

# UTILIZACIÓN DE COBALTO ORGÁNICO COMO FUENTE DE MINERALES EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS MESTIZAS

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) – Ecuador  
Facultad de Ciencias Pecuarias (FCP).

Almeida F. [cachalmeida@yahoo.com](mailto:cachalmeida@yahoo.com) ; Fiallos, L. [luis.fiallos@esPOCH.edu.ec](mailto:luis.fiallos@esPOCH.edu.ec);

Duchi, N. [nelduchi@yahoo.com](mailto:nelduchi@yahoo.com); Toalombo, P., [ptoalombo@esPOCH.edu.ec](mailto:ptoalombo@esPOCH.edu.ec)

## 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, con 3 niveles de cobalto orgánico (7,14 y 21 g/kg alimento), comparado con un tratamiento testigo, con 5 repeticiones, con 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 g 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.

**Palabras clave:** producción de leche, cobalto orgánico, acopio de leche, condición corporal, calidad de leche.

## INTRODUCCION

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 (Ciria et al.,2005), es la más compleja y una de la menos entendida (Araujo, 2008). 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 (Wright, 2003).

Los forrajes contienen suficientes minerales que permitirán a los animales sobrevivir pero no cubrir las necesidades de su potencial genético (Sánchez et al., 1985). 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 (Wright, 2003).

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 (Corah, 1996; Ciria et al., 2005).

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 (Araujo, 2008).

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 que

se plantearon los siguientes objetivos como; evaluar el comportamiento productivo de vacas Mestizas por efecto de la adición de cobalto orgánico en la dieta (7 g, 14 g. y 21 g/ vaca/día.), frente a un testigo.

## DESARROLLO

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 20 vacas en estado de producción, con 3 tratamientos de diferentes niveles de cobalto orgánico (7,14 y 21 g.), frente a un testigo, con 5 repeticiones y un tamaño de la unidad experimental de 1, se aplicó un Diseño de Bloques, con una separación de medias según Tukey ( $\alpha \leq 0,05$  y  $\alpha \leq 0,01$ ). 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.

$\beta_j$  = Efecto de los bloques.

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

Cuadro 1. 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.

### MEDICIONES EXPERIMENTALES

- Producción de leche, 90 días.
- Producción de leche, 105 días.
- Peso final de las vacas, kg
- Condición corporal final
- Consumo de alimento en Materia Seca kg/ día, 105 y 120 días.

- Contenido de proteína, %.

## ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 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, 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. Cuadro N. 2.

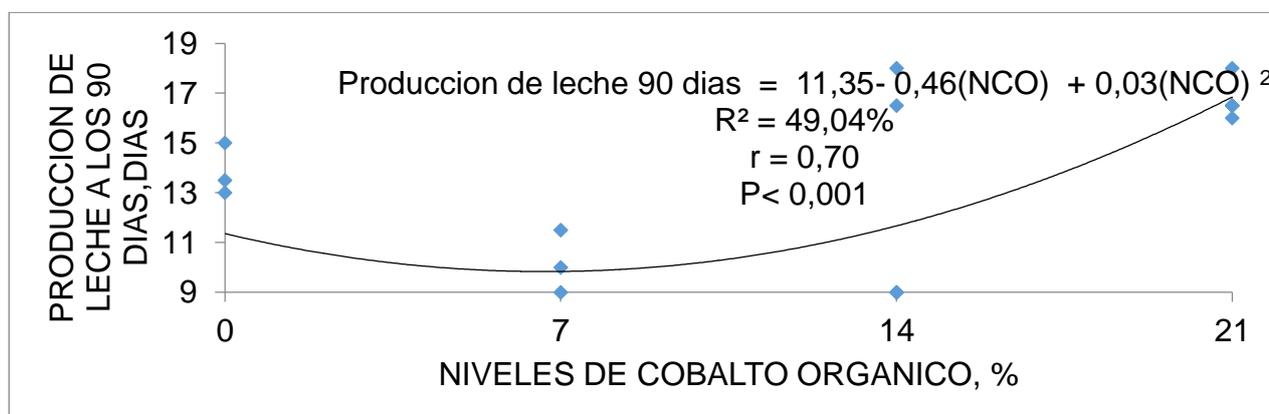


Gráfico 1. Regresión de de la producción de leche a los 90 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adición de cobalto orgánico.

### Producción de leche, 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. 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. Cuadro N. 2.

Cuadro 2. 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. T0	7 g. T1	14 g. T2	21 g. T3			
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	*
Peso de las vacas final, Kg.	476,76 b	469,66 c	399,06 a	431,50 a	17,76	0,032	*
Condición corporal final.	2.90 b	2.85 c	2.45 a	3.45 a	0.2	0.031	*
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	*

EE: Error estadístico.

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

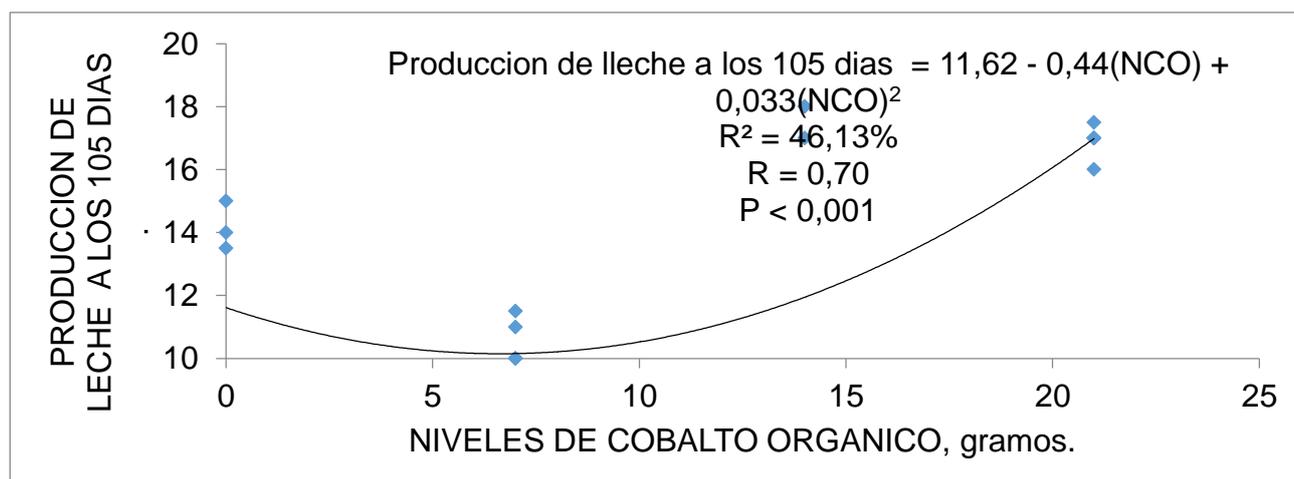


Gráfico 2. Regresión de de la producción de leche a los 105 días, procedente de vacas mestizas alimentadas con la adicionan de cobalto orgánico.

### Peso final de las vacas, kg

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, el mayor peso de las vacas durante los 120 días fueron las vacas del T0 (0 g.), con medias de 476,76 kg, y que desciende a 469,66 kg y 431,50 kg, en las vacas del T1(7 g,) y las del T3 (21 g.), en su orden; mientras, tanto que las respuestas más bajas se aprecian en el lote de vacas del 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. Cuadro N. 2.

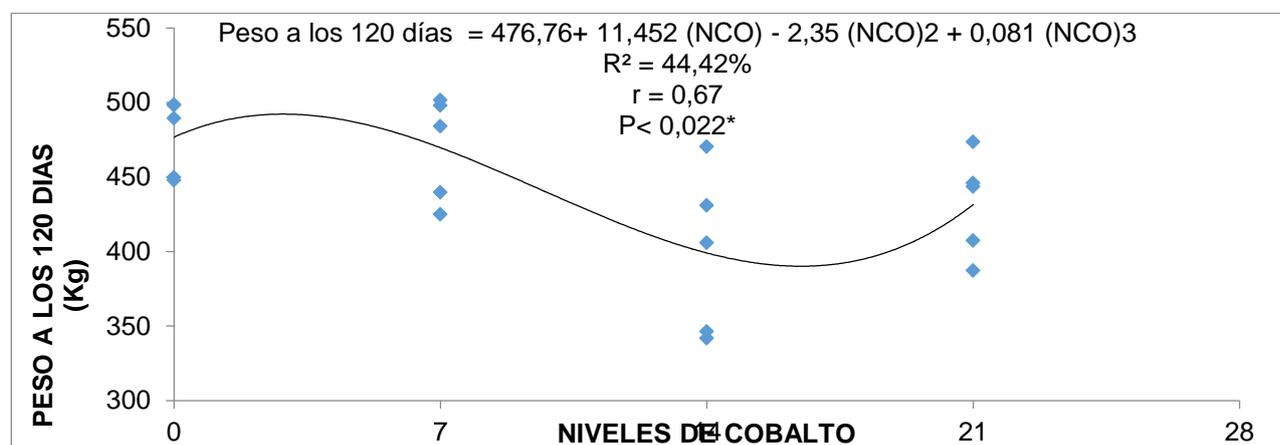


Gráfico 3. Regresión del peso a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico como fuente de minerales.

### 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, se determinó las respuestas más altas en el 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 T1 (7 g.), mientras tanto que las respuestas más bajas fueron reportadas en las vacas del T2 (14 g.), con 2,45 puntos. Por lo tanto a mayores niveles de cobalto orgánico se elevará la condición corporal de las vacas. Cuadro N. 2.

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 (Kabaleski, 2013). 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 suficientes 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 (Gallardo, 2000).

Por lo expuesto anteriormente se concluye que es muy necesario la inclusión de los niveles adecuados de minerales especialmente de cobalto orgánico que está químicamente unido a moléculas orgánicas de forma tal que sea altamente disponible para el animal, permitiendo cumplir con los requerimientos nutricionales para mejorar su condición corporal.

### **Consumo de materia seca, 105 días**

Para el consumo de materia seca a los 105 días, se reportó diferencias altamente significativas entre medias ( $P < 0,01$ ), se determinó que la mejor respuesta se aprecia en el 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 T2 (14 g), cuyas medias fueron de 17,68 kg, así como también siguen con este orden descendente los valores de las medias del 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 T1 (7 g), con medias de 14,61 kg. Cuadro N. 2.

### **Consumo de materia seca, 120 días**

El análisis de materia seca a los 120 días de evaluación, 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 estableció que la mejor respuesta según Tukey, se aprecia en el 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 T2 (14 g.), cuyas medias fueron de 17,68 kg, a continuación se registraron los valores de las medias del 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 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. Cuadro N. 2.

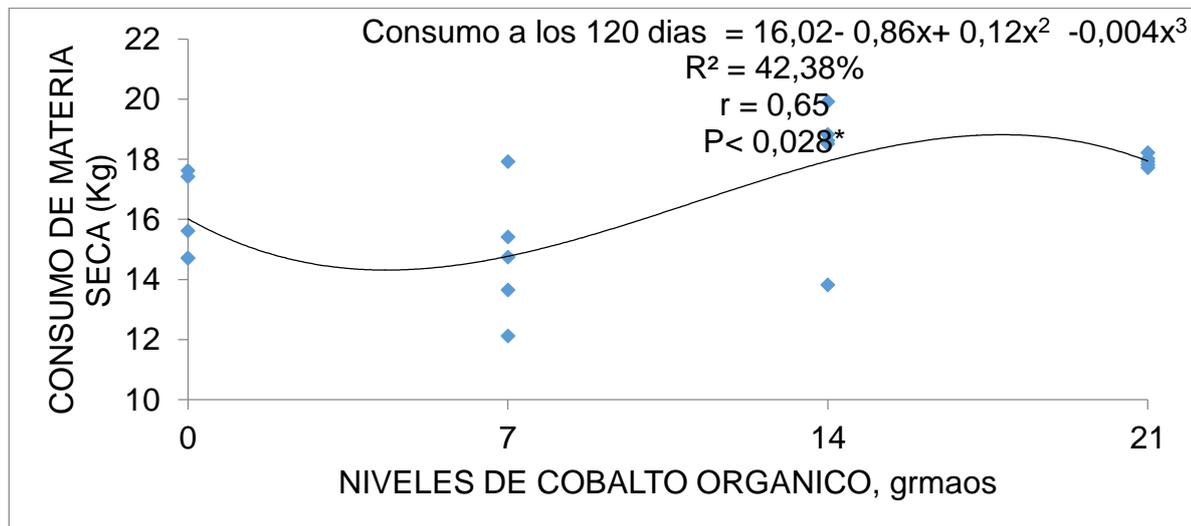


Gráfico 4. Regresión del consumo en materia seca a los 120 días de las vacas mestizas alimentadas con la adición en la dieta de cobalto orgánico.

### **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 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 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 T1 (7g.), que de un contenido de proteína inicial de 3,16%; se eleva a 3,41% al final; mientras tanto que en el T0 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 N. 3.

Cuadro 3. Contenido de proteína y grasa de la leche al inicio y final producida por las vacas mestizas adicionando cobalto orgánico como fuente de minerales.

VARIABLE	NIVELES DE COBALTO ORGÁNICO, gramos			
	0 gramos	7 gramos	14 gramos	21 gramos
	T1	T2	T3	T4
Proteína al inicio, %.	3,39	3,16	3,24	3,44

Proteína al final, %.	3,38	3,41	3,53	3,54
-----------------------	------	------	------	------

---

## **CONCLUSIONES.**

- La valoración de la curva de producción de leche 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 y 105, ya que se reportan diferencias estadísticas entre medias estableciéndose los resultados más altos con la aplicación de 21 gramos de cobalto.
- Para el peso de las vacas registra los resultados más altos al final en el grupo control con 476,76 kg.
- La condición corporal más adecuada durante el periodo de investigación fueron alcanzadas por el lote de vacas T3 (21 g.), con una puntuación de 3,45 puntos, que determina una calificación moderada.
- Para el consumo de materia seca se observó diferencias estadísticas significativas a los 105 y 120 días con T0.
- En el análisis de la calidad de la leche se aprecia que con T3, existe un incremento en la calidad, ya que la proteína se elevan notablemente a mayores niveles de cobalto orgánico.

## **RECOMENDACIONES**

- Es necesario reducir los tiempos en la cadena de la logística de la leche de acuerdo a los parámetros establecidos con el fin de precautelar la calidad de la materia prima, sujetándose a normas de seguridad, calidad, medio ambiente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Araujo, O, 2008. Desarrollo Sostenible de la Ganadería de Doble Propósito. La nutrición mineral del ganado vacuno. Capítulo XXXVIII.

- Ciria J, Villanueva R,. 2005. Avances en nutrición mineral en ganado bovino. IX Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad Nacional Ex.
- Corah L. 1996. Trace mineral requirements of grazing cattle. Anim Feed Sci Technol 59:61-70.
- Gallardo, M. 2000. Que nos dice la condición corporal de las vacas lecheras. Producir XX1. Año 9. Nro 108. Octubre 2000. Página 25.
- Kabaleski, C, 2013. Proyecto de Cambio Rural Proyecto Humedal Norte de Corrientes. Disponible en [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- Sanchez JM, Vargas E, Campabadal C, Benavides A. 1985. Contenido mineral de los forrajes y suero sanguíneo del ganado bovino en los cantones de Cañas, Bagaces y Liberiade la provincia de Guanacaste, durante la época lluviosa. Agron. Costarr. 9:149-154.
- Wright CL. 2003. Making sense of mineral supplementation. Proc Range Beef Cow Symp XVIII. December 9-11, 2003, Mitchell, Nebraska.