



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal



**Efecto de diferentes niveles de minerales trazas quelatos en dietas para lechones
en fase de pre-inicio**
**Effect of different levels chelated trace minerals in diets for piglets in pre-
startup phase**

Autor: Nayibe C. Daviott F.
nayibe.daviott@gmail.com

Tutor Académico: Prof. Charly J. Farfán-López

Maracay, junio de 2016



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Agronomía
Departamento de Producción Animal



Efecto de diferentes niveles minerales trazas quelatos en dietas para lechones en fase de pre-inicio
Effect of different levels chelated trace minerals in diets for piglets in pre-startup phase

Autor: Nayibe C. Daviott F.
nayibe.daviott@gmail.com

Tutor Académico: Prof. Charly J. Farfán-López

Trabajo Presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo Mención Zootecnia que otorga la Universidad Central de Venezuela.

Maracay, junio de 2016

APROBACIÓN DEL TRABAJO POR EL JURADO

Nosotros los abajo firmantes, miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado: **Efecto de diferentes niveles de minerales trazas quelatos en dietas para lechones en fase de pre-inicio**, cuyo autor es la Bachiller **NAYIBE CONCEPCIÓN DAVIOTT FERREIRA**, titular de la Cédula de Identidad N° 19.499.360, certificamos que lo hemos leído, y en nuestra opinión reúne las condiciones necesarias de adecuada presentación, y es enteramente satisfactorio en alcance y calidad como Trabajo de Grado para optar al Título de **INGENIERO AGRÓNOMO**, Mención **ZOOTECNIA**.

Prof. Charly Farfán-López
C.I. V.-16.344.620
Tutor académico – Coordinador

Prof^a. Janeth Colina **Prof^a. Ana Rivero**
C.I. 9.524.372 C.I. 18.144.114
Jurado Principal Jurado Principal

DEDICATORIA

*A Dios y a la Virgen María por llenarme de energía en cada momento.
A mi madre, padrino, hermanas, y demás familiares por su apoyo incondicional.
A la Universidad Central de Venezuela y el Instituto de Producción Animal.*

Gracias.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen por darme luz todos los días en mi camino y permitirme alcanzar mi meta.

A mi madre Conceicao Ferreira por su paciencia, comprensión, apoyo, consejos y por estar conmigo en todo momento, gracias a ella por nunca dejarme caer y prestarme su mano para seguir adelante. Te amo.

A mi Padrinos Manuel Saraiva y Carmen Ferreira, por ser pilares importantes en mi familia y estar en todo momento.

A mi hermana Leyla Daviott, por ayudarme en este largo proceso llamado tesis, por su comprensión y paciencia ante un tema fuera de su espacio académico, aprendió y me enseñó a ser constante y fuerte. Te debo la vida.

A mis hermanas Dayana y Keyla Daviott por apoyarme y tener paciencia en los momentos malos y buenos a lo largo de la carrera.

A mis sobrinas María de los Ángeles y María Victoria por ser la alegría de mi camino e inspirarme a seguir adelante y ser ejemplo para ellas.

A la Familia Simoes, Mayor y Cavallini por permitirme ser parte de su núcleo familiar y apoyarme en todo momento, gracias por tanto!

A la Universidad Central de Venezuela por ser mi segunda casa y formarme como profesional.

A todos los profesores de la Facultad de Agronomía que formaron parte de mi aprendizaje, en especial a los de Producción Animal que día a día compartieron sus conocimientos y experiencia conmigo con la mejor ética y disposición.

Al profesor, tutor Charly Farfán por darme la oportunidad de trabajar bajo su tutela, y prestarme la ayuda necesaria para culminar mi meta.

A la profesora Yudeisy Rondón “yuyo” por apoyarme en este proceso, por su amistad, sabiduría y enseñanza, dándome consejos para seguir adelante y que si se puede llegar a donde te propones.

Al personal del Laboratorio Sección de Porcinos; Franklin Mora, Henry León, José Morillo, Sergio Naranjo y los pasantes Carlos “El loco” y Carlos “El bueno” gracias por su colaboración durante el experimento.

Al personal de laboratorio de Patología Clínica-FCV (Prof. Mario Rossini y la SrtaCrisna Tovar) por su colaboración y ayuda en las muestra de sangre.

A mis Amigos y compañeros quienes desde el principio nos apoyamos a seguir adelante, ser constantes y llegar a la meta final, cueste lo que nos cueste, ellos son Vanesa Morillo, José Cavallini, Héctor Pradenas, Víctor Gil, Eluz Rodríguez “Paty-Paty”, Rossana Uzcategui, Ariana Sequera, Piero Valsecchi, Ricardo Melero, Rony Yáñez y demás compañeros, y muy especialmente a Carlos Salazar y Pablo Andreas por estar conmigo durante el ensayo y ayudarme a ser una mujer fuerte. Gracias muchachos.

Al personal de la biblioteca del IPA, Sra. María Hernández, Hugo Garnica “Hueso Coqueto” y las secretarias del IPA Yngrelis y Rosmary por su ayuda en todo momento.

A mis amigos de vida fuera de la universidad gracias por su apoyo y estar pendiente en el desempeño y culminación de mi carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Portada.....	i
Página del título.....	ii
Aprobación del trabajo por el jurado.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Tabla de contenido.....	vi
Efecto de diferentes niveles minerales trazas quelatos en dietas para lechones en fase de pre-inicio.....	1

Efecto de diferentes niveles minerales trazas quelatos en dietas para lechones en fase de pre-inicio

Nayibe C. Daviott F. y CharlyFarfán-López

Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía.
Departamento de Producción Animal. Apdo. postal 4579, Maracay, Venezuela.
Correo electrónico:*nayibe.daviott@gmail.com*

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes proporciones de minerales trazas quelatos sobre variables productivas, sanguíneas y referentes a costos, mediante un experimento con 60 lechonas destetadas en fase pre-inicio, línea genética PIC, con edad de 21 días y un peso inicial promedio de 6 kg, distribuidas en un diseño completamente aleatorizado en cinco tratamientos (T); T1: Dieta con sustitución (DS) del 100% de los requerimientos con minerales trazas quelatados (RMTQ), T2: DS del 80% de los RMTQ, T3: DS del 60% de los RMTQ, T4: DS del 40% de los RMTQ, T5: DS del 20% de los RMTQ. Cada tratamiento considero seis repeticiones. Se determinó el peso inicial (PI), peso final (PF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), conversión de alimento (COA), costo total de alimentación (COT) y eficiencia de costo total de alimentación (EFCA), hemoglobina (Hb), hematocrito (HTC) y conteo de glóbulos rojos (GR) y blancos (GB)(diferencial). Resultando que no hubo diferencias estadísticas para las variables productivas de GDP (P=0,6576), CDA (P=0,9641) y COA (P=0,8279), al igual que para las variables sanguíneas GR (P=0,4232), Hb (P=0,4143), HTC (P=0,4143) y GB (P=0,4187); y para las variables de costo COT (P=0,9716) y EFCA (P=0,9553), manteniendo un promedio estable. Por lo que se concluye que el uso de minerales trazas quelatos puede ser incluido en un 20% del requerimiento nutricional en la dieta basal de los lechones destetados.

Palabras clave: Alimentación animal, lechones, minerales traza, quelatos minerales, requerimientos.

Effect of different levels chelated trace minerals in diets for piglets in pre-startup phase

ABSTRACT

The effect of using different levels of mineral chelates traces on production, blood and concerning costs variables assessed, an experiment with 60 piglets weaned at-home pre, genetic line PIC phase is led, with an age of 21 days and an average initial

weight of 6 kg, distributed in a completely randomized design in five treatments (T); T1: Diet substitution (DS) 100% of the requirements with mineral chelated trace (RMTQ), T2: DS 80% of RMTQ, T3: DS 60% of RMTQ, T4: DS 40% of RMTQ, T5: DS 20% of RMTQ, consider six repetitions each treatment. the initial weight (PI), final weight (PF), average daily gain (ADG), daily feed intake (CDA), feed conversion (COA), total cost of supply (COT) and efficiency of total cost was determined power (EFCA), hemoglobin (Hb), hematocrit (HCT) and count of red blood cells (RBCs) and white (GB) (differential). Resulting that no statistical differences for the production variables of GDP (P = 06,576), CDA (P=0,9641) and COA (P=0,8279), like blood variables for GR (P=0,4232), Hb (P=0,4143), HTC (P=0,4143) and GB (P=0,4187) behaving in a similar way all treatments; and cost variables COT (P=0,9716) and EFCA (P=0,9553) there was no statistical effect, maintaining a stable average. So it is concluded that the use of mineral chelates traces may be included in 20% of the nutritional requirement in the basal diet of weaned piglets.

Keywords: Animal feeding, swine, minerals trace, chelated minerals, requirements.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el negocio de la producción porcina ha evolucionado a nivel mundial, siendo importante el auge que ha tenido las grandes integraciones, ya que cada vez tienen una mayor participación en el mercado, lo que ha motivado al aumento en la demanda de carne de cerdo, tanto del consumo fresco como de los productos procesados, es por ende necesario, producir lechones de buena calidad con un manejo adecuado para lograr mayor rendimiento productivo (Escalona, 2015). En base a ello, la alimentación eficiente de los cerdos, es una de las prácticas de mayor importancia, porque de ella también depende la rentabilidad de la granja, pues es uno de los rubros que mayor gasto se presenta en un sistema productivo de cerdos, específicamente en la fase post-destete, representando 36,67% de los costos total de alimentación (Uzcategui *et al.*, 2015).

Con referencia a lo anterior, la industria de alimentos balanceados para el sector porcino se ha vuelto más competitiva en los últimos años, por esta razón la nutrición mineral juega un papel importante en los altos rendimientos de los animales

de granja, por su alto grado de biodisponibilidad que contribuye a reducir las deficiencias sub-clínicas, puesto que estos se involucran de manera directa en el control metabólico, endocrino y fisiológico del crecimiento, reproducción y la inmunidad, teniendo efectos en la salud de los lechones recién nacidos, en caso contrario, cuando los niveles de minerales suministrados no son los adecuados, el sistema inmunológico, la producción de hormonas, la integridad ósea y la salud puede verse gravemente afectados(González, 2010).

Actualmente múltiples empresas ofrecen una gran variedad de forma minerales orgánicos que no se identifican y se diferencia entre sí, esto a causa de que las mismas carecen de métodos analíticos, por lo que los requerimientos son difíciles de establecer, debido a que la mayoría se soportan en estimaciones que se basan en el mínimo necesario para no producir deficiencia y no necesariamente para optimizar la productividad o mejorar la inmunidades, por este motivo que se hace estudio en lechones destetados, con el fin de comprobar su calidad y los beneficios de un mineral en particular (Close, 2014).

Por otra parte, el uso de suplementos minerales traza ha sido ampliamente difundido en la industria, que como se mencionó anteriormente es a causa de su mayor biodisponibilidad, que no es más que el grado total de absorción de un nutriente que pueda ser utilizado en la dieta, por tal razón se convierte en un factor que debemos tener en cuenta para lograr el objetivo de alcanzar los requerimientos minerales de genéticas más exigentes y ajustar las necesidades en una dieta adecuadamente balanceada(Rovira, 2010).

Hoy por hoy uno de los grandes paradigmas de la nutrición de minerales traza en porcino y otras especies animales, es que un animal requiere una cantidad específica de un elemento en particular; sin embargo este incremento en la concentración de minerales inorgánicos ha traído consigo algunos problemas como la intoxicación accidental, baja absorción, reducido acceso a los enterocitos, pobre retención y tasas altas de excreción mineral y en consecuencia se han establecido legislaciones en algunos países acerca de los niveles de suplementación

mineral(Schmidt, 2014). En tal sentido se ha venido utilizado minerales traza quelatados, dado que, el elemento traza pasa por un proceso de unión con un agente quelante con aminoácidos o pequeños péptidos, que actúan como un enlace atrapando el mineral y adhiriéndolo a sí misma formando un proteinato y de esa forma puede ser asimilada por las paredes del intestino y de ahí desplazarse hacia el torrente sanguíneo(Arrieta, 2011) evitando que ocurran interacciones con otros componentes de la dieta, motivo por el cual durante muchos años se ha venido haciendo investigación sobre reemplazar los minerales inorgánicos a minerales traza quelatados(Bañados, 2014).

En base a las referencias existentes, sobre la utilización de los minerales quelatados, se planteó un estudio con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes niveles minerales traza quelatados en dietas para lechonas en fase de pre-inicio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la sala de destete del Laboratorio Sección de Porcinos, Facultad de Agronomía - Universidad Central de Venezuela (LSP-FAGRO UCV), Maracay- Edo. Aragua, ubicado a 10° 17' 5" N y 64° 13' 28" O, 480 msnm, temperatura media anual de 25 °C y una humedad relativa de 75% Las características ambientales dentro de la sala de destete fueron 25,28 °C y 88,12 % de humedad relativa (INIA, 2015).

El experimento fue desarrollado durante tres semanas, utilizando 60 lechonas destetadas de la línea genética PIC®, con edad de 21 días y peso inicial promedio de 6,64 kg, provenientes de una granja Sitio I. Se estableció un diseño completamente aleatorizado con cinco tratamientos, cada uno con seis repeticiones. Los tratamientos consistieron en la adición de diferentes proporciones (100, 80, 60, 40, 20% respectivamente) de una mezcla de minerales trazas quelatados en base a los requerimientos. En el área experimental, las lechonas se distribuyeron en 30 jaulas de destete, constituida por dos lechonas en cada una, elevadas con piso plástico y superficie de 1 m² cada una, provistas de bebedero tipo chupón y comedero automáticos para lechón tipo tolva. Las lechonas consumieron alimento y agua *ad*

libitum. La limpieza de la sala de destete se realizaba diariamente, la sala contaba con 24 horas de iluminación. El plan sanitario aplicado a las lechonas durante el experimento, consintió en suministrar dos dosis a los 25 y 33 días respectivamente, inyectadas vía intramuscular (IM) de 2 ml de un componente comercial para micoplasma (neumonía enzoonotica) y haemophilus (enfermedad de glässer).

Las dietas fueron elaboradas en la planta de alimentos del Laboratorio Sección de Porcinos, utilizando una balanza de precisión *Tru-Test*® Series EC2000, EUA (capacidad 1.500 kg, con una precisión de 0,1 kg) para el pesaje de macroingredientes, y una balanza de precisión de marca *Ohaus*®, EUA (con rango de 0 a 5000 g con precisión de 0,1 g) para el pesaje de microingredientes y un mezclador horizontal marca *Law*®, EUA (con capacidad de 500 kg). Los macronutrientes maíz y soya fueron procesados con un molino con criba de 3 mm. Para la formulación de las dietas experimentales, correspondientes a cada tratamiento, se utilizó el software Allix versión 2, según requerimientos nutricionales indicados en las Tablas de Requerimiento Nutricional de PIC® para lechones en etapa pre-inicial, anexo en el Cuadro 1 donde se puede observar los requerimientos nutricionales en la que se basaron cada uno de los cinco tratamientos, de los cuales se verán reflejados en los diferentes niveles que aportan los minerales traza quelatos.

Cuadro 1. Composición de la concentración de minerales traza quelatos según requerimientos para cada tratamiento.

	Mezcla									
	Req. (g/kg)	T1 (g/t)	Req. (g/kg)	T2 (g/t)	Req. (g/kg)	T3 (g/t)	Req. (g/kg)	T4 (g/t)	Req. (g/kg)	T5 (g/t)
Cu	13,4	134	10,7	107	8	80,4	5,4	53,6	2,7	26,8
Fe	90	600	72	480	54	360	36	240	18	120
Zn	123	820	98,4	656	74	492	49	328	25	164
Mn	45	300	36	240	27	180	18	120	9	60

Fuente: Requerimiento mineral traza 100%. Cuadros de Requerimiento Nutricional de PIC®.

Se realizó el mezclado de la dieta basal, con las proporciones indicadas en la Cuadro 2, la cual posteriormente se dividió en cinco partes iguales, para luego

adicionaren un segundo mezclado los minerales trazas quelatados a usar en cada tratamiento. Al finalizar el proceso de mezclado se tomó una muestra de cada dieta, y se determinó el análisis bromatológico para cada tratamiento (Tabla 1).

Cuadro 2. Composición de ingredientes de la dieta basal para evaluar los minerales trazas quelatados en la fase de pre-inicio.

Ingredientes	Peso (kg)
Harina de maíz amarillo	47,591
Harina de soya (46%)	22,000
Leche entera	12,529
Salvado de trigo	8,500
Nucleótidos	4,00
Azúcar	1,000
Tricalfos 31Ca	1,000
Aceite de soya	1,000
L-LisinaHCl(78%)	0,310
Calcio (38%) fino	0,800
Premezcla de vitaminas	0,250
Sal	0,132
DL-Metionina (99%)	0,150
L-Triptófano	0,534
Saborizante	0,100
Absorbente de micotoxinas	0,100
Mananoproteínas	0,004
Total	100,00

Precio de las dietas experimentales (Bs)

Tratamientos	T1	T2	T3	T4	T5
Bs/kg de dieta	306,55	305,47	304,39	303,31	302,23

T: Tratamiento; T1: Dieta con sustitución (DS) del 100% de los requerimientos con minerales trazas quelatados (RMTQ), T2: DS del 80% de los RMTQ, T3: DS del 60% de los RMTQ, T4: DS del 40% de los RMTQ, T5: DS del 20% de los RMTQ

Tabla 1. Análisis bromatológico para cada tratamiento.

Identificación	% Humedad	% Ceniza	% Fibra cruda	% Proteína cruda
T1	24,25	5,99	5,57	24,76
T2	18,63	4,29	3,46	25,94
T3	18,27	5,16	3,05	25,52
T4	18,79	3,07	3,47	24,18
T5	17,84	4,25	2,58	25,29

Las variables evaluadas durante el periodo experimental fueron:

a.- Variables productivas: tanto los lechones, como el alimento dejado en el comedero (excepto el día 0), fueron pesados, desde el inicio (día 1) hasta el final de ensayo (día 29) en intervalos de cuatro días. Se evaluaron las siguientes variables productivas:

Ganancia diaria de peso (GDP): se calculó mediante el uso de una balanza con precisión de Tru-Test® Series EC2000, EUA (capacidad 1.000 kg, con una precisión de 0,1 kg). Los pesajes de las lechonas se realizaron cada cuatro días y se tomó como referencia para el cálculo la diferencia entre el peso inicial y el peso final durante los 29 días de la fase de evaluación. Adicionalmente, se evaluó la ganancia total de peso (GTP) por la relación entre el peso inicial y final de toda la etapa.

Consumo de alimento (CA): se determinó al inicio y final de la fase, de acuerdo a la diferencia entre kg de alimento ofrecido y kg de alimento dejado.

Conversión de alimento (COA): La conversión de alimento expresa cuantos kg de alimento se debe consumir el animal para ganar un kg de peso vivo, en el caso en estudio se dividió el consumo total de alimento entre el peso ganado por las lechonas en la fase experimental.

Costos de alimentación total (CTA): se determinó según los cálculos descritos por (Bellaveret *al.*, 1985) y (Gomes, *et al.*, 1991) considerando el costo de alimento requerido para producir un kg de cerdo en pie, tomando en cuenta el costo de los ingredientes utilizados, incluyendo los minerales traza quelatos usados, multiplicado por la cantidad de alimento consumido durante las fases. Siguiendo la fórmula:

$$Y_i = \frac{(Q_i \times P_i)}{G_i}$$

Donde; Y_i = costo total de la dieta por kilogramo ganado en el i -ésimo tratamiento; P_i = precio por kilogramo de dieta utilizada en el i -ésimo tratamiento. Q_i = cantidad total de la dieta consumida en el i -ésimo tratamiento. G_i = ganancia promedio de peso en el i -ésimo tratamiento.

Eficiencia de costo de alimentación: Para determinar el índice de eficiencia económica (IEEC), se hizo mediante la fórmula descrita (Araujo *et al.*, 2013):

$$IEEC = (MC/CT_i) \times 100$$

Donde; MC: menor costo de la dieta/kg de ganancia de peso observado entre los tratamientos, y CT_i : costo de tratamientos considerado.

b.- Variables sanguíneas: Las muestras de sangre fueron procesadas y analizadas en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela (LPC-FCV-UCV), en Maracay, estado Aragua. Para la determinación de las variables hematológicas fue seleccionado al azar 30 lechonas, una por cada repetición al final del experimento, a las cuales se les extrajo una muestra de sangre a los 29 días del experimento. La extracción de la muestra de sangre (4 ml) se hizo por punción de la vena yugular con una jeringa estéril de 5 cc provista de aguja de 21x 1 ½, la cual se almacenó en tubos vacutainer para su análisis. Para la determinación de la hematología completa, se usó la siguiente metodología:

Concentración de hemoglobina (Hb); se precisó espectrofotométricamente por el método cianometahemoglobina (Coles 1974; Briones, 2015) y con respecto al

porcentaje de hematocrito (Hto) en las lechonas se utilizó el método de microhematocrito por centrifugación (Coles, 1974; Schalm, 1981; Hansen, 1994; Meyer, 2000).

Proteína plasmática; fue determinada por el método basado en refractometría (Schalm, 1981).

Conteo de glóbulos rojos (GR); se determinó utilizando un hemocitometro *Neubaiier* (Marienfeld, Baden-Württemberg, Alemania). Las células se contaron en la gran plaza central en cinco subdivisiones (la pequeña plaza central y las cuatro casillas de las esquinas) y el recuento se multiplico por 10.000 para obtener el conteo total de RBC. Asimismo, para el recuento de glóbulos blancos (GB) y cuantificación de neutrófilos, eosinófilos, linfocitos, como se describe para los GR utilizando la misma dilución, excepto que las células se contaron en los nueve cuadrados grandes de la cámara de *Neubaiier* y el recuento se multiplica por 200 para obtener el número de Webs/mL (Raskin, 2000).

Los datos registrados en el presente estudio, fueron analizados mediante el programa estadístico InfoStat Versión E (2015), se aplicó un análisis de varianza para obtener los resultados con valores de media y error estándar (Steele *et al*, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a.- Efecto de los minerales traza quelatados sobre las variables productivas de lechones de fase pre inicio.

En la Cuadro 3 se observan los resultados obtenidos en las variables productivas con la utilización de minerales traza quelatados en las dietas experimentales, observándose que no existió diferencias estadísticas para las variables de peso final, consumo diario de alimento, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. Existiendo un comportamiento similar entre los tratamientos, donde no se

presentó un decrecimiento de los animales con la reducción de los minerales trazas en las dietas.

Cuadro 3. Variables productivas evaluadas en la fase de pre-inicio del experimento con la utilización de minerales traza quelatados.

Variables	Tratamientos					EE	Probabilidad
	T1	T2	T3	T4	T5		
PI (Kg)	6,71	6,77	6,72	6,43	6,58	0,1506	0,5139
PF (Kg)	16,74	16,65	17,29	16,92	16,68	0,46	0,8570
CDA (Kg)	0,55	0,54	0,57	0,56	0,54	0,03	0,9641
GDP (Kg)	0,36	0,35	0,38	0,38	0,36	0,01	0,6576
COA	1,53	1,53	1,49	1,48	1,51	0,04	0,8279

T: Tratamiento; T1: Dieta con sustitución (DS) del 100% de los requerimientos con minerales trazas quelatados (RMTQ), T2: DS del 80% de los RMTQ, T3: DS del 60% de los RMTQ, T4: DS del 40% de los RMTQ, T5: DS del 20% de los RMTQ; EE: Error Estándar; PI: Peso Inicial; PF: Peso Final; GDP: Ganancia Diaria de Peso; CDA: Consumo Diario de Alimento; COA; Conversión de Alimento; Grado de significación $P < 0.05$.

En tal sentido, los resultados del presente estudios son similares a los reportados por Creechet *al.* (2004), queal evaluar dietas que contenían minerales traza orgánicos (Cu, Zn, y Fe), nohubo diferencias estadísticas entre los tratamientos para el consumo de alimento; asimismo Vílchez (2014) yRanjan (2014) coincidieron en que no hay ningún efecto sobre la ingesta de palatabilidad y alimentación de los animales con la administración de suplementos de minerales orgánicos. Por otra parte, Hernández(2006) encontró una tendencia para los cerdos alimentados con dietas con la inclusión de Cu y Zn en la forma quelatada, los cuales tienen un mayor consumo de alimento, aunque esto no fue estadísticamente significativo entre sus tratamientos.

En relación a la GDP los resultados del presente estudio no difieren a los reportados por Munizet *al.*, (2010), quien evaluaron distintas dietas experimentales de fuentes orgánicas de los elementos quelatados traza (Cu, Zn, Fe, Mn y Se) para

lechones destetados, resultando que no hubo variación entre los tratamientos, es por ende que se puede deducir, que la combinación de fuentes orgánicas de minerales traza quelatados promueve mejores condiciones para el desarrollo de los lechones, basado en su alta biodisponibilidad, reflejando que la eficacia de estos suplementos está ligada a la edad del lechón, coincidiendo de esta manera a lo indicado por Creechet *al.* (2004), que encontró que la absorción de minerales quelados, Cu, Zn, Fe y Mn es mayor en animales en fase de iniciación lo que indica el aumento de crecimiento del tejido óseo y muscular.

Por otra parte, al evaluar la eficacia de la alimentación en la ganancia diaria de peso con diferentes niveles de minerales traza orgánicos, arrojaron que los minerales traza orgánicos se pueden alimentar a niveles reducidos para disminuir las concentraciones de minerales traza fecales sin afectar el crecimiento, la eficiencia alimenticia y características de la canal (Wolfe, 2006), puesto que los animales alimentados con tratamientos suplementados con fuentes orgánicas de Cu, Fe, y Zn en diferentes niveles de concentraciones, no tuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos para la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia, grasa dorsal, área del músculo del lomo, magra al igual que no se encontraron diferencias entre los tratamientos en las heces ni se observaron signos de paraqueratosis (queratinización exclusiva de la epidermis).

En otros estudios similares se llevaron a cabo comparando las fuentes orgánicas de un solo mineral en distintos niveles nutricionales según los requerimientos en cerdos en zinc fase I y etapa de crecimiento, hierro (Golin, 2011), cobre (Shelton *et al.*, 2011) zinc (Heugten *et al.*, 2003; Arantes *et al.*, 2007), y manganeso (Kats *et al.*, 1994), los cuales no arrojaron diferencias estadísticas en sobre el desempeño productivo de los animales. Sin embargo, los estudios han demostrado que la biodisponibilidad de las fuentes de minerales varía en función de factores tales como la especie, el estado fisiológico, la interacción entre los minerales, los criterios de respuesta elegido para la evaluación, la forma química y la solubilidad de la fuente de prueba (Mateos *et al.*, 2004).

Los resultados obtenidos en el presente estudio, para la conversión de alimento coinciden con los reportados por Mello (2010), al comparar los tratamientos de minerales traza en forma orgánica, obtuvo que al incluir hasta un 25% en base a los requerimientos proporcionó el rendimiento esperado en los cerdos que fueron alimentados sin suplemento orgánico, por lo que no encontraron diferencias entre los tratamientos. Indica Hernández, (2014) indica que, al utilizar los minerales traza, tienen como ventaja favorecer a la reducción de excreción de minerales al medio ambiente.

Así mismo, Pimentel *et al.*, (2015) refleja que cuando los cerdos fueron alimentados a un 50% o más de los requerimientos establecidos por el NRC (National Research Council, 1998) no hubo efecto en el rendimiento de los cerdos. También indica que los minerales de origen orgánico tienen un valor promedio de 20% mayor digestibilidad, por lo cual se puede deducir que la suplementación de minerales traza establecidas por el NRC son superiores de los requerimientos de los cerdos.

b.- Efecto en las variables de costos con el uso de los minerales traza quelatados en lechones de fase pre inicio.

En relación al costo total de alimentación para producir un kg de peso vivo (COT), Figura 1, y el índice de EFCA (Figura 2) resultó que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas. En tal sentido, Mateos *et al.* (2004) coincide con los resultados de costos obtenidos, recomendando así, que el tratamiento de mayor valor dentro de los rangos obtenidos, estaría mejor adaptado a los productores para los cuales el costo es importante, de la misma manera Andreas *et al.*, (2015) reportó que en su tratamiento control a base de minerales inorgánicos obtuvo una eficiencia de 81,49%, mientras que en el presente estudio con el uso de minerales traza quelatados se observó una eficiencia 88,66% (T5), con lo cual se podría mantener la rentabilidad,

peso y salud de los lechones, justificando así, la utilización del menor aporte de los minerales traza quelatados en un sistema de producción de cerdos.

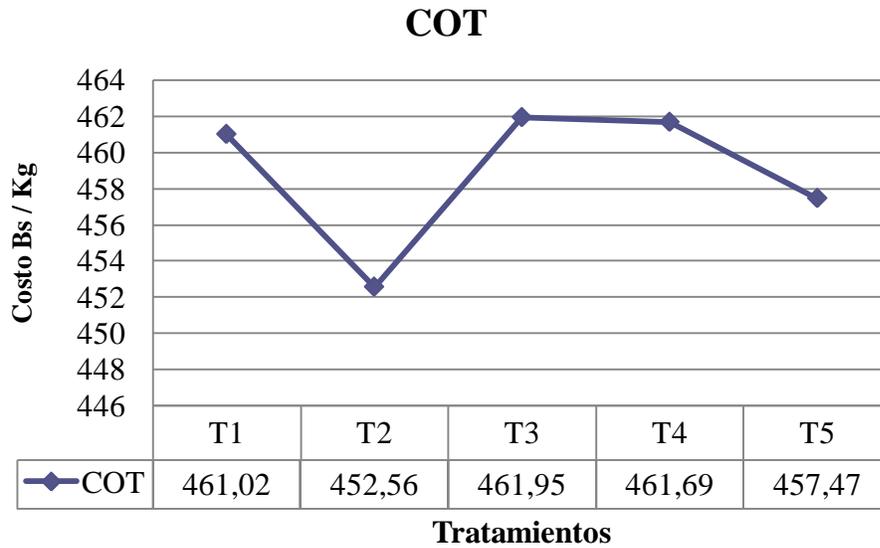


Figura 1. Comportamiento del Costo Total de Alimentación (COT) para producir un kg de peso vivo.

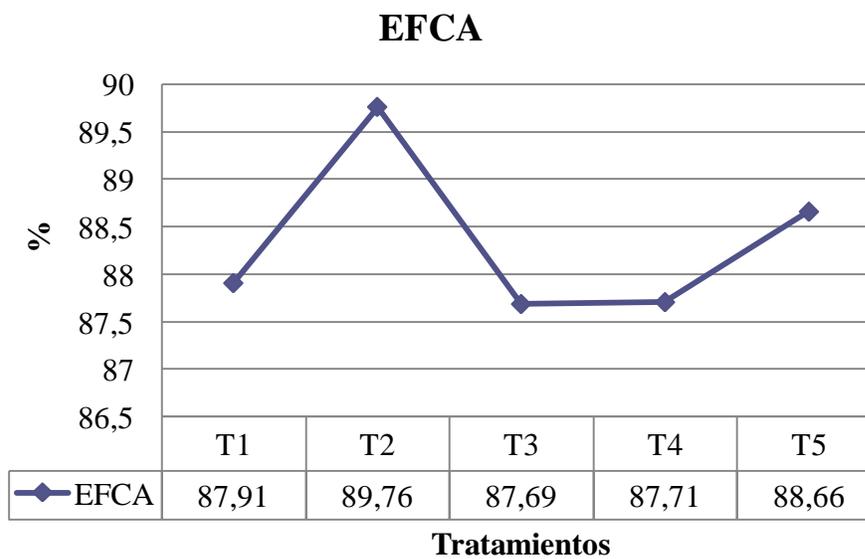


Figura 2. Comportamiento de la Eficiencia del costo de alimentación (EFCA).

c.- Efecto de los minerales traza quelatados sobre variables sanguíneas en lechones de fase pre inicio.

La adición de los minerales traza quelatados en dietas para lechones destetados, no promueve cambios en el perfil hematológico de los mismos (Cuadro4), independientemente de la forma y nivel de inclusión. Estas variables están relacionadas con la capacidad de la médula ósea para producir eritrocitos, el traslado de oxígeno en el torrente sanguíneo a través de la hemoglobina, y demás funciones vitales, siendo el suministro de hierro en la dieta de gran importancia para mantener la concentración de dichos valores hematológicos en sangre(Rondón 2015).

Partiendo de las consideraciones anteriores, y a pesar de que no se encontraron diferencias estadísticas de las variables GR, HTC y Hb para cada uno de los tratamientos en evaluación(Cuadro4), aun cuando existieron variaciones en los niveles de concentración de disponibilidad de hierro de los requerimientos con minerales trazas quelatados; resultado similar al estudio reportado por Mello(2010) para lechones de la misma edad, donde se evidenció que los valores están dentro del rango normal; por tanto no existe riesgo de anemia debido al uso de diferentes niveles de minerales traza quelatados, concordando con lo expuesto por Campabadal *et al.*,(2002), que los lechones deben tener una concentración de hemoglobina mayor a nueve o más para que no afecte su rendimiento y no caiga en condiciones anémicas.

Así mismo, Muniz (2010) y Creech *et al.* (2004) al utilizar fuente orgánica de minerales traza (Cu, Zn, Fe, Mn y Se), reportan que no encontraron diferencias en la hemoglobina y hematocrito, aún cuando la concentración de hemoglobina en los animales alimentados con la dieta que contiene fuentes minerales inorgánicas presentaban niveles bajos en relación con los requerimientos nutricionales y en comparación con los animales alimentados con la dieta de los niveles de minerales quelatados, lo cual sugiere que es debido a un aumento de la biodisponibilidad de la fuente orgánica mineral.

Cuadro4. Variables hematológicas en lechones post-destete en fase de pre-inicio, con el uso de diferentes niveles de minerales traza quelatados.

Variables	Tratamientos					EE	Probabilidad
	T1	T2	T3	T4	T5		
GR x 10 ⁶ /cel	6,11	6,14	6,11	6,19	5,78	0,1633	0,4232
HTC (%)	36,67	36,83	36,67	37,17	34,67	0,9787	0,4143
HB (g/dL)	9,58	9,55	9,57	9,4	9,37	0,9787	0,4143
CHCM (pg)	26,33	25,84	26,09	25,3	26,99	0,9738	0,8016
PP (g/dL)	5,37	5,5	5,27	5,53	5,5	0,1807	0,8129

T: Tratamiento; T1: Dieta con sustitución (DS) del 100% de los requerimientos con minerales trazas quelatados (RMTQ), T2: DS del 80% de los RMTQ, T3: DS del 60% de los RMTQ, T4: DS del 40% de los RMTQ, T5: DS del 20% de los RMTQ; EE: Error Estándar; GR: Glóbulos Rojos; HTC: Hematocrito; HB: Hemoglobina; CHCM: Concentración de hemoglobina corpuscular media; PP: Proteínas Plasmáticas. Grado de significación P < 0.05.

En cuanto a los glóbulos blancos (Cuadro 5) y recuento diferencial de células responsables de la defensa y respuesta inmune, no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos (P= 0,4187). Estos resultados son similares a los reportados por Thomaz *et al.*, (2014) no obtuvieron diferencias estadísticas entre los tratamientos en las concentraciones de linfocitos y neutrófilos, puesto que se encontraban dentro del rango fisiológico normal.

Cuadro 5. Valores promedios del número y recuento diferencial de células blancas en lechones fase pre-inicio, con el uso de diferentes niveles de minerales traza quelatados.

Variables	Tratamientos					EE	Probabilidad
	T1	T2	T3	T4	T5		
GB (células/ μ L)	7120	28933	17983	19917	22767	22050	0,4187
Diferencial de glóbulos blancos o leucocitos							
Linfocitos (%)	60,83	51,50	54,17	53,33	68,83	6,08	0,2695
Neutrófilos (%)	35,33	44,17	44,17	42,00	29,50	5,81	0,3230

T: Tratamiento; T1: Dieta con sustitución (DS) del 100% de los requerimientos con minerales trazas quelatados (RMTQ), T2: DS del 80% de los RMTQ, T3: DS del 60% de los RMTQ, T4: DS del 40%

de los RMTQ, T5: DS del 20% de los RMTQ;EE: Error Estándar;GB: Glóbulos blancos. Grado de significación $P < 0.05$.

CONCLUSION

En base a las condiciones establecidas para el desarrollo del presente estudio, se concluye que el uso de minerales traza quelatados no generó diferencias estadísticas sobre las distintas variables evaluadas, manteniendo el desempeño productivo de las lechonas, donde no existió un decrecimiento con la reducción de los minerales trazas. En tal sentido, el uso de minerales traza quelatados en dietas para lechones destetados podría ser incluido en 20% de los requerimientos del lechón, puesto que no genera un mayor costo, y mantiene la salud y desempeño del animal en concordancia a los requerimientos nutricionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arantes, V.; Thomaz, M.; Kronka, R.; Malheiros, E.; Barros, V.; Pinto, E.; Budiño, F.; Fraga, A.; Huaynate, A.; 2007. Niveles de zinc de Estados Unidos en la dieta de cerdos destetados sobre el perfil parámetros de la sangre. *Brasileña Ciencia Animal*, V. 8, no. 2, 193-205 pp.
- Araujo, W.; Albino, L.; Rostagno, H.; Gomes, P.; Pessoa, G.; Messias, R.; Leli, G.; Ribeiro, V. 2013. Sunflower Meal and Enzyme Supplementation in Diets of Broilers from 21 to 42 Days of Age. *Iranian J. Appl. Anim. Sci.* 3 (4): 695-702.
- Arrieta, M. 2011. Minerales orgánicos en la nutrición animal, ventajas de los minerales orgánicos. Departamento técnico, *Revista Avícola*, Alltech México SA.de CV.
- Bañados A. 2014. Impacto de los minerales orgánicos en performance reproductivas de cerdas de alta genética. *Revista Venezuela Porcina*, 29 (88), 8-13 pp.

- Bellaver, C.; Fialho, E.; Protas, J.; Gómez, P. 1985. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 8(20): 969-974.
- Briones, N.; Jiménez, T.; Farías, M. 2009. Evaluación de espectrofotómetros para la elaboración de material de referencia empleado en la calibración y el control de la determinación de hemoglobina. *Revista de la Facultad de Medicina*. 32 (1).
- Campabadal, C.; Navarro, H. 2002. Alimentación de los cerdos en condiciones tropicales. México, United Soybean Board. 279 pp.
- Close, W. H. 2014. The use of organic trace minerals in sow diets. *Use Nottingham University Press*. Nottingham, UK. 51-60 pp.
- Coles, E. 1974. Erythrocytes. Capítulo 4. En: *Veterinary Clinical Pathology*. Segunda Edición. W. B. Saunders Company. Philadelphia. Estados Unidos. pp. 99-141.
- Creech, B.; Spears, J.; Flowers, W.; Hill, G.; Lloyd, K.; Armstrong, T.; Engle, T. 2004. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. *J. Anim. Sci.* 82:2140-2147
- Escalona, F. 2015. Análisis económico del negocio porcino. XVII Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinaria. 28.05.2015.
- Golin F. 2011. Biodisponibilidade relativa do ferro de fonte Orgânica para leitões desmamados. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 25-70 pp.
- Gomes, M.; Barbosa, H.; Fialho, J.; Ferreira, A. 1991. Análise econômica da utilização do trigoilho para suínos. EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, 1-2.
- González, D. 2010. El suministro de minerales orgánicos se convierte en una práctica común. *Todo sobre Alimentación*. Norel Animal Nutrition, S.A., España.
- Hansen, J.; Perry, B. 1994. Packed cell volume determination (PCV, Haematocrit). Capítulo 5. Supplementary diagnosis procedure. En: *The*

- epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants. International Laboratory for Research on Animal Diseases, Nairobi, Kenya. 171pp.
- Hernández, A. 2006. Influence of the form and level of organic versus inorganic copper and zinc in diets for growing and finishing pigs. Thesis Master. Division of Health Sciences School of Veterinary and Biomedical Sciences Murdoch University. Australia. 93-95 pp.
- Hernández, L. 2014. Effect of total replacement of inorganic minerals by organic minerals on growth performance, fecal excretion, hemoglobin concentration and hematocrit in weaning pigs. Memorias International Pig Veterinary Society (IPVS) Congress México 2014.
- Heugten, E.; Spears, J. W.; Kegley, E. B.; Ward, J. D.; Qureshi, M.A. 2003. Effects of organic forms of zinc on growth performance, tissue zinc distribution, and immune response of weanling pigs. *J. Anim. Sci.* 81:2063–2071.
- INIA. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Red Agrometeorológica. Ministerio del Poder Popular para la Agricultura y Tierras. Maracay, Venezuela. En línea: <http://agrometeorologia.inia.gob.ve/> 2014. [13.07.2015].
- Kats, L.J.; Friesen, K.G.; Owen, K.Q.; Richert, B.T.; Nelssen, Jim L.; Goodband, Robert D.; Tokach, Michael D.; Dritz, Steven S. 1994. Effect of chelated manganese on growth performance and carcass of finishing pigs. *Kansas Swine Day*, V. 165-167 pp.
- Mateos, G. G.; Valencia, D. G.; Moreno, E. J. 2004. Microminerales en alimentación de monogástricos. Aspectos técnicos y consideraciones legales. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid.
- Mello, G. 2010. Fontes orgânicas de microminerais nas rações de leitões desmamados. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de medicina veterinária e zootecnia. Botucatu, Brasil. 63-72 pp.
- Meyer, D.; Harvey, J. 2000 Evaluación de anomalías eritrocitarias. Capítulo 3. El laboratorio en medicina veterinaria interpretación y diagnóstico. En: *El*

- laboratorio en Medicina Veterinaria. Interpretación y diagnóstico. Segunda Edición. Editorial Intermedica. Buenos Aires, Argentina. 45-88 pp.
- Muniz, M.; Berto, D.; Nascimento, R. Wechsler, F.; Tierzo, V.; Hauptli, L. 2010. Fontes de minerais orgânicos e inorgânicos para leitões desmamados. Revista Ciencia Rural Vol.40 (10).
- National Research Council-NRC. Nutrient requirements of swine. 10. ed. Washington: National Academic of Sciences, 1998.
- Pimentel, E., Lozano, H., Hernández, R. 2015. La Participación de los Minerales en la Alimentación Porcina. Revista Los porcicultores y su entorno Vol. No. 104.
- Ranjan, K.; Anil, K. 2014. Organic Trace Minerals: Immunity, Health, Production and Reproduction in Farm Animals, revista Indian J. Animal Nutrition, 31 (3), 203-212.
- Raskin, R. 2000. Reptilian complete blood count. In: Fudge AM, ed. Laboratory Medicine: Avian and Exotic Pets. 3rd ed. Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company. 193–204 pp.
- Rondón, Y. 2015. Uso de mananoproteínas en la dieta sobre el crecimiento, salud intestinal e inmunología de lechones destetados. Tesis Maestría. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias., Universidad Central de Venezuela.
- Rovira, R. 2010. Biodisponibilidad Mineral: Evolución, Instituto Danone.C./Buenos Aires, 21. Revista Alimentación, Nutrición y Salud, Vol. 17 (1).
- Schalm, O.; Jain, N.; Carroll, E. 1981. Hematología Veterinaria. Editorial Hemisferio. Primera Edición. Buenos Aires. Argentina. Capítulo IX. El eritrocito en la enfermedad. 437-441 pp.
- Schmidt, M. 2014. Minerales en la forma orgánica: una revolución en la nutrición animal. Revista Avícola, AlltechBrasil.
- Shelton, N.; Tokach, M.; Nelssen, J.; Goodband, R.; Dritz, S.; Derouchey, J.; Hill, G. 2011. Effects of copper sulfate, tri-basic copper chloride, and zinc oxide on weanling pig performance. J. Anim. Sci. 89:2440–2451.
- Steel, G.; Torrie, H.; Dickey, D. 1995. Principles and procedures of statistics. A Biometrical Approach. Third Edition. McGraw-Hill Series. 141-155 pp.

- Thomaz, M.; Watanabe, P.; Pascoal, L.; Assis, M.; Ruiz, U.; Amorim, A.; Silva, S.; Almeida, V.; Melo, G.; Robles-Huaynate, R. 2014. Inorganic and organic trace mineral supplementation in weanling pig diets. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 87(2): 1071-1081.
- Uzcategui, R.; Farfán-López, C.; Gudiño, Y.; Salamanca, J. 2016. Evaluación del desempeño productivo y estructura de costo de una granja productora de lechones ubicada en el municipio Mariño del estado Aragua. *Revista Científica. FCV-LUZ*. XXVI (1): 55-62.
- Vílchez, C. 2014. *Minerales Traza: Efectos de su no adición en dietas de cerdos de crecimiento y acabado*. Centro de Información de Actividades Porcinas CIAP. Buenos Aires, Argentina. 31(3): 13-16.
- Wolfe, M. 2006. The effect of reduced levels of inorganic and organic trace mineral supplementation on performance, carcass traits, and fecal excretion of grow-finish swine. *Restrospective Theses and Dissertations*. University of Iowa. Iowa, Estados Unidos. 44-49 pp.