNPD8hT&sig=vchP5StzuMhU_LC9oofF5kDToe4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjh_avRpMfYAhXBzIMKHVw_A5YQ6AEIWjAl#v=onepage&q=metabolismo%20del%20cobalto%20en%20ruminantes&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=Noc2neOIRhkC&pg=PA87&lpg=PA87&dq=metabolismo+del+cobalto+en+ruminantes&source=bl&ots=Te yoNPD8hT&sig=vchP5StzuMhU_LC9oofF5kDToe4&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjh_avRpMfYAhXBzIMKHVw_A5YQ6AEIWjAl#v=onepage&q=metabolismo%20del%20cobalto%20en%20ruminantes&f=false).
3. Bavera, G. (2012). *Razas bovinas continentales. Razas continentales francesas charoláis*. Recuperado el 10 de noviembre del 2017. Disponible en [http://www.produccion animal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_produccion_bovina_de_carne/7B-09-Capitulo-IX-Razas-Continental.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/a_curso_produccion_bovina_de_carne/7B-09-Capitulo-IX-Razas-Continental.pdf)
4. Burriel, L. (2015). *Estructura y propiedades de los ácidos nucleicos*. Recuperado el 01 de diciembre del 2017. Disponible en https://www.uv.es/tunon/pdf_doc/AcidosNucleicos_veronica.pdf
5. Chávez, L. (2013). *La ganadería en Ecuador- producción ganadera en Ecuador*. Recuperado el 15 de noviembre del 2017. Disponible en <http://ganaderiaecuador.blogspot.com/>.
6. Church, C. (2013). *El rumiante. Fisiología digestiva y nutrición*. Zaragoza - España: Acribia. p. 392.
7. Escobar, D. (2002). *Uso de los bloques multinutricionales en la alimentación de bovinos. Aspectos productivos*. Recuperado el 12 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://dferescobar@yahoo.com>.

8. Flower, B. (2018). *Genetics defects of folate and cobalamin metabolism*. Eur J Pediatr; 153(Suppl 2):S60-6.
9. Gerde, H. (2011). *Alimentación y manejo de novillos sobre pastura*. Recuperado el 15 de noviembre del 2017. Disponible en <http://www.zoetecnocampo.com>.
10. Irala, A. (2011). *Uso de aditivos en alimentación del ganado bovino*. Recuperado el 8 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/nutricion/articulos/uso-aditivosalimentacionganado-t3227/141-p0.htm>.
11. Jarrin, A. (2010). *Amplitud del ganado bovino en las zonas tropicales y subtropicales del Ecuador para la bioconversión de productos*. Recuperado el 10 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/bitstream/28000/1011/1/T-SENESCYT-0217.pdf>
12. Jiménez, R., Domínguez, P., & Galindo, F. (2015). *Clasificación de la condición corporal del ganado*. Recuperado el 9 de noviembre del 2017. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4358/Clasificaci%C3%B3n%20de%20la%20condici%C3%B3n%20corporal%20del%20Ganado.pdf?sequence=1>
13. León, V. (2006). *Aspectos básicos para la alimentación del ganado bovino I*. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 68.
14. Leroy, A. (2003). *Cría racional del ganado lechero*. Trad. Por José Mario Soller y Coli. Barcelona - España: GEA. pp. 454-457.
15. Livas, F. (2018). *Experiencias en producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico*. Bovinos productores de carne. Centro de enseñanza, investigación y extensión en ganadería tropical (CEIEGT). FMVZ-UNAM. Recuperado el 8 de noviembre del 2017. Disponible en <http://www.fmvz.unam.mx>.

16. Márquez, J. (2015). *Generalidades de la ganadería bovina*. Recuperado el 5 de noviembre del 2017. Disponible en <http://generalidadesdelaganaderiabovina.blogspot.com/2012/10/charolais.html>
17. Mella, C. (2017). *Suplementación de vacas de alta producción*. Recuperado el 5 de noviembre del 2017. Disponible en <http://www.suplementaciondevacaslecherasaltaproduccion/apastore.pdf>
18. Mellado, M. (2010). *Producción de leche en zonas templadas y tropicales*. (1ª. ed.). Vol. I. México: Trillas.
19. Mejía, N. (2016). *Predicción, del peso vivo en ganado bovino, a partir de mediciones corporales*. Recuperado el 2 de noviembre del 2017. disponible en http://www.mag.go.cr/rev_meso/v07n02_073.pdf
20. Miller, E., Lei, X., & Ullrey, D. (2011). *Micronutrientes in Agriculture*. Trace Elements in Animal Nutrition (Chapter 16). (2ª. ed.). Soil Science Society of America, Inc. Madison – Wisconsin - USA. pp. 632-636.
21. Moreno, M. (2009). *Evaluación de tres niveles energéticos con jabón cálcico en el crecimiento y condición corporal en vacas holstein friesian, Tumbaco, Pichincha*. (Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo). Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito. p. 43.
22. Piñeros, G. (2006). *Producción pecuaria. Enciclopedia agropecuaria Terranova*. Bogotá - Colombia: Terranova. p. 14.
23. Preston, T., & Leng, D. (2011). *Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico*. Consultoría para el desarrollo integrado en el trópico (CONDRIT). Cali - Colombia. pp. 249-253.
24. Ralco Animal Nutrition. (2010). *Roughage mate como fuente de recuperación económica*. Beef – Roughage Mate- SP-11-2010. Recuperado el 3 de noviembre del 2017. Disponible en:

www.ralconutrition.com/roughagemate.

25. Ramos, A., & Paolicchi, A. (2008). *Efecto de la suplementación con selenio sobre la presencia de mastitis en vacas lecheras*. Rev. Arg. Prod. Anim., 28(3), 217-225.
26. Relling, A. (2014). *Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes*. Recuperado el 12 de noviembre del 2017. Disponible en <http://ganaderiasos.com/wp-content/uploads/2014/08/fisiologia-digestiva-y-met-de-los-rumiantes.pdf>.
27. Romagosa, J. (2002). *Manual de crianza de vacunos*. (5ª. ed). Barcelona - España. pp. 42-50.
28. Rush, I., & Rasby, R. (2009). *Minerales y vitaminas en bovinos de carne*. Univ. de Nebraska, EE.UU. *ExtensionEduc. Univ. de Nebraska. BeefSpecialist. Recuperado el 14 de noviembre del 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/suplementacion_mineral/118-minerales_vitaminas-Nebraska.pdf.
29. Saborío, A. (2013). *Evaluación de la condición corporal en un hato de vacas-Dialnet*. Recuperado el 15 de noviembre del 2017. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4859930.pdf>
30. Sagarpa. (2012). *Buenas prácticas de producción de ganado de carne*. Secretaria de Agricultura y Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado el 18 de noviembre del 2017. Disponible en http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Documents/Manuales_buenaspraticas/manual_bovino.pdf
31. Soria, J. (2011). *Sistemas de producción animal ii*. Proyecto UNICA "Universidad en el Campo". (1ª. ed.). Universidad de Caldas. Caldas - Colombia. pp. 15-27.
32. Soto, R. (2012). *Sistema digestivo en los rumiantes*. Recuperado el 20 de noviembre del 2017. Disponible en <https://s58669cd9b381f673.jimcontent.com/.../SISTEMA%20DIGESTIV>

O%20EN%2.pdf

33. Swenson, M. (2013). *Fisiología de los animales domésticos*. De Dukes, (2ª.ed.). East Lansing, Michigan U.S.A.
34. Tobar, J. (2012). *anatomía y fisiología del aparato digestivo de los rumiantes*. Recuperado el 9 de noviembre del 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/02-anatomia_fisiologia_digestivo.pdf
35. Viglierchio, M. (2014). *Aportes de La bioquímica a la interpretación del metabolismo del cobalto*. Recuperado el 11 de noviembre del 2017. Disponible en: <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/anua/2014aviglierchio.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Peso inicial, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	504,00	429,00	438,00	483,00	483,00	2337,00
5	478,00	483,00	487,00	473,00	480,00	2401,00
10	522,00	448,00	504,00	471,00	560,00	2505,00
15	472,00	455,00	420,00	427,00	460,00	2234,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	21656,55					
Niveles de cobalto solumin	3	7753,75	2584,58	2,97	3,24	5,29	0,0576
Error	16	13902,80	868,92	E:E	13,18		
CV %			6,22				
Media			473,85				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	467,40	a
5	480,20	a
10	501,00	a
15	446,80	a

Anexo 2. Peso final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	509,00	443,00	445,00	493,00	500,00	2390,00
5	509,00	507,00	513,00	496,00	512,00	2537,00
10	534,00	469,00	518,00	485,00	572,00	2578,00
15	487,00	466,00	436,00	437,00	476,00	2302,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	22816,55					
Niveles de cobalto solumin	3	9888,95	3296,32	4,08	3,24	5,29	0,0215
Error	16	12927,60	807,98	E:E	12,71		
CV %			5,80				
Media			490,35				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	478,00	ab
5	507,40	ab
10	515,60	a
15	460,40	b

Anexo 3. Ganancia de peso, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	5,00	14,00	7,00	10,00	17,00	53,00
5	31,00	24,00	26,00	23,00	32,00	136,00
10	12,00	21,00	14,00	14,00	12,00	73,00
15	15,00	11,00	16,00	10,00	16,00	68,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	1059,00					
Niveles de cobalto solumin	3	806,60	268,87	17,04	3,24	5,29	<0,0001
Error	16	252,40	15,78	E:E	1,78		
CV %			24,07				
Media			16,50				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	10,60	b
5	27,20	a
10	14,60	b
15	13,60	b

Anexo 4. Condición corporal inicial, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	3,00	3,00	2,00	3,00	2,00	13,00
5	2,00	3,00	3,00	3,00	2,00	13,00
10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	10,00
15	3,00	2,00	2,00	1,00	2,00	10,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	6,20					
Niveles de cobalto solumin	3	1,80	0,60	2,18	3,24	5,29	0,1236
Error	16	4,40	0,28	E:E	0,23		
CV %			22,80				
Media			2,30				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	2,60	a
5	2,60	a
10	2,00	a
15	2,00	a

Anexo 5. Condición corporal final, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	2,00	2,00	2,00	3,00	3,00	12,00
5	4,00	3,00	3,00	4,00	4,00	18,00
10	3,00	2,00	3,00	3,00	3,00	14,00
15	2,00	2,00	3,00	4,00	4,00	15,00

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	10,95					
Niveles de cobalto solumin	3	3,75	1,25	2,78	3,24	5,29	0,0693
Error	16	7,20	0,45	E:E	0,30		
CV %			22,74				
Media			2,95				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	2,40	a
5	3,60	a
10	2,80	a
15	3,00	a

Anexo 6. Conversión alimenticia, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	154,19	62,44	108,89	87,14	51,27	463,92
5	27,84	35,91	31,12	35,82	27,08	157,76
10	73,95	38,52	64,97	60,74	67,00	305,18
15	56,84	74,70	47,42	70,72	44,07	293,75

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	17660,68					
Niveles de cobalto solumin	3	9412,61	3137,54	6,09	3,24	5,29	0,0044
Error	16	8248,08	515,50	E:E	10,15		
CV %			37,20				
Media			61,03				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	92,78	a
5	31,55	b
10	61,04	ab
15	58,75	ab

Anexo 7. Consumo de alimento, en vacas charoláis mestizas, por efecto de los diferentes niveles de cobalto solumin.

Resultados experimentales

Niveles de cobalto solumin	Repeticiones					Suma
	I	II	III	IV	V	
0	770,96	874,14	762,20	871,36	871,57	4150,23
5	863,02	861,83	808,99	823,81	866,40	4224,05
10	887,42	808,85	909,60	850,29	804,03	4260,19
15	852,55	821,70	758,76	707,22	705,07	3845,30

ADEVA

F. Var	gl	S. Cuad	C. Miedo	Cal	Fisher		
					0,05	0,01	Prob
Total	19	64156,65					
Niveles de cobalto solumin	3	21370,71	7123,57	2,66	3,24	5,29	0,0773
Error	16	42785,93	2674,12	E:E	23,13		
CV %			6,28				
Media			823,99				

Separación de medias según Tukey <0,05

Niveles de cobalto solumin	Media	Tukey
0	830,05	a
5	844,81	a
10	852,04	a
15	769,06	a