



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“UTILIZACIÓN DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES  
EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS MESTIZAS”**

**TRABAJO DE TITULACION**  
**Previa a la obtención del título de**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**CARINA GUADALUPE VALDIVIESO RUIZ**

**RIOBAMBA ECUADOR**

**2015**

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

---

Ing. M.C. Luis Eduardo Hidalgo Almeida.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Fabián Augusto Almeida López.  
**DIRECTOR DE TESIS**

---

Ing. MC. Lucia Silva Deley.  
**ASESOR DE TESIS**

Riobamba, 26 de Abril del 2015

## **AGRADECIMIENTO**

Por medio de la presente me gustaría hacer extensivo mi agradecimiento a Dios por regalarme el don de la vida y permitirme llegar hasta donde he llegado, a mis padres por su amor y apoyo incondicional.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO por la oportunidad de enriquecer mis conocimientos.

A los miembros del tribunal del trabajo de titulación Ing. Fabián Almeida, Ing. Lucía Silva por su paciencia y dedicación en todo momento.

A mis amigos porque siempre estuvieron pendientes de mi progreso universitario y me dieron su apoyo cuando lo necesite sin pedir nada a cambio. Gracias por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un trayecto de vivencia que nunca voy a olvidar.

Sin duda al Criadero "GUADALUPE" en nombre de la Sra. Guadalupe Ruiz quien hizo de mí, una mejor persona y permitió desenvolverse como una verdadera profesional.

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre Guadalupe Ruiz, por haberme apoyado tanto, no solo en la carrera universitaria si no durante toda la vida, dándome amor verdadero, cariño, comprensión, cuidándome y consolándome cuando lo necesitaba, haciendo sacrificios para que este bien, y un montón de cosas que solo ella es capaz de hacer para verme feliz y realizada en la vida.

A mi padre, a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, sé que este momento es tan especial para ti como lo es para mí.

Dedico de manera especial este trabajo a mis hermanas Alejandra y María José por ser las mejores hermanas que Dios me regaló, gracias por cada una de los locuras que comparten conmigo, sin duda no seré la hermana perfecta pero si la que más les ama espero que Dios y la vida les premie por ser tan buenas y estar siempre a mi lado, sin ustedes y su apoyo no hubiese sido posible lograr mi objetivo, las amo.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”.

Thomas Chalmers

## 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>	3
A. ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE LECHE	3
B. NUEVOS CONCEPTOS EN NUTRICIÓN MINERAL	6
1. <u>Minerales orgánicos</u>	6
2. <u>Balance catión - anión</u>	6
C. NUTRIENTES QUE CONTIENEN ENERGÍA	8
1. <u>Carbohidratos</u>	9
2. <u>Azúcares sencillos</u>	10
3. <u>Carbohidratos de almacenamiento (almidón)</u>	11
4. <u>Carbohidratos estructurales (celulosas y hemicelulosas)</u>	11
5. <u>Proteína</u>	12
6. <u>Nitrógeno no proteico</u>	12
7. <u>Vitaminas</u>	13
8. <u>Vitaminas solubles en agua</u>	13
9. <u>Vitaminas solubles en grasa</u>	14
D. METABOLISMO MINERAL EN EL GANADO VACUNO LECHERO	16
E. EXCRECIÓN DE LOS ELEMENTOS MINERALES	17
1. <u>Control homeostático de los niveles de minerales en los tejidos</u>	18
F. FUENTES ORGÁNICAS DE MINERALES	18
G. REQUERIMIENTOS MINERALES EN VACAS DE PRODUCCIÓN	19
1. <u>Agua</u>	19
2. <u>Minerales</u>	20
3. <u>Macro minerales</u>	22
a. Calcio	22

c. Relación calcio: Fósforo	24
d. Magnesio	25
e. Sal: Sodio y cloro	25
f. Potasio	27
g. Azufre	27
5. <u>Microminerales</u>	28
a. Cobre	28
b. Yodo	29
c. Hierro	30
d. Manganeseo	30
e. Molibdeno	31
f. Selenio	31
g. Zinc	32
6. <u>Minerales trazas</u>	33
H. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES ORGÁNICOS PARA EL GANADO DE LECHE	34
1. <u>Metal aminoácidos</u>	35
2. <u>Proteinatos</u>	35
3. <u>Quelatos</u>	36
4. <u>Polisacáridos</u>	37
5. <u>Yeast - Selenio</u>	38
I. FUNDAMENTOS DE LOS MINERALES ORGÁNICOS	39
J. COBALTO ORGÁNICO	40
1. <u>Absorción de cobalto</u>	42
2. <u>Requerimientos y fuentes de cobalto</u>	42
K. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO ROUGHAGE MATE™	43
1. <u>Descripción</u>	43
2. <u>Razones de los niveles a probar (tratamientos)</u>	43
3. <u>Composición</u>	43
4. <u>Referencias de comax</u>	44
5. <u>Referencias de solumin</u>	44
L. SUPLEMENTACIÓN MINERAL DEL GANADO A PASTOREO	45

III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	49
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO.	49
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	49
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	49
1. <u>Materiales</u>	49
2. <u>Equipos</u>	50
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	50
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	52
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	52
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	53
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	54
1. <u>Curva de Producción de leche</u>	54
2. <u>Determinación del peso corporal</u>	54
3. <u>Condición corporal cada 30 días y total</u>	54
4. <u>Consumo de materia seca</u>	55
5. <u>Conversión alimenticia</u>	55
6. <u>Días abiertos</u>	55
7. <u>Análisis económico</u>	55
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	56
A. EVALUACIÓN DE LA CURVA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS MESTIZAS ALIMENTADAS CON LA ADICION A LA DIETA DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	56
1. <u>Producción de leche a los 15 días</u>	56
2. <u>Producción de leche a los 30 días</u>	56
3. <u>Producción de leche a los 45 días</u>	58
4. <u>Producción de leche a los 60 días</u>	58
5. <u>Producción de leche a los 75 días</u>	60
6. <u>Producción de leche 90 días</u>	60
7. <u>Producción de leche a los 105 días</u>	63
8. <u>Producción de leche a los 120 días</u>	65
9. <u>Producción de leche total</u>	68
10. <u>Curva de producción total</u>	69

B. EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PESO CADA 30 DÍAS EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	71
1. <u>Peso Inicial</u>	71
2. <u>Peso a los 30 días</u>	73
3. <u>Peso de la vacas a los 90 días</u>	75
4. <u>Peso final de las vacas</u>	76
C. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	80
1. <u>Condición corporal inicial</u>	80
2. <u>Condición corporal final</u>	80
D. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	82
1. <u>Consumo de materia seca a los 15 días</u>	82
2. <u>Consumo de materia seca a los 30 días</u>	84
3. <u>Consumo de materia seca a los 45 días</u>	84
4. <u>Consumo de materia seca a los 60 días</u>	86
5. <u>Consumo de materia seca a los 75 días</u>	86
6. <u>Consumo de materia seca a los 90 días</u>	88
7. <u>Consumo de materia seca a los 105 días</u>	90
8. <u>Consumo de materia seca a los 120 días</u>	92
9. <u>Consumo de materia seca total</u>	93
E. PORCENTAJE DE PROTEÍNA Y GRASA DE LA LECHE AL INICIO Y FINAL DE LA INVESTIGACIÓN	95
1. <u>Contenido de proteína de la leche al inicio y final de la investigación</u>	95
2. <u>Contenido de grasa de la leche al inicio y final de la investigación</u>	98
F. EVALUACIÓN DE LOS DÍAS ABIERTOS AL INICIO Y FINAL DE LA INVESTIGACION EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	100
1. <u>Días abiertos al inicio de la investigación</u>	100

2. <u>Días abiertos al final de la investigación</u>	100
F. EVALUACIÓN DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES	103
1. <u>Conversión alimenticia a los 15 días</u>	103
2. <u>Conversión alimenticia a los 30 días</u>	105
3. <u>Conversión alimenticia a los 45 días</u>	105
4. <u>Conversión alimenticia a los 60 días</u>	107
5. <u>Conversión alimenticia a los 75 días</u>	107
6. <u>Conversión alimenticia a los 90 días</u>	109
7. <u>Conversión alimenticia a los 105 días</u>	110
8. <u>Conversión alimenticia a los 120 días</u>	110
9. <u>Conversión alimenticia total</u>	112
H. EVALUACIÓN ECONÓMICA	113
V. <u>CONCLUSIONES</u>	115
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	117
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	118
ANEXOS	

## RESUMEN

En el criadero “Guadalupe”, ubicado en la Parroquia Matus, Cantón Penipe, se evaluó la utilización de cobalto orgánico como fuente de minerales en la producción de leche de vacas mestizas, se trabajó con 3 niveles de cobalto orgánico (7,14 y 21 g/kg alimento.), en comparación de un tratamiento testigo, con 5 repeticiones, dando un total de 20 unidades experimentales, bajo un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados indican que la valoración de la curva de producción de leche registra las respuestas más altas con la aplicación de 21 gramos de cobalto. La condición corporal más adecuada fue en el tratamiento T3 (21 g.), con 3,45 puntos, que determina una calificación moderada. En el análisis de la calidad de la leche se aprecia que la proteína y la grasa se elevan notablemente a 3,30% y 3,95 respectivamente, al incluir mayores niveles de cobalto orgánico. En tanto que el análisis de los días abiertos, se aprecia una disminución significativa, ya que en las vacas del tratamiento T3, partiendo de 26 días al inicio de la investigación finaliza sin presentar días abiertos. La conversión alimenticia ideal es de 1.6 L/kg MS. La evaluación económica determinó los resultados más adecuados en el tratamiento T3, ya que el valor fue de 1,31, por lo que se recomienda utilizar 21 gramos de cobalto orgánico en la dieta ya que la curva de producción lechera se va incrementando gradualmente y mejor condición corporal, el consumo en materia seca y por lo tanto la calidad de leche.

## ABSTRACT

In the hatchery "Guadalupe", located in town Penipe, exactly in parish Matus, we evaluate the use of organic cobalt as mineral source in the milk production of crossbred cows, three levels of organic cobalt were used (7.14 and 21 grams for every cow per day). Compared to a control treatment with 5 repetitions, totaling 20 experimental blocks under a completely randomized design of use. The results indicate that the value of the milk production curve recorded the highest responses with the application of 21 grams of cobalt. The most appropriate body condition was in the T3 (21 g.), Treatment with 3.45 points, which determines a moderate rating. In analyzing the quality of milk can be seen that the protein and fat rise remarkably to 3.30% and 3.95 respectively, the highest levels include organic cobalt. While the analysis of open days, a significant decrease as treatment in T3 cows, starting from 26 days at the beginning of the investigation ends without presenting open days is appreciated. The ideal feed conversion is 1.6 L / kg DM. The economic evaluation determined the most appropriate treatment T3 results because the value was 1.31, so we recommend using 21 grams of organic cobalt in the diet as milk production curve is gradually increasing and improving body corporal situation, dry matter intake and therefore milk quality as we can see.

## LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	CLASIFICACIÓN DE LOS NUTRIENTES A BASE DE SU CONTENIDO DE ENERGÍA.	9
2.	REQUERIMIENTOS MINERALES DEL GANADO.	21
3.	CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS MINERALES TRAZAS EN BOVINOS.	33
4.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN PENIPE.	49
5.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	51
6.	ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.	52
7.	EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, PROCEDENTE DE VACAS MESTIZAS ALIMENTADAS CON LA ADICIONAN A LA DIETA DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	57
8.	EVALUACIÓN DEL PESO EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	72
9.	EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	83
10	CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA DE LA LECHE AL INICIO Y FINAL PRODUCIDA POR LAS VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	97
11.	EVALUACIÓN DE LOS DÍAS ABIERTOS EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	101
12.	EVALUACIÓN DE LA CURVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.	104
13.	EVALUACIÓN ECONÓMICA.	114

## LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Categorías del ganado de leche.	6
2.	Nutrientes tomados por la vaca a partir de la ración alimenticia.	8
3.	Composición química de los alimentos.	10
4.	Movimiento de los minerales por la membrana plasmática.	34
5.	Ilustración del producto RoughageMate™.	44
6.	Comportamiento de la producción de leche a los 15 y 30 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	59
7.	Comportamiento de la producción de leche a los 30 y 60 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	61
8.	Regresión de la producción de leche a los 90 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.	62
9.	Comportamiento de la producción de leche a los 90 y 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	63
10.	Regresión de la producción de leche a los 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.	64
11.	Comportamiento de la producción de leche a los 120 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	66
12.	Regresión de la producción de leche a los 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.	67
13.	Curva de producción total de leche producida por vacas mestizas adicionando a la dieta cobalto orgánico como fuente de minerales.	70
14.	Comportamiento del peso inicial y a los 30 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	74

15.	Regresión del peso a los 90 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.	76
16.	Comportamiento del peso a los 60 y a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	77
17.	Regresión del peso a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	79
18.	Comportamiento de la condición corporal al inicio y al final de la investigación de las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	81
19.	Comportamiento del consumo en materia seca a los 15, 30 y 45 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales	85
20.	Comportamiento del consumo en materia seca a los 60, 75 y 90 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	87
21.	Regresión del consumo en materia seca en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico.	90
22.	Comportamiento del consumo en materia seca a los 105 y 120 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	91
23.	Regresión del consumo en materia seca a los 120 días, de las vacas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico.	93
24.	Comportamiento del consumo en materia seca a los 15,30,45,60,75,90,105,y,120 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	94
25.	Comportamiento del porcentaje de proteína y grasa al inicio y final procedente de las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.	99
26.	Comportamiento de los días abiertos al inicio y final de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en	102

la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 27. | Evaluación de la conversión alimenticia a los 15,30 y 45 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales. | 106 |
| 28. | Evaluación de la conversión alimenticia a los 60,75 y 90 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales. | 108 |
| 29. | Evaluación de la conversión alimenticia a los 105 y 120 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales.  | 111 |

## LISTA DE ANEXOS

N°

1. Producción de leche a los 15 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
2. Producción de leche a los 30 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
3. Producción de leche a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
4. Producción de leche a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
5. Producción de leche a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
6. Producción de leche a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
7. Producción de leche a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
8. Producción de leche a los 120 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
9. Producción de leche total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
10. Peso inicial de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
11. Peso a la primera semana de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
12. Peso a la segunda semana de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
13. Peso final de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
14. Condición Corporal Inicial de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
15. Condición Corporal Final de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

- diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
17. Consumo de materia seca a los 30 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  18. Consumo de materia seca a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  19. Consumo de materia seca a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  20. Consumo de materia seca a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  21. Consumo de materia seca a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  22. Consumo de materia seca a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  23. Consumo de materia seca a los 120 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  24. Consumo de materia seca total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  25. Contenido de proteína de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  26. Contenido de grasa de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  27. Días abiertos iniciales de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  28. Días abiertos finales de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  29. Conversión alimenticia a los 15 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  30. Conversión alimenticia a los 30 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  31. Conversión alimenticia a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
  32. Conversión alimenticia a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

33. Conversión alimenticia a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
34. Conversión alimenticia a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
35. Conversión alimenticia a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.
36. Conversión alimenticia total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La alimentación mineral del ganado es muy importante, ya que estos compuestos no pueden ser sintetizados por los animales y deben incluirse en la dieta, es la más compleja y una de la menos entendida. La proteína y la energía son los alimentos que normalmente estamos preocupados de suministrar, pero aun así, observamos que en ciertas ocasiones, a pesar de proporcionar abundancia de alimentos con contenidos proteicos y energéticos en cantidades suficientes, los animales no responden y presentan un cuadro de desnutrición. Esto se debe a la falta o desbalance de minerales importantes en la dieta. Los forrajes contienen suficientes minerales que permitirán a los animales sobrevivir pero no cubrir las necesidades de su potencial genético. En los animales a pastoreo ocurren situaciones que hay que considerar simultáneamente, y los requerimientos minerales van a depender del nivel de producción. La primera, los requerimientos de los animales cambian con la edad y con su estado productivo; segunda, los pastos poseen diferente composición de acuerdo a la especie, edad, al suelo y clima donde se desarrollan, y tercera, los métodos para suplir los minerales y la biodisponibilidad de los suplementos que se utilizan.

Si los animales están siendo alimentados correctamente y sus reservas corporales de minerales son adecuadas, no debe haber respuesta a la suplementación mineral extra, pero si por el contrario, sus niveles son deficitarios, entonces la respuesta a la suplementación mineral es muy marcada. Los minerales juegan un papel muy importante en la digestión de los forrajes, en la eficiencia reproductiva, en el sistema inmune y en el desarrollo de los huesos, músculos y dientes. El consumo insuficiente de minerales puede generar numerosas respuestas negativas en el animal. Los minerales requeridos en cantidades mayores 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. Una dieta bien

equilibrada y un manejo adecuado, optimizan la producción de leche, la reproducción y la salud de la vaca. 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. Los requerimientos de minerales dependen en mayor grado de los niveles de producción de los animales, con crecimiento rápido y alta producción de leche, tendrán exigencias mayores que los que no poseen esos atributos.

En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno o más minerales; sin embargo, estos se presentan en forma subclínica la cual no es fácilmente diagnosticada. Este tipo de deficiencia podría causar pérdidas importantes en producción de leche debido a que los minerales cumplen un rol importante en la síntesis de leche, metabolismo y salud en general. Se debe considerar que un buen manejo de la nutrición mineral es saber cuánto de cada mineral necesita consumir el animal en cada estado fisiológico y cuanto es aportado por la ración por lo que es importante conocer el contenido y biodisponibilidad de minerales de los diferentes alimentos que actualmente se utilizan en la preparación de las raciones, Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Evaluar el comportamiento productivo de vacas Mestizas por efecto de la adición de Cobalto Orgánico en la dieta alimenticia diaria.
- Determinar el nivel óptimo de aplicación de Cobalto Orgánico (7 g, 14 g. y 21 g/ vaca/día.), frente a un testigo.
- Evaluar la composición química de la leche, que garantice la influencia del cobalto orgánico en la dieta alimenticia.
- Mejorar la producción de leche (kg/vaca/día) y la disminución de días abiertos por el aprovechamiento del Cobalto Orgánico.
- Evaluar la rentabilidad de cada tratamiento, a través del indicador beneficio/costo.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. ALIMENTACIÓN DEL GANADO DE LECHE**

Ciria J. (2005), reporta que la alimentación en vacas de razas mestizas es considerada con justificada razón como el factor fundamental para el sostenimiento de la producción de leche y a la vez como el punto crítico para lograr rentabilidad debido a que su costo representa entre el 50 y 60 %, del ingreso por venta de leche. Actualmente, gracias a la aplicación de las técnicas biotecnológicas reproductivas los productores han logrado mejoras sustanciales en la calidad genética de su ganado que los ha obligado a realizar mejoras en la formulación de raciones alimenticias para que sus vacas puedan soportar altos rendimientos de leche. Sin embargo, estos avances vienen siendo opacados debido a que los animales muestran un preocupante descenso en el desempeño reproductivo así como notorios incrementos de casos de problemas metabólicos y sanitarios, además del incremento continuo de los costos debido a las alzas de precios de los insumos alimenticios.

Rojas, L. (2004), informa que quizá el incremento de los problemas reproductivos, metabólicos y de sanidad, se debe a que todavía hay un importante sector de ganaderos que al momento de hacer el balance nutricional de una ración lo hacen solo sobre la base de los nutrientes energía y proteína, obviando darle importancia a las vitaminas, los minerales, la fibra, el agua y los aditivos que precisamente influyen sobre los problemas antes mencionados. Adicionalmente a ello el balance nutricional de la ración se complica, debido al uso de forrajes de regular y/o baja calidad. Estas razones han hecho que los especialistas en nutrición y alimentación recomienden a los ganaderos realicen una revisión y ajustes del programa de alimentación de sus vacas, incidiendo en mejorar el balance y calidad nutricional de las raciones sobre la base de un forraje de calidad así como hacer un manejo más eficiente de la misma, con la finalidad de asegurar el máximo rendimiento de leche pero a la vez que la ración alimenticia a costos económicos sea una vía importante para mejorar el desempeño reproductivo y minimice los problemas metabólicos y sanitarios. En este sentido

las vacas deben ser alimentadas según sus requerimientos nutritivos, los mismos que varían de acuerdo a diferentes factores, siendo los más importantes: el peso corporal, el nivel de producción de leche, la composición de la leche producida, el momento de la lactación en que se encuentran, la edad al parto y la condición corporal

Anison, E. (2006), informa que la alimentación significa el mayor costo del sistema de producción y, considerando que dentro de ella el forraje representa el componente principal e indispensable, por esta razón es clave para un ganadero producir su propio forraje. En este sentido todos los especialistas coinciden en recomendar que la pieza fundamental para una adecuada formulación de raciones para vacas; es la cantidad y calidad de forraje a incorporar dentro de la ración, dado que es el insumo más económico y porque se debe aprovechar la ventaja crucial de la vaca en su habilidad que tiene (gracias al rumen) para extraer de manera eficiente y a bajo costo energía y otros nutrientes de la celulosa de las paredes celulares de los pastos y forrajes. Lastimosamente todavía hay un importante sector de productores e incluso algunos profesionales que, fiel a sus viejas tradiciones y costumbres se niegan a reconocer que es necesario innovarse para producir pastos y forrajes de manera tecnificada, lo cual significa considerar a estos como un cultivo, para de esta manera mejorar los rendimientos y la calidad de tan importante insumo alimenticio.

Según <http://wwwmundo-pecuario.com>.(2014), los ganaderos, deben aprender que no se debe tener miedo al uso de insumos locales con potencial nutritivo principalmente de energía y proteína de bajo costo. No hacerlo implica que en los casos de complementar la ración con concentrado, se volverán dependientes de vendedores que comercializan insumos y/o concentrado que por lo general lo traen de zonas alejadas y a precios elevados. En consecuencia, el ganadero debe comprender que la base fundamental de la alimentación eficiente de sus vacas empieza por una buena calidad de los pastos y forrajes. Si desea bajar sus costos debe empezar por producir pastos y forrajes de calidad. Si usa concentrado en la ración alimenticia de sus vacas, a mejor calidad de forraje, menor fue el uso de concentrado y el costo de la ración. También es importante

recordar al ganadero que los forrajes o pastos sólo en la ración, no pueden suministrar la cantidad de nutrientes requerida por la vaca productora de leche, menos aun cuando se suministra pastos y forrajes de baja calidad o se trata de reemplazarlo por residuos de cosecha. Tener en cuenta que la mejora genética debe ir de acuerdo con una mejor alimentación. Finalmente, un mensaje importante para los ganaderos: tener en consideración que es muy difícil mantener niveles adecuados de desempeño reproductivo y de buena salud, cuando las vacas se ven presionadas para producir altos rendimientos de leche.

Para <http://www.ugrj.org.mx/index>.(2014), el sistema de producción de Leche es muy complejo, se lo puede dividir en subsistemas leche, carne y agricultura. Dentro del subsistema leche están las vacas en producción, tanto secas como en ordeño, y las vaquillonas que son recriadas para producirla. El subsistema carne puede estar o no, ya que es decisión del productor criar a los terneros de acuerdo a sus conveniencias; y el subsistema agricultura abastece a de alimento a los demás subsistemas y de una entrada extra de dinero para el establecimiento, que se genera al vender parte del cultivo. Los recursos Humanos son parte importantísima de los tambos ya que se requiere de gran cantidad de personal técnico y profesional para llevar a cabo esta producción. Todos estos elementos son factores internos del sistema, son aquellos que dependen principalmente del dueño del establecimiento y sus asesores.

Borsotti, E. (2007), manifiesta que los factores externos son aquellos que no dependen del productor pero influyen de manera importante en el sistema, por ejemplo: el clima, que hace variar los rindes de cosecha; el mercado que influye en el precio de los productos del tambo e insumos utilizados y la industria que exige determinadas características de leche e impone el precio Este sistema puede ser intensivo, en donde los animales se encuentran en espacios reducidos (en confinamiento) y comen principalmente silo, balanceado y pasto picado que llevamos al corral; o extensivos, con grandes parcelas en donde los animales pueden pastorear en mayor medida y se suplementa con silo en el lugar , en el gráfico 1, se ilustra las categorías del ganado de leche.



Gráfico 1. Categorías del ganado de leche.

## B. NUEVOS CONCEPTOS EN NUTRICIÓN MINERAL

### 1. Minerales orgánicos

Según <http://www.perulactea.com>.(2014), los minerales orgánicos son minerales unidos químicamente a moléculas orgánicas de forma tal que el mineral es altamente disponible para el animal. El uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en las premezclas 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 y selenio en forma orgánica como parte de la premezcla 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.

### 2. Balance catión - anión

Para <http://www.engormix.com>.(2014), el balance catión - anión es un nuevo concepto que empieza a ser usado como una herramienta en algunas

circunstancias dietarias para reducir hipocalcemia en vacas en lactación temprana. Los electrolitos dietarios pueden tener una carga positiva o negativa. Aniones son electrolitos cargados negativamente y cationes son cargados positivamente. Alimentar con raciones cargadas ligeramente negativas por tres a cuatro semanas antes de parto, proporcionando un adecuado balance de Calcio, Fósforo y Magnesio, deberá reducir en algunos casos la incidencia de hipocalcemia después del parto. La utilización de sales aniónicas en dietas para vacas en pre-parto se basa en el carácter acidógeno de estas sustancias, que provoca una acidificación digestiva y metabólica, creándose condiciones óptimas para la circulación del calcio en el organismo. Los beneficios de usar sales aniónicas son los siguientes:

- Mejora la absorción del Calcio.
- Aumenta la movilización de Calcio óseo.
- Aumenta la proporción de calcio plasmático en forma iónica ( $\text{Ca}^{+2}$ ), el único metabolitamente activo.

Según <http://www.proleche.com>.(2014), una forma práctica para conocer el grado de acidez de la sangre es a través del monitoreo de pH de la orina el cual es fácil de medir. Para reducir la incidencia de hipocalcemia, las vacas deberían tener un pH de la orina entre 6.0 – 7.3. Se requiere determinar la concentración de aniones y cationes de los alimentos utilizados para la formulación de raciones y de esta forma poder evaluar el balance catión – anión. Sin embargo se puede determinar el pH de orina de las vacas 3 semanas antes del parto para poder predecir que animales estarían propensos a presentar cuadros de hipocalcemia. Todos los tejidos de las plantas y animales están compuestos de agua; Materia orgánica; Minerales o ceniza. Cuando un alimento ha sido secado para quitar toda el agua, la materia que se queda se llama "materia seca." La materia seca se puede subdividir en materia orgánica y minerales. Los minerales incluyen calcio, sodio, fósforo, magnesio, etc. La materia orgánica está compuesta de carbón, hidrógeno, oxígeno y en algunos casos nitrógeno. Un nutriente es una substancia que está a la disposición del animal, tal como está en el alimento (agua) o después de la digestión y absorción (la mayoría de la materia orgánica). Sin embargo, algunos

componentes de los alimentos no tienen valor nutritivo, porque no son digeribles y no se absorben (lignina). Algunos compuestos pueden interferir con el proceso de digestión de otros nutrientes. Adicionalmente, algunas plantas contienen compuestos que son tóxicos para el animal. En el gráfico 2, se aprecia los nutrientes tomados por la vaca a partir de la ración alimenticia.



Gráfico 2. Nutrientes tomados por la vaca a partir de la ración alimenticia.

### C. NUTRIENTES QUE CONTIENEN ENERGÍA

Díaz, E. (2001), informa que las plantas son capaces de producir la energía necesaria para crecer a través de un proceso que se llama "fotosíntesis." En presencia de la luz solar, la fotosíntesis convierte el bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) del aire y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) en azúcares ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) con la formación de oxígeno ( $\text{O}_2$ ). En la dieta de animales, requiere la energía como una fuente de combustible para mantener las funciones vitales del cuerpo (mantenimiento), crecimiento, producción (por ejemplo la lactancia y la reproducción). Una caloría es la cantidad de energía requerida para aumentar la temperatura de un gramo de agua de  $14.5^\circ\text{C}$  a  $15.5^\circ\text{C}$ . Una kilocaloría (Kcal) es equivalente a 1.000 calorías. La unidad internacional oficial ahora es el joule (J). Una caloría es equivalente a 4.184 J. En

el cuadro 1, se presenta el Kcal por gramos de nutrientes. La cantidad de energía en los nutrientes es la energía cruda, la energía obtenida por la combustión completa del nutriente. Sin embargo, ningún sistema fisiológico puede acercarse a 100 %, de eficiencia. En el cuerpo, la combustión de un nutriente resulta en cantidades menores de energía.

Cuadro 1. CLASIFICACIÓN DE LOS NUTRIENTES A BASE DE SU CONTENIDO DE ENERGÍA

Nutrientes	Energía (Kcal/g)	
	Crudo (Total)	Neto(Disponible)
Lípidos	± 9.2	± 9.2
Carbohidratos	± 4.1	± 4.1
Proteínas	± 5.1	± 4.1
Agua	0.0	0.0
Vitaminas	0.0	0.0
Minerales	0.0	0.0

Fuente: Díaz, E. (2001).

## 1. Carbohidratos

Bolajil, C. (2001), informa que los carbohidratos son las fuentes principales de energía en las dietas de las vacas lecheras. Entre 50 y 80 %, de la materia seca del forraje y de los granos son carbohidratos. Tres clases principales de carbohidratos existen en los alimentos:

- Azúcares sencillos (por ejemplo, glucosa y fructuosa).
- Los carbohidratos de almacenamiento, llamados carbohidratos no estructurales (por ejemplo, almidón y fructuosas).
- Los carbohidratos estructurales o fibrosos (gráfico 3).

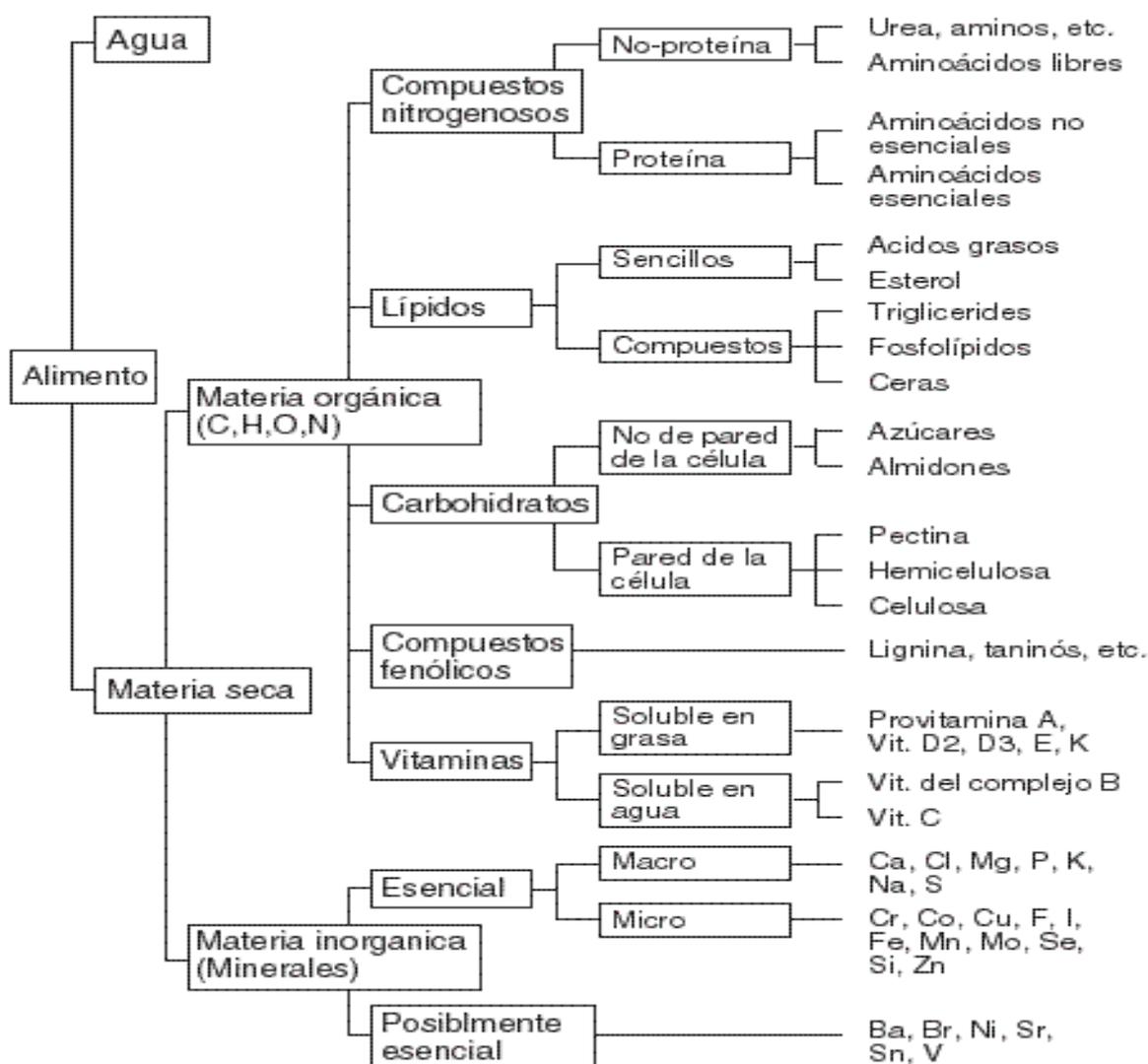


Gráfico 3. Composición química de los alimentos.

## 2. Azúcares sencillos

Díaz, E. (2001), reporta que los azúcares sencillos son el producto inicial de fotosíntesis de la planta. Se encuentran en las paredes de las células y son las unidades de construcción para carbohidratos más complejos. Los azúcares sencillos tienen características importantes, como nutrientes solubles en agua que fácilmente los ponen a la disposición del animal, no solo a los microbios del rumen, sino también, a los animales de estómago sencillo, aportan un sabor dulce que mejora el sabor de la parte de la planta donde están acumulados. Los azúcares se encuentran en las células de plantas en crecimiento y en alimentos, tales como la melaza, la remolacha y la caña de azúcar.

### **3. Carbohidratos de almacenamiento (almidón)**

La forma principal de los carbohidratos de almacenamiento en plantas es el almidón. El almidón está compuesto de muchas moléculas de glucosa depositada en forma granular. El tamaño y forma de los gránulos varían según la planta. Los gránulos de almidón son insolubles en agua y no tienen sabor. La estructura de los gránulos de almidón afecta la rapidez con la que pueden ser digeridas. Por ejemplo, el almidón en un grano de maíz es mucho más resistente a la degradación por microbios que el almidón en granos pequeños (avena y trigo) o tubérculos (papas). Si no hay una cantidad excesiva de almidón en la dieta, es casi totalmente digerido por los microbios del rumen o las enzimas digestivas de la vaca. El almidón es el componente principal de los granos de maíz, granos pequeños y algunas raíces como tubérculos de papa.

### **4. Carbohidratos estructurales (celulosas y hemicelulosas)**

Bolajil, C. (2001), informa que la celulosa es claramente el carbohidrato más abundante de la naturaleza. La celulosa y la hemicelulosa son los azúcares que, mezclados con lignina, aportan fuerza y estructura a la planta. El almidón y los carbohidratos de fibra tienen los mismos azúcares como sus componentes; sin embargo, difieren en modo en que los azúcares están ligados. Esta diferencia tiene consecuencias nutricionales importantes. Al sistema digestivo de animales de estómago sencillo (las aves, los cerdos y los humanos), le faltan las enzimas para liberar las unidades de glucosa de los carbohidratos fibrosos. Sin embargo, la población microbiana del rumen tiene las enzimas necesarias para extraer las unidades de glucosa de la celulosa y la hemicelulosa que están encerradas dentro de las paredes de las células de las plantas. Lignina, que también forma parte de la pared de la célula, no es un carbohidrato y es casi indigestible en el rumen. Mientras va madurando la planta, resulta más rígida porque la cantidad de lignina en las paredes de sus células aumenta. Las moléculas de lignina crecen y están ligadas a los carbohidratos. Como resultado, la celulosa y la hemicelulosa resultan menos digestibles, mientras la planta madura. En contraste, en los animales de estómago sencillo, los rumiantes tienen la capacidad de digerir y obtener energía

de carbohidratos fibrosos. Se refiere a la cantidad de fibras (celulosa, hemicelulosa y lignina) en los alimentos como fibra neutro detergente (FDN) porque se puede medir en el laboratorio después de hervir una muestra de alimento en una solución caliente de detergente de un pH neutro.

## **5. Proteína**

Peruchena, O. (2009), informa que los componentes de proteínas son los aminoácidos. Muchas veces, varias cadenas de aminoácidos están ligadas por una fuente de azufre o un grupo fosfato. En promedio la proteína contiene 16% nitrógeno. Típicamente, en el laboratorio, se mide la cantidad de nitrógeno y no la cantidad de la proteína. Luego se calcula la cantidad de proteína en el alimento como el porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6.25; es decir  $100/16$ , y esto se llama la proteína cruda. Dentro de la planta, alguna proteína puede estar ligada a la pared de la célula, pero la mayoría típicamente se solubiliza dentro del contenido de la célula, (por ejemplo clorofila, que es responsable para la fotosíntesis). Sin embargo, algunos forrajes contienen taninos que se asocian con proteínas y aumentan la resistencia de la degradación ruminal. Las proteínas que se encuentran en los granos típicamente son menos solubles y más resistentes a la degradación por microbios en el rumen. Las proteínas tienen funciones importantes. Las enzimas, hormonas y los anticuerpos tienen proteínas como su estructura central, que controlan y regularlas reacciones químicas dentro del cuerpo. Las proteínas son un componente importante de los tejidos musculares. También, las proteínas fibrosas juegan papeles de protección y estructurales (por ejemplo, pelo y cascos). Finalmente, algunas proteínas tienen un valor nutritivo importante (proteína de leche y carne).

## **6. Nitrógeno no proteico**

Godoy, S. (2004), reporta que los compuestos de nitrógeno no protéico (NNP) tales como la úrea y las sales de amoniaco, tienen un alto contenido de nitrógeno, pero no proveen aminoácidos directamente. En animales de estómago sencillo,

estos compuestos no tienen ningún valor nutritivo. Sin embargo, en rumiantes, los microbios del rumen pueden metabolizar el nitrógeno no proteico y convertirlo en aminoácidos para su propio crecimiento. La proteína microbiana, tanto como proteína de la dieta que no se ha degradado en el rumen, se digiere en el intestino delgado. Así, los aminoácidos liberados se absorben y son utilizados por la vaca.

## **7. Vitaminas**

Ciria J. (2005), informa que las vitaminas son compuestos orgánicos necesarios en cantidades muy pequeñas para sostener la vida. Junto con las enzimas, participan en muchas reacciones químicas. Si hay una deficiencia de vitaminas, hay síntomas bien definidos que aparecen y pueden resultar más severos, cuando la deficiencia sigue aumentando. Sin embargo, proveer la vitamina deficiente en la dieta puede anular los síntomas fácilmente. Algunos alimentos se conocen como buenas fuentes de ciertas vitaminas. Sin embargo, el contenido de vitamina de cada alimento puede variar considerablemente según las condiciones de suelo, clima y almacenamiento. Las vitaminas se clasifican en dos grupos grandes: las vitaminas solubles en agua (las 9 vitaminas B y vitamina C) y las vitaminas solubles en grasa (vitaminas A, D2, D3, E y K). Las vitaminas solubles en grasa se almacenan en la porción liposoluble de un alimento. También, dentro del animal están almacenados en el hígado o en los tejidos adiposos. Por ejemplo, se puede almacenar suficiente vitamina A en el hígado para enfrentar las necesidades de 6 meses o más. En contraste, las vitaminas solubles en agua no están almacenadas dentro de los tejidos del animal y tienen que suministrarse casi constantemente en la dieta.

## **8. Vitaminas solubles en agua**

Rojas, L. (2004), informa que las vitaminas solubles en agua se clasifican en:

- Vitamina B: las vitaminas del complejo B son tiamina (B1), riboflavina (B2), ácido pantoténico, niacina, biotina, colina, ácido fólico, piridoxina y vitamina

B12. En rumiantes, las vitaminas B son sintetizadas por los microorganismos del rumen. Así que cualquier animal que tenga un rumen funcional (ternero de 6 semanas de edad o más), puede producir suficientes vitaminas del grupo B, para cumplir con sus necesidades. Sin embargo, para los animales bajo estrés, enfermos o en terneros muy jóvenes, puede ser necesario ofrecer vitamina B en la dieta. Una deficiencia en cobalto también se asocia con deficiencias de la vitamina B12 y puede resultar en una retardación del crecimiento.

- Vitamina C: El ácido ascórbico o vitamina C, no es necesario en la ración para las vacas lecheras porque se produce dentro del cuerpo.

## **9. Vitaminas solubles en grasa**

Rojas, L. (2004), informa que las vitaminas solubles en grasa se clasifican en

- Vitamina A: Todos los animales necesitan vitamina A. No hay vitamina A en plantas. Sin embargo, las plantas pueden sintetizar un compuesto que se llama beta-caroteno. En las paredes del intestino y en el hígado de un animal, una molécula de beta-caroteno puede estar dividido en 2 moléculas de vitamina A. Así, la beta-caroteno de una planta sirve como precursor de vitamina A en los animales, y muchas veces se llama provitamina A. Beta-caroteno inicialmente se extraía de la zanahoria y es la sustancia que le da el color amarillo característico de la mantequilla. La actividad de vitamina A se mide en "unidades internacionales" (UI). En bovinos, un miligramo de beta-caroteno equivale a 400 unidades internacionales. Muchos factores afectan la disponibilidad de vitamina A y beta-caroteno. Los factores que reducen o destruyen su potencia son: La presencia de nitratos en los alimentos; el calentar los alimentos; y la Exposición al aire y luz (aproximadamente la mitad de la beta-caroteno se pierde durante la preparación de heno); La oxidación de los lípidos en alimentos viejos; Cantidades insuficientes de proteína, fósforo y zinc. La vitamina A es necesaria para mantener las células epiteliales de protección de los tractos respiratorios, reproductivos y

digestivos. También juega un papel importante en la reproducción, el desarrollo de los huesos y la visión normal. Una deficiencia de vitamina.

- **Vitamina D:** La vitamina D se ha conocido como el factor antirraquítico o la "vitamina del sol", porque se sintetiza en la piel de un derivado de colesterol (7 dehidrocolesterol), y la luz ultravioleta del sol. La vitamina D aparece en dos formas: D2 y D3. La vitamina D2 se encuentra en heno, levaduras y otras plantas, mientras que la vitamina D3 se encuentra en animales. Ambas formas son iguales en su potencia y son estables bajo almacenamiento. La vitamina D es importante en la absorción y utilización del calcio y fósforo del tracto intestinal. La permeabilidad intestinal de otros minerales, tales como el zinc, hierro, cobalto y magnesio, también puede ser afectada por la vitamina D. Una deficiencia de vitamina D puede producir raquitis en animales jóvenes y enfermedades de los huesos, que se llaman osteomalacia y osteoporosis, en animales maduros. Los terneros y vacas estabuladas que no consumen de 5 a 6 kg de heno diario deben recibir un suplemento de vitamina D. La deficiencia se manifiesta en efectos de una reducida disponibilidad de calcio y fósforo. Primero, el nivel de esos minerales en la sangre se reduce y puede contribuir al desarrollo de fiebre de leche inmediatamente después del parto. La inyección de vitamina D reduce la incidencia de fiebre de leche.
- **Vitamina E:** La vitamina E se encuentra en las membranas de las células, en estrecha asociación con el selenio, para proteger la integridad de las estructuras de la pérdida de átomos de hidrógeno, también, se involucra en la síntesis de la vitamina C y el metabolismo de aminoácidos que contienen azufre. Hay cinco compuestos con actividad de vitamina E que se llaman los tocoferoles. El alfa tocoferol es el más activo. Los aceites de alazor, girasol y afrecho de arroz tienen un alto contenido de vitamina E. Otros aceites vegetales (soya, coco, ajonjolí), gérmenes de cereales (arroz y trigo), son fuentes regulares de vitamina E. Además el calostro de la leche tiene un alto contenido de vitamina E y así las deficiencias son raras en animales jóvenes.
- **Vitamina K:** La actividad de vitamina K, es esencial para la coagulación normal de la sangre. Los materiales de follajes verdes, tanto frescos como secos, son

buenas fuentes de vitamina K, también se produce en cantidades grandes en el rumen. Durante condiciones normales, las deficiencias de vitamina K son raras. Sin embargo, el trébol contiene una toxina, dicoumolorol, que puede producir síntomas de deficiencia. El uso de grandes cantidades de antibióticos puede matar la microflora del rumen o del intestino y también puede resultar en síntomas de deficiencia. Estos síntomas incluyen hemorragias o la falta de coagulación de la sangre.

#### **D. METABOLISMO MINERAL EN EL GANADO VACUNO LECHERO**

Anison, E. (2006), informa que es necesario su estudio para un racionamiento práctico puesto que existen grandes diferencias en las pautas de: absorción, transporte, excreción, tasa de renovación de los tejidos y control homeostático, entre los elementos minerales. Estos procesos están en equilibrio mediante las distintas formas en que el elemento pueda presentarse y están influidas por el pH de los fluidos del organismo, la presencia de otros minerales, secreciones hormonales o la adición de quelatos. Absorción de los minerales La proporción de mineral que se absorbe en el animal varía según los diferentes minerales. Podemos destacar las siguientes vías de absorción:

- Tracto digestivo: es la más importante, siendo la parte más activa, aunque variable según los distintos minerales. Los iones Co, Na, Cl y K, más relacionados con los líquidos corporales, pueden ser absorbidos en más de un 70 %. La absorción del alcalino térreo está entre 5-70 % y la de los metales Fe, Cu, Zn, Mn, etc., no supera el 5 %. En el intestino delgado se absorben cationes divalentes (Ca, Zn, Mn y Fe) y en el retículo-rumen el Mg.
- Aparato respiratorio: Cadmio.
- Piel: inyección de determinados compuestos. Como mecanismos de absorción destacaríamos difusión simple en los iones monovalentes Na, K y Cl, y difusión facilitada en los cationes divalentes Ca, Zn y Fe. El proceso de absorción se resumiría en dos etapas, paso a través de la mucosa intestinal, y

transferencia al plasma sanguíneo (que lo transporta hasta los distintos tejidos). A la vez, en la expresión de absorción se debería diferenciar entre la absorción real, cantidad total que llega a los tejidos y la neta o retenida, que es la real menos la excretada puesto que parte de la real vuelve a ser excretada al poco tiempo de su absorción.

- Transporte y tasa de renovación de los minerales en los tejidos Una vez absorbidos, los minerales son transportados por todo el organismo del animal, a través del plasma como combinados con compuestos orgánicos (proteínas o aminoácidos); como iones (Na, K, Cl) y como parte de iones (fosfatos) Una vez que los minerales llegan a los tejidos, se fijan a éstos bajo forma de combinaciones muy diversas. Cabe destacar aquí el concepto tasa de renovación, que sería el periodo de tiempo desde que un elemento llega a un tejido orgánico hasta que es eliminado. Por lo que se deduce que la tasa de renovación depende de: los distintos elementos, de sus combinaciones químicas, y de los diferentes tejidos corporales (el hueso es el de peor comportamiento).

## **E. EXCRECIÓN DE LOS ELEMENTOS MINERALES**

En cuanto a los minerales excretados, debemos considerar dos tipos: la porción contenida en los alimentos que no es absorbida y llega a las heces, y la parte que tras ser absorbida es posteriormente excretada (origen endógeno). La excreción endógena es importante cuantitativamente en Na, Cl, K y Mg, por la orina, y de Fe, Zn, Mn y Cd, por las heces. Como vías de excreción citamos: heces y/ o orina, sudor y respiración (en el caso del Se en exceso). No se debe considerar la leche como vía de excreción, puesto que se trata de una secreción. Una serie de elementos son eliminados por la orina, como Na, K, P, S, Fe y Co. Muchos se vierten en las secreciones digestivas para ser después reabsorbidos en mayor o menor cuantía, así el Zn y Cu, en el jugo pancreático y biliar, respectivamente, o el Cl en el jugo gástrico. Hay también pérdidas de minerales por descamación de la piel y el sudor (Na, Cl y K).

## **1. Control homeostático de los niveles de minerales en los tejidos**

Mejías, R. (2001), informa que la homeóstasis se podría definir como “situación de relativa uniformidad que tiene lugar como consecuencia de los ajustes de los seres vivos a los cambios en su medio”. Luego el rumiante, aunque consuma minerales altamente variables mantiene constante los niveles de los elementos minerales funcionales en los tejidos, gracias a un control homeostático. La gran variación en el consumo y el rendimiento normal es consecuencia del control homeostático. En la práctica de la nutrición, es de gran importancia, puesto que las variaciones en el consumo y en el rendimiento normal hay que tenerlas en cuenta, por la posibilidad y consecuencias graves de las deficiencias y las intoxicaciones, sobre todo, cuando la ingestión se va más allá de la necesaria para que los animales sean capaces de mantener los elementos minerales dentro de unos niveles aceptables. La homeóstasis mineral se debe estudiar desde la:

- Metabolización de los minerales: ingestión variable de un elemento mediante cambios en absorción (principal mecanismo adaptativo), excreción en la orina; en deposición en los tejidos (reserva fácilmente utilizable o reserva de difícil utilización no perjudicial) y secreción en leche.
- Excreción endógena con las heces. Podemos esquematizar las principales vías que emplean los animales para adaptarse a las distintas ingestiones de los elementos minerales. Se observa que el grado de homeóstasis mineral y los mecanismos implicados varían notablemente con los diferentes minerales, y las diferencias existentes entre ellos en cuanto a las cantidades absorbidas, retenidas y excretadas se desarrollarán como forma de supervivencia.

## **F. FUENTES ORGÁNICAS DE MINERALES**

Para <http://www.uco.es/zootecniaygestion.com>.(2014), existe una amplia investigación sobre el empleo de diferentes tipos de minerales suministrados no bajo forma convencional (sulfatos, óxidos, carbonatos) sino en forma orgánica. En vacuno de leche, los minerales que principalmente se suplementan de forma

orgánica son: zinc, cobre, manganeso, hierro y cobalto. Los microminerales tienen un papel principal en el organismo como cofactores de los sistemas enzimáticos. Hay identificados más de 300 sistemas enzimáticos, en los que se conocen funciones específicas de ciertos microminerales. A nivel fisiológico; Fe, Cu, Zn y Mn se asocian con fertilidad y crecimiento, aunque se les conoce otras áreas de influencia. Las ventajas de empleo de fuentes orgánicas frente a las inorgánicas se resumen en: mejor absorción y metabolismo más efectivo; no reaccionan con otros componentes de la ración esto es importante en el caso de las vitaminas del premix cuando ambos se adicionan juntos; su absorción no se ve influenciada por otros componentes de la ración el ácido fítico reduce linealmente la absorción del zinc) y evitan el antagonismo de absorción entre microminerales. existen desventajas del empleo de formas orgánicas, entre las que destacamos: el precio, pues las formas orgánicas suponen un coste de suplementación por unidad de mineral muy superior al de las sales inorgánicas; el control analítico es complicado y no siempre permite diferenciar las formas orgánicas técnicamente bien diseñadas de las simples mezclas de minerales y aminoácidos, dónde realmente no existe una unión química entre la matriz orgánica y el micromineral y por último que los resultados que aparecen en la literatura científica no son siempre consistentes y es difícil constatar por tanto la efectividad de su uso.

## **G. REQUERIMIENTOS MINERALES EN VACAS DE PRODUCCIÓN**

### **1. Agua**

Ciria J. (2005), reporta que el agua es un nutriente muy importante, pero muchas veces olvidado. El agua constituye el 74% del peso de un ternero recién nacido y 59% de una vaca adulta. En sus etapas inmaduras de crecimiento la mayoría de las plantas contienen de 70 a 80% agua. Las semillas contienen de 8 a 10% agua. El agua es el medio en el cual ocurren las reacciones básicas que controlan la vida. Puede jugar varios papeles dentro del cuerpo:

- Transportar nutrientes;

- Regular la temperatura del cuerpo;
- Es un componente de muchas reacciones químicas;
- Mantener la forma de las células del cuerpo.
- Hay tres fuentes de agua para un animal: el agua asociada con los alimentos; el agua del bebedero; y el agua metabólica procedente de las reacciones biológicas dentro del cuerpo.

## 2. Minerales

Rojas, L. (2004), informa que los minerales son elementos inorgánicos encontrados como sales inorgánicas por ejemplo, carbonato de calcio, ligados a compuestos orgánicos (por ejemplo, azufre en algunos aminoácidos, fósforo en las proteínas, caseína de la leche). Típicamente, los minerales se categorizan como "macrominerales" y "microminerales". Esta distinción se basa no solamente en la cantidad de mineral requerida, pero ambas son importantes para la buena salud del animal. Los macrominerales se requieren a niveles de 0.2 a 1.0% de la ración a base de materia seca, mientras que los microminerales se requieren a niveles de 0.001 y 0.05% de la ración de materia seca, es decir 10 a 500 partes por millón. Algunos minerales se pueden almacenar dentro del cuerpo (por ejemplo, hierro en el hígado, calcio en los huesos, etc.). Sin embargo, los minerales que son solubles en agua (por ejemplo, sodio y potasio) no se almacenan y se tienen que suministrar casi continuamente en la dieta. Los síntomas de deficiencia o toxicidad aparecen cuando los minerales disponibles están en una concentración demasiado baja o alta en la dieta. La toxicidad de flúor, selenio, molibdeno y cobre puede ser un problema bajo situaciones prácticas de alimentación. Otros minerales incluyendo el plomo, el cadmio y el mercurio, también tienen importancia práctica debido a su potencial de toxicidad.

Mejías, R. (2001), afirma que típicamente, las deficiencias prolongadas o severas pueden resultar en síntomas y manifestaciones clínicas, (por ejemplo, cuando hay deficiencia de yodo, las glándulas tiroideas, ubicadas en la garganta se aumentan visiblemente). Sin embargo, algunas pequeñas deficiencias resultan en síntomas no específicos, es decir comunes a todas las deficiencias. Estos síntomas no

específicos pueden pasar desapercibidos porque típicamente resultan en un menor nivel de producción. Por ejemplo, el crecimiento de un animal joven puede ser simplemente más lento o la ingestión de alimentos y producción de leche en una vaca en lactancia puede reducirse un poco. Así, es difícil identificar una deficiencia menor de un mineral aunque pueda resultar en una pérdida económica importante, los requerimientos minerales se describen en cuadro 2.

Cuadro 2. REQUERIMIENTOS MINERALES DEL GANADO.

Mineral	Vacas/novillas		
	Crecimiento	Gestantes	Lactantes
Calcio %	0,40 a 0,80	0,16 a,27	0,28 a 0,58
Fósforo%	0,22 a 0,50	0,17 a 0,22	0,22 a 0,39
Magnesio%	0,10	0,12	0,20
Potasio%	0,60	0,60	0,70
Sodio%	0,06 a 0,08	0,06 a,08	0,10
Azufre%	0,15	0,15	0,15
Cobalto ppm	0,10	0,10	0,10
Cobre ppm	0,10	0,10	0,10
Iodo ppm	0,50	0,50	0,50
Hierro ppm	0,50	0,50	0,50
Manganeso ppm	0,20	0,40	0,40
Selenio ppm	0,10	0,10	0,10
Zinc ppm	0,30	0,30	0,30

Fuente: [http://www.fao.org/docrep\(2014\)](http://www.fao.org/docrep(2014)).

Para [http://www.fundacionfedna.org.\(2014\)](http://www.fundacionfedna.org.(2014)), tanto como para la energía y la proteína, la cantidad total de un mineral en un alimento tiene poca significancia, sino que se caracteriza por su disponibilidad al animal, La disponibilidad de un elemento mineral puede estar influido por muchos factores:

- Especie de animal;
- Su edad y sexo;
- La salud del animal;

Anison, E. (2006), indica que su condición nutricional, el balance con los otros nutrientes en la dieta; por ejemplo, una deficiencia de vitamina D puede reducir la absorción de calcio; La forma química de un elemento; por ejemplo, el hierro se absorbe como  $Fe^{++}$ , pero no como  $Fe^{+++}$ ; El nivel y la forma de otros elementos; por ejemplo un alto nivel de azufre y zinc reduce la disponibilidad del cobre; El procesamiento del alimento; La presencia de agentes que ligan los minerales; por ejemplo, el ácido fítico, que está presente en varios granos, liga y hace inaccesible el fósforo de los granos para los animales de estómago sencillo, Las funciones generales de minerales dentro el cuerpo son las siguientes: Le dan rigidez y fuerza al esqueleto, (calcio, fósforo y magnesio); Sirven como constituyentes de los compuestos orgánicos (azufre en proteínas, cobalto en vitamina B 12, hierro en las células rojas de la sangre); Activan sistemas de enzimas (fósforo, magnesio y zinc); Se requieren para producir hormonas; Controlan la cantidad de agua en el cuerpo (sodio, cloro y potasio); Regulan la cantidad de ácidos y bases en el cuerpo, es decir la cantidad de compuestos cargados positivamente y negativamente (sodio, cloro y potasio); La contracción de músculos y transmisión de impulsos en los nervios (sodio y calcio).

### **3. Macro minerales**

#### **a. Calcio**

Para <http://www.actualidadavipecuaria.com>(2014), aproximadamente 99% del calcio en el cuerpo se encuentra en los huesos y en los dientes, Los huesos sirven de órgano estructural y también de embalse de calcio, El 1% restante de calcio se encuentra en la sangre y en otros tejidos y juegan papeles importantes, El calcio en la sangre es necesario para regular el latido del corazón, Al inicio de la lactancia la alta demanda de calcio para la producción de leche (la alta cantidad de calcio en la leche está ligada a proteína caseína) puede bajar el nivel de calcio

en la sangre, lo suficiente para producir una enfermedad que se llama fiebre de leche, Como resultado, el latido del corazón se reduce a tal punto que la vaca pierde el control de sus piernas, si no reciben tratamiento, pasa a un estado de coma y muere. Finalmente, el calcio es esencial para la coagulación de la sangre, La absorción de calcio en el duodeno de la vaca depende de:

- La fuente de calcio (la verdadera digestibilidad de calcio varía entre 31% en alfalfa a 56% en fosfato de calcio);
- La presencia de vitamina D: con niveles insuficientes de vitamina D, la absorción de calcio disminuye;
- El nivel de grasa en la dieta; niveles excesivos de grasa en la dieta reducen la absorción de calcio porque la grasa se combina con calcio para formar sustancias insolubles;
- La presencia de cantidades excesivas de otros minerales (fósforo, hierro, aluminio y manganeso) reducen la absorción de calcio,

De Alba, J. (2003), reporta que en animales jóvenes, una deficiencia de calcio produce huesos suaves que crecen deformados, Este síntoma es típico de una enfermedad, que se llama raquitis, pero también puede resultar de una deficiencia de vitamina D o de fósforo, En animales adultos, una deficiencia de calcio o fósforo produce una debilidad en los huesos, resultado de la movilización excesiva de los minerales en los huesos, Los huesos se hacen porosos y más susceptibles a fracturas, Esta condición se llama osteomalacia, Los animales que consumen forrajes leguminosos, ingieren suficiente calcio para responder a sus necesidades de mantenimiento, y a una producción limitada de leche, Sin embargo, mientras aumenta la producción de leche, hay una necesidad de ofrecer una fuente más concentrada de energía a la vaca, Típicamente, los forrajes se reemplazan parcialmente con concentrados o granos en la ración, estos alimentos, además de forrajes no leguminosos, generalmente tienen una baja cantidad de calcio y es necesario suplementarlos, utilizando en los alimentos de las cáscaras de ostras, cal, fosfato de calcio, y bicarbonato de calcio.

## **b. Fósforo**

Espinoza E. (2004), informa que aproximadamente 80% del fósforo en el cuerpo se encuentra en los huesos y en los dientes, El fósforo juega varios papeles importantes en el cuerpo, Por ejemplo, está involucrado en el metabolismo de energía, en el transporte de lípidos en el cuerpo y forma parte de los compuestos que almacenan la información genética (ADN), Debido a este amplio rango de funciones, no hay síntomas específicos de la deficiencia de fósforo, Actualmente, debido a su estrecha asociación con calcio, los síntomas de deficiencia de fósforo se parecen a los de la deficiencia de calcio, Además, algunos de los síntomas no específicos incluyen una disminución del apetito, reducción de la resistencia a enfermedades, y la disminución de su rendimiento reproductivo, Los granos de cereales, los subproductos de procesamiento que contienen salvado o gérmenes de granos y ciertos alimentos altos en proteína, especialmente aquellos que son de una fuente animal, son buenas fuentes del fósforo, Los animales que ingieren grandes cantidades de granos o de proteínas de origen vegetal, típicamente necesitan poca suplementación de fósforo, Cuando se alimenta con forraje de baja calidad, es necesario agregar fósforo para responder a las necesidades nutricionales de la mayoría de los animales, especialmente aquellos que están en producción.

## **c. Relación calcio: Fósforo**

Godoy, S. (2004), indica que las vacas no pueden movilizar el fósforo de sus huesos tan rápidamente como el calcio, Sin embargo, la movilización de calcio también moviliza algún fósforo, debido a que ambos alimentos están enlazados dentro de los huesos, En promedio, la relación de calcio a fósforo en los huesos es 2,2 partes de calcio para 1,0 de fósforo, Así, las deficiencias de fósforo marginales son probablemente más frecuentes que las de calcio, En la dieta una relación de 1,6 partes de calcio o 1,0 de fósforo es lo que típicamente se recomienda, Cuando esta relación es menos de 1:1, o más de 2,5:1, la incidencia de fiebre de leche tiende a aumentar, Si hay suficiente vitamina D presente la relación de calcio a fósforo resulta menos crítica, Sin embargo, es difícil

recomendar una relación óptima de calcio a fósforo en la dieta, porque: La digestibilidad de calcio y fósforo depende de la fuente, Generalmente, el fósforo tiene una digestibilidad más alta (más de 55%) en comparación con el calcio (con menos de 50%), El fósforo se recicla a través de la saliva.

#### **d. Magnesio**

Borsotti, E. (2007), reporta que aproximadamente el 50% del magnesio en el cuerpo se almacena en los huesos, La otra mitad tiene funciones en muchas enzimas diferentes y en las contracciones de los músculos, La disposición de magnesio en forrajes es muy baja, (tiene un rango de 11 a 28%) mientras que en los concentrados y granos es un poco más alta (30 a 40%), El tétano hipomagnésico es una condición que típicamente se asocia con el hipomagnesia en rumiantes, La hipomagnesia ocurre más frecuentemente en vacas pastoreando en praderas de granos pequeños inmaduros (al comienzo de la primavera) y está relacionada con un nivel reducido de magnesio en la sangre, Los síntomas incluyen una hiperirritabilidad, contracciones involuntarias de los músculos (sacudidos de los músculos) una salivación excesiva y rechinado de los dientes, La suplementación con magnesio o la adición de granos a la dieta, son efectivas en reducir la incidencia de los síntomas, Los altos niveles de fertilizante de nitrógeno y potasio parecen hacer el magnesio menos accesible a la vaca, También, los niveles de amoníaco en el rumen (derivados de altas cantidades de proteína cruda en un pasto joven) resulta en una reducción de la absorción de magnesio. el óxido de magnesio mezclado con los concentrados en la dieta, típicamente se utiliza como fuente adicional de magnesio para vacas lecheras, Sin embargo, la necesidad de suplementación es difícil de determinar y si no aparecen síntomas de hipomagnesia, los niveles de magnesio en las raciones probablemente son adecuados.

#### **e. Sal: Sodio y cloro**

Según <http://www.fundacionfedna.org>.(2014), la sal o cloruro de sodio es especialmente importante para los rumiantes, porque la mayoría de plantas tienen

muy bajas cantidades de sodio y preferencialmente acumulan potasio, El sodio contribuye a muchos aspectos del metabolismo: mantiene el balance de agua en el cuerpo: regula la presión osmótica (la concentración de sales en ambos lados de membranas); y juega un papel importante en el balance de ácidos y bases (la concentración de moléculas con carga positiva y negativa en las células), El sodio tiene una carga positiva ( $\text{Na}^+$ ) y es el mineral principal con carga positiva (catión) fuera de las células, Este balance osmótico se requiere para la asimilación celular de glucosa, el transporte de aminoácidos y es un factor en controlar los impulsos de los nervios, El sodio se encuentra en altas cantidades en el rumen de la vaca, Una deficiencia de sodio produce los siguientes síntomas en orden de severidad: Un deseo de sal manifestado por la vaca lamiendo y mordiendo varios objetos (una condición que se llama pica); Pérdida de apetito; Una apariencia macilenta, con ojos sin lustro y el pelo áspero; Una reducción de producción de leche o de aumento de peso; Falta de coordinación, debilidad e irregularidades cardíacas (arritmias) que pueden resultar en la muerte.

Para <http://www.actualidadavipecuaria.com>.(2014), los síntomas se desarrollan sólo después de largos periodo de deficiencia, porque las vacas tienen una habilidad notable de concentrar el sodio, Las vacas se recuperan rápidamente de una deficiencia de sodio cuando se le agrega sal a la dieta, La concentración de sodio en la leche aumenta durante mastitis, El acceso libre a bloques de sal (a veces enriquecidos con yodo) típicamente se recomienda, especialmente en climas calientes, porque los requerimientos de sodio pueden aumentar debido a la pérdida de sales asociadas con la transpiración de la vaca.

Borsotti, E. (2007), reporta que un exceso de sal en la dieta pocas veces es un problema, Sin embargo, el nivel de sal en la dieta se debe limitar a vacas que tienen una predisposición a edema de la ubre, porque la sal excesiva empeora esta condición, el cloro de la sal también contribuye al balance de ácidos, bases y el balance de fluidos dentro del cuerpo, También, se utiliza para la formación de ácido clorhídrico en el abomaso, los fluidos pancreáticos y otras secreciones intestinales.

## **f. Potasio**

Mejías, R. (2001), informa que el potasio es el tercer elemento mineral más abundante que se encuentra en el cuerpo de la vaca, El potasio juega muchos papeles importantes: está involucrado en varios sistemas de enzimas, e influye en las actividades de los músculos (especialmente el corazón o el músculo cardiaco), El potasio tiene una carga positiva (K+) y se encuentra principalmente dentro de las células, El potasio influye en el balance de agua, la carga eléctrica, la acidez (balance ácido base) y la concentración de la sal (presión osmótica) dentro y fuera de las células, La mayoría de los síntomas de deficiencia de potasio no son específicos: un crecimiento reducido en animales jóvenes, y una reducción marcada en ingestión de alimentos, Un síntoma más específico es la reducción en la suavidad del cuero, Sin embargo, una deficiencia de potasio es bastante rara, porque la mayoría de forrajes contienen considerablemente más potasio del necesario para el ganado lechero, De hecho, en pastos jóvenes, las concentraciones de potasio pueden ser hasta 3% de la materia seca de los pastos, El exceso de potasio en pastos puede empeorar los problemas asociados con el metabolismo de magnesio que resultan en hipomagnesia.

Según <http://www.fundacionfedna.org>.(2014), el contenido de potasio en muchos concentrados está por debajo de los requerimientos, Así que las dietas que consisten compuestas principalmente en concentrados pueden tener una cantidad insuficiente de potasio para cumplir con los requisitos, El stress, y especialmente el que se debe a la temperatura, aparentemente aumenta las necesidades de potasio, probablemente por la pérdida aumentada de potasio en el sudor, La concentración de potasio se reduce con la madurez de los forrajes y puede ser reducida por la lignificación de forrajes maduros parados en áreas húmedas.

## **g. Azufre**

De Alba, J. (2003), manifiesta que el azufre es un componente esencial de proteínas y otros componentes del cuerpo, Es una parte del aminoácido metionina y de las vitaminas B tiamina y biotina, Hay una asociación estrecha entre el

nitrógeno y el azufre, tanto en las células de plantas como la de animales, Típicamente, los alimentos altos en proteína, también tienen una gran cantidad de azufre, Así, las dietas que proveen suficiente proteína probablemente sean adecuadas en azufre, Ahora se considera, por lo general, que una relación adecuada de nitrógeno: azufre en la dieta es aproximadamente 10:1, Así, una ración de 13% proteína cruda en la materia seca, contiene 2,1% nitrógeno (13/6,25), y su contenido de azufre debería ser aproximadamente 0,2% (2,1/10), Una deficiencia de azufre es rara, Sin embargo, en la práctica de alimentar vacas lecheras, una deficiencia de azufre es más probable cuando la proteína cruda en la dieta incluye una alta proporción de nitrógeno no proteica, relativa a su verdadera proteína, Las fuentes inorgánicas de azufre (sulfato de sodio, sulfato de magnesio, etc.) se pueden utilizar como fuentes suplementales, porque se utiliza eficientemente por los microbios del rumen para sintetizar metionina, biotina y tiamina, Un exceso de azufre en la dieta interfiere con el metabolismo de selenio y cobre, También, un exceso de azufre en la dieta (más de 0,4% de la materia seca), puede resultar en síntomas de toxicidad (contracciones musculares o estremecimientos musculares, diarrea y ceguera), el agua en el bebedero puede contener niveles de azufre que producen efectos adversos.

## 5. Microminerales

### a. Cobre

Espinoza, E. (2004), señala que el cobre es esencial para la actividad de ciertas enzimas, También, el cobre y el hierro son necesarios para la síntesis de hemoglobina, la proteína en la sangre que transporta oxígeno, La deficiencia de cobre es un problema práctico y significativo en muchas partes del mundo, La deficiencia resulta de una insuficiencia de cobre, o un exceso de molibdeno y a veces azufre, Los investigadores consideran que el molibdeno y el azufre pueden tener efectos adversos en la absorción de cobre en los intestinos, debido a la formación de compuestos insolubles, En orden progresivo de severidad las manifestaciones de deficiencia incluyen:

- Reducción de crecimiento, reducción de la producción de leche;
- Una diarrea severa, pérdida de peso, pelo áspero;
- Una depresión o un retraso de estro, retención de placenta;
- Una falla aguda del músculo cardíaco y muerte aguda,
- La hinchazón de los extremos de los huesos de las piernas, especialmente sobre la cuartilla;
- Articulaciones tiesas que pueden resultar en un paso más parecido al de un caballo;
- Una pérdida de los pigmentos en el pelo, resultando en un cambio del color del pelo, a una apariencia gris, especialmente alrededor de los ojos (Figura 2,4);
- El nacimiento de terneros con raquitis congénita.

Obispo, N. (2001), asevera que las principales fuentes inorgánicas de cobre son en forma de sulfato, carbonato y elementos de óxido, Los efectos tóxicos de cobre son bastante interesantes, Cuando una vaca consume un exceso de cobre, puede acumular cantidades excesivas del mineral en el hígado sin mostrar síntomas de toxicidad, Sin embargo, el stress y otros factores pueden resultar en una liberación repentina de altas cantidades de cobre del hígado hacia la sangre, Las células rojas de la sangre se destruyen, y el animal resulta con histerismo, debido a que la bilis se produce en cantidades excesivas, mientras intenta eliminar el exceso de cobre, Sin embargo frecuentemente el animal muere de repente, Los requisitos de cobre en la dieta y la tolerancia de vacas a niveles excesivos de cobre, aparentemente son altamente influidos por el molibdeno y el azufre.

## **b. Yodo**

Peruchena, O. (2009), indica que el requerimiento fisiológico principal para yodo es para la síntesis de hormonas de la glándula tiroides que regula la tasa del metabolismo de energía, Las señales típicas de deficiencia de yodo en ganado es un aumento en el tamaño de las glándulas tiroides (bocio), Dado a que el yodo se retiene preferencialmente para la vaca en lugar del feto, la primera indicación de una deficiencia de yodo aparece en terneros recién nacidos, Algunas plantas,

especialmente aquellas de la familia brassicae (col y nabo) son capaces de producir una deficiencia de yodo, Otra característica del yodo es que aproximadamente 10% de yodo en la dieta pasa a la leche, Este porcentaje puede aumentarse con el rendimiento de la leche, pero concentraciones de menos de 20 micro gramos por litro de leche indican una deficiencia de yodo, Si no se le da suplementación, una deficiencia de yodo probablemente ocurrirá cuando la dieta del animal consista en alimentos producidos en suelos deficientes de yodo, Los síntomas de toxicidad de yodo son un lagrimeo y salivación excesiva, una secreción nasal, y una congestión de la tráquea que produce tos,

### **c. Hierro**

Godoy, S. (2004), indica que el hierro es esencial para la respiración celular (la captura de energía) y para el transporte del oxígeno por hemoglobina y mioglobina (una proteína rica en hierro que se encuentra en los músculos), Una deficiencia de hierro es más probable en terneros jóvenes, La concentración de hierro en la leche es muy baja (10 ppm), y al nacer el ternero tiene una reserva de hierro en el hígado que puede durar unos 2 o 3 meses, Así, los terneros alimentados solamente con leche completa por más de 2 o 3 meses son más propensos a resultar anémicos, Es interesante que cuando hay una deficiencia marginal de hierro, el porcentaje de hierro absorbido en el intestino delgado aumentado en comparación con la absorción que ocurre cuando hay un suministro adecuado en la dieta, La forma ferrosa ( $Fe^{++}$ ) de hierro es mucho más disponible que la forma férrica ( $Fe^{+++}$ ) de hierro suplemental, Sin embargo, la mayoría de alimentos comunes contienen cantidades adecuadas de hierro, y la deficiencia de hierro en vacas adultas es rara si no hay una pérdida severa de sangre debida a alguna infección parasítica u otras enfermedades o lesiones,

### **d. Manganeso**

Para [\(http://www.produccion-animal.com.ar\)](http://www.produccion-animal.com.ar) (2014), en ganado, los requisitos para manganeso son significativamente más altos para la reproducción y el nacimiento

de un ternero normal que para el crecimiento , Así, el manganeso es necesario para la reproducción normal para evitar anomalías en la estructura de los huesos de los recién nacidos, y para el crecimiento normal de los huesos, El manganeso se almacena en el hígado y en los riñones donde sirve para activar varias enzimas, La deficiencia severa de manganeso en ganado raras veces es un problema práctico, En general, los forrajes contienen niveles de manganeso que son más altos que en los granos, Los requisitos pueden aumentarse cuando la dieta contenga altos niveles de calcio y fósforo,

#### **e. Molibdeno**

De Alba, J. (2003), menciona que el molibdeno es un componente de una enzima (oxidasa de xantina) que se encuentra en todas las células y fluidos del cuerpo en una baja concentración, Nunca se ha observado una deficiencia, sin embargo la toxicidad puede ser un problema grave en ganado de pastoreo en varias partes del mundo, Los niveles tóxicos de molibdeno son más probables en regiones que tienen un suelo alcalino (pH mayor de 7), Un pH alto en el suelo aumenta la disponibilidad de molibdeno a las plantas, mientras que se reduce la acumulación de cobre, Las principales manifestaciones de una toxicidad de molibdeno en ganado son las mismas que la deficiencia de cobre, la más obvia siendo la diarrea, La disponibilidad del molibdeno parece ser más baja en forrajes conservados que en gramíneas frescas,

#### **f. Selenio**

Espinoza, E. (2004), reporta que el selenio es parte de una enzima (peroxidasa de glutatión) que ayuda la vitamina E a prevenir daños a las membranas, El selenio previene la distrofia muscular que se llama músculo blanco en rumiantes jóvenes, Esta enfermedad se caracteriza por la degeneración de los músculos y fallos cardiacos, Una deficiencia es más probable cuando los alimentos se producen en suelos ácidos, La absorción del selenio en el duodeno es limitado (40%), pero con la presencia del calcio, arsénico, cobalto y azufre, puede reducir

la absorción de selenio a 50% o más, El selenio, absorbido, se almacena en el hígado y los riñones, También, una deficiencia de selenio puede afectar el rendimiento reproductivo, En vacas deficientes, una suplementación de selenio en la presencia de un suministro adecuado de vitamina E, ha reducido la incidencia de retención de placenta y metritis, Los requisitos para el selenio por rumiantes son aproximadamente 0,1 a 0,3 partes por millón, pero un pequeño exceso es rápidamente tóxico porque el nivel máximo es 2 ppm, Las plantas de las familias *Astragalus* y *Stanleya* acumulan selenio (1000 a 3000 ppm) y tienen un efecto muy adverso cuando se pastorea, Los indicadores de toxicidad aguda incluyen: Un síntoma típico es la falta de angularidad en las piernas traseras (indicado por la línea), Depresión, una postura característica, con la cabeza abajo y las orejas dobladas; Un pulso rápido y débil, respiración difícil; Diarrea, letargo y muerte debida a fallas de respiración,

#### **g. Zinc**

Obispo, N. (2001), manifiesta que el zinc funciona como un activador de más de 30 enzimas diferentes que están involucrados en el metabolismo de la materia genética, la proteína y los carbohidratos, El zinc se encuentra especialmente en la piel (los tejidos epidérmicos), Una deficiencia de zinc ocurre con más frecuencia en el animal joven, probablemente porque los requerimientos parecen reducir con la edad. Sin embargo, la absorción de zinc también se reduce con la edad, y los animales adultos pueden desarrollar síntomas de deficiencia:

- Paraqueratosis (piel escamosa): las lesiones de la piel son más severas alrededor del cuello y de la cabeza, y al borde de la nariz;
- Fallos en la curación normal de lesiones; En el macho, un crecimiento reducido de los testículos y la producción de espermatozoides,

Los síntomas de deficiencia de zinc, aparecen rápidamente después de comer una dieta deficiente (3 semanas), pero las lesiones también desaparecen rápidamente con suplementación (3 a 4 semanas).

## 6. Minerales trazas

Botacio, R. (2007), informa que este grupo de minerales se denominan trazas porque las cantidades que requieren los animales son muy pequeñas, normalmente expresados en partes por millón (ppm) o en miligramos por kilogramo de peso corporal (mg/kg PV), De los 16 elementos considerados necesarios, realmente son esenciales el cobalto, cobre, hierro, zinc, manganeso, iodo, selenio, cromo y molibdeno (Mo); las deficiencias de los otros ocurren muy rara vez, Aunque estos minerales son requeridos en porciones muy pequeñas, ellos juegan un importante papel metabólico y en la síntesis proteica, metabolismo de las vitaminas, en la formación de tejido conectivo y en las funciones de inmunidad, La suplementación oral de los elementos trazas ha mostrado efectos positivos en los eventos reproductivos, como disminución del periodo de aparición del primer estro, y un incremento en la tasa de concepción, Algunos complejos específicos de aminoácidos con minerales traza son más biodisponibles y mejor retenidos por el cuerpo que fuentes inorgánicas. En el cuadro 3, se indica los criterios de clasificación del estado de los minerales trazas en bovinos

Cuadro 3. CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE LOS MINERALES TRAZAS EN BOVINOS.

	Cu	Zn	Se	Mn	Fe	I
	plasma	plasma	sangre	suero	suero	suero
Estatus	µg/mL	µg/mL	ng/mL	ng/mL	µg/100mL	µg/100mL
Deficiente	0,2-0,5	0,2-0,4	60-200	< 5	15-120	1-5
Adecuado	0,7-0,9	0,8-1,4	210-1200	6-70	130-250	10-40
Alto	0,9-1,1	2-5	> 1200	400-600	70-300)	

Fuente: <http://www.actualidadavipecuaria.com>.(2014).

## H. CLASIFICACIÓN DE LOS MINERALES ORGÁNICOS PARA EL GANADO DE LECHE

Según [http://www.actualidadavipecuaria.com.\(2014\)](http://www.actualidadavipecuaria.com.(2014)), no todos los minerales se absorben de igual manera, y los quelatos pueden ser un obstáculo para su absorción en algunos casos como en el Magnesio, en terneros y no rumiantes su absorción es en el intestino delgado, luego de desarrollarse el rumen y el retículo, éstos pasan a ser el mayor sitio de absorción, la absorción en el rumen depende de su concentración en el fluido ruminal, la absorción puede ser activa o pasiva para el caso del Mg y no es absorbido en forma de quelato, así sea fabricado por el Laboratorio más prestigioso del Mundo. El transporte activo del Mg, está ligado al del sodio. El PH ruminal influye en su solubilidad y su absorción declina exponencialmente por encima de un PH de 6.5, esto explica la interferencia de altos contenidos de potasio en su absorción. Los minerales orgánicos son muy útiles en el manejo de algunas situaciones que enfrentamos día a día en producción, como es el control de mastitis, control de células somáticas, manejo de problemas podales, manejo reproductivo y en general podemos estimular el sistema inmune mejorando el estado sanitario del ganado disminuyendo los costos por tratamientos en la explotación. En el caso de ganado en engorda y otras especies nos permiten manipular la calidad de las canales producidas, mejorar el estado sanitario del ganado, en el gráfico 4, se ilustra los movimientos de los minerales por la membrana plasmática.

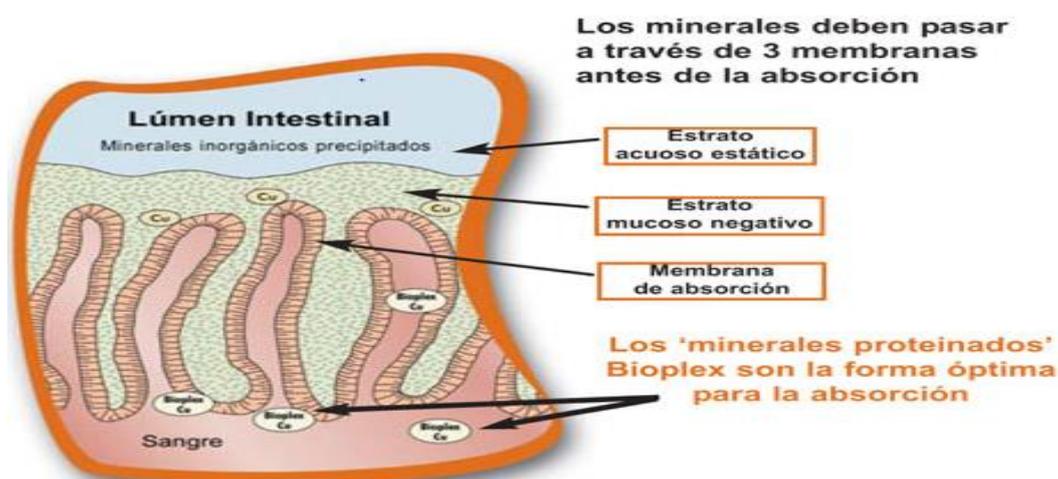


Gráfico 4. Movimiento de los minerales por la membrana plasmática.

Para <http://www.veterquimica.cl>.(2014), durante todos los días se recibe nuevos ofrecimientos de Minerales Orgánicos para el Ganado de Leche, no todos los Minerales Orgánicos son iguales, ya que las biodisponibilidades son muy diferentes. Según la Clasificación del AFCO, tenemos:

## 1. Metal aminoácidos

Bolajil, C. (2001), informa que La unión entre el quelado y el glutatión se realiza entre el grupo amino de aquel y el grupo carboxilo de éste. En el caso de los metioninatos la quelación se efectúa entre los grupos amino y carboxilo de la metionina (con cargas negativas) con el ion metálico (con dos cargas positivas). Estos quelados se absorben mediante el denominado transporte activo, requiriendo ATP (energía) para su plena realización. En los metioninatos se consigue para los oligoelementos que les constituyen:

- Absorción casi del 100%
- Ausencia de problemas de interacciones con otros macro y microminerales
- No influenciados por la solubilidad del medio
- Estables debido a no formar otros ligantes con sustancias de la dieta y que originan la precipitación e insolubilización del metal y, por tanto, su absorción.
- Alta disponibilidad biológica.
- Por otra parte, en los quelados con aminoácidos el metal se encuentra químicamente inerte y no reaccionante, debido a su estabilidad (producto estable y eléctricamente neutro). Todas estas propiedades y características hacen que los metioninatos sean hoy, y en el futuro, los aditivos minerales de elección.

## 2. Proteinatos

Según <http://www.veterquimica.cl>.(2014), son compuestos formados a base de proteínas y algunos minerales: puede haber proteinatos derivados de leche, sin lactosa y adicionados con minerales como zinc y hierro. Generalmente se usan

en la alimentación, tanto de humanos (sustitutos de leche infantil) como de animales cumplen múltiples funciones en el organismo, como constituyentes de las membranas biológicas, hormonas, vitaminas solubles en grasas. La diferencia con las proteínas es que estas últimas son parte de la "materia prima" para preparar estos alimentos. Cumplen múltiples funciones en el organismo, como constituyentes de las membranas biológicas, hormonas, vitaminas solubles en grasas (vitamina E).

### **3. Quelatos**

Según <http://www.produccion-animal.com.ar>.(2014), se puede comentar que los minerales quelatados tienen cerca del 90 de Absorción, ya que su función primordial es proteger o encapsular a los micro para evitar las interferencias en su paso por el rumen, teniendo además otro beneficio, el cual es multiplicar flora bacteriana. Los proteinados, como su nombre lo indica, son fuentes minerales con la adición de NNP, para facilitar la formación de proteína bacteriana, su efecto se hace más aceptable cuando los micro minerales son quelatados u Orgánicos, ya que tienen mejor respuesta en la época seca, que es para lo que son recomendados (facilitar digestión de fibra). Pero debe tener presente para qué tipo de animal lechero, ya que si habla de animales de alta producción, existen minerales Orgánicos con el debido balance Anión-Catión, además de las vitaminas necesarias para su buen funcionamiento.

Para <http://www.actualidadavipecuaria.com>.(2014), la quelación es un proceso natural, por medio del cual un mineral se une a una molécula orgánica que permite su transporte directo hacia la corriente sanguínea. Como ejemplos de productos quelados naturales se pueden citar: la hemoglobina, con el hierro, la clorofila, con el magnesio, o la vitamina B12, con el cobalto. En todos los casos, el agente quelante impide que el metal reaccione y se combine con otros compuestos en la luz intestinal, evitando los problemas de interferencia, que son causa de la baja biodisponibilidad del mineral. Como agentes de quelación se han utilizado distintos compuestos. Así, los ácidos ascórbico, cítrico o fumárico, pero se ha comprobado que tales compuestos tienen una estabilidad muy inferior a los

quelados órgano-metálicos, siendo resistentes a la acción del jugo gástrico y caracterizándose por su elevada absorción intestinal.

#### 4. Polisacáridos

Ciria J. (2005), informa que los carbohidratos, hidratos de carbono o azúcares son compuestos orgánicos integrados por carbono, oxígeno e hidrógeno estos dos últimos en la misma proporción que el agua, aunque existen glúcidos que contienen otros elementos en su molécula principalmente N, S y P. Tienen las siguientes características químicas:

- Estructura está basada en un esqueleto carbonado (molécula orgánica).
- Cadena carbonada con grupos hidroxilo (OH-) por lo que se pueden considerar polialcoholes.
- Pueden tener un grupo aldehído o un grupo cetona, ó ambos.
- Moléculas ricas en enlaces de alta energía (C-H; C-C; C-OH; C=O)
- Presentan isómeros y muchos presentan actividad óptica.

Rojas L. (2004), menciona que este tipo de compuestos son muy abundantes en los vegetales en los que frecuentemente sobrepasan el 75% de la materia seca, a diferencia de los organismos animales en cuya composición entran en un porcentaje mucho más bajo. Esta abundancia en los organismos del reino vegetal se debe a su fácil elaboración mediante los mecanismos de fotosíntesis según la siguiente reacción general:



Anison, E. (2006), informa que los carbohidratos presentes en las plantas proporcionan energía y fibra. Los vegetales son la fuente más importante de energía para los herbívoros y no solo proporcionan carbohidratos solubles sino que también son la fuente necesaria de fibra dietética especialmente importante en los rumiantes para la estimulación de la rumia.

## 5. Yeast - Selenio

Para <http://www.wagrinenews.es>.(2014), el yeast selenio es un Concentrado de selenio de alta disponibilidad biológica, se basa en la selección de cepas resistentes a los procesos de fabricación de alimentos balanceados, implementando un proceso adecuado de elaboración. Con esto se logra obtener un producto de muy alta calidad y resistencia a las temperaturas tradicionales de peletizado. Es un probiótico enriquecido con selenio generando una fuente preferente de selenio con una alta biodisponibilidad, es un producto enriquecido con selenio en una concentración versátil para uso en premezclas, bases o directamente en el alimento balanceado con una fuente preferente de selenio de alta biodisponibilidad. Es la fuente ideal de elección de selenio orgánico. Es totalmente seguro para los animales, el consumidor final y el medio ambiente. El Su uso permite al productor pecuario alcanzar los niveles de selenio ideales para la nutrición animal usando un producto natural. Para un óptimo funcionamiento inmune, es muy importante cuidar los niveles adecuados de aporte de selenio en la dieta.

Díaz, E. (2001), reporta que es importante recordar que en rumiantes la absorción de selenio es menos eficiente que en animales no rumiantes. La biodisponibilidad relativa del selenio se incrementa en 2.5 veces para productos como selenio metionina y llega a ser de 3:1 veces en el incremento de la biodisponibilidad para levaduras enriquecidas de selenio en comparación con fuentes inorgánicas. El selenio, además de facilitar la absorción de vitamina E, es un componente de las peroxidasas que destruyen los peróxidos de la grasa, facilitando la estabilidad de la grasa de la canal y de los lípidos de las membranas celulares; la deficiencia en selenio provoca una degeneración muscular (que puede afectar al músculo cardíaco). Recientemente el selenio ha sido asociado con otras seleno proteínas que tienen funciones biológicas esenciales. La concentración de selenio y la actividad plasmática de la glutatión peroxidasa están disminuidas en enfermedades infecciosas y no infecciosas. Además, muchos procesos morbosos involucran un aumento en la producción de radicales libres, que podrían incrementar la necesidad de protección con antioxidantes. También

se demostró que el selenio afecta la función linfocítica, pudiendo influenciar el tamaño y número de varias subclases de linfocitos T. Algunas investigaciones demostraron un aumento en la respuesta de anticuerpos en equinos hiperinmunizados con selenio y vitamina E juntos, pero no con selenio solamente. La carencia es lo más frecuente y es la responsable de la distrofia muscular o enfermedad del músculo blanco. Esta es una afección degenerativa que involucra a los músculos intercostales, diafragma y por último al corazón. Se manifiesta por trastornos en la marcha y en la estación, dificultad cardiorrespiratoria y muerte. Puede responder al tratamiento oral o intramuscular con selenio y vitamina E.

## **I. FUNDAMENTOS DE LOS MINERALES ORGÁNICOS**

Según <http://www.biotecap.com.mx>.(2014), los minerales orgánicos se han desarrollado con los siguientes fundamentos:

- Incrementar la disponibilidad del mineral. Los requerimientos minerales del ganado de han incrementado debido al aumento del potencial de producción y el costo de la suplementación mineral también se ha incrementado. Como bien mencionan, los minerales interactúan entre sí cediendo o captando electrones y es de esta forma como se forman los compuestos minerales insolubles y como un mineral disminuye ó incrementa la absorción de otro mineral. Al procesar un mineral y volverlo orgánico la polaridad del mineral se cambia evitando los problemas de interferencia al interactuar con otros minerales quedando totalmente disponible para su absorción y utilización. Incluso se ha observado en diferentes trabajos de investigación que al tratarse de amino metales (mineral + metionina, mineral + glicina) los minerales se dirigen a un órgano blanco de manera específica y a mayor velocidad. De esta manera se utiliza una mayor cantidad de minerales ofrecido y se disminuye la cantidad de minerales excretados y no utilizados.
- Una visión ecológica. Al disminuir la cantidad de minerales inorgánicos en las dietas y aportando minerales disponibles para el animal se disminuye la

cantidad de minerales que se excretan, disminuyendo la carga mineral depositado en suelo y que tiene potencial para contaminar el ambiente (suelo y mantos freáticos). La legislación de varios países establece un máximo de concentración de minerales totales permisibles en dietas para alimentación animal.

Según <http://www.uco.es/zootecniaygestion.com>.(2014), la recomendación para la utilización de minerales orgánicos no es la de sustituir totalmente los minerales inorgánicos, sino sustituir de manera parcial estos minerales inorgánicos de menor disponibilidad e incluso disminuir la cantidad total de minerales incluidos en la dieta. Esta reducción deberá hacerse de acuerdo a la biodisponibilidad del mineral orgánico considerado y deberá ajustarse de acuerdo a los requerimientos específicos de cada situación. La recomendación general es la de sustituir entre 20 y 40% de minerales inorgánicos, pero cada caso deberá evaluarse de manera individual dependiendo del nivel mineral requerido, tipo de mineral orgánico e incluso de la marca comercial.

## **J. COBALTO ORGÁNICO**

Según <http://www.saberalternativo.es>.(2014), el cobalto es un componente de la vitamina B12 y afecta la formación de las células rojas de la sangre, La síntesis de la vitamina B12 por los microbios del rumen se reduce rápidamente cuando hay una deficiencia de cobalto en la dieta, Los requisitos de cobalto son muy bajos, 0,1 partes por millón, o en otras palabras 0,1 mg, por kg de materia seca en la ración, Los forrajes en muchas partes del mundo contienen menos de este nivel de cobalto y la deficiencia bajo las condiciones de pastoreo es probablemente bastante común, El mejor método de detectar una deficiencia de cobalto es un análisis de la sangre y del hígado para la vitamina B12, Sin embargo, los síntomas externos incluyen la pérdida de peso, la reducción de crecimiento, el pelo áspero, la tendencia a tropezar, anemia, palidez de la piel y de las membranas mucosas, como el interior de los párpados, Las vacas pueden tolerar hasta 100 veces la cantidad requerida de cobalto, antes de que aparezcan síntomas de toxicidad, Así, el método más confiable de confirmar una deficiencia

de cobalto es de observar una respuesta positiva a un suplemento de cobalto. La administración oral de un bolo que contiene cobalto y hierro que se retiene en el retículo rumen por largos periodos de tiempo, ha sido exitoso en vacas que están pastoreando en áreas deficientes de cobalto.

Para <http://www.casapia.com>.(2014), el cobalto es un elemento esencial como parte de la Vitamina B12. Los microorganismos del rumen pueden sintetizar esta vitamina a partir de cantidades adecuadas de cobalto en la dieta. El requerimiento de Cobalto para vacas en producción y en seca es de 0.1 ppm en el alimento. Ante una deficiencia los microorganismos del rumen no pueden sintetizar Vitamina B12, se reduce consumo, se presenta pérdida de peso y retraso en el crecimiento por lo que es conveniente la suplementación apropiada en el alimento. La función principal del cobalto es suministrar un sustrato a los microorganismos del rumen para la elaboración de vitamina B, El cobalto es un componente de la vitamina B, la cual actúa como cofactor de la enzima metilmalonil - CoA-mutasa que cataliza la conversión del metilmalonil-CoA a succinil-CoA, paso muy importante en la conversión del propionato a glucosa, La producción de vitamina B en el rumen es muy deficiente, así como la absorción en el intestino delgado.

Mejías, R. (2001), indica que las deficiencias son más comunes que las intoxicaciones, ya que el ganado posee una gran tolerancia a este mineral, Cuando hay deficiencia, los signos incluyen menor apetito, crecimiento reducido, disminución de la producción de leche, y el pelo se torna áspero, Incluir este mineral en la suplementación alimentaria, especialmente durante la época seca, añade seguridad con nulos riesgos, Se ha desarrollado un bolo que actúa durante aproximadamente seis meses liberando en el rumen cobre, selenio y cobalto, lo cual representa una ventaja en sistemas extensivos de producción de carne, También se ha obtenido excelente respuesta a la suplementación con complejos aminoácidos-mineral (quelatos) como Co glucoheptonato, lográndose un incremento de 6% en producción de leche y mejoramiento en la fertilidad, El Co se encuentra principalmente en las hojas de los tallos, En suelos bien drenados es pobre la presencia de Co, mientras

que los suelos con pH altos limitan la disponibilidad del cobalto, Las Funciones del cobalto son:

- Forma parte estructural de la vitamina B12
- Los microorganismos del rumen lo necesitan para sintetizar la vitamina B12
- Es un catalizador de algunas funciones enzimáticas

### 1. Absorción de cobalto

De Alba, J. (2003), menciona que en los rumiantes la síntesis se realiza en el rumen y la absorción en el intestino delgado, En los monogástricos la síntesis se hace en el intestino grueso y la absorción en el ciego inmediatamente sale del organismo disminuyendo la utilidad a excepción de animales coprofagos como los cerdos y el conejo. La deficiencia de cobalto se manifiesta en:

- La deficiencia de cobalto produce escorbuto (deficiencia de vitamina C)
- Pérdida de apetito,
- Anemia severa (monocronica o monocitica),
- Eventualmente puede ocasionar la muerte,
- Produce languidez como consecuencia de los descensos de vitamina B12,

### 2. Requerimientos y fuentes de cobalto

Espinoza E. (2004), indica que los rumiantes tienen mayores requerimientos que los monogástricos debido a que parte del cobalto se desperdicia en la síntesis microbiana de compuestos orgánicos, Los rumiantes requieren además más vitamina que interviene en el metabolismo de ácido propionico. Las fuentes de cobalto son:

- Carnes y pescado son bajas en cobalto pero ricas en vitamina B12.
- Las gramíneas contienen entre 0,1 y 0,25 mg / kg.

- Las leguminosas.
- Los alimentos concentrados son bajos en cobalto y ricos en vitamina B12.
- Toxicidad por cobalto.
- Se presenta en el ganado bovino cuando se presenta a razón de 1 mg / kg de peso vivo, En condiciones normales es muy difícil la toxicidad de este micromineral.

## **K. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ADITIVO ROUGHAGE MATE™**

### **1. Descripción**

En [http://www.ralconutrition.com/RoughageMate.\(2014\)](http://www.ralconutrition.com/RoughageMate.(2014)), se ha precisado que este producto proporciona a las bacterias ruminales el cobalto que necesitan para una mejor fermentación, mejora el desempeño de tres formas importantes:

- Mejor calificación de condición corporal (CCC) y capacidad para volverse a reproducir.
- Mejor calidad y cantidad de leche.
- Mejora la digestibilidad y el consumo en dietas altas en forraje.

### **2. Razones de los niveles a probar (tratamientos)**

Según: [http://www.ralconutrition.com/RoughageMate.\(2014\)](http://www.ralconutrition.com/RoughageMate.(2014)), recomienda aplicar a razón de 7 gramos (0,2 onzas) por cabeza por día en la ración alimenticia, la definición de los niveles de prueba pretende dos niveles más altos frente a un testigo sin cobalto orgánico.

### **3. Composición**

RoughageMate™ está formulado con la tecnología CoMax y SoluMin. En la ilustración del gráfico 5, se aprecia las especificaciones del producto



Gráfico 5. Ilustración del RoughageMate™

#### 4. Referencias de comax

Es un suplemento de micronutrientes completamente natural para rumiantes. Proporciona una fórmula cerrada, fuente de propiedad de cobalto orgánico que es muy soluble en la panza y es rápidamente utilizada por los microbios de la panza. (RalcoNutriton, Inc.)

#### 5. Referencias de solumin

Es una tecnología de patente pendiente que hace que los rastros de minerales solubles incrementen su efectividad y bio-disponibilidad. Proporciona una única y exclusiva fuente de Cobalto orgánico que es muy soluble en el rumen y es utilizado rápidamente por las bacterias ruminales. Nuestro cobalto estimula todas las bacterias en el rumen, lo cual mejora la digestibilidad y eficiencia de la fibra. SoluMin estimula el desempeño. Las vacas lecheras fabrican al menos 90% de su propia glucosa que es la energía requerida exclusivamente para la producción de leche y el crecimiento fetal. Cuando las bacterias ruminales descomponen la fibra

de la dieta, producen vitamina B12 y ácidos grasos volátiles (AGV), entre ellos el propionato, elementos clave para la productividad. La tecnología SoluMin solubiliza al cobalto y lo pone a disposición de todas las bacterias en el entorno ruminal. No se asienta en el fondo del rumen donde es menos efectivo. La inclusión de SoluMin en las raciones del ganado lechero ha probado científicamente que incrementa la digestibilidad de la fibra, lo que resulta en una reducción de la fibra neutrodetergente (FND).

## **L. SUPLEMENTACIÓN MINERAL DEL GANADO A PASTOREO**

Obispo N. (2001), reporta que para suministrar un suplemento adecuado se debe conocer los requerimientos de los animales de acuerdo con la edad, estado productivo o reproductivo, Además, la disponibilidad biológica de los minerales en la mezcla, la concentración del elemento en la mezcla, y el consumo de la mezcla, La suplementación mineral puede realizarse de manera directa o indirecta, La suplementación mineral directa o a voluntad (ad libitum) es el método más común de suministrar minerales en animales en pastoreo, Los rumiantes no poseen un apetito especial por los minerales excepto la sal común, La sal común en proporción de 30 al 40% promueve el consumo de la mezcla mineral, Los suplementos minerales sólo benefician a los animales si están disponibles de manera permanente, en forma seca y fresca, Los saleros deben ser contruidos de forma tal que permitan el acceso a los animales pero que impidan la contaminación con heces u orina, así como, a prueba de lluvia.

Peruchena, O. (2009), manifiesta que el suministro a pastoreo en la forma de bloques minerales es una manera práctica, Los bloques deben ser colocados a cierta distancia de los bebederos, y debe haber un bloque por cada 25 a 40 animales, Los saleros deben ser chequeados dos veces por semana, Si el ganado está consumiendo minerales en exceso, se debe añadir más sal a la mezcla; altos niveles de sal hacen disminuir el consumo, Si el consumo es muy bajo, se puede incentivar el consumo con melaza, grano, semillas de algodón, etc, hasta un 15% de la mezcla, Si se está suplementando con proteína y energía,

puede añadirse mineral a la mezcla para alcanzar el consumo al nivel deseado, En general, los forrajes tropicales no aportan los requerimientos de calcio, fósforo, cobre, zinc y manganeso de los animales a pastoreo,

Según <http://www.sian.inia.gob.ve>.(2014), la forma indirecta de administración mineral incluye un manejo adecuado del suelo, con enmiendas que promuevan el aumento del pH y una mejor disponibilidad de ciertos minerales en la planta, Los forrajes poseen diferencias entre ellos en la captación de minerales de suelo, entonces, el pastoreo de diferentes especies de forrajes que crecen en el mismo suelo, proporciona una variada concentración de algunos minerales, Los suplementos minerales comerciales están formulados para suplir de un 100 a 125% de los requerimientos promedio de una región, pero desafortunadamente, el rebaño individual, está por encima o por debajo del promedio, Los dueños de rebaños grandes, deben trabajar conjuntamente con el nutricionista para identificar las deficiencias minerales y formular su propia fórmula mineral, para las diferentes épocas del año, Una última consideración está relacionada con la contaminación ambiental, En los sistemas intensivos de producción se acumulan desechos, que pueden poner en peligro la calidad del suelo y del agua superficial, Actualmente, el N y el P son considerados el principal problema ambiental, y debe estudiarse cómo disponer de los desechos adecuadamente, El exceso de minerales en las excretas, además de representar un riesgo de contaminación ambiental, representa una pérdida económica.

Peruchena, O. (2009), indica que no se puede desarrollar un programa económicamente eficiente de suplementación mineral que sirva para todas las fincas y en todo el país, Cada ganadero debe evaluar su sistema de producción, sus recursos, su nivel de producción, y las limitantes que lo afectan, para desarrollar un programa para su operación, El suplemento mineral más costoso, no necesariamente es el mejor, Cualquier cambio en la suplementación mineral, debe venir acompañado de mayor tasa de nacimientos, mejores pesos al nacer, al destete, y más producción de leche, En general, la composición de la leche no parece estar afectada por el nivel o fuente de la suplementación mineral, Los minerales quelatados son metales enlazados a un compuesto orgánico tales

como los aminoácidos, Debido a asociación con el compuesto orgánico, los metales son absorbidos en el intestino delgado con mayor facilidad, Las fuentes inorgánicas minerales están asociadas con oxígeno, cloro, u otros compuestos no carbonados, El estrés reduce la tasa de absorción de los nutrientes. La concentración de minerales en los forrajes varían considerablemente y depende de muchos factores, tales como: especie forrajera, tipo de suelo, nivel de fertilización, condiciones climáticas y época del año, La determinación de la concentración mineral en los forrajes no es difícil de obtener, pero si establecer el nivel de disponibilidad, Es evidente que el ganado a pastoreo en pastos de baja calidad, requieren suplementación mineral.

Según <http://www.animales.uncomo.com>.(2014), aumentar y mantener altas tasas de producción de leche son temas de vital importancia para la supervivencia de una granja lechera. Mientras que los productores de leche orgánica certificada y estándar, con vehemencia, no están de acuerdo sobre el uso de hormonas para aumentar la producción de leche, una serie de otros métodos, naturales pueden ser empleados. Cuando se trata de mejorar la producción de leche, se debe trabajar hacia la creación de un entorno que sea lo más limpio, saludable y libre de estrés para el ganado, como sea posible. Las actividades a realizar serian:

- Una de las acciones que puede llevarse a cabo es aumentar el período de tiempo que las vacas lecheras se expone a la luz, mediante el uso de luz artificial por la noche. En algunos casos, la producción de leche podría aumentar hasta un 8 por ciento con el uso de luz artificial por la noche.
- Para mejorar la producción de una vaca lechera, se recomienda aumentar la frecuencia en el ordeño. Por ejemplo, puedes ordeñar las vacas lecheras tres veces al día en lugar de dos veces. Las vacas lactantes incrementarán su producción de leche para satisfacer las demandas de la nueva programación.
- La alimentación fue uno de los factores fundamentales en la mejora de la producción lechera. De esta forma, cabe destacar que los minerales tienen un papel clave en la nutrición de las vacas, ya que se requieren en la síntesis

biológica de nutrientes esenciales. Los minerales indispensables en la alimentación de una vaca lechera son: calcio, fósforo, hierro, cobalto, manganeso, cobre, zinc, yodo y selenio.

- Asimismo, se recomienda alimentar a las vacas con más proteína si se aumenta el horario de ordeño. Los forrajes son una de las principales fuentes de proteínas para las vacas lecheras; aunque cabe destacar que solo pueden comer determinada cantidad diaria. Por ello, pueden agregarse concentrados a la ración de forraje para complementar el aporte energético y mejorar la producción de leche. Normalmente, la máxima cantidad de concentrados que una vaca puede recibir cada día no debe exceder los 12 o 14 kg.
- Proporcionar al ganado lechero camas limpias y adecuadas, y una cantidad significativa de tiempo de pastoreo al aire libre. Esto mantendrá la salud del ganado y reducirá sus niveles de estrés.
- Reducir el estrés para el ganado lechero también resultará muy eficaz y aumentará la producción de leche. Para ello, fue necesario que las vacas cuenten con una correcta ventilación y refrigeración. Si es necesario, pueden ubicarse grandes ventiladores industriales dentro de su establo en los días calurosos y húmedos.
- Asimismo, dando a su ganado lechero la recomendada dosis de la hormona de crecimiento bovino, como rBST, u hormona rBGH, puede aumentar la producción de leche hasta un 10 por ciento, de acuerdo con la North Carolina State University - Facultad de Agricultura y Ciencias de la Vida. El uso de estas hormonas es ilegal en las granjas lecheras que han sido certificados como orgánicas, y su uso en general ha ido decreciendo. Los productores de leche deben ser conscientes de que aunque el uso de estas hormonas es legal, cada vez más consumidores están optando por la leche libre de hormonas.

## VII. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se desarrolló en el criadero “Guadalupe”, ubicado en la Parroquia Matus, Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo. Los análisis de laboratorio se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la ESPOCH. El tiempo de duración del proyecto fue de 120 días, las condiciones meteorológicas se indican en el cuadro 4.

Cuadro 4. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN PENIPE.

Parámetros	Valores Promedios
Altitud , msm	2750-3400
Temperatura , °C	6-12
Precipitación, mm/mes	700-2000
Humedad relativa , %	70-80

Fuente: Municipio del cantón Penipe (2014).

### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo en la presente investigación se utilizaron 20 vacas en estado de producción que forman parte del hato del criadero Guadalupe de una edad aproximada de 6 meses

### C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

#### 1. Materiales

- 20 vacas lecheras mestizas.
- Baldes de diferentes dimensiones.

- Manguera.
- Balanza.
- comederos.
- bebederos
- Mesas.
- Guantes.
- Mandil.
- Botas de caucho.
- Clavos.
- Viruta
- Letreros
- Mascarilla
- Escobas
- Cobalto orgánico

## 2. Equipos

- Equipo de limpieza
- Equipo de desinfección
- Equipo de sanidad animal

## D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se trabajó con 3 tratamientos que corresponden a los diferentes niveles de cobalto orgánico (7,14 y 21 g.), en comparación de un tratamiento testigo, con 5 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 1, se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar. El modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde

$Y_i$  = Valor del parámetro en determinación

$\mu$  = Valor de la media general

$\alpha_i$  = Efecto de los niveles de cobalto orgánico.

$B_j$  = Efecto de los bloques.

$\epsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

En el cuadro 5, se describe el esquema del experimento que fue utilizado para el Diseño de Bloques Completamente al azar.

Cuadro 5. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Tratamiento	Código	Repeticiones	*T.U.E	Animal/ Tratamiento
Testigo	T0	5	1	5
7 g, de Cobalto orgánico	T1	5	1	5
14 g. Cobalto orgánico	T2	5	1	5
21 g, de Cobalto orgánico	T3	5	1	5
TOTAL				20

\*T.U.E. = Tamaño Unidad Experimental.

En el cuadro 6, se describe el esquema del Análisis de Varianza (ADEVA), para el Diseño Completamente al Azar simple que fue empleado en la presente investigación:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL ANÁLISIS DE VARIANZA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Total	19
Tratamientos	3
Bloques	4
Error	12

### E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Curva de producción de leche cada 15 días y total.
- Variación de peso cada 30 días y total, kg
- Condición corporal al inicio y al final de la investigación.
- Consumo de alimento en Materia Seca kg/ día, cada 15 días y total.
- Porcentaje de proteína %, al inicio y al final de la investigación..
- Porcentaje de grasa %/ al inicio y al final de la investigación.
- Días abiertos al inicio y al final de la investigación.
- Conversión alimenticia cada 15 días y total.
- Beneficio/Costo USD.

### F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados experimentales fueron tabulados bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DCA), los cuales fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza.
- Análisis de correlación y regresión.
- Separación de medias según Tukey ( $\alpha \leq 0.05$  y  $\alpha \leq 0.01$ ).

## G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las actividades a realizarse en la presente investigación fueron:

- Se procedió a la selección de vacas, buscando homogeneidad en la edad, producción lechera y estado fisiológico, para identificarlas con collares plásticos.
- Posteriormente se realizó la desparasitación y vitaminización de las vacas.
- Se realizó un ajuste de la ración en cada tratamiento (estimación de consumo de materia seca, en el potrero, de la caña picada y del balanceado Kg/vaca).
- A continuación se realizó la adaptación de los animales a las dietas experimentales constituidas de la siguiente manera: El St o tratamiento testigo estuvo conformado por los animales alimentados con pastoreo más dieta suplementaria (caña picada más balanceado), el CO7, o tratamiento T1, lo constituyeron los animales alimentados con dieta base más 7 g, de Cobalto Orgánico, el CO14 o tratamiento T2, fue constituido por los animales alimentados con dieta base más 14 g, de Cobalto Orgánico, el CO21 o tratamiento T3, estuvo conformado por los animales alimentados con dieta base más 21 g, de Cobalto Orgánico.
- Posteriormente se realizó la evaluación inicial de la producción de leche individualmente, así como la determinación del peso vivo, días abiertos y condición corporal.
- La adición de Roughage Mate en la dieta base se realizó al momento del ordeño de la mañana 04:30 am, tomando en cuenta las dosis planificadas: 7,14 y 21 g/vaca/día.
- Se realizó el ordeño y la medición de la leche/vaca en litros, cada 15 días. El ordeño de la tarde se realizó a las 16:00 pm, con la medición de la leche/vaca en litros. La medición del porcentaje de proteína y grasa de la leche se

realizaron al inicio y al final de la investigación tomando muestras de cada uno de los animales después del ordeño de la tarde.

- La recolección de resultados de producción de leche y otras características fueron obtenidas durante el desarrollo de la investigación, acorde a los requerimientos de cada medición.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Curva de Producción de leche**

Se realizaron evaluaciones de la producción de leche diariamente a lo largo de la investigación en litros de manera individual y de manera general para las vacas en tratamiento, luego los registros fueron colocados en el paquete Excel para graficar la curva de producción de cada vaca.

### **2. Determinación del peso corporal**

Los valores de los pesos corporales cada 30 días a partir del inicio de la investigación se realizaron mediante el empleo de una cinta bovinométrica, el peso corporal fue registrado en kilogramos.

### **3. Condición corporal cada 30 días y total**

La condición corporal fue estimada mediante la escala de valoración de la condición corporal para vacas, que establece una escala que va de 1 a 5 puntos, siendo 1, el valor correspondiente a un animal extremadamente flaco (animal sin grasa visible o palpable sobre las costillas y lomo), y 5 correspondiente a un animal extremadamente gordo (animal con estructura esquelética no visible y apenas palpable con la mano), se registró en kilogramos.

#### 4. Consumo de materia seca

El consumo de materia seca fue determinado multiplicando los consumos por el contenido de materia seca de la dieta diaria.

#### 5. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia se calculó a través de la relación entre el consumo total de alimento en materia seca dividida para la producción total de leche, como se indica en la siguiente formula:

$$\text{Conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento en materia seca.}}{\text{Producción total de leche}}$$

#### 6. Días abiertos

La estimación de los días abiertos fue calculada mediante la suma del número de días de acuerdo al año calendario en que el animal no está gestante, tomando en cuenta la fecha del último parto y la fecha de la siguiente preñez.

#### 7. Análisis económico

El análisis económico se realizó por medio del indicador económico Beneficio/Costo, en el que se consideraron los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de la leche, respondiendo a la siguiente formula:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares).}}{\text{Egresos totales (dólares).}}$$

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

##### **A. EVALUACIÓN DE LA CURVA DE PRODUCCIÓN DE LECHE PROCEDENTE DE VACAS MESTIZAS ALIMENTADAS CON LA ADICIÓN A LA DIETA DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES**

###### **1. Producción de leche a los 15 días**

La producción de leche promedio procedente de las vacas mestizas, a los 15 días de evaluación no reportó diferencias estadísticas, ( $P < 0,05$ ), por efecto de la inclusión en la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en las respuestas del lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), con 14,3 litros y que desciende a 12,5 litros en las vacas del grupo control (T0); seguida de la producción lechera reportada en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), ya que las medias fueron de 11,2 litros, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 10,4 litros, como se reporta en el cuadro 7. Es decir que numéricamente a los 15 días de edad ya se aprecia que el cobalto orgánico produce efectos positivos al elevar la producción de leche debido a que existe un rango de superioridad numérico, frente al resto de vacas alimentadas con diferentes niveles de este mineral adicionado a la dieta.

###### **2. Producción de leche a los 30 días**

Los valores medios obtenidos de la producción de leche a los 30 días, no registraron diferencias numéricas entre los tratamientos, por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico, sin embargo de carácter numérico se aprecia superioridad en las respuestas del alcanzadas en el tratamiento T3 (21 g.), con 14,5 litros; y que desciende, a 12,7 litros y 11,5 litros en las vacas del grupo control (T0), y del tratamiento T2 (14 g.), mientras tanto que las respuestas menos eficientes de carácter numérico se aprecian en el lote de producción del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 10,3 litros de leche promedio,

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE, PROCEDENTE DE VACAS MESTIZAS ALIMENTADAS CON LA ADICIONAN A LA DIETA DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.

VARIABLES	NIVELES DE COBALTO ORGANICO, gramos.								EE	Prob.	Sign.
	0 g.		7 g.		14 g.		21 g.				
	T0		T1		T2		T3				
Producción de leche a los 15 días, litros.	12,50	a	10,40	a	11,20	a	14,30	a	1,28	0,2074	ns
Producción de leche a los 30 días, litros.	12,70	b	10,30	c	11,50	c	14,50	a	1,18	0,1269	ns
Producción de leche a los 45 días, litros.	14,20	a	11,60	a	12,00	a	15,00	a	1,18	0,1733	ns
Producción de leche a los 60 días, litros.	12,60	a	10,10	a	13,10	a	14,70	a	1,28	0,1395	ns
Producción de leche a los 75 días, litros.	12,50	b	11,00	c	12,70	c	16,06	a	1,66	0,2291	ns
Producción de leche a los 90 días, litros.	11,50	a	9,40	a	12,10	a	16,70	a	1,37	0,0171	*
Producción de leche a los 105 días, litros.	11,70	b	9,90	b	12,20	b	16,90	a	1,37	0,0213	*
Producción de leche a los 120 días, litros.	11,80	b	10,20	b	13,00	b	17,00	a	1,39	0,0273	*
Producción de leche total, litros.	99,50	a	82,10	a	98,60	a	107,50	a	11,04	0,4551	ns

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

por vaca como se ilustra en el 6. Por lo tanto numéricamente se afirma que mayores niveles de cobalto orgánico mejoran la producción lechera del hato, ya que el cobalto orgánico tiene cerca del 90% de absorción, ya que su función primordial es proteger o encapsular a los micro minerales para evitar las interferencias en su paso por el rumen, teniendo además otro beneficio, el cual es multiplicar flora bacteriana, con el debido balance anión-catión.

### **3. Producción de leche a los 45 días**

La producción promedio de leche a los 45 días de evaluación, no reportó diferencias estadísticas entre medias, por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico, sin embargo numéricamente se aprecia las respuestas más altas en el lote de vacas del tratamiento T3 (21 g.), con medias de 15,0 litros, a continuación se aprecian los resultados obtenidos en las vacas del grupo control cuyas medias fueron de 14,2 litros así como también desciende a 12,0 litros en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), en tanto que los resultados más bajos fueron registrados en las vacas con promedios de leche de 11,6 litros del tratamiento T1 (7 g.). Por lo tanto de acuerdo a los reportes analizados se aprecia que la curva de producción de las vacas mestizas a los 45 días de suministro de las dietas mantienen un comportamiento similar a los periodos de evaluación antes indicados, es decir que a mayores niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta existirá una mayor producción de leche, que aunque las diferencias no sean estadísticas, generan resultados más altos, ya en la práctica diaria de la hacienda

### **4. Producción de leche a los 60 días**

Los valores medios reportados por la producción de leche a los 60 días, en el análisis de varianza no determinaron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos, por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico sin embargo se aprecia que numéricamente la tendencia más alta es reportada en el lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias fueron de 14,7

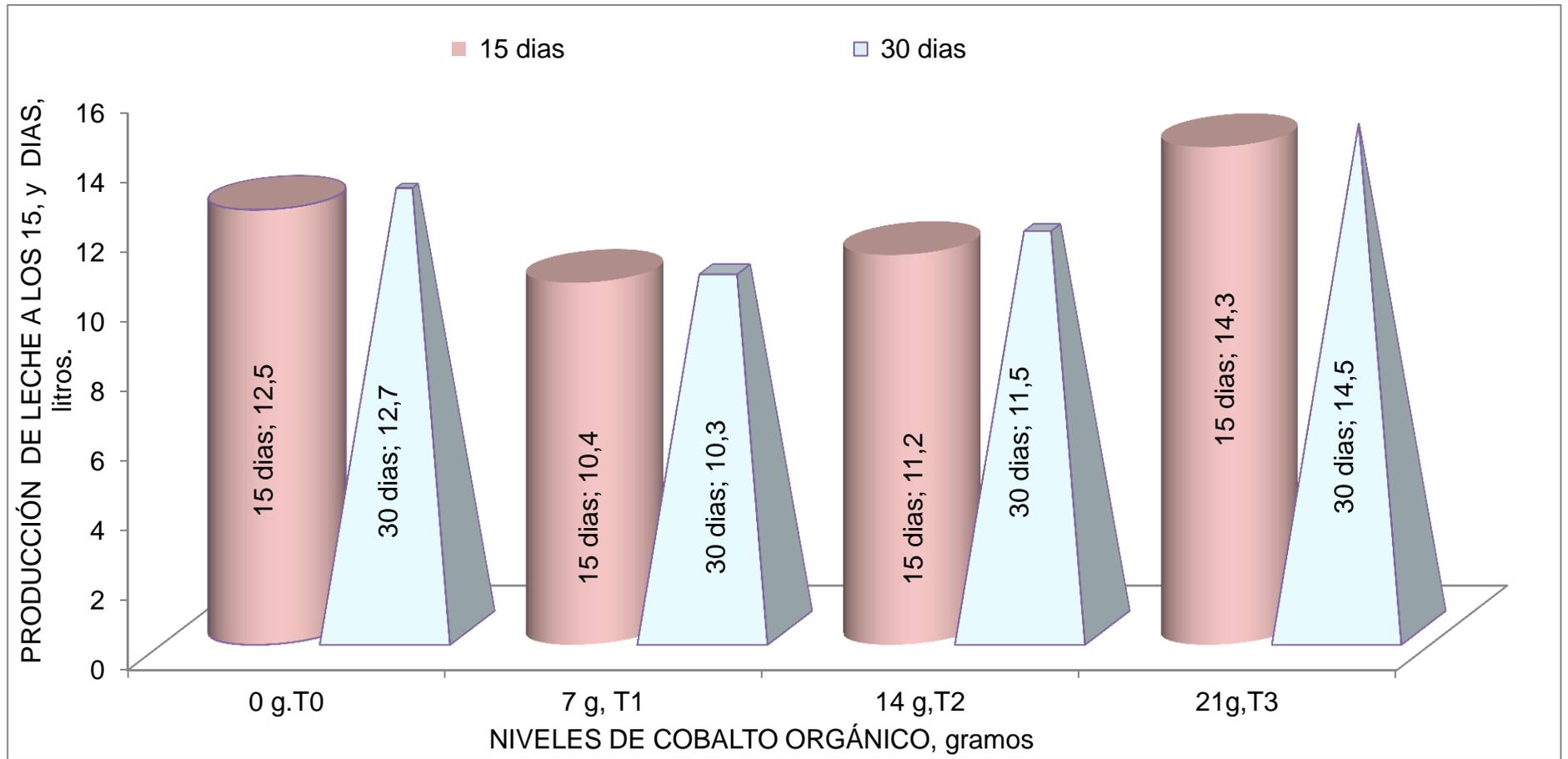


Gráfico 6. Comportamiento de la producción de leche a los 15 y 30 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

litros, a continuación se aprecia los resultados del tratamiento T2 (14 g.), ya que las medias fueron de 13,1 litros; así, como también los reportes obtenidos en el grupo control con 12,6 litros en tanto que los resultados más bajos fueron apreciados en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con 10,10 litros, como se ilustra en el 7. Al comparar los resultados de producción de leche obtenidos hasta este periodo de estudio con los registros de la Asociación Holstein Friesian del Ecuador AHFE, (2002), quienes reportan una producción media de 22,3 kg, de leche por vaca diariamente siendo superiores a los reportes antes establecidos lo que puede atribuirse a que , estudian varios hatos de diferentes zonas en la cual varían las condiciones ambientes , el manejo y sobre todo la disponibilidad y calidad del alimento con respecto a los ejemplares del presente estudio.

#### **5. Producción de leche a los 75 días**

La evaluación de la producción de leche a los 75 días, no reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto los diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidencio que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 16,06 litros, siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de producción de leche alcanzadas en el tratamiento T2 (14 g.), cuyas medias fueron de 12,70 litros, a continuación se registró la producción lechera del grupo control o T0 (0 g.), cuyas medias tuvieron respuestas de 12,50 litros, en tanto que la producción de leche más bajas se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 11,00 litros; por lo cual, se puede concluir que al tener mayores niveles de cobalto mejora numéricamente la producción media de leche en las vacas.

#### **6. Producción de leche 90 días**

Los valores medios reportados por la producción de leche a los 90 días de las vacas mestizas de la hacienda Guadalupe, en el análisis de varianza determinaron diferencias estadísticas entre medias ( $P < 0.01$ ) de los tratamientos,

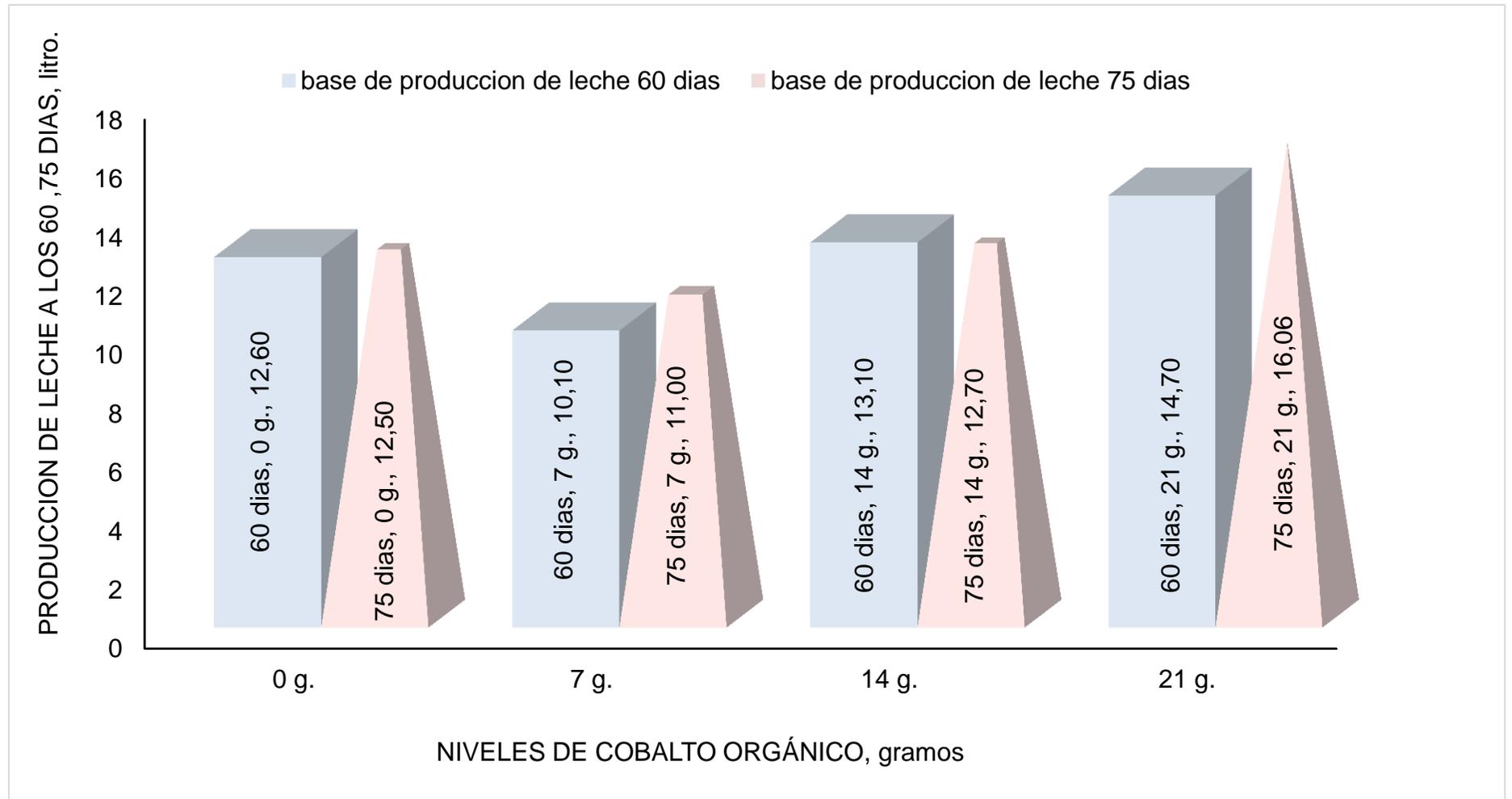


Gráfico 7. Comportamiento de la producción de leche a los 30 y 60 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico, por lo tanto de acuerdo a la separación de medias según Tukey se observó que la mejor respuesta fue establecida en el tratamiento T3 (21 g.), cuyas medias fueron de 16,70 litros, a continuación se ubicaron las producciones reportadas en el tratamiento T2 (14 g.), cuyas medias fueron de 12,10 litros, seguido de los registros establecidos en el tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 11,50 litros, mientras tanto que la respuesta más baja fue determinada en el tratamiento T1 (7 g.), con medias de 9,40 litros.

Al realizar el análisis de regresión de la producción de leche a los 90 días, se aprecia una tendencia cuadrática altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 11,35; inicialmente la producción de leche desciende para posteriormente ascender con la aplicación de mayores niveles de cobalto orgánico, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 49,04\%$  como se ilustra en el 8; en tanto que el 50,96% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, además el coeficiente de determinación  $r = 0,70$ ; indica una asociación positiva alta. La ecuación de regresión aplicada es: Producción de leche 90 días =  $+ 11,35 - 0,46(\text{NCO}) + 0,03(\text{NCO})^2$

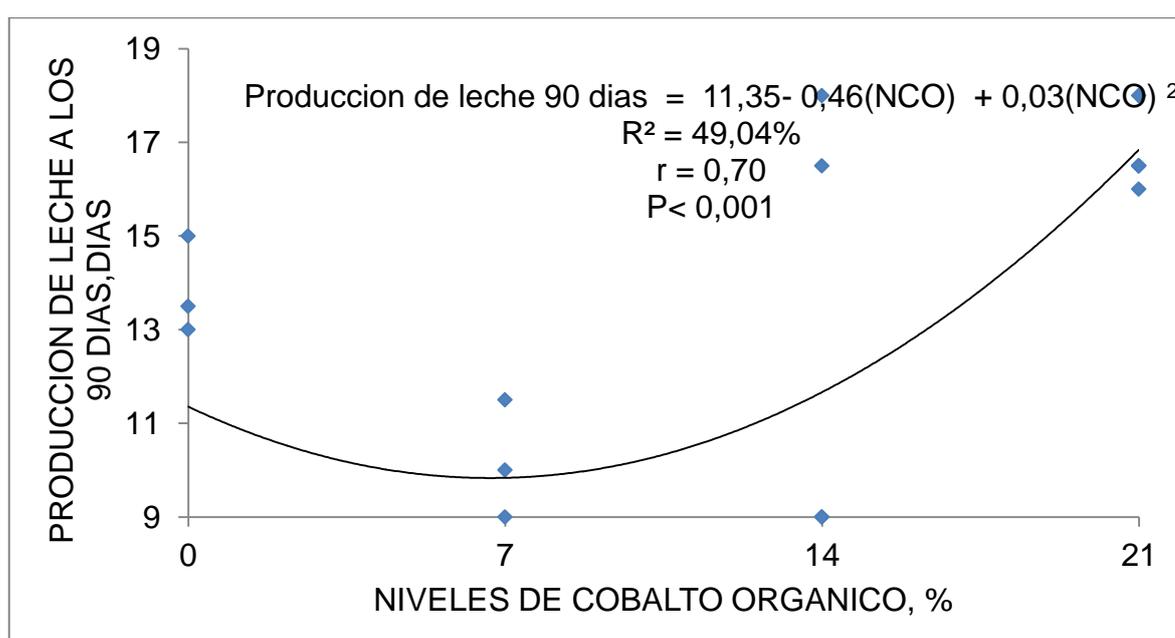


Gráfico 8. Regresión de de la producción de leche a los 90 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.

## **7. Producción de leche a los 105 días**

La producción de leche a los 105 días de evaluación de las vacas mestizas de la hacienda Guadalupe, en el análisis de varianza determinaron diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ), entre medias de los tratamientos por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico, por lo tanto en el análisis de las respuestas de acuerdo a Tukey, se pudo observar que la mejor producción lechera fue establecida en el tratamiento T3 (21 g.), cuyas medias fueron de 16,90 litros, a continuación se observan los registros del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 12,20 litros, posteriormente se aprecian las respuestas reportadas en el tratamiento testigo T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 11,70 litros, mientras tanto que las producciones más bajas fueron registradas en el lote de producción de las vacas del tratamiento T1 (7 g.), ya que las medias fueron de 9,90 litros, como se ilustra en el 9. Por lo tanto en el análisis general se aprecia que se mantiene una tendencia similar entre los resultados de esta variable en relación a los periodos de investigación antes descritos en los cuales se identifica que a mayores niveles de cobalto orgánico aplicado a la fórmula alimentaria mayor será la producción lechera del hato de ganado lechero.

Mediante el análisis de regresión de la producción de leche se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa donde se indica que partiendo de un intercepto de 11,62 inicialmente la producción de leche desciende para posteriormente ascender con mayores niveles de cobalto orgánico, como se ilustra en el 10. Con un coeficiente de determinación de  $R^2 = 46,13\%$ ; en tanto que el 53,87% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación como pueden ser la calidad y disponibilidad del alimento, además el coeficiente de correlación  $R = 0,70$ , indica una asociación alta positiva que infiere que a medida que se incrementan los niveles de cobalto orgánico la producción de leche a los 105 días también se incrementa. La ecuación de regresión aplicada a la producción de leche fue:

$$\text{Producción de leche a los 105 días} = 11,62 - 0,44 (\text{NCO}) + 0,03(\text{NCO})^2.$$

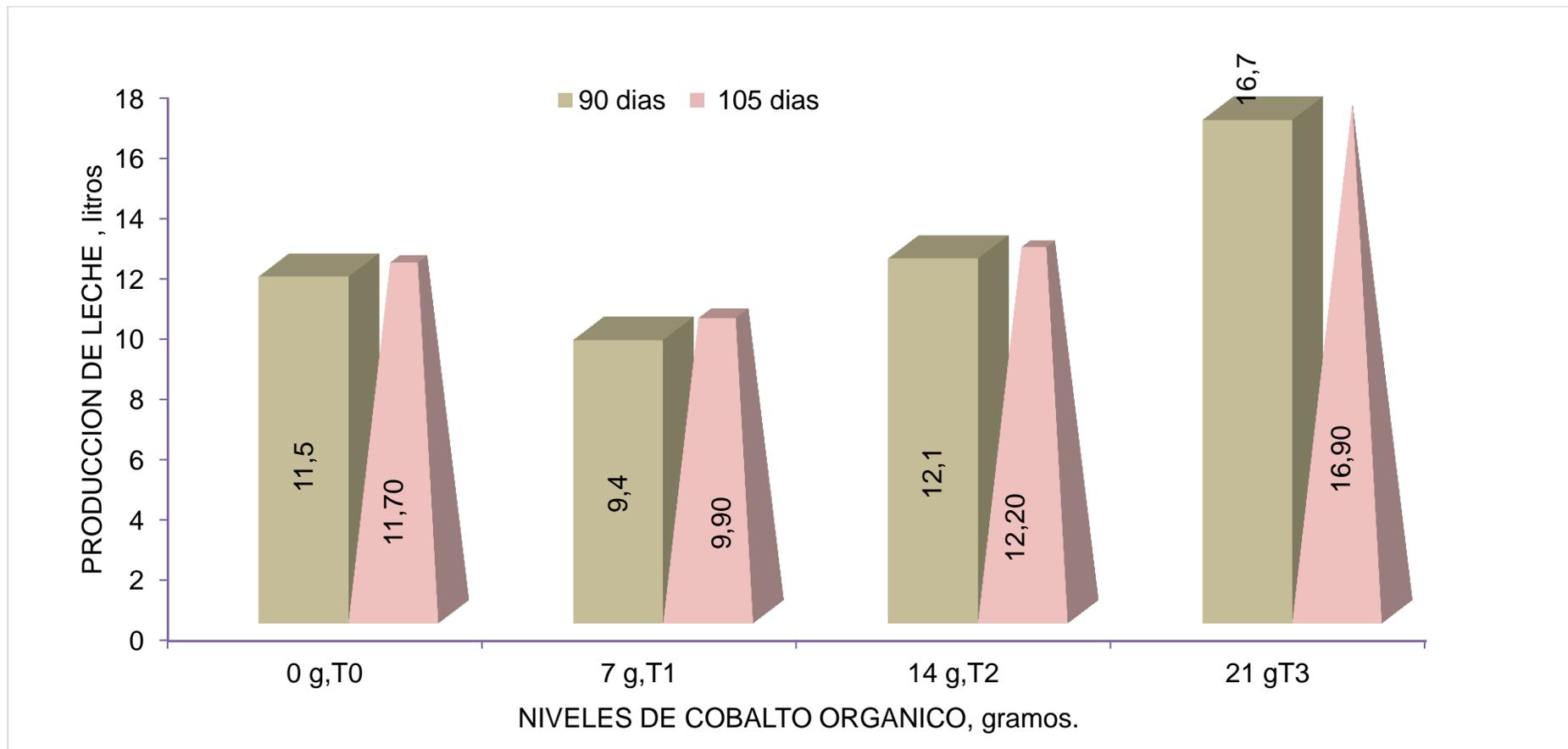


Gráfico 9. Comportamiento de la producción de leche a los 90 y 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

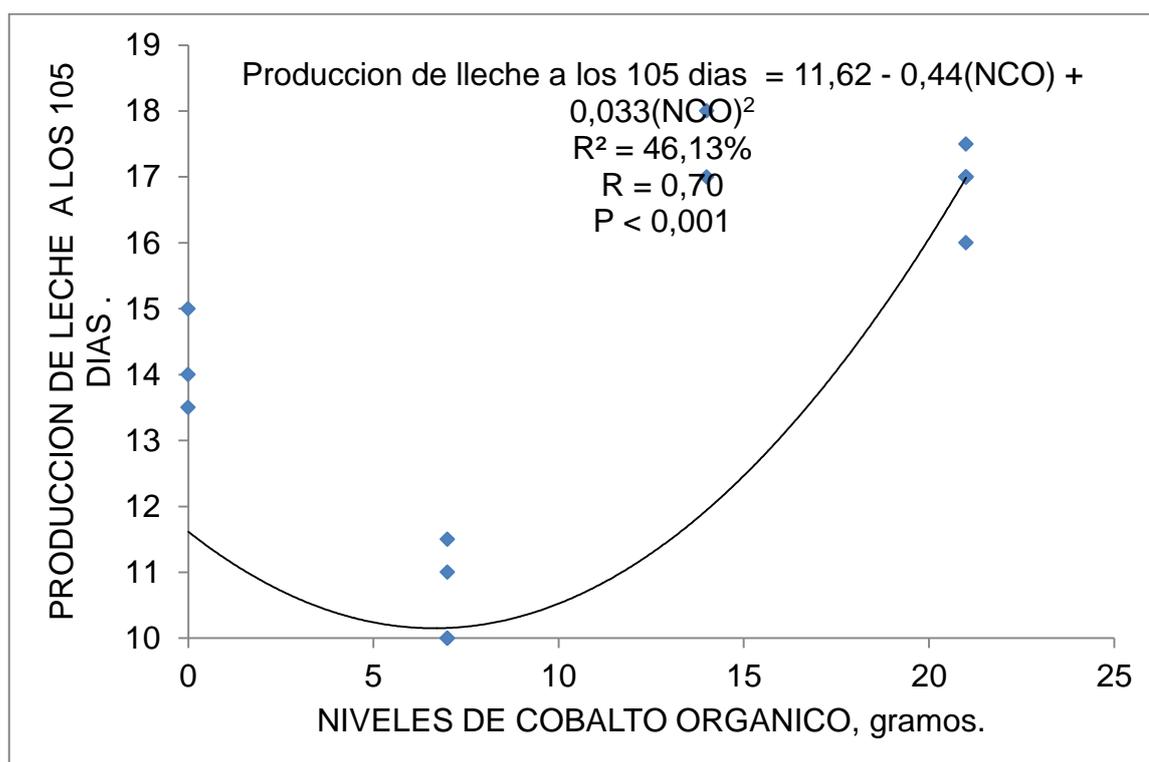


Gráfico 10. Regresión de de la producción de leche a los 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adicionan de cobalto orgánico.

## 8. Producción de leche a los 120 días

Al realizar el análisis de varianza de la producción lechera a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico se determinó diferencias significativas entre las medias, por lo que se identifica que las respuestas más altas fueron establecidas en el lote de vacas del tratamiento T3 (21 g.), con medias de 17,0 litros y que desciende a 13 litros en las vacas del tratamiento T2 (14 g.), así como también existe valores más bajos que son reportados en las vacas del grupo control (T0), cuyas medias fueron de 11,80 litros; mientras tanto que las respuestas de producción de leche más bajas fueron registradas en el lote de vacas del tratamiento T1 (7 g.); con 10,20 litros como se ilustra en el 11, y que se encuentran muy por debajo de los estudios realizados por la Asociación Ecuatoriana Holstein Freisan que en el año 2002 registro un promedio de 22,20 litros; lo que puede deberse básicamente a las condiciones en las que fueron criados los animales y a la disponibilidad de agua y forraje.

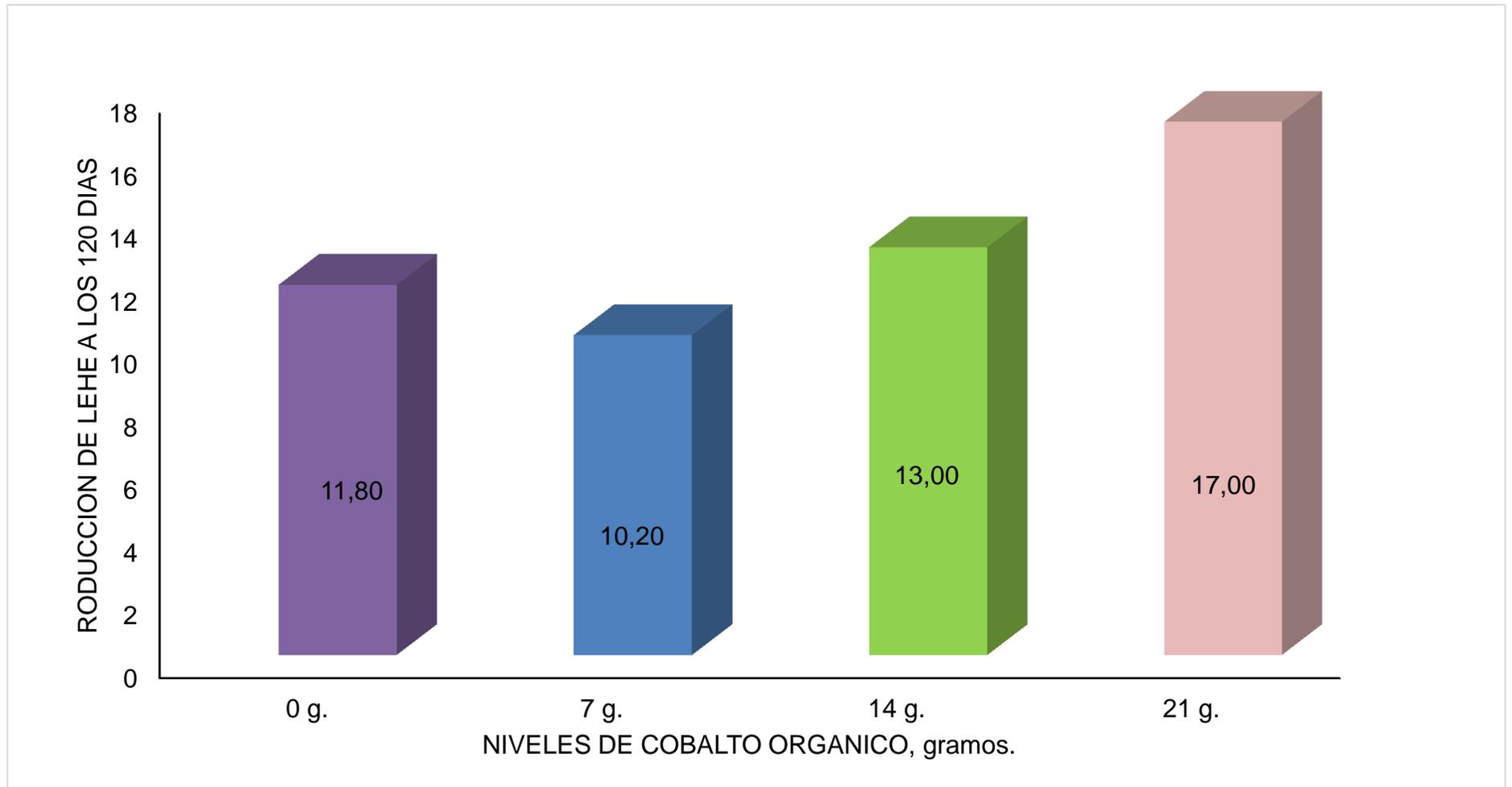


Gráfico 11. Comportamiento de la producción de leche a los 120 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición a la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

Realizando el análisis de regresión que se ilustra en el 12, se determinó una tendencia cuadrática altamente significativa donde se aprecia que partiendo de una intercepto de 11,64; inicialmente la producción de leche a los 120 días decrece, para posteriormente ascender en forma significativa al incrementar el nivel de cobalto orgánico en la dieta de las vacas mestizas, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 47,81\%$ ; en tanto que el 52,19% restante de otros factores no considerados en la presente investigación, además el coeficiente de determinación  $r = 0,69$  determina una relación positiva altamente significativa, la ecuación de regresión que se aplicó fue:

$$\text{Producción de leche a los 120 días} = 11,64 - 0,34(\text{NCO}) + 0,03(\text{NCO})^2$$

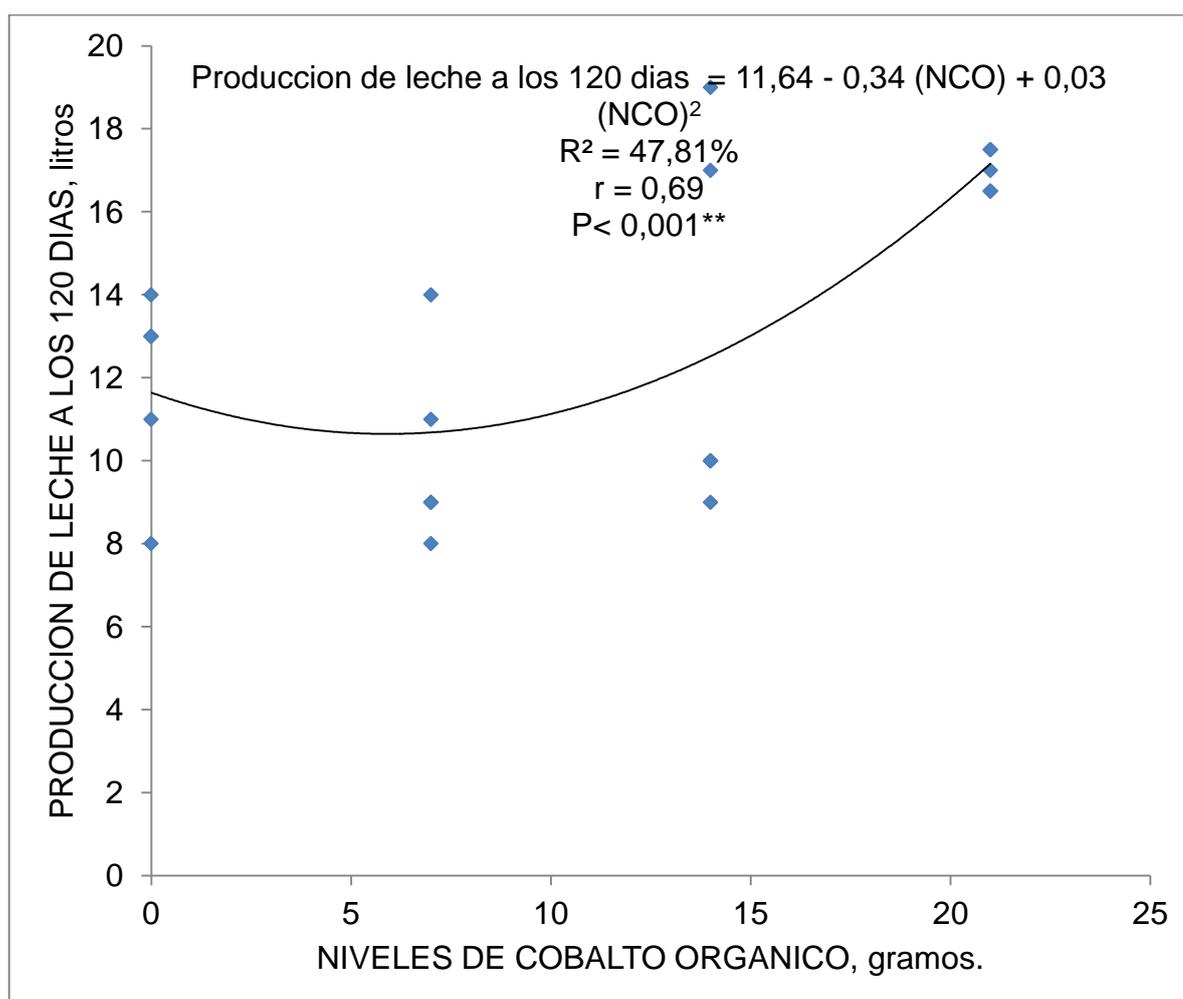


Gráfico 12. Regresión de de la producción de leche a los 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adicionan de cobalto orgánico.

## **9. Producción de leche total**

La evaluación de la producción de leche total durante el periodo de investigación no determinó diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos sin embargo de carácter numérico se aprecia que la mayor producción de leche durante los 120 días de trabajo experimental fueron determinadas en las vacas del tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias fueron de 107,50 litros vaca, y que desciende a 99,50 litros y 98,60 litros en las vacas del grupo control y las del tratamiento T2 (14 g.), en su orden; mientras, tanto que las respuestas más bajas se aprecian en el lote de vacas del tratamiento T1 (14 g.), con medias de 98,60 litros; es decir, que las mayores producciones acumulativas de leche son reportadas con la inclusión de mayores niveles de cobalto orgánico es decir 21 g.

Lo que puede deberse según [\(2015\)](http://www.bmeditores.mx), a que los minerales cumplen un importante papel en la nutrición porque aunque no proporcionan energía son esenciales para la utilización y síntesis biológica de nutrientes esenciales. En muchos establos lecheros existen problemas de deficiencia de uno o más minerales; sin embargo, estos se presentan en forma subclínica la cual no es fácilmente diagnosticada.

Este tipo de deficiencia podría causar pérdidas importantes en producción de leche debido a que los minerales cumplen un rol importante en la síntesis de leche, metabolismo y salud en general, el cobalto es un componente de la vitamina B12 y afecta la formación de las células rojas de la sangre, la síntesis de la vitamina B12 por los microbios del rumen se reduce rápidamente cuando hay una deficiencia de cobalto en la dieta, el cobalto orgánico son una mezcla de quelatos de aminoácido simples y quelatos péptidos de cadena corta, que influyen directamente sobre las células epiteliales que tapizan los alveolos, la función de esta célula es la tomar sustancias nutritivas (grasa, lácteos, proteína, y minerales que llevan a la sangre que circula por los capilares para transformarla en leche y descargar esta última en el lumen (luz alveolar).

## **10. Curva de producción total**

En el análisis de la curva de producción de leche durante los 120 días de investigación en función de los niveles de cobalto orgánico aplicado a la formulación alimentaria de las vacas mestizas, se determinó que la opción más adecuada es la adición de 21 gramos de cobalto orgánico (T3), ya que partiendo de 14,3 litros a los 15 días de evaluación se eleva a 14,5 litros a los 30 días, así como a 15 litros 16,06 litros; 16,70 litros, 16,9 litros y 17,0 litros a los 45, 75, 90, 105 y 120 días, respectivamente, como se ilustra en el 13, únicamente se aprecia una disminución a los 60 días pero que no es significativa, ya que la cantidad promedio de leche en relación a la evaluación anterior, es mínima, y existen factores que pueden afectar a más de la alimentación como son problemas de manejo que producen estrés, disponibilidad de agua, entre otros y que tienen como consecuencia baja en la producción y sobre todo, se observa que en la siguiente evaluación esta cantidad es recuperada, por lo tanto se aprecia que la actuación del cobalto tiene una relación directamente proporcional con la cantidad de leche producida ya que a medida que se eleva el tiempo de evaluación la producción de leche por vaca también se eleva, lo que tiene su fundamento en lo expuesto por Rojas L. (2004), quien indica que una de las bases más importantes para alcanzar el éxito completo en una explotación ganadera, es la de proporcionar a los animales una correcta alimentación. Desafortunadamente, en nuestro medio este aspecto de la producción se encuentra bastante descuidado, y algunas de las prácticas empleadas comúnmente son inadecuadas a poco remunerativas.

La mayor parte de nuestras ganaderías. Se mantienen bajo un sistema de manejo extensivo, en potreros sembrados de pastos naturales o artificiales, muchos de ellos de mala calidad y mal cuidados y los animales no reciben en la mayoría de los casos, ningún otro alimento que ayude a equilibrar los nutrimentos del pasto para que reciban adecuada nutrición, desde el punto de vista de calidad, cantidad y equilibrio, que los capacite para producir más. Se ha demostrado que existe la deficiencia de Cobalto en muchas áreas del mundo, y dados los buenos resultados obtenidos con su inclusión en mezclas minerales o alimentos del

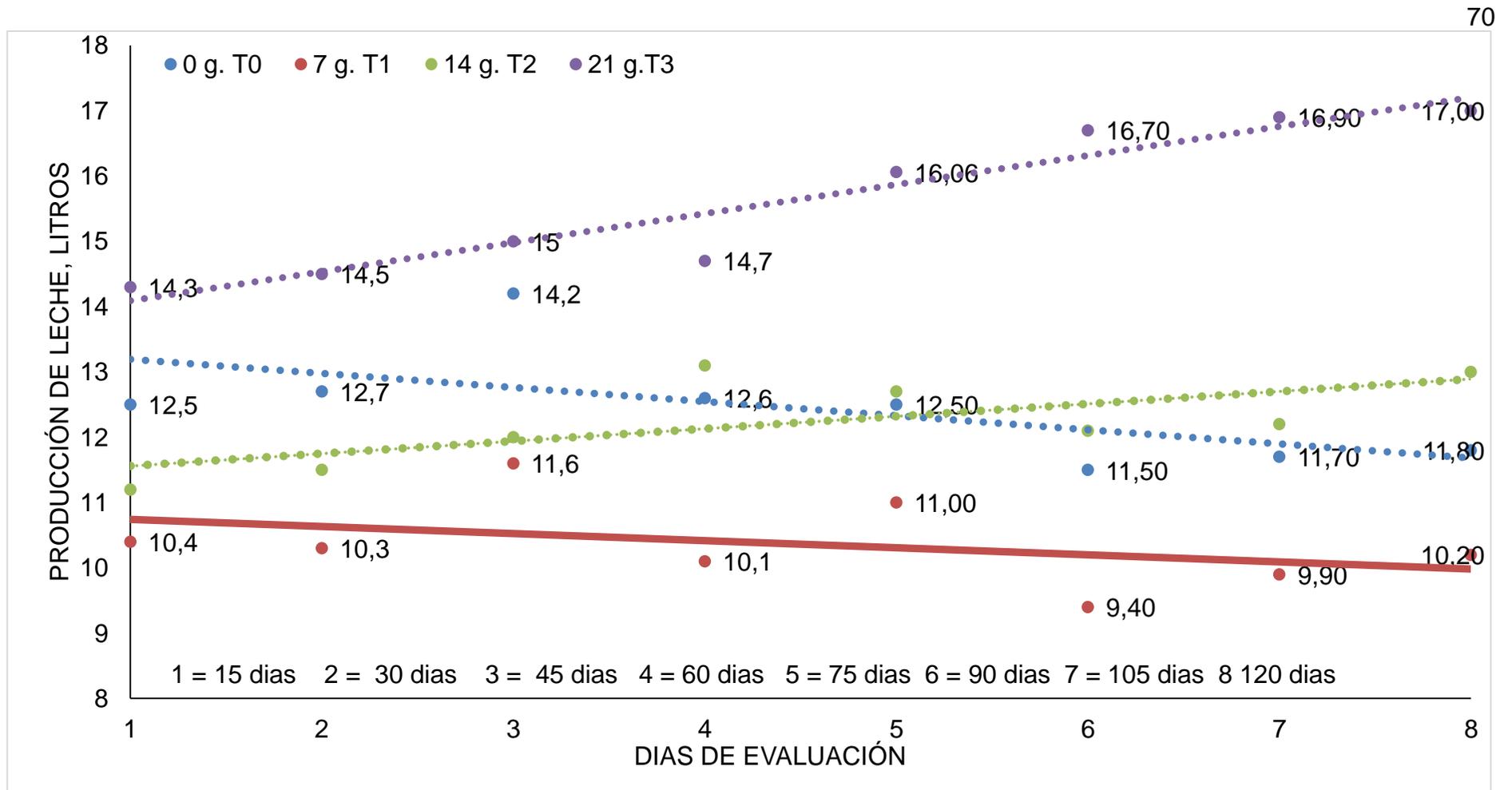


Gráfico 13. Curva de producción total de leche producida por vacas mestizas adicionando a la dieta cobalto orgánico como fuente de minerales.

ganado, se ha optado como práctica general incluir este elemento en ambos. Debido a que el Cobalto es requerido en niveles muy bajos, sólo hace relativamente pocos años fue posible establecer la deficiencia de este elemento en los alimentos y en los suelos, un milígramo de Cobalto por día sufre los requerimientos de una vaca de 1000 libras de peso; es probable que de esta cantidad no más de un 5 a 10% sea aprovechado en la formación de Vitamina B12 en el rumiante, un nivel de Cobalto de 0,1 partes por millón en la ración provee una cantidad adecuada para los rumiantes y ésta puede ser suplida en la mezcla mineral o añadida directamente a los concentrados que reciba llegando a la conclusión de que el suministro de Cobalto, produce una reacción rápida y en forma favorable sobre el organismo del animal aumentando su producción lechera al proporcionarles el mineral.

## **B. EVALUACIÓN DE LA VARIACIÓN DE PESO CADA 30 DÍAS EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES**

### **1. Peso Inicial**

Al realizar la evaluación estadística del peso inicial de las vacas mestizas, de la hacienda Guadalupe, en el análisis de varianza no se determinaron diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ( $P > 0,05$ ), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta diaria, sin embargo de carácter numérico se aprecia que el mayor peso inicial fueron determinadas en las vacas del tratamiento T0 (0 g.), o grupo control, ya que las medias son de 428,60 kg, y que desciende a 419,74 kg y 410,10 kg en las vacas del tratamiento T1 (7 g.); y las, del tratamiento T3 (21 g.), en su orden; mientras, tanto que las respuestas más bajas se aprecian en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 392,08 kg; como se aprecia en el cuadro 8, es decir, que los mayores pesos de las vacas mestizas son reportadas con la inclusión de menores niveles de cobalto; lo que puede deberse a lo manifestado en [http://www.fundacionfedna.org\(2014\)](http://www.fundacionfedna.org(2014)), tanto como para la energía y la proteína, la cantidad total de un mineral en un alimento tiene poca significancia, sino que se

Cuadro 8. EVALUACIÓN DEL PESO EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES

VARIABLES	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, gramos.				EE	Prob.	Sign.
	0 g.	7 g,	14 g.	21 g,			
	T0	T1	T2	T3			
Peso de las vacas inicial, Kg.	428,60 a	419,74 a	392,08 a	410,10 a	28,45	0,823	ns
Peso de las vacas 1 semana, Kg.	433,60 a	428,62 a	390,10 a	413,36 a	25,45	0,633	ns
Peso de las vacas 2 semana, Kg.	473,90 a	442,14 a	388,70 a	414,12 a	18,34	0,035	*
Peso de las vacas final, Kg.	476,76 b	469,66 c	399,06 a	431,50 a	17,76	0,032	*

EE: Error estadístico.

Prob: probabilidad

Sign: Significancia.

caracteriza por vaca disponibilidad de un elemento mineral puede estar influido por muchos factores, como son la especie de animal, su edad y sexo, y sobre todo la salud, y de acuerdo a los reportes se aprecia que las dosis bajas de cobalto diarias por cabeza, es aparentemente suficiente, por lo que se toma como referencia los resultados de las variables adicionadas para en general determinar la cantidad adecuada que produce beneficios para el hato.

## **2. Peso a los 30 días**

La evaluación del peso a los 30 días de las vacas mestizas de la hacienda Guadalupe, del cantón Penipe, en el análisis de varianza no determinaron diferencias estadísticas entre medias de los tratamientos por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico sin embargo se aprecia que numéricamente la tendencia más alta es reportada en el lote de producción del tratamiento T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 433,60 kg, a continuación se aprecia los resultados del tratamiento T1 (7 g.), ya que las medias fueron de 428,62 kg así como también los reportes obtenidos en tratamiento T3 (21 g.) ya que las medias fueron de 413,36 kg, en tanto que los resultados más bajos fueron apreciados en las vacas del tratamiento T2 (14 g.), ya que las medias fueron de 390,10 kilogramos, como se ilustra en el 14, poniéndose en evidencia que al alimentar a las vacas con menores niveles de cobalto se obtienen vacas con un mayor peso y que no es importante en la producción de leche, esto según manifiesta Obispo N. (2001), para suministrar un suplemento adecuado se debe conocer los requerimientos de los animales de acuerdo con la edad, estado productivo o reproductivo, Además, la disponibilidad biológica de los minerales en la mezcla, la concentración del elemento en la mezcla, y el consumo de la mezcla, y sobre todo hay que tomar en cuenta que en la producción de leche de un animal intervienen varios factores, como la alimentación, la edad del animal, número de lactación, número de ordeños, genética del animal, estado corporal, etc.

Por lo tanto la producción de leche se ajusta a un carácter cuantitativo genético en el que intervienen factores ambientales, genéticos y la interacción de ambos, más que el peso mismo.

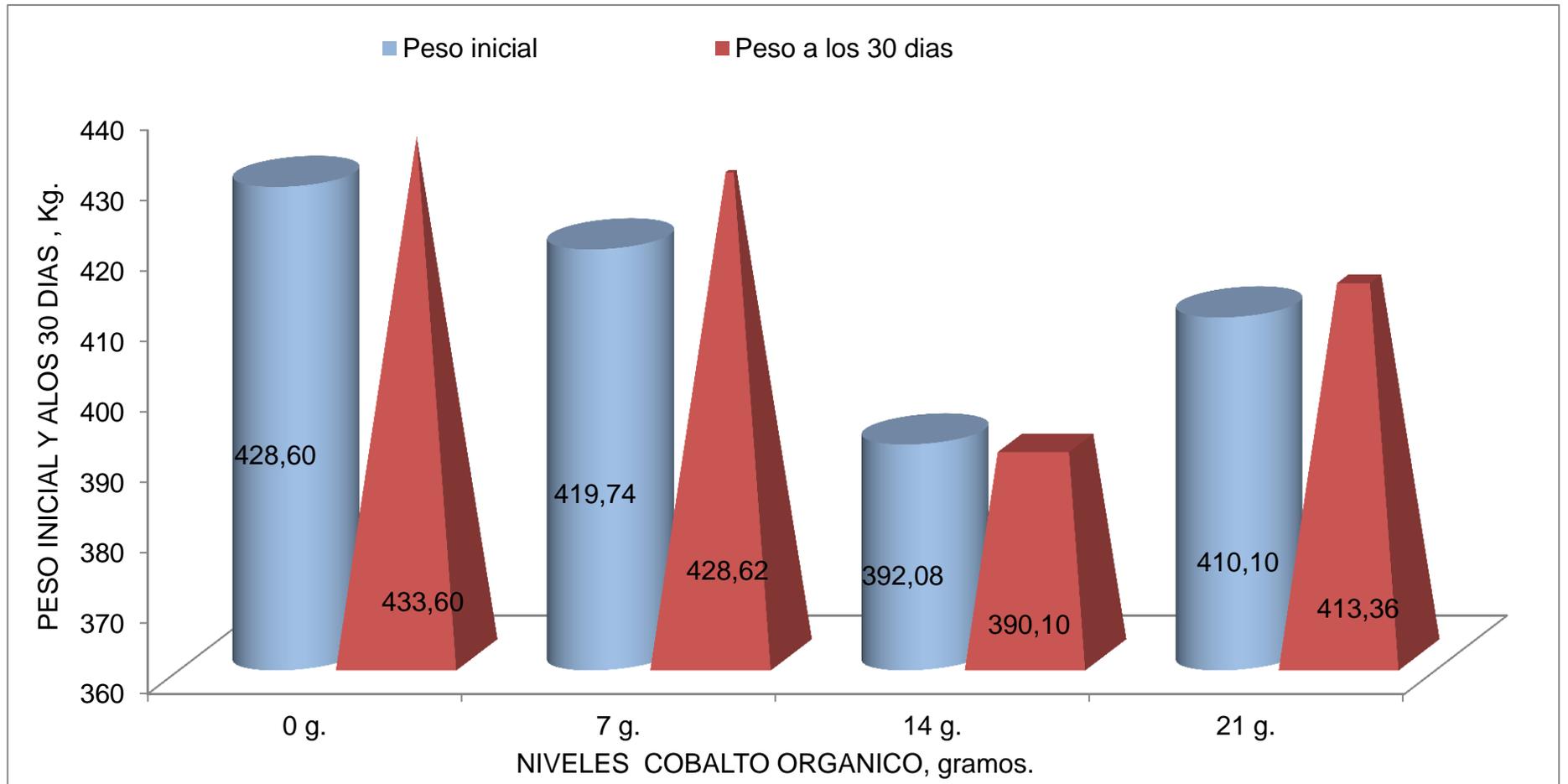


Gráfico 14. Comportamiento del peso inicial y a los 30 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

### **3. Peso de la vacas a los 90 días**

En la evaluación del peso de las vacas a los 90 días de inicio del trabajo experimental se reportó diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) entre medias, por efecto de los diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, por lo tanto al realizar la separación de medias según Tukey, se aprecia que las respuestas más altas fueron reportadas en el lote de producción del tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 473,90 kg, y que desciende a 442,14 kg en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 442,14 kg; seguida del peso de las vacas a los 60 días de evaluación reportada en el lote de vacas del tratamiento T3 (21 g.), con medias de 414,12 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas en las vacas del tratamiento T2 (14 g.), con 388,70 kg.

El análisis de regresión determinó una tendencia cubica altamente significativa donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 473,90 inicialmente el peso a los 90 días se incrementa al aplicar 7 g, de cobalto para posteriormente descender con la utilización de 14 gramos de cobalto orgánico para finalizar su dispersión con un ascenso al aplicar 21 gramos de cobalto, como se aprecia en el 15, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 43,23\%$ ; mientras tanto que el 56.67% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación; además se identifica un coeficiente de correlación igual a  $r = 0,65$ ; que infiere una relación positiva altamente significativa ( $P < 0,001^{**}$ ), la ecuación de regresión aplicada fue:

$$\text{Peso a los 90 días} = 473,9 + 1,799 (\text{NCO}) - 1,2471(\text{NCO})^2 + 0,0489 (\text{NCO})^3$$

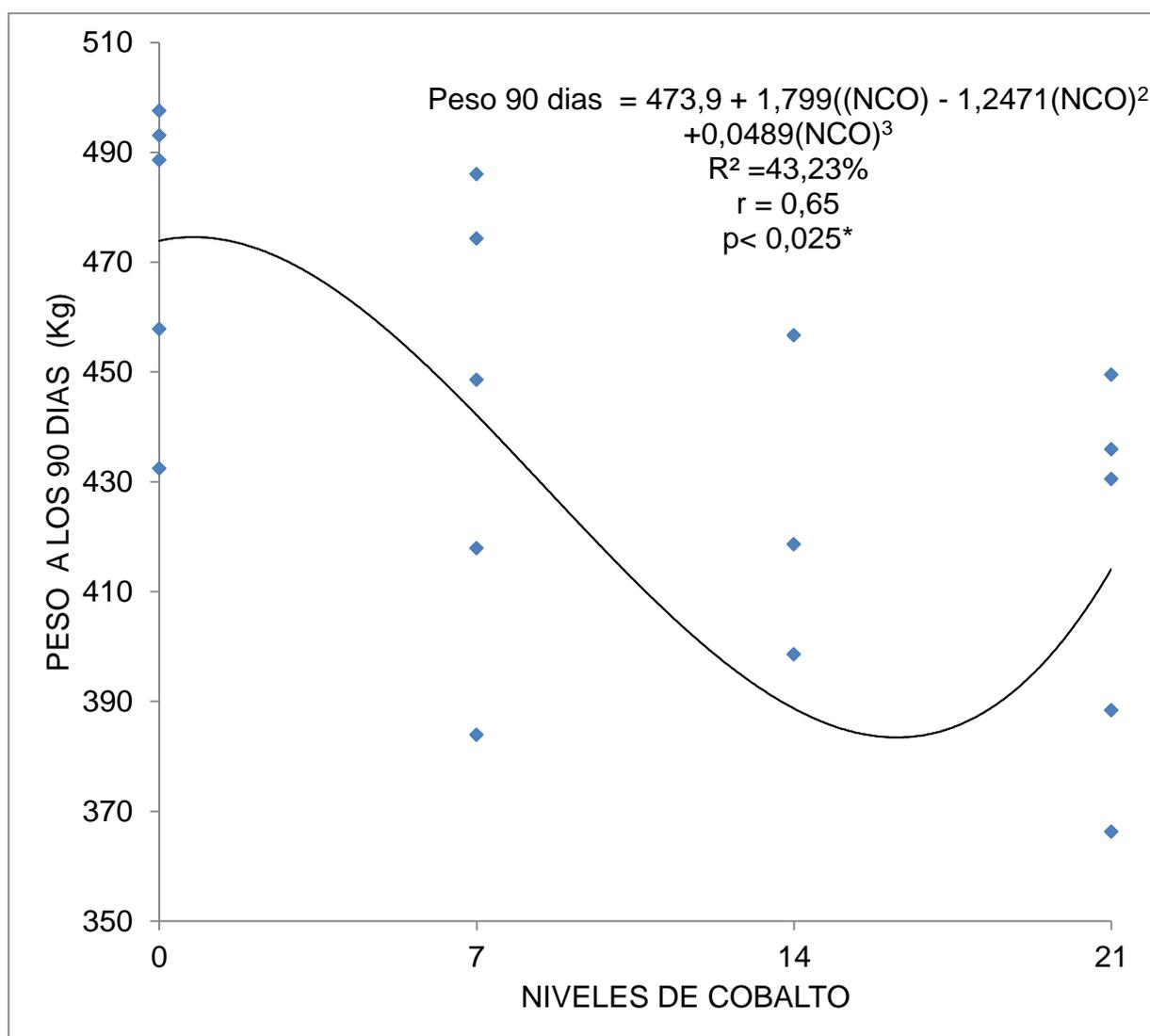


Gráfico 15. Regresión del peso a los 90 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.

#### **4. Peso final de las vacas**

La evaluación del peso final de las vacas mestizas durante el periodo de investigación determinó diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ), entre las medias de los tratamientos por lo que al realizar la separación de medias según Tukey se determina que el mayor peso de las vacas durante los 120 días de trabajo experimental fueron determinadas en las vacas del tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 476,76 kg, como se ilustra en el 16, y que desciende a 469,66 kg y 431,50 kg, en las vacas del tratamiento T1(7 g.) y las del tratamiento T3 (21 g.), en su orden; mientras, tanto que las respuestas más bajas se aprecian

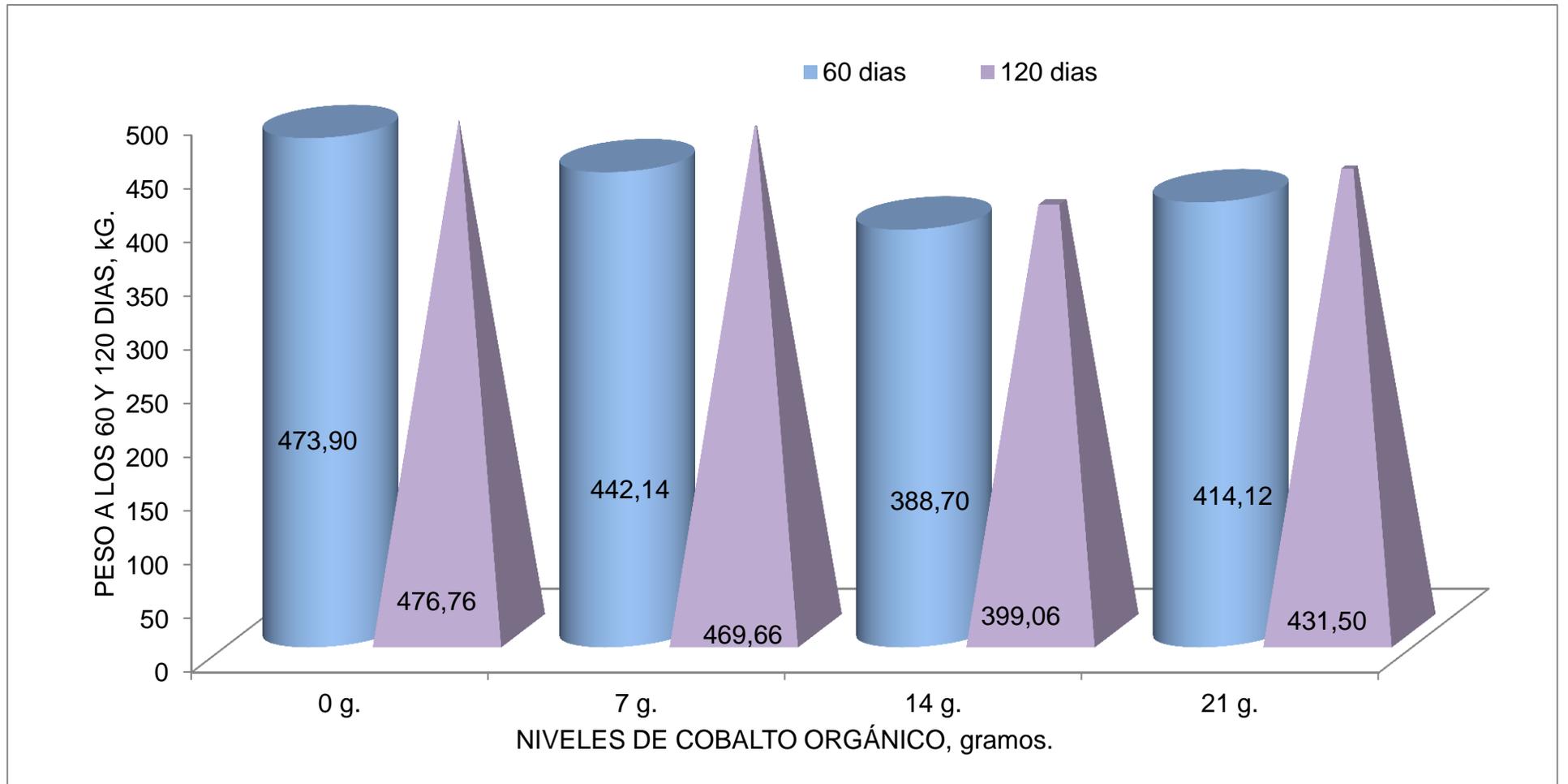


Gráfico 16. Comportamiento del peso a los 60 y a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), ya que las medias fueron de 399,06 kg. Es decir, que las mayores producciones acumulativas del peso de las vacas son reportadas con la inclusión de menores niveles de cobalto orgánico.

Lo que puede deberse a lo manifestado en <http://www.bmeditores.mx>.(2015), donde se manifiesta que la nutrición mineral es la más compleja y una de la menos entendida, la proteína y la energía son los alimentos que normalmente estamos preocupados de suministrar, pero aun así, observamos que en ciertas ocasiones, a pesar de proporcionar abundancia de alimentos con contenidos proteicos y energéticos en cantidades suficientes, los animales no responden y presentan un cuadro de desnutrición que se debe a la falta o desbalance de minerales importantes en la dieta, específicamente del cobalto orgánico que es el principal elemento que toman los microorganismos del rumen para sintetizar la vitamina B12. Sin embargo este mineral solo puede ser sintetizado entre las semanas 6 a 8 de edad, por lo tanto en la investigación se aprecia que su accionar no es significativo pese a esto realizando un balance general las vacas no incrementan su peso en forma significativa ya que para mantener el estándar de calidad de ganado para leche no debe ser alto, pueden presentar una condición muy pesada y sinónimo de animales muy engrasados, y que podrían presentar problemas en la producción de leche ya que es recomendable que para mantener el ganado con buena salud, el productor debe observar el comportamiento de los animales diariamente, con la finalidad de detectar cualquier anomalía, es importante observar el consumo de alimento, el tiempo de rumia, el estado de las heces, la forma de caminar, el comportamiento en grupo o por separado, el estado nutricional y otros ya que una vaca seca con sobrepeso, puede tener problemas durante y después del parto, incluso su producción de leche se vería afectada negativamente, ya que los cambios en el peso corporal no son buen indicador del estado nutricional de las vacas lecheras.

Mediante el análisis de regresión que se determinó del peso a los 90 días se aprecia una tendencia cubica altamente significativa donde se infiere que partiendo de un intercepto de 476,76; inicialmente el peso se incrementa al incluir en la dieta 7 gramos de cobalto para posteriormente descender con la inclusión

de mayores niveles de cobalto es decir 21 gramos, como se ilustra en el 17, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 44,42\%$ ; mientras tanto que el 55,58% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, además se aprecia un coeficiente de correlación  $r = 0,67$ , que es un indicativo de una relación positiva alta entre las variables evaluadas, la ecuación de regresión para el peso que se utilizó fue:

$$\text{Peso a los 120 días} = 476,76 + 11,45 (\text{NCO}) - 2,35 (\text{NCO})^2 + 0,081 (\text{NCO})^3$$

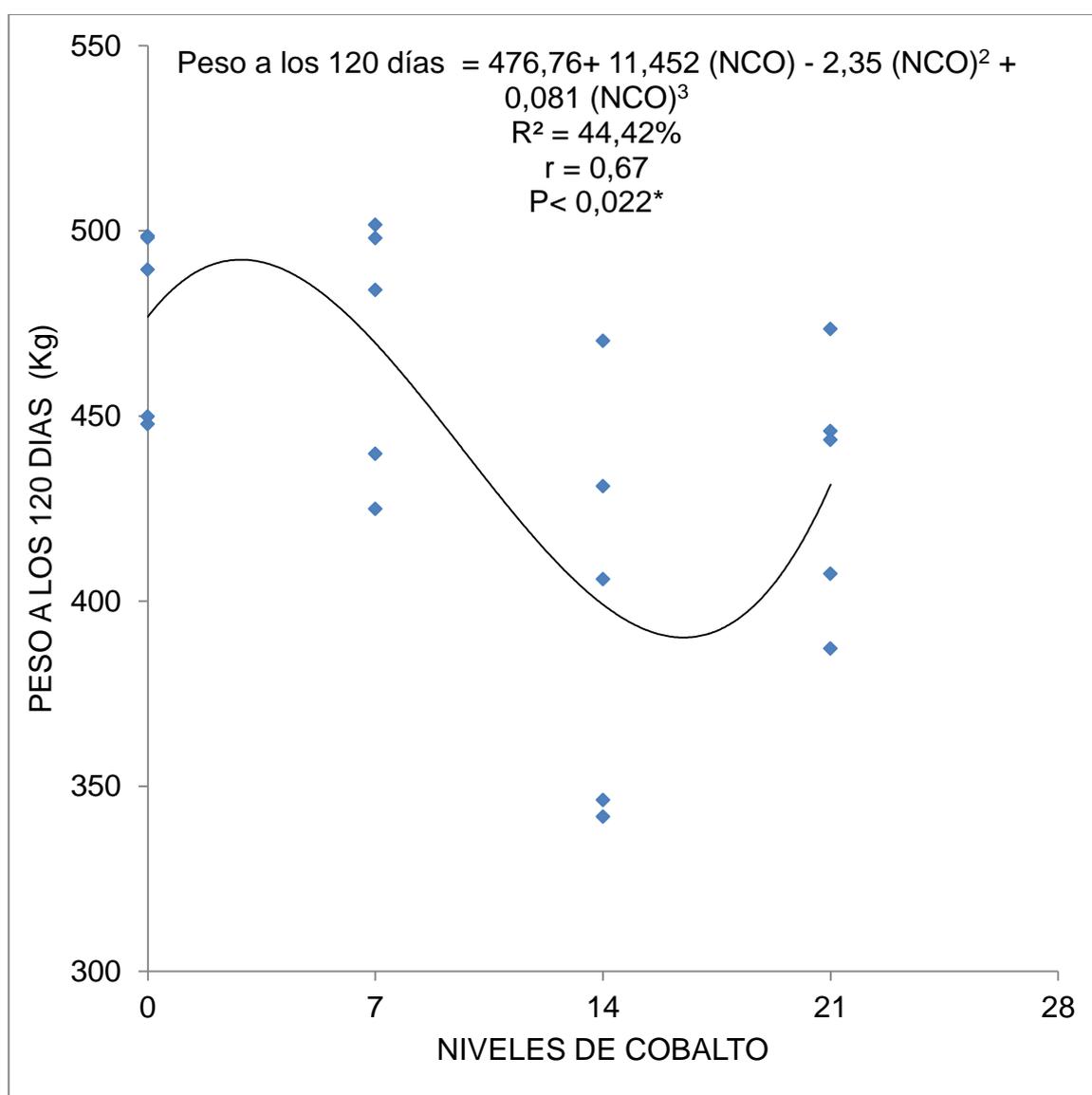


Gráfico 17. Regresión del peso a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## E. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE LAS VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES

### 1. Condición corporal inicial

La evaluación estadística de la condición corporal de las vacas mestizas no registró diferencias estadísticas entre las medias de los tratamientos ( $P > 0,05$ ), por efecto de la inclusión en la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en el grupo de animales del tratamiento T3 (21g.), ya que las medias fueron de 3,30 puntos sobre 5 de referencia es decir animales con buena condición corporal, puntuación que desciende a 3,10 puntos en las vacas del tratamiento T2 (14g.), así como también decrece a 2,95 puntos en promedio en las vacas del tratamiento T1 (7g.), como se indica en el cuadro 9, en tanto que los resultados más bajos fueron reportados en las vacas del grupo control cuyas medias fueron de 2,90 puntos correspondientes a una puntuación baja, ya que el sistema de evaluación en uso en la actualidad para el ganado lechero es una escala de 5 puntos con 1 correspondiente a una vaca extremadamente flaca y 5 a una con excesivos depósitos grasos.

Cuadro 9. EVALUACIÓN DEL PESO EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.

variables	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, g/vaca/día.				EE	Prob	Sign
	0 gramos T0	7 gramos T1	14 gramos. T2	21 gramos. T3			
Condición corporal inicial	2.85 a	2.95 a	3.10 a	3.30 a	0.17	0.291	ns
Condición corporal final	2.90 b	2.85 c	2.45 a	3.45 a	0.2	0.031	*

## **2. Condición corporal final**

La valoración de la condición corporal final de las vacas mestizas de la hacienda "Guadalupe", reportó diferencias altamente significativas entre las medias por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico aplicado a la formulación alimentaria por lo tanto al realizar el separación de medias según Tukey ( $P < 0,01$ ), se determinó las respuestas más altas en el tratamiento T3 (21 g.), con 3,45 puntos es decir una muy buena condición corporal; la misma que desciende a 2,90 puntos en las vacas del grupo control, así como también a 2,85 puntos en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas en las vacas del tratamiento T2 (14 g.), con 2,45 puntos, como se ilustra en el 18. Por lo tanto a mayores niveles de cobalto orgánico se elevara la condición corporal de las vacas, lo que puede deberse según [\(2015\)](http://www.engormix.com), a que la 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.

Sin la suficiente cantidad de grasa corporal las vacas no se preñarán a tasas aceptables. 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. La condición corporal de las vacas al momento del parto está muy asociada con el anestro post-parto, intervalo parto parto, producción láctea e inclusive sanidad del ternero, por lo expuesto anteriormente se concluye que es muy necesario la inclusión de los niveles adecuados de minerales especialmente de cobalto orgánico que esta químicamente unido a moléculas orgánicas de forma tal que sea altamente disponible para el animal, permitiendo cumplir con los requerimiento nutricionales para mejorar su condición corporal .

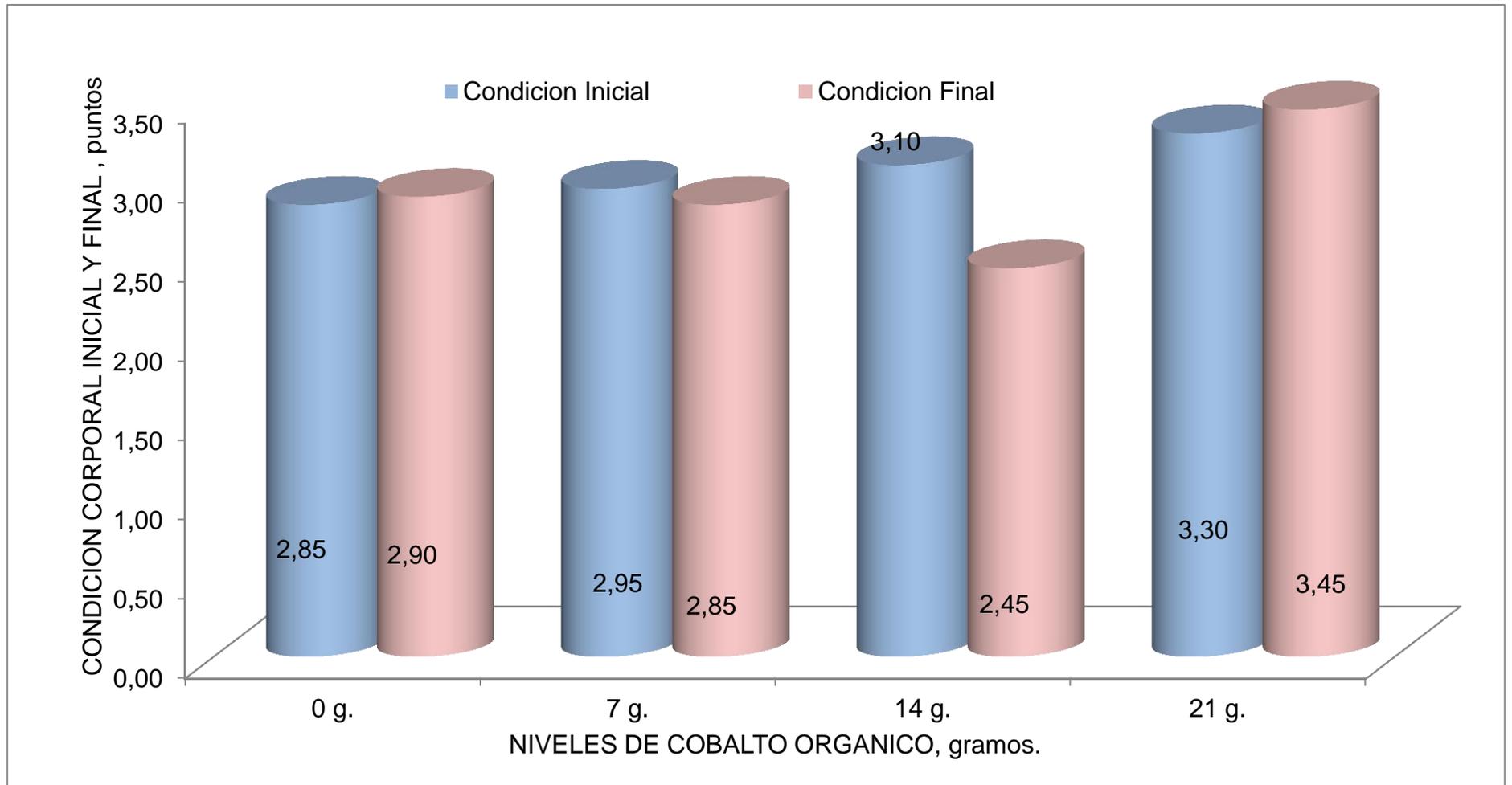


Gráfico 18. Comportamiento de la condición corporal al inicio y al final de la investigación de las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## **D. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES**

### **1. Consumo de materia seca a los 15 días**

La evaluación estadística del consumo de materia seca a los 15 días de inicio del trabajo de investigación, como se indica en el cuadro 10, no reportó diferencias estadísticas entre las medias, por efecto de los diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas en el lote de producción del tratamiento testigo T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 14,94 kg, y que desciende a 14,61 kg, en las vacas del tratamiento T3 (21 g.), con medias de 14,61 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 13,34 kg. Es decir que numéricamente a los 15 días el consumo de materia seca es mayor al utilizar niveles bajos de cobalto orgánico.

### **2. Consumo de materia seca a los 30 días**

La valoración estadística de las respuestas del consumo de materia seca de las vacas a los 30 días, no reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), por efecto de la inclusión de diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas del tratamiento testigo T0 (0 g.), con 15,48 kg, y que desciende a 15,34 kg, en las vacas del tratamiento T3 (21 g.); seguida del consumo de materia seca de las vacas a los 30 días de evaluación reportado en el lote del tratamiento T1 (7 g.), con un consumo de 14,14 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T2 (14 g.), con 14,14 kg, y que compartirían la respuesta numéricamente más baja de consumo de materia seca con el lote de vacas del tratamiento T1 (7 g). Es decir que numéricamente a los 30 días del inicio de la investigación en lo que respecta al consumo de materia seca es más rentable usar menores niveles de cobalto en la dieta.

Cuadro 10. EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE MATERIA SECA EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.

VARIABLE	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, gramos.								EE	Prob.	Sign.
	T0		T1		T2		T3				
	0 g.		7 g,		14 g.		21 g,				
consumo de MS a los 15, Kg.	14,94	a	13,80	a	13,34	a	14,61	a	0,67	0,352	ns
consumo de MS a los 30 días, Kg.	15,48	a	14,14	a	14,14	a	15,34	a	0,7	0,3873	ns
consumo de MS a los 45 días, Kg.	16,18	a	14,25	a	15,00	a	15,80	a	0,72	0,285	ns
consumo de MS a los 60 días, Kg.	15,81	a	14,20	a	15,44	a	15,78	a	0,79	0,4664	ns
consumo de MS a los 75 días, Kg.	16,04	a	14,76	a	15,63	a	16,30	a	0,88	0,6321	ns
consumo de MS a los 90 días, Kg.	15,88	a	14,55	a	15,60	a	17,14	a	0,87	0,2684	ns
consumo de MS a los días 105, Kg.	15,94	b	14,61	c	17,68	a	17,86	a	0,75	0,0298	*
consumo de MS a los 120 días, Kg.	16,02	b	14,77	c	17,94	a	17,94	a	0,81	0,0426	*
Consumo de MS total a los días, Kg.	126,29	a	115,08	a	124,77	a	130,77	a	0,51	0,28	ns

EE: error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

### **3. Consumo de materia seca a los 45 días**

En la evaluación del consumo de materia seca de las vacas a los 45 días de investigación, no se reportó diferencias estadísticas entre medias por efecto de la inclusión de los distintos niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas en el lote de producción del tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 16,18 kg, y que desciende a 15,80 kg, en las vacas del tratamiento T3 (21 g.); seguida del consumo de materia seca de las vacas a los 30 días reportada en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 15,00 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 14,25 kg. Es decir que numéricamente a los 45 días del inicio de la investigación el consumo de materia seca es mayor en el tratamiento testigo que es en el que no se adiciona cobalto orgánico.

### **4. Consumo de materia seca a los 60 días**

Los valores medios reportados por el consumo de materia seca de las vacas a los 60 días de inicio del trabajo experimental no reportaron diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas del lote de producción del tratamiento testigo T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 15,81 kg, y que desciende a 15,78 kg, en las vacas del tratamiento T3 (21 g.); seguida del consumo de materia seca de las vacas a los 60 días reportada en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g.), ya que las medias fueron de 15,44 kg, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 14,20 kg, como se ilustra en el 19. Es decir que numéricamente a los 60 días del inicio de la investigación el consumo de materia seca es mayor en el tratamiento testigo es decir sin la adición de cobalto orgánico.

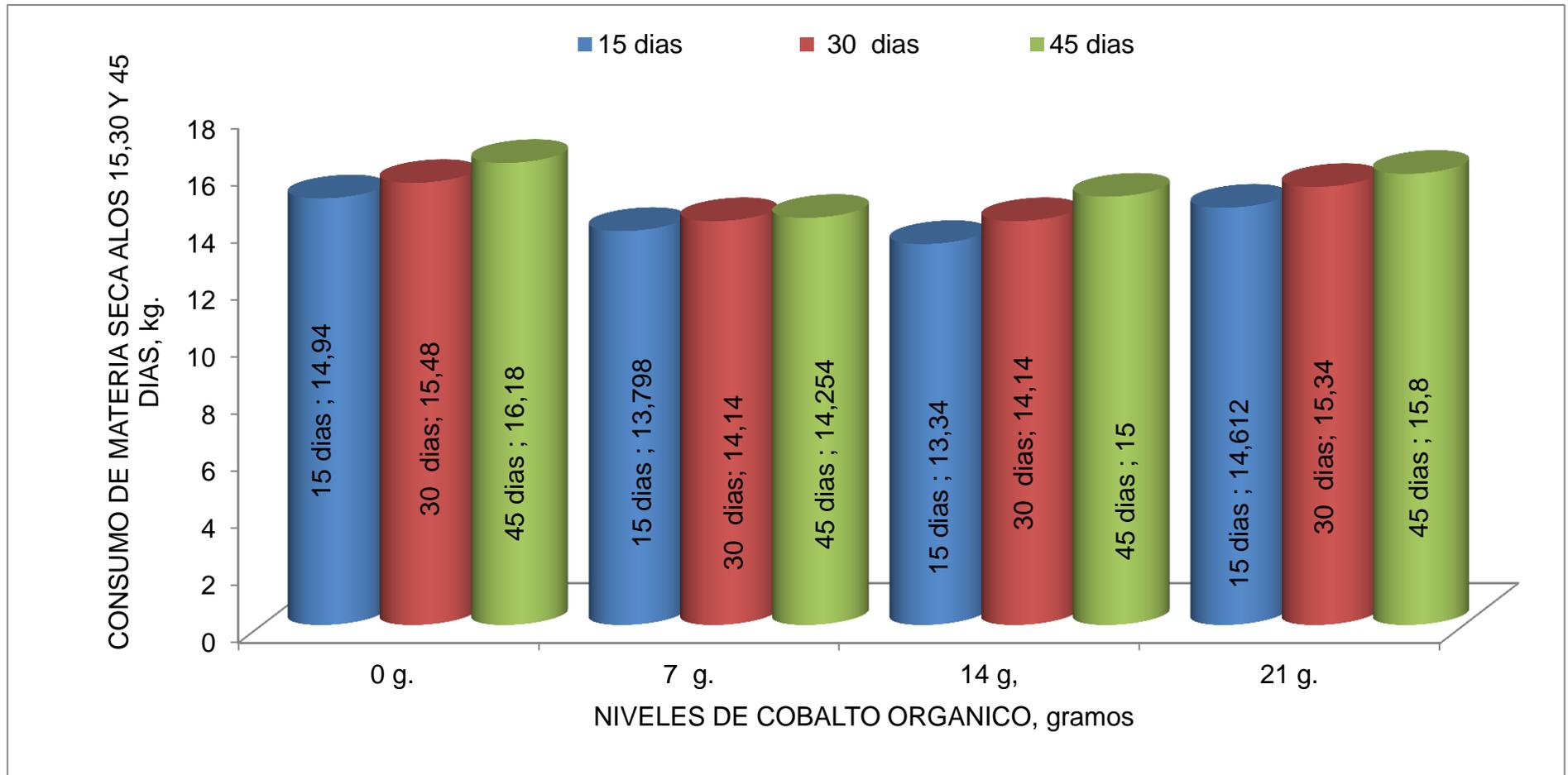


Gráfico 19. Comportamiento del consumo en materia seca a los 15, 30 y 45 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## **5. Consumo de materia seca a los 75 días**

La valoración del consumo de materia seca a los 75 días de evaluación, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda “Guadalupe”, no reportó diferencias estadísticas ( $P>0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidenció que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), con valores de 16,30 kg, a continuación en forma descendente se reportan los resultados de consumo de materia seca alcanzadas en el tratamiento testigo T0 (0 g.), cuyas medias fueron de 16,04 kg, seguida de los valores de las medias del tratamiento T2 (14 g.), cuyas medias tuvieron respuestas de 15,63 kg, en tanto que el consumo de materia seca más bajo se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 14,76 kg, como se ilustra en el 20, es decir que al consumir mayores niveles de cobalto orgánico se mejora numéricamente el consumo de materia seca en las vacas.

Lo que puede deberse a lo manifestado por Anison, E. (2006), quien señala que la alimentación significa el mayor costo del sistema de producción en un hato lechero, los minerales orgánicos son minerales unidos químicamente a moléculas orgánicas de forma tal que el mineral es altamente disponible para el animal. El uso de minerales quelatos o complejos minerales orgánicos en las premezclas 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 premezcla 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-cación, 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 .

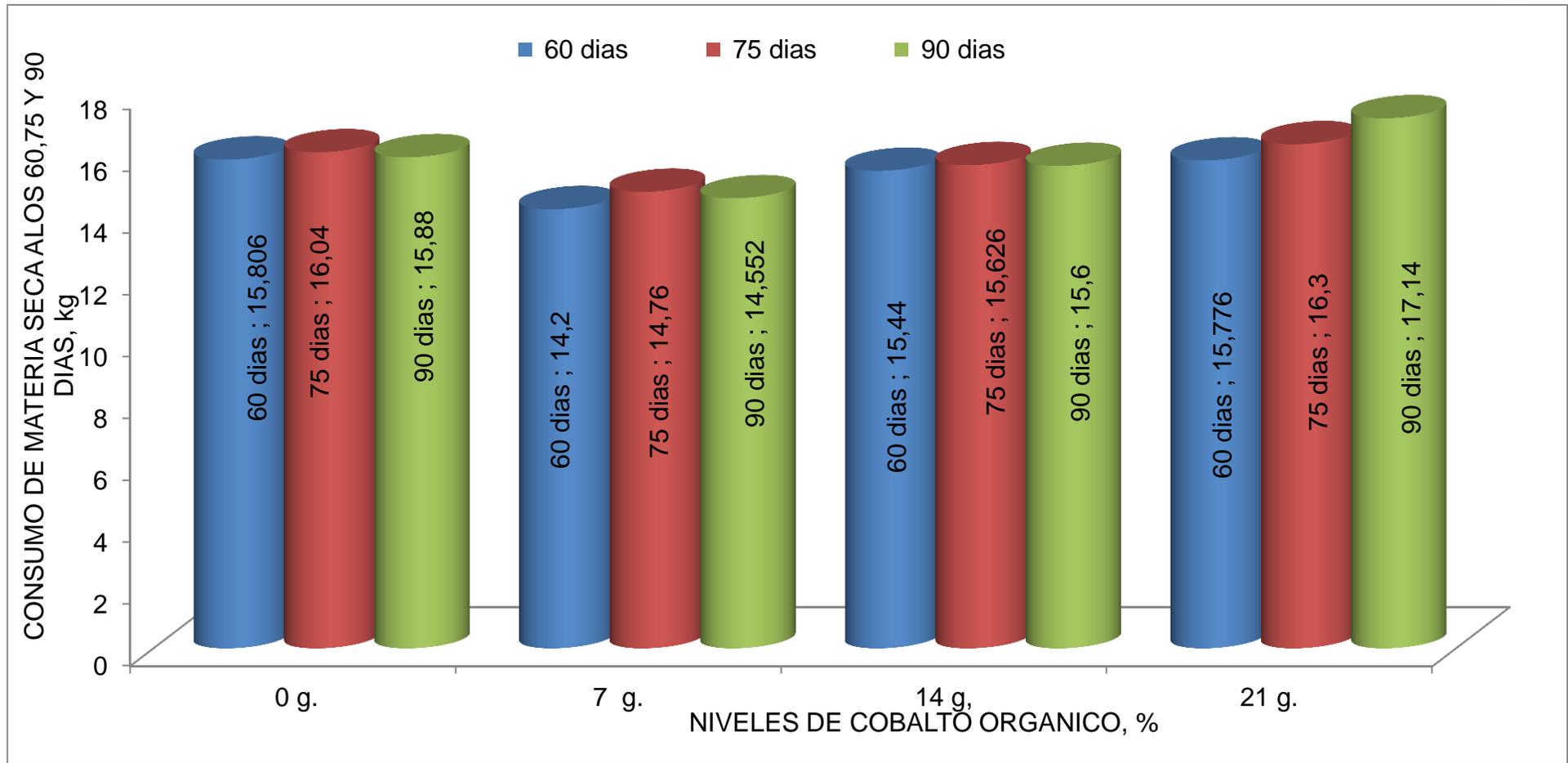


Gráfico 20. Comportamiento del consumo en materia seca a los 60, 75 y 90 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## **6. Consumo de materia seca a los 90 días**

Los valores medios del consumo de materia seca a los 90 días de evaluación, no reportaron diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se estableció que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 17,14 kg, siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de producción de leche alcanzadas en el tratamiento testigo T0 (0 g.), con 15,88 kg, a continuación se registraron los valores de las medias del tratamiento T2 (14 g.), con 15,60 kg, en tanto que el consumo en materia seca más bajo se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con 14,55 kg.

Lo que es corroborado según <http://www.animales.uncomo.com>.(2014), donde se menciona que la alimentación será uno de los factores fundamentales en la mejora de la producción lechera, cabe destacar que los minerales tienen un papel clave en la nutrición de las vacas, ya que se requieren en la síntesis biológica de nutrientes esenciales. Al incluir cobalto orgánico en la dieta existe absorción casi del 100% de nutrientes ya que se presenta ausencia de problemas de interacciones con otros macro y microminerales, los minerales orgánicos son estables debido a no formar otros ligantes con sustancias de la dieta y que originan la precipitación e insolubilización del metal y, por tanto, mejoran su absorción por parte del organismo del rumiante, todos estos beneficios influyen directamente sobre el consumo del alimento por lo tanto se aprecia que a medida que va suministrando la dieta aparece una supremacía de consumo de materia seca hacia las dietas con altos niveles de cobalto, ya que es necesario recordar que este mineral orgánico empieza su accionar a partir de la sexta semana.

Mediante el análisis de regresión que se ilustra en el 21, se aprecia una tendencia cubica altamente significativa, donde se infiere que partiendo de un intercepto de 15,94; inicialmente el consumo en materia seca desciende con la utilización de niveles bajos de cobalto para posteriormente ascender al incluir en la dieta 14 gramos de cobalto y finalizar decreciendo al aplicar mayores niveles de cobalto (21 g), con un coeficiente de determinación  $R^2 = 46,38\%$ ; mientras tanto

que 56,32% restante depende de otros factores no considerados en la presente investigación, además el coeficiente de correlación que fue de  $r = 0,68$  demuestra una relación positiva alta, la ecuación de regresión aplicada fue:

$$\text{Consumo a los 105 días} = 15,94 - 0,85X + 0,12x^2 - 0,0035x^3$$

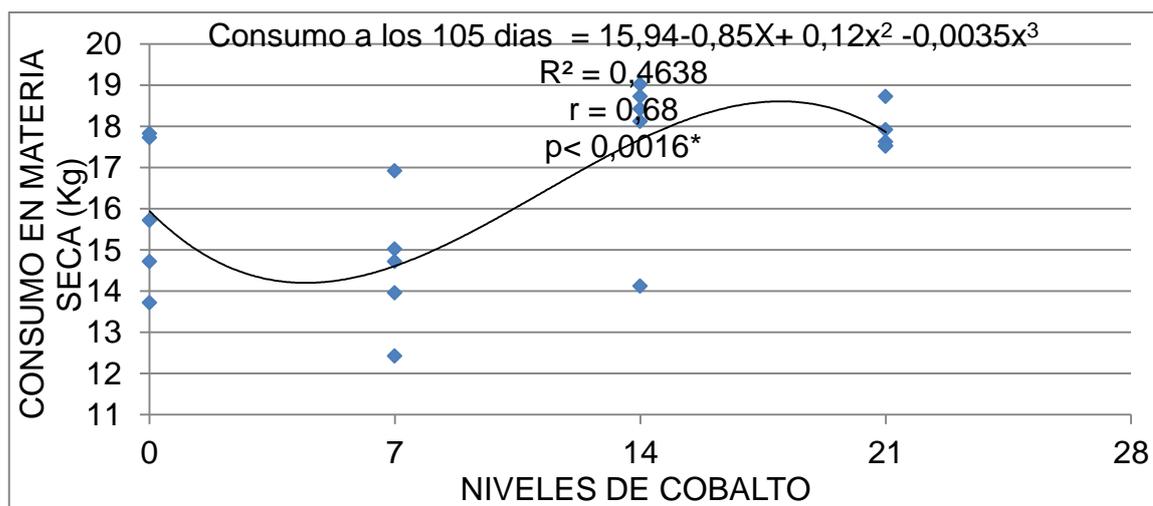


Gráfico 21. Regresión del consumo en materia seca de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico.

## **7. Consumo de materia seca a los 105 días**

La evaluación estadística del consumo de materia seca a los 105 días del inicio del trabajo experimental, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, que se ilustra en el 22, reportó diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.01$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se determinó que la mejor respuesta se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 17,86 kg, v por vaca y por día, continuando el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de consumo de materia seca alcanzadas en el tratamiento T2 (14 g.), cuyas medias fueron de 17,68 kg, así como también siguen con este orden descendente los valores de las medias del tratamiento testigo T0 (0 g.), con respuestas de 15,94 kg, en tanto que el consumo de materia seca más bajo se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 14,61 kg.

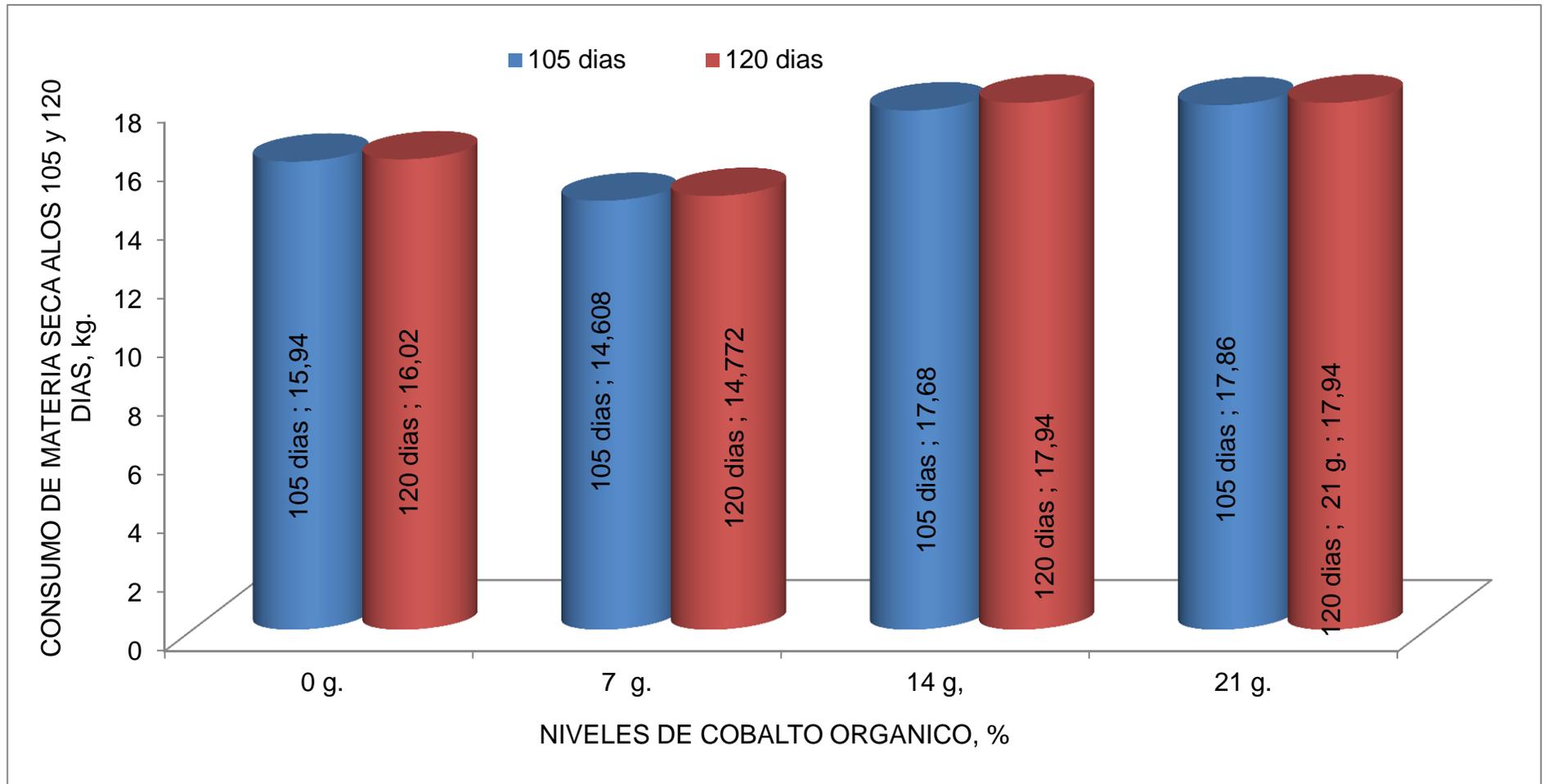


Gráfico 22. Comportamiento del consumo en materia seca a los 105 y 120 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

## **8. Consumo de materia seca a los 120 días**

El análisis de varianza del contenido de materia seca a los 120 días de evaluación, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, reporto diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0.01$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se estableció que la mejor respuesta según Tukey, se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias obtuvieron valores de 17,94 kg, siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de consumo de materia seca alcanzadas en el tratamiento T2 (14 g.), cuyas medias fueron de 17,68 kg, a continuación se registraron los valores de las medias del tratamiento testigo T0 (0 g.), con respuestas de 16,02 kg, en tanto que el consumo de alimento en materia seca más bajo se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 14,77 kg, por lo cual se puede concluir que para tener vacas con un consumo de materia seca más alto se deberá adicionar mayores niveles de cobalto orgánico en la dieta.

Al realizar el análisis de regresión, se aprecia una tendencia cubica altamente significativa donde se aprecia que partiendo de un intercepto de 16,02; inicialmente el consumo en materia seca desciende con la utilización de niveles bajos de cobalto para posteriormente ascender al incluir en la dieta 14 gramos de cobalto y finalizar decreciendo al aplicar mayores niveles de cobalto es decir 21 gramos, que se ilustra en el 23, con un coeficiente de determinación  $R^2 = 42,38\%$ ; mientras tanto que 57,62% restante depende de otros factores no consideradores en la presente investigación, además el coeficiente de correlación que fue de  $r = 0,65$  demuestra una relación positiva alta, la ecuación de regresión aplicada fue:

$$\text{Consumo a los 120 días} = 16,02 - 0,8549x + 0,1224x^2 - 0,0037x^3$$

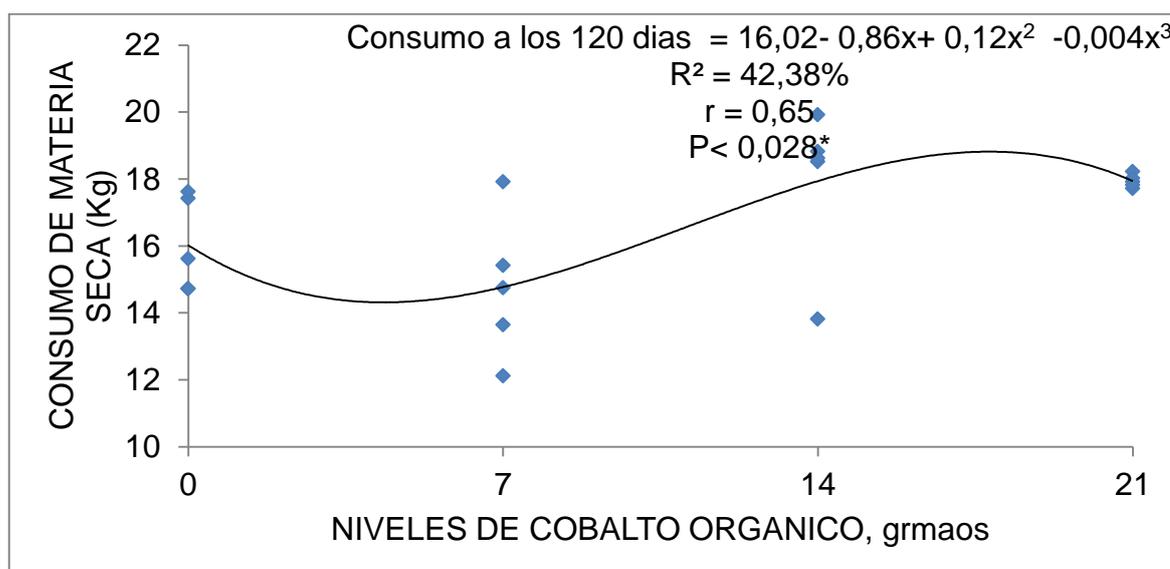


Gráfico 23. Regresión del consumo en materia seca a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico.

## 9. Consumo de materia seca total

La evaluación estadística del consumo de materia seca total, que se ilustra en el 24, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidenció que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), con valores de 130,77 kg, por vaca, posteriormente se aprecia en forma descendente el consumo de materia seca alcanzadas en el tratamiento testigo T0 (0 g.), con 126,29 kg, a continuación se registraron los valores de las medias del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 124,77 kg en tanto que el consumo de materia seca más bajo se estableció en las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 115,08 kg, de acuerdo a los reportes se puede observar en la presente investigación que el consumo total de materia seca más alto se observó cuando las vacas fueron alimentadas con dietas a las que se incluyó 21 g (T3), de cobalto orgánico, como se ilustra en el 24. De acuerdo al análisis general de las respuestas del consumo de alimento en materia seca en los diferentes periodos de desarrollo de la investigación se observa que las mejores respuestas a partir

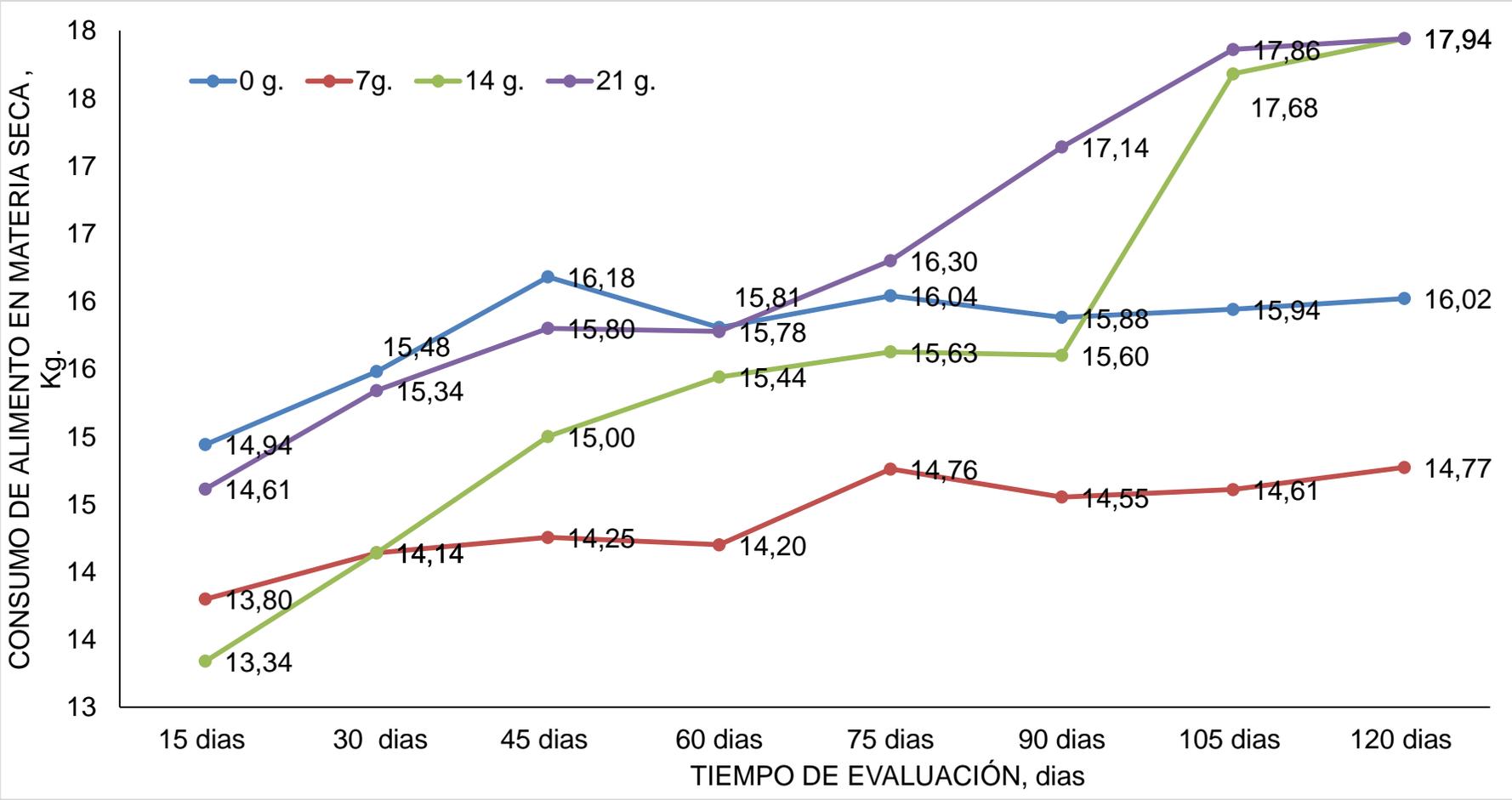


Grafico 24. Comportamiento del consumo en materia seca a los 105 y 120 días de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

de los 15 días hasta los 120 días se observan en el lote de producción el tratamiento T3 (21g), ya que de 14,91 kg, vaca por día se eleva gradualmente a 17,94; al final de la investigación y que es un indicativo de que la dieta tiene una palatabilidad alta, a tal punto que el animal consumo un mayor porcentaje sin existir mayor cantidad de desperdicio. Lo que puede deberse según los manifestado por Peruchena, O. (2009), quien señala que la ventaja que tiene considerar el valor del alimento base a materia seca que se suministrará al animal es que los nutrientes pueden ser comparados en forma absoluta y permite medir a todos los alimentos en un mismo patrón lo que facilita decidir la adquisición de una determinada materia prima o evaluar la dieta que se está suministrando al ganado.

La disponibilidad biológica de los minerales presentes en el alimento está en relación directa a su estructura química y con la presencia de otros elementos, En las sales minerales, la disponibilidad de los minerales varía esencialmente con las estructuras y química de estas sales, la carencia de los minerales produce problemas que se van a reflejar muchas veces en el consumo del alimento por lo tanto es necesario considerar que el cobalto orgánico influye directamente en la deficiencia de vitamina B12 es muy aparente en rumiantes tal vez porque éstos animales son muy dependientes en gluconeogénesis para proveer la glucosa a los tejidos. Los signos más tempranos de la deficiencia de cobalto son cesación de crecimiento, poca vitalidad, pérdida de peso y reducción de la resistencia a infecciones como resultado de una baja en la función de los neutrófilos.

#### **D. PORCENTAJE DE PROTEÍNA Y GRASA DE LA LECHE AL INICIO Y FINAL DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **1. Contenido de proteína de la leche al inicio y final de la investigación**

La evaluación del contenido medio de proteína de la leche al inicio y final de la investigación reportó las respuestas más altas en la leche del tratamiento T3, es decir con la inclusión de 21 g, de cobalto orgánico, ya que partiendo de 3,44% se

eleva a 3,54% al final del trabajo investigativo; así como también en el tratamiento T2 (14 g.), que de un contenido inicial de 3,24% se incrementa a 3,54%, al final, con una tendencia similar se presentan los reportes obtenidos en el tratamiento T1 (7g.), que de un contenido de proteína inicial de 3,16%; se eleva a 3,41% al final; mientras tanto que en el tratamiento control se aprecia que existe un ligero descenso de este componente, ya que de 3,39% de proteína al inicio decrece a 3,38% al final de la investigación, como se indica en el cuadro 11, y se ilustra en el 25, de acuerdo a los reportes antes mencionados se aprecia que la aplicación de mayores niveles de cobalto orgánico ( 21 g.), mejora el contenido de proteína de la leche.

Cuadro 11. CONTENIDO DE PROTEÍNA Y GRASA DE LA LECHE AL INICIO YU FINAL PRODUCIDA POR LAS VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES.

VARIABLE	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, gramos			
	0 gramos T1	7 gramos T2	14 gramos T3	21 gramos T4
Proteína al inicio, %.	3,39	3,16	3,24	3,44
Proteína al final, %.	3,38	3,41	3,53	3,54
Grasa al inicio, %.	3,30	3,39	3,33	3,30
Grasa al final, %.	3,30	3,63	3,74	3,95

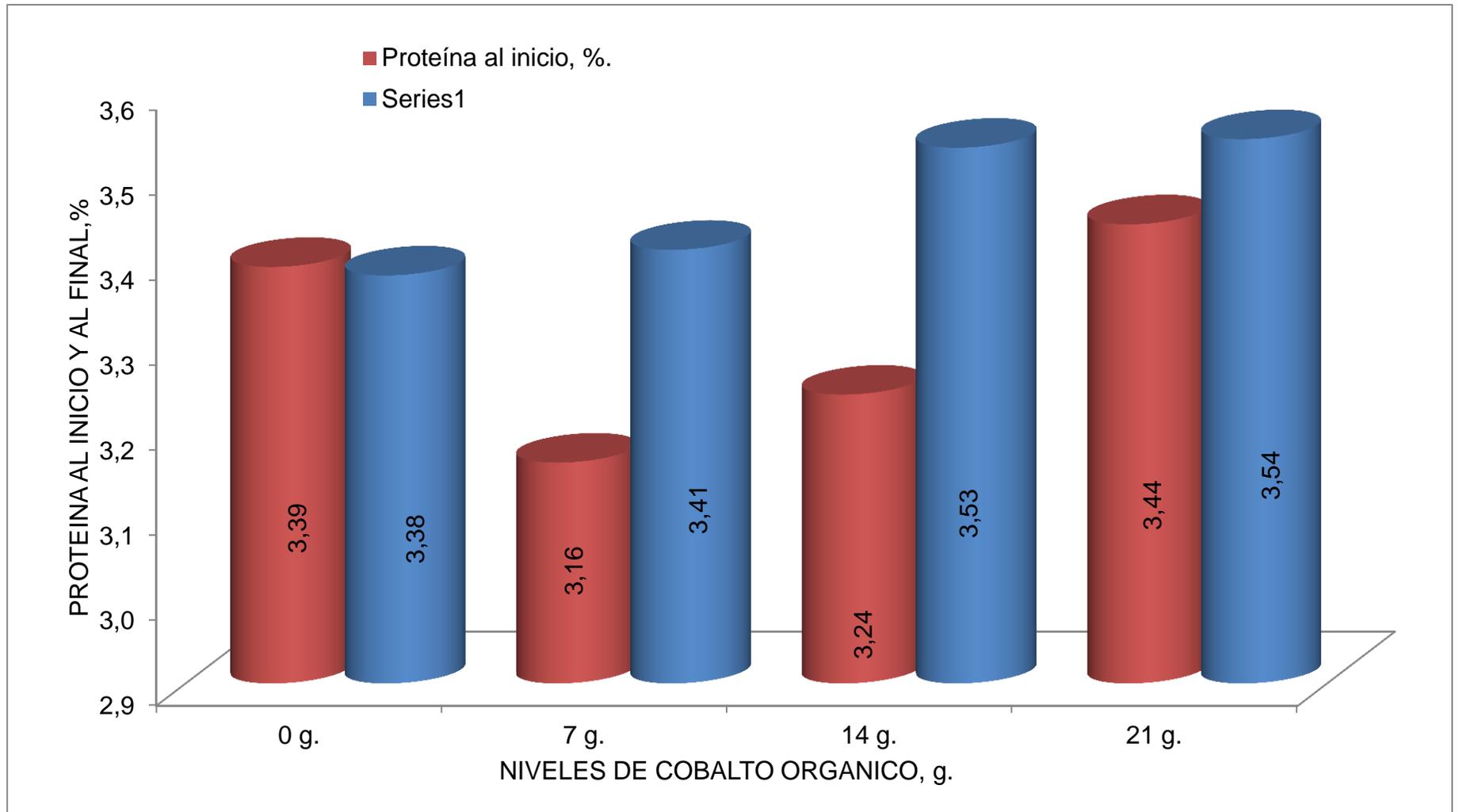


Gráfico 25. Comportamiento del porcentaje de proteína al inicio y final procedente de las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

Lo que tiene su fundamento según <http://www.tecnovet.uchile.cl>.(2015), donde se indica que la leche se define como el producto de la síntesis de la glándula mamaria y desde el punto de vista nutritivo es una buena fuente de proteína, vitaminas, minerales, particularmente calcio, como también realiza un interesante aporte de carbohidratos y grasa. La composición promedio de la leche, para los principales componentes lácteos es: 3,6% materia grasa, 3,2% proteína y 4,7% lactosa. Sin embargo a nivel nacional la escasa información disponible apunta a una composición algo más pobre:  $3,11 \pm 0,51$  % de materia grasa,  $3,04 \pm 0,25$ % de proteína. Entre las funciones metabólicas normales, toma lugar la formación y reparación de tejidos, así como la producción de secreciones orgánicas tales como enzimas, hormonas, leche, etc.; para esto el organismo requiere que se le proporcione el material necesario para la producción de los aminoácidos que son las unidades de construcción. Las necesidades variarán dependiendo de la talla y madurez del animal.

Para un crecimiento normal, el bovino requiere en forma progresiva mayores cantidades de proteína, ya que la mayor parte de las ganancias en peso se atribuye a depósitos de proteína y agua en tejidos y órganos. A medida que el animal madura, el incremento de peso se deberá más a depósito de grasa que de proteína, por lo tanto es necesario considerar que algunos elementos orgánicos como el cobalto han demostrado su esencialidad en la dieta de los animales para desarrollar normalmente su crecimiento y reproducción y sobre toda la calidad del subproducto como es la leche. En la vaca lechera, además de las funciones plásticas y metabólicas en que intervienen estos elementos, son requeridos para ser secretados en la leche como compuestos específicos o en forma elemental o reflejarse en la proteína.

## **2. Contenido de grasa de la leche al inicio y final de la investigación**

La valoración del contenido de grasa de la leche provenientes de las vacas mestizas de la hacienda Guadalupe, determinó los valores más altos con la aplicación del tratamiento T3 (21 g.), ya que de 3,74% al inicio se eleva a 3,95%; al final, comportamiento similar se aprecia en los resultados del tratamiento T2

(14 g.), ya que de 3,33% al inicio aumenta a 3,74% al final de la investigación, tendencia que también se aprecia al trabajar con 7 gramos de cobalto orgánico (T1), ya que de un contenido graso inicial de 3,39% se eleva a 3,63% en el análisis final de la leche precedente de las vacas mestizas; en tanto que el examen inicial y final del contenido graso en el grupo control determino un valor 3,30% en los dos casos en estudio, como se ilustra en el 26, por lo tanto se afirma que la calidad grasa de la leche no presentó fluctuación.

Por lo tanto se aprecia que el cobalto orgánico tiene una influencia significativa en el contenido graso de la leche lo que tiene su fundamento en lo que expresa Anison, E. (2006), quien señala que una vez absorbidos, los minerales son transportados por todo el organismo del animal, a través del plasma como combinados con compuestos orgánicos (proteínas o aminoácidos); como iones (Na, K, Cl) y como parte de iones (fosfatos) Una vez que los minerales llegan a los tejidos, se fijan a éstos bajo forma de combinaciones muy diversas, estos minerales influyen además en su recorrido en la composición de la leche aumentando el contenido graso cuando la ración tiene un contenido insuficiente de Cobalto los animales pueden mostrar: una pérdida gradual de apetito, emaciación progresiva, pelo áspero, decaimiento y eventualmente anemia. Hay una marcada disminución en la producción de leche y la que producen es de mala calidad y pérdida de peso en las vacas.

## **F. EVALUACIÓN DE LOS DÍAS ABIERTOS AL INCIO Y FINAL DE LA INVESTIGACIÓN EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES**

### **1. Días abiertos al inicio de la investigación**

La evaluación de la variable días abiertos al inicio de la investigación de las vacas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P>0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, por lo tanto analizando los datos obtenidos

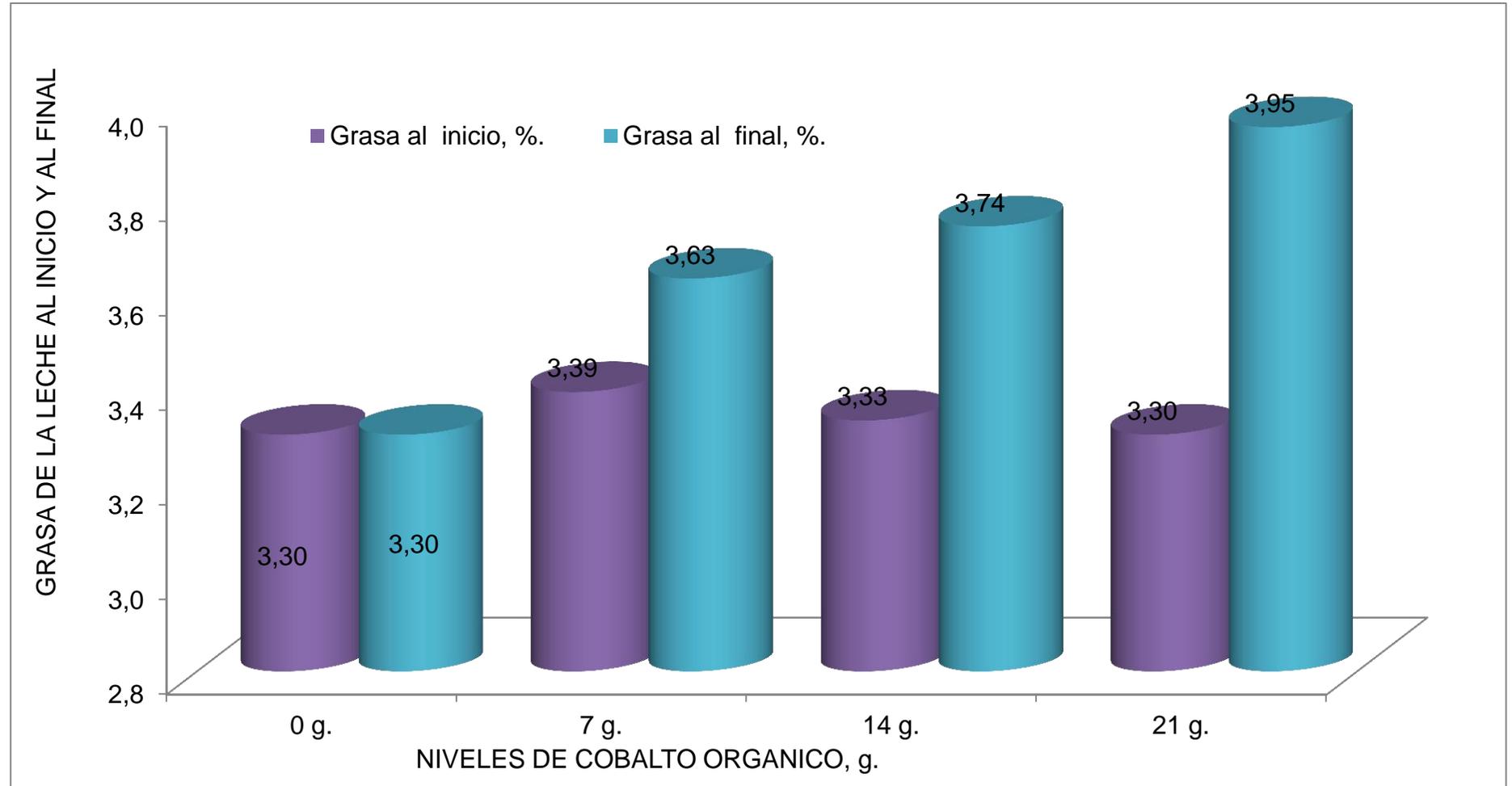


Gráfico 26. Comportamiento del porcentaje de grasa al inicio y final procedente de las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

se estableció que el mayor número de días abiertos se aprecia en los resultados reportados por el tratamiento testigo T0 ( 0 g.), ya que sus medias fueron de 81,00 días, a continuación se ubican en forma descendente las respuestas de la cantidad de días abiertos alcanzadas en el tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 33,80 días, así como también las respuestas registradas en el tratamiento T3 (21 g.), con 26 días abiertos finalmente la respuestas más eficientes ya que identifica el menor número de días abiertos fue determinada en el lote de vacas del tratamiento T2 ( 14 g.), con un valor promedio de 16 días, por lo tanto se puede afirmar que para obtener un mayor porcentaje de preñez se deberá trabajar con niveles altos de cobalto orgánico adicionado como fuente de minerales en las vacas en producción, los días abiertos normales o permisibles son los días que el ganadero da de espera para que sus vacas queden preñadas, y el objetivo deberá ser reducir este número en un porcentaje alto del hato.

## **2. Días abiertos al final de la investigación**

La evaluación de la cantidad de días abiertos al final de la investigación en las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P>0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidenció que tanto en el tratamiento T1 (7 g), como en el tratamiento T3 (21 g), no existe días abiertos por lo tanto se aprecia que las vacas quedaron preñadas que es el objetivo de un hato lechero, mientras tanto que en las vacas del grupo control los días abiertos al final fueron de 15,80 días, en tanto que en el lote de vacas del tratamiento T2 (14 g), los días abiertos fueron los más altos ya que se reportó un promedio de 19,40 días, como se indica en el cuadro 12, y se ilustra en el 27. Es decir que mayor eficiencia se obtiene en vacas alimentadas con 21 gramos de cobalto orgánico por vaca y por día, adicionado a la dieta como fuente de minerales.

Lo que puede tener su fundamento en lo expresado por Velásquez, J. (2012), quien manifiesta que en la actualidad uno de los mayores problemas que afectan los parámetros económicos en los hatos lecheros son los índices de eficiencia reproductiva la cual se ve afectada por varios aspectos, algunos de estos aspectos son las malas detecciones de celos en las vacas y los malos procedimientos al momento de inseminar la vaca. La optimización de un hato lechero, tiene como objetivo que cada vaca de la finca produzca un ternero por vaca año, lo que quiere decir conseguir un intervalo entre partos de un año.

Cuadro 12. EVALUACIÓN DE LOS DÍAS ABIERTOS EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES

Variables	NIVELES DE COBALTO ORGANICO, gramos.				EE	Prob.	Sign.
	0 g. T0	7 g. T1	14 g. T2	21 g, T3			
Días abiertos al inicio, días.	81,00	a 33,80	a 16,00	a 26,00	a 21,59	0,2365	ns
Días abiertos al final, días.	15,80	a 0,00	a 19,40	a 0,00	a 13,01	0,6138	ns

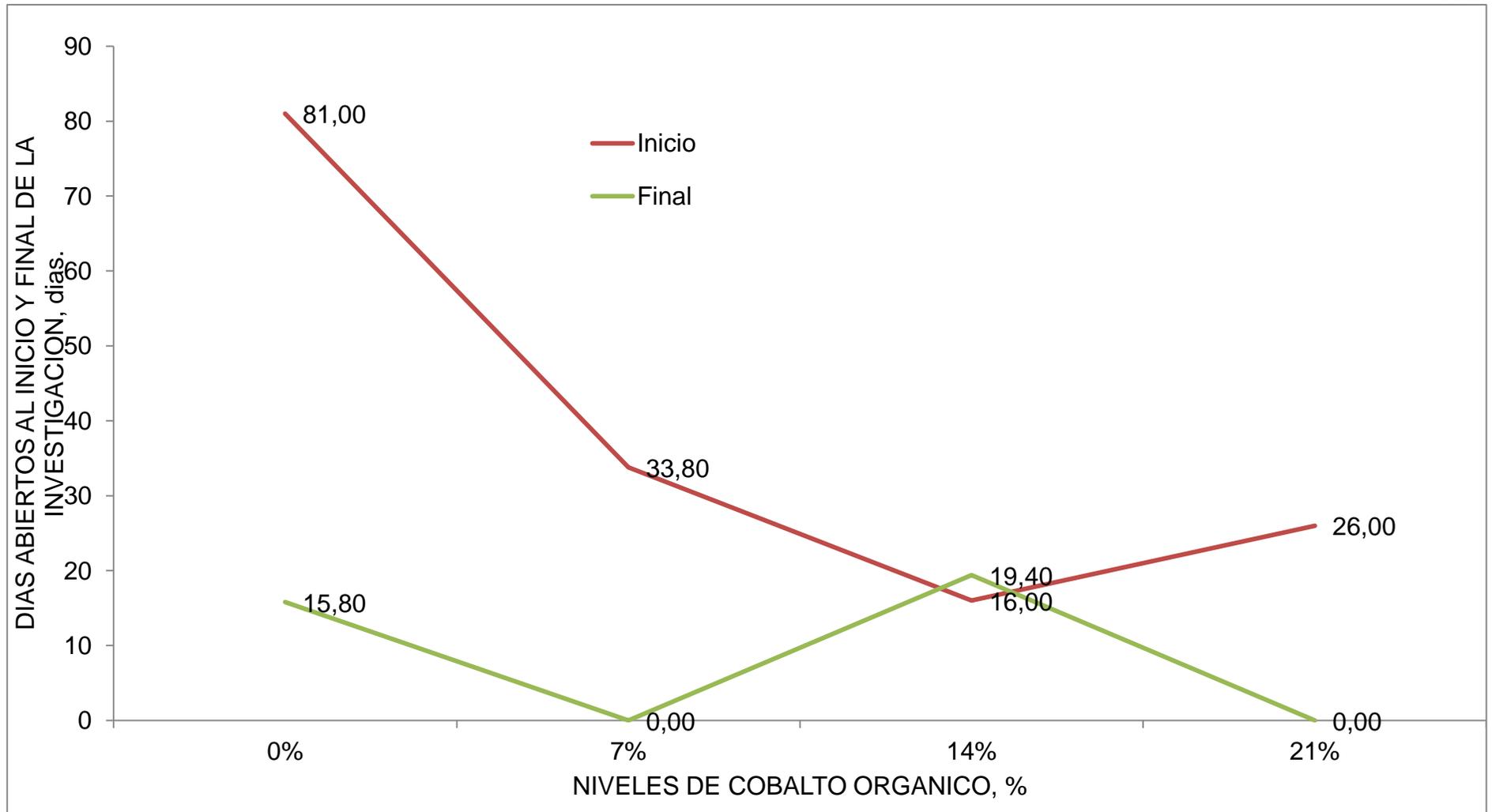


Gráfico 27. Comportamiento de los días abiertos al inicio y final de la investigación en las vacas mestizas, alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

Para poder conseguir dicho objetivo se debe hacer un excelente manejo desde el parto para que la vaca tenga una involución del útero de la mejor manera y así pueda entrar en celo rápidamente, posteriormente debe haber una detección de calores muy precisa, para poder ser más efectivos en la concepción, y sobre todo una alimentación balanceada para que el animal pueda llenar estos requerimientos, y se consiga este fin. Los días abiertos son aquellos que transcurren desde el día que una vaca hace un parto hasta cuando inicia una nueva preñez, periodo en el cual se deberá controlar mucho en cubrir con los requerimientos nutritivos especialmente los minerales para evitar enfermedades por la carencia de uno de ellos.

## **F. EVALUACIÓN DE LA CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN VACAS MESTIZAS UTILIZANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES**

### **1. Conversión alimenticia a los 15 días**

La evaluación de la conversión alimenticia a los 15 días, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reportó diferencias significativas entre medias ( $P>0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidencio que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que se reportaron valores de 1,25 , siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas alcanzadas en el tratamiento T1 (7 g.), con 0,93, a continuación se ubicaron los resultados de conversión alcanzados en el tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 0,92 en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron en el tratamiento T2 (14g.) cuyas medias fueron de 0,83; por lo cual se puede concluir que para obtener vacas con un índice alto de conversión alimenticia se deberá adicionar 14 g, de cobalto orgánico (T2), en la dieta, ya que como se puede observar en la presente investigación las vacas a los 15 días de edad requieren de 0,83 kg , de alimento para incrementar 1 kilo de peso, como se indica en el cuadro 13. Dentro del conjunto de índices productivos que normalmente se tienen en cuenta a la hora de evaluar la eficiencia de una empresa existe uno que relaciona una gran parte de los costos

Cuadro 13. EVALUACIÓN DE LA CURVA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA EN VACAS MESTIZAS ADICIONANDO COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES

VARIABLE	NIVELES DE COBALTO ORGANICO, gramos.								EE	Prob.	Sign.
	0%		7 g.		14 g.		21 g.				
	T0		T1		T2		T3				
Conversión alimenticia a los 15 días.	0,92	a	0,93	a	0,83	a	1,25	a	0,28	0,7272	ns
Conversión alimenticia a los 30 días.	0,90	a	1,00	a	0,88	a	1,28	a	0,26	0,6839	ns
Conversión alimenticia a los 45 días.	0,90	a	0,93	a	0,86	a	1,18	a	0,26	0,8101	ns
Conversión alimenticia a los 60 días.	0,97	a	0,96	a	0,93	a	1,29	a	0,27	0,7613	ns
Conversión alimenticia a los 75 días.	0,91	a	0,99	a	0,90	a	1,38	a	0,29	0,6077	ns
Conversión alimenticia a los 90 días.	0,93	a	1,04	a	0,91	a	1,45	a	0,28	0,5256	ns
Conversión alimenticia a los 105 días.	0,96	a	1,06	a	0,99	a	1,43	a	0,3	0,6559	ns
Conversión alimenticia a los 120 días.	0,95	a	1,03	a	0,91	a	1,40	a	0,29	0,6184	ns
Conversión alimenticia total.	0,93	a	0,99	a	0,90	a	1,32	a	0,27	0,6767	ns

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

de producción (costo de alimentación) y la producción de leche, este valor denominado coeficiente de conversión alimenticia cubre en su resultado un conjunto grande de factores que pueden ser visualizados en otros índices más específicos, como son la producción lechera.

## **2. Conversión alimenticia a los 30 días**

El análisis de la conversión alimenticia a los 30 días, de las vacas mestizas, no reporto diferencias significativas entre medias ( $P>0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, sin embargo de carácter numérico se aprecia la respuesta más alta en el lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 1,2; a continuación en forma descendente se aprecia las respuestas del tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 1, continuando así con el tratamiento testigo T0 (0 g.) con medias de 0,90; en tanto que las respuestas más bajas se lograron en el tratamiento T2 (14 g.) cuyas medias fueron de 0,88; por lo cual se puede concluir que para conseguir vacas con un índice más alto a la conversión alimenticia se tiene que adicionar mayores niveles de cobalto en la dieta.

## **3. Conversión alimenticia a los 45 días**

Los valores medios reportados por la conversión alimenticia a los 45 días, de las vacas mestizas, no registraron diferencias estadísticas entre las medias ( $P>0.05$ ), de los tratamientos por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, no obstante de carácter numérico se aprecia superioridad en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 1,18; a continuación en el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de conversión de alimento alcanzadas en el tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 0,93, así como también los resultados alcanzados en el tratamiento testigo T0 (0 g.) con medias de 0,90 en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron en el tratamiento T2 (14 g.) ya que los resultados fueron de 0,86; como se ilustra en el gráfico 28.

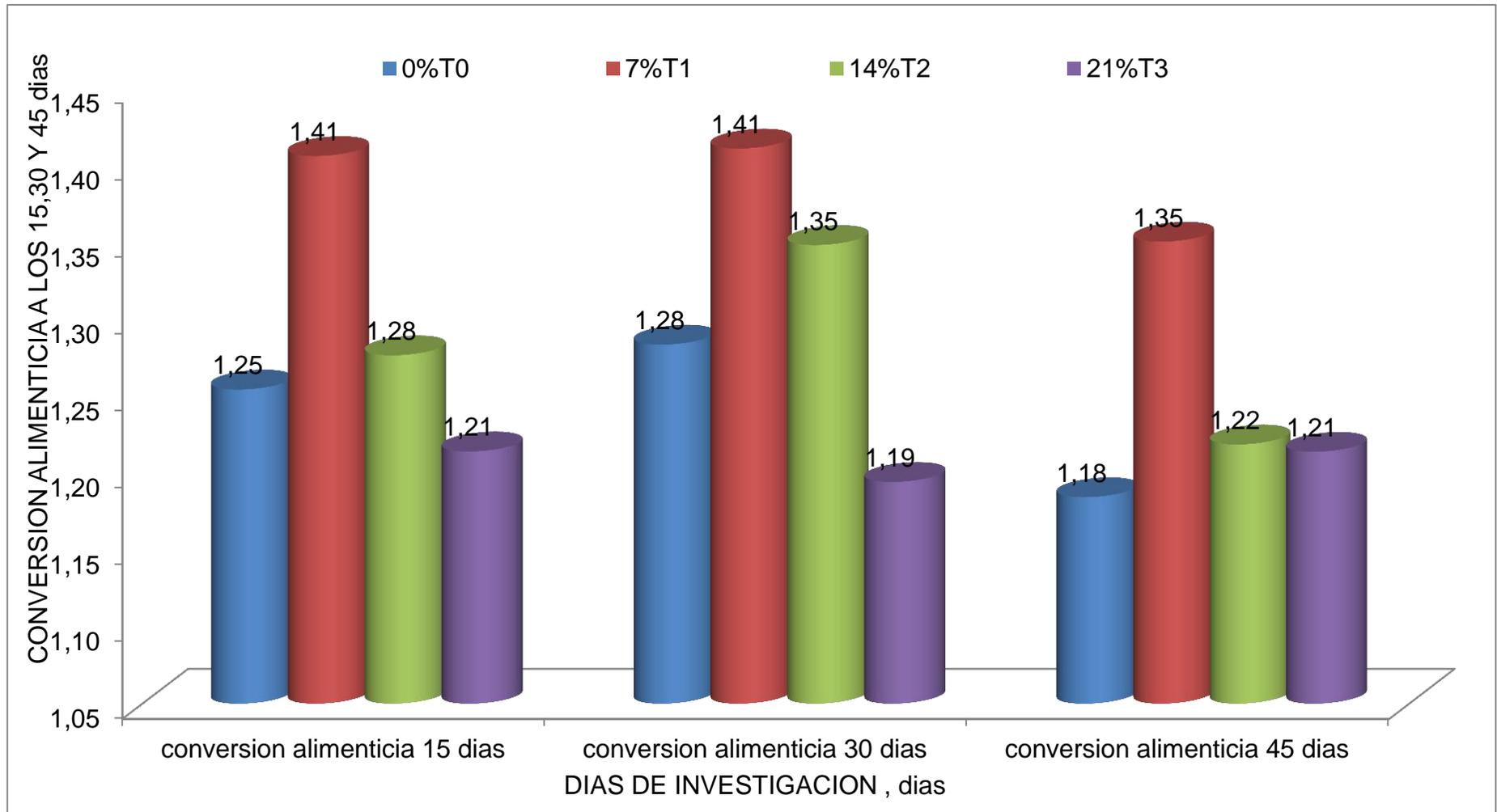


Gráfico 28. Evaluación de la conversión alimenticia a los 15,30 y 45 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales.

Es necesario considerar que la conversión alimenticia es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen. Siendo entonces un valor tan directamente relacionado con la rentabilidad de la granja, es de gran interés conocer su valor y poder determinar cuáles son los factores influyentes para poder definir en cada caso como mejorarla, y sobre todo la finalidad de la explotación ya que como es la producción de leche se requiere de animales cuyos pesos no sobrepasen los estándares de calidad del ganado lechero, ya que se producirá animales demasiado gordos que podrían verse afectados en su índice de producción .

#### **4. Conversión alimenticia a los 60 días**

Los valores medios determinados por la conversión alimenticia a los 60 días, , no reportaron en el análisis de varianzas diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, sin embargo numéricamente se estima la mayor respuesta en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias alcanzaron valores de 1,29: a continuación se establecen los resultados de conversión alimenticia alcanzadas en el tratamiento testigo T0 (0 g.), con 0,97; posteriormente en forma descendente se ubican los resultados establecidos en el tratamiento T1 (7 g.) con 0,96; en tanto que las respuestas más bajas se obtuvieron en el tratamiento T2 (14 g.) cuyas medias fueron de 0,93 como se ilustra en el 29; Para determinar el lote de producción de vacas mestizas que presentan una mejor conversión alimenticia será necesario considerar que las vacas con una mayor producción de leche presentan una estructura corporal angulosa y triangular, buena conformación de ubre y una estructura larga y estilizada evitando animales demasiado engrasados.

#### **5. Conversión alimenticia a los 75 días**

En el análisis de los valores medios reportados por la conversión alimenticia de las vacas a los 75 días de inicio del trabajo experimental no se reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes niveles de

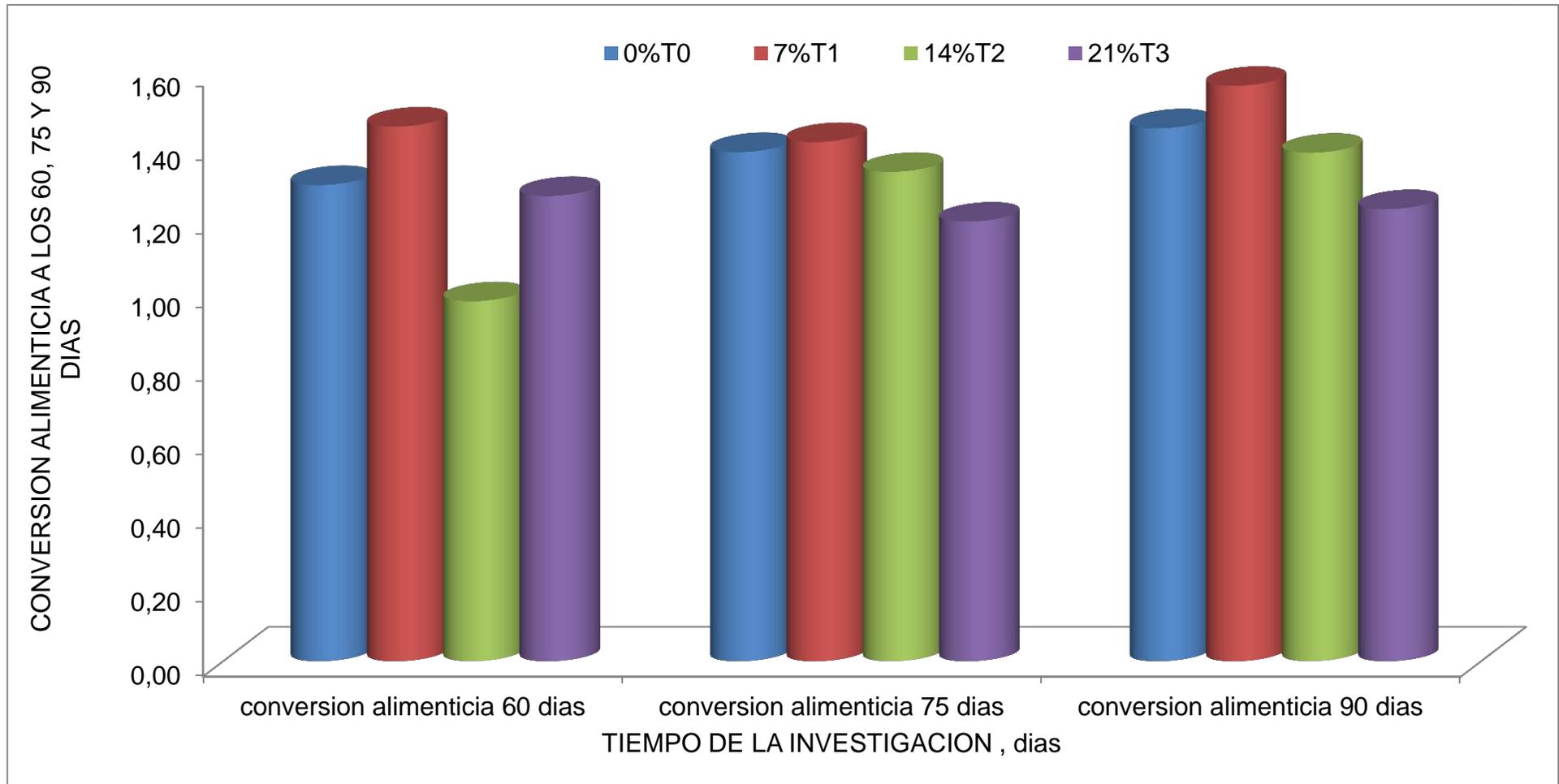


Gráfico 29. Evaluación de la conversión alimenticia a los 60,75 y 90 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales.

cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas en el lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias fueron de 1,38 y que desciende a 0,99 en las vacas del tratamiento T1 (7 g.); seguida de la conversión alimenticia de las vacas a los 75 días reportada en el lote de vacas del tratamiento testigo T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 0,91, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T1 (7 g.), con medias de 0,90. La conversión alimenticia junto con el costo de las dietas y el precio de venta representan los elementos claves en la rentabilidad de un sistema de producción de vacas lecheras, y siempre es necesario considerarlos en todas las estrategias que se tomen.

## **6. Conversión alimenticia a los 90 días**

Los valores medios reportados por la conversión alimenticia de las vacas a los 90 días de inicio del trabajo experimental no se reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas en el lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias fueron de 1,45 y que desciende a 1,04 en las vacas del tratamiento T1 (7 g.); seguida de la conversión alimenticia de las vacas a los 90 días reportada en el lote de vacas del tratamiento testigo T0 (0 g.), ya que las medias fueron de 0,93, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento T2 (14 g.), con medias de 0,91. Al constituir el alimento entre el 70 y 90 % de los costos directos, la cantidad consumido por kilogramo de producción ó eficiencia de conversión alimenticia (ECA) es una de las principales variables que determinan el resultado económico en los engordes de bovinos. Este indicador es utilizado para evaluar el resultado físico de un ciclo de alimentación ya finalizado, debido a que involucra varios aspectos del mismo, como la calidad nutritiva, de la mezcla y la estrategia de suministro de la ración, y la genética, sanidad y manejo de los animales. Cualquier déficit en alguna de estas variables se refleja en una mayor cantidad de alimento por unidad producida y consecuentemente menor ECA.

## **7. Conversión alimenticia a los 105 días**

Los valores medios reportados por la conversión alimenticia de las vacas a los 105 días de inicio del trabajo experimental no se reportó diferencias estadísticas entre medias ( $P > 0,05$ ), por efecto de los diferentes niveles de cobalto orgánico adicionado a la dieta, sin embargo de carácter numérico se aprecia cierta superioridad en las respuestas reportadas en el lote de producción del tratamiento T3 (21 g.), ya que las medias fueron de 1,43 y que desciende a 1,06 en las vacas del tratamiento T1 (7 g.); seguida de la conversión alimenticia de las vacas a los 105 días reportada en el lote de vacas del tratamiento T2 (0 g.), ya que las medias fueron de 0,99, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron establecidas por las vacas del tratamiento testigo T0 (0 g.), con medias de 0,96, como se ilustra en el 30.

## **8. Conversión alimenticia a los 120 días**

La evaluación de la base de la conversión alimenticia a los 120 días, de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reporto diferencias significativas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidencio que la mejor respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 1,40 kg, siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de producción de leche alcanzadas en el tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 1,03 kg, siguiendo así los tratamiento testigo T0(0 g.) cuyas medias fueron de 0,95 kg y las respuestas más bajas se obtuvieron en el tratamiento T2 (14g.) cuyas medias fueron de 0,91 kilogramos.

## **9. Conversión alimenticia total**

La evaluación de la base de la conversión alimenticia total de las vacas mestizas del hato lechero de la hacienda Guadalupe, no reporto diferencias significativas entre medias ( $P > 0.05$ ), por efecto de la adición a la dieta de diferentes niveles de cobalto orgánico, analizando los datos obtenidos se evidencio que la mejor

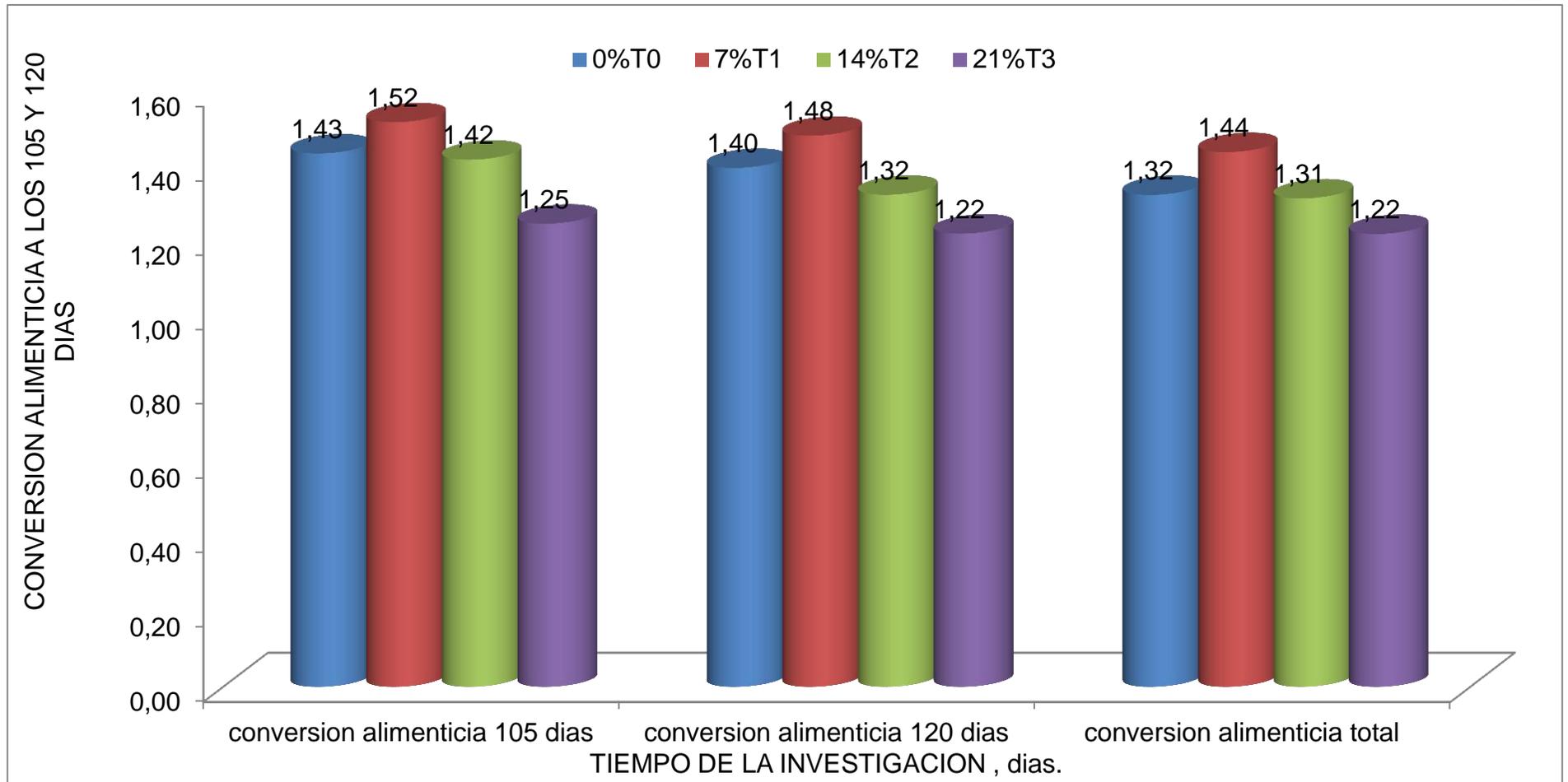


Gráfico 30. Evaluación de la conversión alimenticia a los 105 y 120 días en vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales.

respuesta de carácter numérico se aprecia en el tratamiento T3 (21 g.), ya que sus medias reportaron valores de 1,32, siguiendo el análisis de los resultados se ubican en forma descendente las respuestas de producción de leche alcanzadas en el tratamiento T1 (7 g.), cuyas medias fueron de 0,99, a continuación se aprecia las respuestas obtenidas en el grupo control T0 (0 g.) cuyas medias fueron de 0,93; en tanto que la conversión más baja fue registrada en el tratamiento T2 (14 g.), con medias de 0,90; por lo cual se puede concluir que para tener vacas con un índice más alto de conversión alimenticia se adicionara mayores niveles de cobalto en la dieta. Como.

Lo que es corroborado según <http://www.bmeditores.mx>.(2015), quien indica que algunos complejos específicos de aminoácidos con minerales traza son más biodisponibles y mejor retenidos por el cuerpo que fuentes inorgánicas, es por esta razón que la adición de cobalto acelera el metabolismo en las vacas, sin embargo es más necesario para determinar la dieta tomar en consideración más que la conversión la eficiencia alimenticia ya que este parámetro es cada vez más importante conforme tenemos elevados costos de insumos y bajos costos de producción”. La volatilidad de los precios tanto de la leche como del alimento de las vacas ha provocado cambios financieros en las explotaciones lecheras de tal modo que el costo del alimento de la vaca representaba típicamente entre el 40 y el 60 % del costo total de la producción de leche. Sin embargo, en la actualidad éste incrementó al 70 %. La clave para maximizar la rentabilidad de una granja lechera es mantener los niveles de nutrientes mientras se maneja cuidadosamente el costo de alimentación. En la medida en que se logre una nutrición óptima, las vacas producirán leche de mejor calidad y en mayor cantidad. La salud de la vaca también podría mejorarse, lo cual disminuye el costo de veterinario, reproducción, tratamientos y medicamentos.

## **H. EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Al realizar la evaluación económica de la producción de vacas mestizas de la Hacienda Guadalupe del cantón Penipe 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 6660,07 dólares para el grupo control; 6672,33 dólares para el tratamiento T1 o al incluir 7 gramos de cobalto orgánico en la dieta; 6684,6 dólares para el tratamiento T2, o con la adición en la dieta de 14 g, de cobalto y finalmente 6696,86 dólares en el lote de producción del tratamiento T3 (21 gramos). Una vez determinados los egresos se procedió a calcular los ingresos producto de la venta de leche y un cálculo estimado de la venta de vacas, obteniéndose los resultados de 6660,07 dólares para el grupo control; 6672,33 dólares para el tratamiento T1; 6684,6 dólares para el tratamiento T2 , y finalmente 6696,86 dólares para el tratamiento T3, por lo tanto al realizar la división de los ingresos para egresos se obtuvo el beneficio costo y que fue mayor para el caso del tratamiento T3 (21 g), ya que el resultado fue de 1,31; es decir, que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 31%; y que desciende a 1,20 o una rentabilidad del 20% en el lote de producción del grupo control así como también a 1,19 en las vacas del tratamiento T2 (14 g.), en tanto que la rentabilidad más baja fue registrada en el lote de producción del tratamiento T1 (7 g.), ya que las medias fueron de 1,12 o lo que es lo mismo decir que por cada dólar invertido se espera una rentabilidad del 12%, como se reporta en el cuadro 14.

De acuerdo a las respuestas de la evaluación económica se aprecia que resulta rentable en la producción de vacas lecheras es aconsejable alimentarlos con dietas a las que se adiciona niveles altos de cobalto orgánico ya que se incrementa la producción lechera debido a que las vacas mantienen un peso y condición corporal ideal, así como también menor cantidad de días abiertos que es favorable para el ganadero ya que la cría es utilidad al pasar a formar parte del hato. La rentabilidad considerada que está bordeando el 31%; es superior, al de otras actividades similares y sobre todo tomando en consideración que la leche es un producto que forma parte de la dieta diaria de las personas por lo tanto siempre existirá una demanda adecuada, que justifique la utilización de técnicas apropiadas para incrementar la producción por vaca, pero teniendo mucho cuidado de no desmejorar la condición del animal.

Cuadro 14. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Concepto	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, g/ vaca			
	0, g. T0	7 g. T1	14 g. T2	21 g. T3
EGRESOS				
Costo vaca	5000	5000	5000	5000
Forraje	480	480	480	480
Caña picada	398,4	398,4	398,4	398,4
Concentrado	586,67	586,67	586,67	586,67
Aditivo (cobalto orgánico).	0	12,26	24,53	36,79
Sanidad	5	5	5	5
Servicios básicos y transporte	15	15	15	15
Mano de obra	170	170	170	170
Depreciación de equipos e instalaciones	5	5	5	5
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>6660,07</b>	<b>6672,33</b>	<b>6684,6</b>	<b>6696,86</b>
INGRESOS				
Cotización vacas	5000	5000	5000	5000
venta de leche	2985	2487	2934	3754,8
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>7985</b>	<b>7487</b>	<b>7934</b>	<b>8754,8</b>
Relación Beneficio/Costo	1,20	1,12	1,19	1,31

## **V. CONCLUSIONES**

- La valoración de la curva de producción de leche del hato de la Hacienda Guadalupe determina que al existir un incremento del nivel de cobalto orgánico en la dieta la producción lechera también se incrementa en cada una de las etapas de evaluación especialmente a los 90, 105 y 120 días ya que se reportan diferencias estadísticas entre medias estableciéndose los resultados más altos con la aplicación de 21 gramos de cobalto.
- La variable peso de las vacas registra los resultados más altos al final en el grupo control (476,76 kg), sin embargo es necesario recalcar que la finalidad del hato es para producción lechera por lo tanto es recomendable que las vacas conserven un su sistema ósea limpio y fuerte, y al presentar demasiado peso gasta la mayor cantidad de alimento consumido para almacenar grasa más no para producir leche.
- La condición corporal más adecuada durante el periodo de investigación fueron alcanzadas por el lote de vacas del tratamiento T3 (21 g.), ya que alcanzaron una puntuación de 3,45 puntos, que determina una calificación moderada, es necesario considerar que los grados de condición corporal son una herramienta utilizada para ajustar la alimentación y las prácticas de manejo de manera que maximizan el potencial para producción de leche y minimizar los desórdenes reproductivos.
- El consumo de materia seca no identifico diferencias estadísticas entre medias sin embargo se observa los consumos más altos en las vacas del tratamiento T3, que al relacionarlos con el peso se considera una buena relación al ver que las vacas no incrementan su peso de acuerdo al alimento sino más bien la producción lechera
- En el análisis de la calidad de la leche se aprecia que existe en el producto del tratamiento T3, un incremento en la calidad ya que la proteína y la grasa se elevan notablemente a 3,30% y 3,95 respectivamente, al incluir mayores

niveles de cobalto orgánico. En tanto que el análisis de los días abiertos, se aprecia una disminución significativa, ya que en las vacas del tratamiento T3, partiendo de 26 días al inicio de la investigación finaliza sin presentar días abiertos.

- La conversión alimenticia ideal se consigue en las vacas del grupo control pero sin evidenciar diferencias estadísticas entre medias ya que el valor es 0,93 sin embargo en las vacas del tratamiento T3, al reportarse un valor de 1,32 , se considera ideal para vacas en producción ya que la comida está directamente relacionada con la producción de leche, por lo que la vaca, como ideal, tiene una conversión alimenticia de entre 1.4 y 1.8 l, por kg MS. en vacas altas productoras la conversión ideal es de 1.6 L/kg MS.
- La evaluación económica determinó los resultados más adecuados en las vacas del tratamiento T3, ya que el valor fue de 1,31 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 31%, que es muy interesante, especialmente porque la leche es un producto de consumo masivo y necesaria para la dieta de las personas, por lo tanto su incursión siempre estará vigente.

## VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a las conclusiones establecidas se derivan las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda utilizar 21 g/vaca/día, de cobalto orgánico en la dieta de vacas lecheras ya que la curva de producción lechera se va incrementando gradualmente, por lo tanto se aprecia que el aumento de la producción de leche por vaca se debe no solo al aspecto genético sino más bien al ambiente y sobre todo al manejo en la alimentación.
- Es recomendable utilizar niveles altos de cobalto orgánico que influye sobre la producción de vitamina B12 muy necesaria para que las vacas presenten una mejor condición corporal, y sobre todo una conversión ideal que alcance los estándares requeridos por las diferentes asociaciones ganaderas.
- El cobalto orgánico es un suplemento de micronutrientes completamente natural para rumiantes. que es muy soluble en la panza y es rápidamente utilizada por los microbios 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 por lo tanto la calidad de leche también se ve mejorada significativamente.
- Se recomienda que las vacas sean alimentadas con 21 g/vaca/día, de cobalto orgánico teniéndose como consideración que las vacas lecheras fabrican al menos 90% de su propia glucosa que es la energía requerida exclusivamente para la producción de leche y el crecimiento fetal. Cuando las bacterias ruminales descomponen la fibra de la dieta, producen vitamina B12 y ácidos grasos volátiles (AGV), elementos clave para mejorar la productividad.
- Utilizar mayores niveles de cobalto orgánico que los evaluados para saber si se obtendrá una mayor rentabilidad, al incrementar la producción lechera y disminuir los días abiertos para mejorar la eficiencia de las vacas.

## VII. LITERATURA CITADA

1. ANISON, E. 2006. El metabolismo en el rumen. 3a ed. Mexico DF; México. Edit Albatros
2. BORSOTTI, E. 2007 III Cursillo sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, 20 de octubre. Venezuela. 47- 103pp.
3. BOTACIO, R. 2007 Efecto de la suplementación mineral sobre el estatus mineral, parámetros productivos y reproductivos en bovinos a pastoreo. Arch Latinoamericano, producción animal pp 242 – 247
4. BOLAJIL, C. 2001. Manejo y alimentación de la vaca lechera durante el período seco y sus implicaciones durante el postparto. En: Nutrición y alimentación de vacas lecheras. Universidad del Zulia. Fac. Agron. (Mim.)
5. CIRIA J. 2005. Avances en nutrición mineral en ganado bovino. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal. 31 de marzo al 02 de abril. Memorias, pp. 50-69.
6. DE ALBA, J. 2003. Alimentación del Ganado en América Latina. 2a ed. Chihuahua, México. Edit. Fournier. pp 23 -34.
7. DÍAZ, E. 2001. Nutrición y alimentación en vacas lecheras. En: Producción y tecnología lechera para Colombia. Suplemento Ganadero. Bogotá, Col. 46-55 p
8. ESPINOZA E. 2004. Efecto comparativo del fósforo asociado a vitaminas (Hematofos B12, complejo B), en el incremento de peso de ganado

vacuno mejorado en Iquitos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Iquitos: Univ Nacional de la Amazonía Peruana. 85 p.

9. GODOY, S. 2004. Suplementación mineral de bovinos de carne a pastoreo. En: D. Plasse y N. Peña de
10. <http://www.mundo-pecuario.com>. 2014. Alvear, J. Alimentación del ganado de leche.
11. <http://www.ugrj.org.mx/index> 2014. Altamirano, P. Nuevos conceptos en nutrición mineral
12. <http://www.fundacionfedna.org/ingredientes>. 2014. Bustamante, P. Nutrientes que contienen energía
13. <http://www.organigan.blogcindario.com> 2014. Cáceres, P. Carbohidratos
14. <http://www.scielo.org.ve>. 2014. Chiriboga, D. Carbohidratos de almacenamiento (Almidón)
15. <http://www.perulactea.com>. 2014. Damaris, A. Características de las proteínas utilizadas en la alimentación del ganado.
16. <http://www.engormix.com> 2014. Espinosa, F. Carbohidratos estructurales (celulosas y hemicelulosas).
17. <http://www.proleche.com> 2014. Fernandez, P. Nitrógeno no proteico para formular dietas de vacas en producción.
18. <http://www.uco.es/zootecniaygestion> 2014. Gutierrez, G. Características de la vacas en producción lechera.

19. <http://www.fao.org/docrep> 2014. Hamilton, P. Vitaminas solubles en grasa para dietas de rumiantes.
20. <http://www.fundacionfedna.org> 2014. Isurrieta, I. Vitaminas solubles en agua para dietas de rumiantes..
21. <http://www.actualidadavipecuaria.com>. 2014. Jiménez, P. Metabolismo mineral en el ganado vacuno lechero.
22. <http://www.fao.org/docrep> 2014. Lamirata, G. Necesidades nutritivas de las vacas lecheras
23. <http://www.actualidadavipecuaria.com> 2014. Martiins, A. excreción de los elementos minerales
24. <http://www.produccion-animal.com.ar>(2014), Mucarsel, P. Control homeostático de los niveles de minerales en los tejidos
25. <http://www.veterquimica.cl>(2014), Narvaes, R. requerimientos minerales en vacas de producción
26. <http://www.biotecap.com.mx>(2014), Ortega, F. Razones de los niveles a probar (tratamientos)
27. <http://www.saberalternativo.es/> 2014. Pazmiño, S. Relación calcio: Fósforo para dietas de rumiantes.
28. <http://www.casapia.com>. 2014. Pucate, P. clasificación de los minerales orgánicos para el ganado de leche.

29. <http://www.sian.inia.gob.ve>. 2014. Ramírez, A. Fundamentos de los minerales orgánicos.
30. OBISPO N. 2001. Consumo de forraje y ganancia diaria de peso en bovinos de carne en crecimiento suplementados con fuentes proteicas. *Zootecnia Trop* 19(3): 433-442
31. MEJÍAS, R. 2001. Niveles de suplementación, calcio y fósforo en vacas de primer parto. *Rev. Cubana de Cienc. Agric.* 25 (3): 261-264.
32. PERUCHENA, O. 2009. Suplementación de bovinos en sistemas pastoriles. En: *Publicación Técnica INTA, Jornadas Ganaderas del NEA*. Argentina: INTA. p 15-21.
33. ROJAS L. 2004. Estado mineral de una finca en el suroeste de los llanos de Venezuela. *Zoot Trop* 12:161-186.

**ANEXOS**

Anexo 1. Producción de leche a los 15 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	118,5	115,5	71,5	71	121
7 gramos.	78	94,5	79,5	61	97,5
14 gramos.	131	70,5	144	74,5	73
21 gramos.	132	77,5	113	110	105

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	11920,14	627,38			
Tratamiento	3	1705,24	568,41	0,93	3,49	5,95
Bloques	4	2899,08	724,77	1,19	3,26	5,41
Error	12	7315,82	609,65			

c. Por efecto de las medias

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	12,50	a
7 gramos.	10,40	a
14 gramos.	11,20	a
21 gramos.	14,30	a

Anexo 2. Producción de leche a los 30 días de de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos	15,5	14	10	8	16
7 gramos	11	12	9,5	7,5	11,5
14 gramos	16	9	17	7,5	8
21 gramos	16,5	14	15	12	15

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	207,25	10,91			
Tratamiento	3	48,15	16,05	2,32	3,49	5,95
Bloques	4	76,13	19,03	2,75	3,26	5,41

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	12,70	a
7 gramos.	10,30	a
14 gramos.	11,50	a
21 gramos.	14,50	a

Anexo 3. Producción de leche a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	16,5	17	10,5	10	17
7 gramos.	11,5	12,5	10	12	12
14 gramos.	12	10	17,5	10	10,5
21 gramos.	16,5	15	14	14	15,5

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	142,20	7,48			
Tratamiento	3	41,20	13,73	1,96	3,49	
Bloques	4	17,07	4,27	0,61	3,26	
Error	12	83,93	6,99			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	14,20	a
7 gramos.	11,60	a
14 gramos.	12,00	a
21 gramos.	15,00	a

Anexo 4. Producción de leche a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	14	15	10,5	8,5	15
7 gramos.	10	11,5	10	7	12
14 gramos.	17	9	20	9,5	10
21 gramos.	15,5	15,5	15,5	12	15

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	215,94	11,37			
Tratamiento	3	54,54	18,18	2,21	3,49	
Bloques	4	62,75	15,69	1,91	3,26	
Error	12	98,65	8,22			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	12,60	c
7 gramos.	10,10	b
14 gramos.	13,10	c
21 gramos.	14,70	a

Anexo 5. Producción de leche a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	17	14,5	7,5	8,5	15
7 gramos.	10,5	13	10,5	7	14
14 gramos.	15,5	8	20,5	10,5	9
21 gramos.	16,5	16,8	16	15	16

B. Análisis de la varianza

	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	280,61	14,77			
Tratamiento	3	68,43	22,81	1,66	3,49	5,95
Bloques	4	46,81	11,70	0,85	3,26	5,41
Error	12	165,36	13,78			

C. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	12,50	a
7 gramos.	11,00	a
14 gramos.	12,70	a
21 gramos.	16,06	a

Anexo 6. Producción de leche a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	13,5	13	8	8	15
7 gramos.	8	10	8,5	9	11,5
14 gramos.	16,5	9	18	8	9
21 gramos.	18	16,5	16,5	16	16,5

B. Análisis de la variación

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	285,14	15,01			
Tratamiento	3	141,94	47,31	5,06	3,49	
Bloques	4	30,95	7,74	0,83	3,26	
Error	12	112,25	9,35			

C. Por efecto de los ensayos

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	11,50	a
7 gramos.	9,40	b
14 gramos.	12,10	a
21 gramos.	16,70	a

Anexo 7. Producción de leche a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	13,5	14	8	8	15
7 gramos.	10	11	10	7	11,5
14 gramos.	18	8,5	17	9	8,5
21 gramos.	17,5	17	17	17	16

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	288,14	15,17			
Tratamiento	3	133,64	44,55	4,72	3,49	5,95
Bloques	4	41,20	10,30	1,09	3,26	5,41
Error	12	113,30	9,44			

C. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	11,70	a
7 gramos.	9,90	b
14 gramos.	12,20	a
21 gramos.	16,90	a

Anexo 8. Producción de leche a los 120 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	13	13	8	11	14
7 gramos.	9	11	9	8	14
14 gramos.	17	9	19	10	10
21 gramos.	17,5	17,5	16,5	17	16,5

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	259,00	13,63			
Tratamiento	3	126,40	42,13	4,35	3,49	5,95
Bloques	4	16,25	4,06	0,42	3,26	5,41
Error	12	116,35	9,70			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	11,80	a
7 gramos.	10,20	b
14 gramos.	13,00	a
21 gramos.	17,00	a

Anexo 9. Producción de leche total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	118,5	115,5	71,5	71	121
7 gramos.	78	94,5	79,5	61	97,5
14 gramos.	131	70,5	144	74,5	73
21 gramos.	132	77,5	113	110	105

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	11920,14	627,38			
Tratamiento	3	1705,24	568,41	0,93	3,49	5,95
Bloques	4	2899,08	724,77	1,19	3,26	5,41
Error	12	7315,82	609,65			

C. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	99,50	a
7 gramos.	82,10	a
14 gramos.	98,60	a
21 gramos.	107,50	a

Anexo 10. Peso inicial de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	397,8	392,2	416,8	468,1	468,1
7 gramos.	438,6	382,2	498,2	325,7	454
14 gramos.	418,1	317,8	325,7	450,2	448,6
21 gramos.	377,4	498,2	392,2	325,7	457

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	62790,60	3304,77			
Tratamiento	3	3671,48	1223,83	0,30	3,49	5,95
Bloques	4	10549,05	2637,26	0,65	3,26	5,41
Error	12	48570,07	4047,51			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	428,60	a
7 gramos.	419,74	a
14 gramos.	392,08	a
21 gramos.	410,10	a

Anexo 11. Peso a la primera semana de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	396,8	428,6	425,9	468,1	448,6
7 gramos.	428,6	391,8	490,3	355,7	476,7
14 gramos.	425,2	327,4	309,8	428,6	459,5
21 gramos.	362,2	483,5	415,9	334,9	470,3

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	56224,97	2959,21			
Tratamiento	3	5730,49	1910,16	0,59	3,49	5,95
Bloques	4	11641,78	2910,45	0,90	3,26	5,41
Error	12	38852,70	3237,72			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	433,60	a
7 gramos.	428,62	a
14 gramos.	390,10	a
21 gramos.	413,36	a

Anexo 12. Peso a la segunda semana de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	432,4	497,6	457,8	488,6	493,1
7 gramos.	448,6	417,9	486	383,9	474,3
14 gramos.	398,6	334,7	334,9	418,6	456,7
21 gramos.	388,4	449,5	435,9	366,3	430,5

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	46636,85	2454,57			
Tratamiento	3	20160,65	6720,22	4,00	3,49	5,95
Bloques	4	6293,67	1573,42	0,94	3,26	5,41
Error	12	20182,53	1681,88			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	473,90	a
7 gramos.	442,14	a
14 gramos.	388,70	a
21 gramos.	414,12	a

D. Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,6574877
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,43229008
R <sup>2</sup> ajustado	0,32584447
Error típico	40,6787721
Observaciones	20

Anexo 13. Peso final de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	447,8	498,6	449,8	489,5	498,1
7 gramos.	484	424,9	501,6	439,8	498
14 gramos.	405,9	346,3	341,8	431	470,3
21 gramos.	407,4	473,5	445,9	387,2	443,5

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	43983,65	2314,93			
Tratamiento	3	19536,33	6512,11	4,13	3,49	5,95
Bloques	4	5530,59	1382,65	0,88	3,26	5,41
Error	12	18916,72	1576,39			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	476,76	b
7 gramos.	469,66	c
14 gramos.	399,06	a
21 gramos.	431,50	a

D. Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,66646278
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,44417264
R <sup>2</sup> ajustado	0,339955
Error típico	39,0890937
Observaciones	20

Anexo 14. Condición Corporal Inicial de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	3,25	3,00	2,25	2,50	3,25
7 gramos.	3,50	3,00	3,25	2,75	2,25
14 gramos.	3,25	3,25	3,00	3,25	2,75
21 gramos.	3,50	3,00	3,50	3,00	3,50

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	2,82	0,15			
Tratamiento	3	0,57	0,19	1,40	3,49	5,95
Bloques	4	0,61	0,15	1,11	3,26	5,41
Error	12	1,64	0,14			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	2,85	a
7 gramos.	2,95	a
14 gramos.	3,10	a
21 gramos.	3,30	a

Anexo 15. Condición Corporal Final de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	2,25	3,50	3,00	2,50	3,25
7 gramos.	2,75	2,75	3,50	2,75	2,50
14 gramos.	2,00	2,75	2,25	3,25	2,00
21 gramos.	3,50	4,00	3,00	3,50	3,25

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	5,91	0,31			
Tratamiento	3	2,53	0,84	4,14	3,49	5,95
Bloques	4	0,93	0,23	1,13	3,26	5,41
Error	12	2,45	0,20			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	2,90	b
7 gramos.	2,85	c
14 gramos.	2,45	a
21 gramos.	3,45	a

D. Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,65488443
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,42887361
R <sup>2</sup> ajustado	0,32178741
Error típico	0,45927933
Observaciones	20

Anexo 16. Consumo de materia seca a los 15 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	13,82	18,02	14,82	13,32	14,72
7 gramos.	14,31	14,72	12,92	14,52	12,52
14 gramos.	13,72	11,72	14,22	13,02	14,02
21 gramos.	12,98	13,92	16,42	13,82	15,92

B. Análisis de la varianza .

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	38,40	2,02			
Tratamiento	3	8,08	2,69	1,20	5,95	
Bloques	4	3,36	0,84	0,37	5,41	
Error	12	26,96	2,25			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	14,94	a
7 gramos.	13,80	a
14 gramos.	13,34	a
21 gramos.	14,61	a

Anexo 17. Consumo de materia seca a los 30 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	14,72	17,82	15,22	13,12	16,52
7 gramos.	15,22	14,82	12,12	14,62	13,92
14 gramos.	15,22	12,72	16,22	12,52	14,02
21 gramos.	14,92	13,92	16,72	14,22	16,92

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	44,87	2,36			
Tratamiento	3	8,11	2,70	1,10	3,49	5,95
Bloques	4	7,23	1,81	0,73	3,26	5,41
Error	12	29,52	2,46			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	15,48	a
7 gramos.	14,14	a
14 gramos.	14,14	a
21 gramos.	15,34	a

Anexo 18. Consumo de materia seca a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	15,52	18,62	15,42	13,92	17,42
7 gramos.	14,59	15,02	12,02	14,62	15,02
14 gramos.	15,92	13,12	17,22	13,52	15,22
21 gramos.	15,82	13,92	16,62	15,72	16,92

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	48,08	2,53			
Tratamiento	3	11,04	3,68	1,42	3,49	5,95
Bloques	4	5,95	1,49	0,57	3,26	5,41
Error	12	31,09	2,59			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	16,18	a
7 gramos.	14,25	a
14 gramos.	15,00	a
21 gramos.	15,80	a

Anexo 19. Consumo de materia seca a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	15,02	17,92	15,45	13,42	17,22
7 gramos.	14,12	14,92	12,02	14,32	15,62
14 gramos.	16,82	13,12	18,62	13,52	15,12
21 gramos.	16,02	13,92	16,52	15,7	16,72

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	54,92	2,89			
Tratamiento	3	8,56	2,85	0,91	3,49	5,95
Bloques	4	8,61	2,15	0,68	3,26	5,41
Error	12	37,75	3,15			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	15,81	a
7 gramos.	14,20	a
14 gramos.	15,44	a
21 gramos.	15,78	a

Anexo 20. Consumo de materia seca a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	16,72	18,02	14,42	13,62	17,42
7 gramos.	14,35	15,19	12,62	14,72	16,92
14 gramos.	17,02	13,05	19,42	13,52	15,12
21 gramos.	16,52	14,42	16,32	16,52	17,72

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01	
Total	19	64,50	3,39			
Tratamiento	3	6,82	2,27	0,59	3,49	
Bloques	4	11,62	2,90	0,76	3,26	
Error	12	46,06	3,84		5,41	

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	16,04	a
7 gramos.	14,76	a
14 gramos.	15,63	a
21 gramos.	16,30	a

Anexo 21. Consumo de materia seca a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	15,72	17,82	14,62	13,52	17,72
7 gramos.	14,58	14,22	12,02	15,52	16,42
14 gramos.	17,62	13,52	18,92	12,82	15,12
21 gramos.	17,22	18,22	16,22	16,92	17,12

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	71,73	3,78			
Tratamiento	3	17,00	5,67	1,48	3,49	5,95
Bloques	4	8,94	2,24	0,59	3,26	5,41
Error	12	45,80	3,82			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	15,88	a
7 gramos.	14,55	a
14 gramos.	15,60	a
21 gramos.	17,14	a

Anexo 22. Consumo de materia seca a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	15,72	17,72	14,72	13,72	17,82
7 gramos.	13,96	14,72	12,42	15,02	16,92
14 gramos.	18,72	14,12	19,02	18,42	18,12
21 gramos.	17,62	17,52	18,72	17,52	17,92

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	76,89	4,05			
Tratamiento	3	35,67	11,89	4,21	3,49	5,95
Bloques	4	7,37	1,84	0,65	3,26	5,41
Error	12	33,85	2,82			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	15,94	b
7 gramos.	14,61	c
14 gramos.	17,68	a
21 gramos.	17,86	a

d. Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,68
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,46
R <sup>2</sup> ajustado	0,36
Error típico	1,61
Observaciones	20

Anexo 23. Consumo de materia seca a los 120 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	15,62	17,42	14,72	14,72	17,62
7 gramos.	13,65	14,75	12,12	15,42	17,92
14 gramos.	18,52	13,82	19,92	18,82	18,62
21 gramos.	17,92	17,72	18,22	18,02	17,82

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	85,55	4,50			
Tratamiento	3	36,25	12,08	3,71	3,49	5,95
Bloques	4	10,21	2,55	0,78	3,26	5,41
Error	12	39,09	3,26			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	16,02	b
7 gramos.	14,77	c
14 gramos.	17,94	a
21 gramos.	17,94	a

d. Análisis de la regresión

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,6509689
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,4237605
R <sup>2</sup> ajustado	0,3157156
Error típico	1,75531835
Observaciones	20

Anexo 24. Consumo de materia seca total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	122,86	143,36	119,39	109,36	136,46
7 gramos.	114,78	118,36	98,26	118,76	125,26
14 gramos.	133,56	105,19	143,56	116,16	125,36
21 gramos.	129,02	123,56	135,76	128,44	137,06

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	2819,42	148,39			
Tratamiento	3	654,55	218,18	1,44	3,49	5,95
Bloques	4	344,77	86,19	0,57	3,26	5,41
Error	12	1820,11	151,68			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	126,29	a
7 gramos.	115,08	a
14 gramos.	124,77	a
21 gramos.	130,77	a

Anexo 25. Contenido de proteína de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición			
	I	II	III	IV
0 gramos.	3,45	3,32	3,41	3,35
7 gramos.	3,21	3,11	3,38	3,44
14 gramos.	3,19	3,28	3,49	3,57
21 gramos.	3,33	3,54	3,51	3,57

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	0,29	0,02			
Tratamiento	3	0,08	0,03	2,42	3,49	5,95
Bloques	4	0,11	0,04	3,16	3,26	5,41
Error	12	0,10	0,01			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	3,38	a
7 gramos.	3,29	a
14 gramos.	3,38	a
21 gramos.	3,49	a

Anexo 26. Contenido de grasa de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición			
	I	II	III	IV
0 gramos.	3,31	3,28	3,33	3,27
7 gramos.	3,33	3,44	3,59	3,67
14 gramos.	3,29	3,37	3,78	3,69
21 gramos.	3,38	3,21	3,87	4,02

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	0,92	0,06			
Tratamiento	3	0,22	0,07	2,54	3,49	5,95
Bloques	4	0,43	0,14	4,84	3,26	5,41
Error	12	0,26	0,03			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	3,30	a
7 gramos.	3,51	a
14 gramos.	3,53	a
21 gramos.	3,62	a

Anexo 27. Días abiertos iniciales de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	12,00	128,00	130,00	129,00	6,00
7 gramos.	-	37,00	-	128,00	4,00
14 gramos.	4,00	18,00	5,00	53,00	-
21 gramos.	5,00	-	91,00	8,00	96,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	59905,80	3152,94			
Tratamiento	3	13232,20	4410,73	2,03	3,49	5,95
Bloques	4	20613,30	5153,33	2,37	3,26	5,41
Error	12	26060,30	2171,69			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	81,00	a
7 gramos.	33,80	a
14 gramos.	16,00	a
21 gramos.	26,00	a

Anexo 28. Días abiertos finales de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	79,00	-	-	-	-
7 gramos.	-	-	-	-	-
14 gramos.	-	-	97,00	-	-
21 gramos.	-	-	-	-	-

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	14101,20	742,17			
Tratamiento	3	1581,20	527,07	0,62	3,49	5,95
Bloques	4	2363,70	590,93	0,70	3,26	5,41
Error	12	10156,30	846,36			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	15,80	a
7 gramos.	0,00	a
14 gramos.	19,40	a
21 gramos.	0,00	a

Anexo 29. Conversión alimenticia a los 15 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	0,89	1,20	1,65	1,48	1,05
7 gramos.	1,79	1,09	1,08	1,94	1,14
14 gramos.	0,91	1,47	0,95	1,30	1,75
21 gramos.	0,93	1,47	1,13	0,95	1,59

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	2,06	0,11			
Tratamiento	3	0,10	0,03	0,24	3,49	5,95
Bloques	4	0,23	0,06	0,41	3,26	5,41
Error	12	1,72	0,14			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,25	a
7 gramos.	1,41	a
14 gramos.	1,28	a
21 gramos.	1,21	a

Anexo 30. Conversión alimenticia a los 30 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	0,95	1,27	1,52	1,64	1,03
7 gramos.	1,38	1,24	1,28	1,95	1,21
14 gramos.	0,95	1,41	0,95	1,67	1,75
21 gramos.	0,90	1,47	1,11	1,19	1,30

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	1,63	0,09			
Tratamiento	3	0,13	0,04	0,63	3,49	5,95
Bloques	4	0,68	0,17	2,49	3,26	5,41
Error	12	0,82	0,07			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,28	a
7 gramos.	1,41	a
14 gramos.	1,35	a
21 gramos.	1,19	a

Anexo 31. Conversión alimenticia a los 45 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	0,94	1,10	1,47	1,39	1,02
7 gramos.	1,27	1,20	1,20	1,83	1,25
14 gramos.	1,00	1,31	0,98	1,35	1,45
21 gramos.	0,96	1,55	1,19	1,12	1,25

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	0,96	0,05			
Tratamiento	3	0,08	0,03	0,58	3,49	5,95
Bloques	4	0,31	0,08	1,62	3,26	5,41
Error	12	0,57	0,05			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,18	a
7 gramos.	1,35	a
14 gramos.	1,22	a
21 gramos.	1,21	a

Anexo 32. Conversión alimenticia a los 60 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	1,07	1,19	1,47	1,58	1,15
7 gramos.	1,41	1,30	1,20	2,05	1,30
14 gramos.	0,99	1,46	0,93	0,00	1,51
21 gramos.	1,03	1,47	1,22	1,31	1,29

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad			FISHER		
	de	Suma de cuadros	Cuadrado medio	Cal	0,05	0,01
Total	19	2,81	0,15			
Tratamiento	3	0,58	0,19	1,11	3,49	5,95
Bloques	4	0,13	0,03	0,18	3,26	5,41
Error	12	2,10	0,18			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,29	a
7 gramos.	1,45	a
14 gramos.	0,98	a
21 gramos.	1,26	a

Anexo 33. Conversión alimenticia a los 75 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	0,98	1,24	1,92	1,60	1,16
7 gramos.	1,37	1,17	1,20	2,10	1,21
14 gramos.	1,10	1,63	0,95	1,29	1,68
21 gramos.	1,00	1,44	1,17	1,18	1,18

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	1,84	0,10			
Tratamiento	3	0,14	0,05	0,42	3,49	5,95
Bloques	4	0,38	0,10	0,86	3,26	5,41
Error	12	1,33	0,11			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,38	a
7 gramos.	1,41	a
14 gramos.	1,33	a
21 gramos.	1,19	a

Anexo 34. Conversión alimenticia a los 90 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	1,16	1,37	1,83	1,69	1,18
7 gramos.	1,82	1,42	1,41	1,72	1,43
14 gramos.	1,07	1,50	1,05	1,60	1,68
21 gramos.	0,96	1,50	1,20	1,17	1,32

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	1,32	0,07			
Tratamiento	3	0,29	0,10	1,38	3,49	5,95
Bloques	4	0,18	0,05	0,65	3,26	5,41
Error	12	0,85	0,07			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,45	a
7 gramos.	1,56	a
14 gramos.	1,38	a
21 gramos.	1,23	a

Anexo 35. Conversión alimenticia a los 105 días de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	1,16	1,27	1,84	1,72	1,19
7 gramos.	1,40	1,34	1,24	2,15	1,47
14 gramos.	1,04	1,66	1,12	1,49	1,78
21 gramos.	1,01	1,45	1,24	1,25	1,28

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	1,65	0,09			
Tratamiento	3	0,20	0,07	0,83	3,49	5,95
Bloques	4	0,51	0,13	1,63	3,26	5,41
Error	12	0,94	0,08			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,43	a
7 gramos.	1,52	a
14 gramos.	1,42	a
21 gramos.	1,25	a

Anexo 36. Conversión alimenticia total de vacas mestizas alimentadas con diferentes niveles de cobalto orgánico como fuente de minerales.

A. Análisis de los datos

Niveles de Cobalto orgánico	repetición				
	I	II	III	IV	V
0 gramos.	1,04	1,24	1,67	1,54	1,13
7 gramos.	1,47	1,25	1,24	1,95	1,28
14 gramos.	1,02	1,49	1,00	1,42	1,64
21 gramos.	0,98	1,47	1,17	1,17	1,31

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadros	Cuadrado medio	FISHER		
				Cal	0,05	0,01
Total	19	1,24	0,07			
Tratamiento	3	0,12	0,04	0,62	3,49	5,95
Bloques	4	0,33	0,08	1,25	3,26	5,41
Error	12	0,79	0,07			

c. Por efecto de los niveles de cobalto orgánico

Nivel	Media	Grupo
0 gramos.	1,32	a
7 gramos.	1,44	a
14 gramos.	1,31	a
21 gramos.	1,22	a