

Evaluación de cuatro niveles de óxido de zinc como promotor del crecimiento para cerdos en la etapa de inicio

Jimmy Octavio Cabrera Jiménez

ZAMORANO

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.

Diciembre, 2000

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

**Evaluación de cuatro niveles de óxido de zinc
como promotor del crecimiento para cerdos en
la etapa de inicio**

Proyecto especial presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniero Agrónomo
en el Grado Académico de Licenciatura.

presentado por
Jimmy Octavio Cabrera Jiménez

Zamorano-Honduras
Diciembre, 2000

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Jimmy Octavio Cabrera Jiménez

Zamorano-Honduras
Diciembre, 2000

Evaluación de cuatro niveles de óxido de zinc como promotor del crecimiento para cerdos en la etapa de inicio.

presentado por

Jimmy Octavio Cabrera Jiménez

Aprobado:

Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor Principal

Miguel Vélez, Ph.D.
Coordinador de Area Temática

Abel Gernat, Ph.D.
Asesor Secundario

Jorge Iván Restrepo, MBA
Coordinador de la Carrera de
Ciencia y Producción Agropecuaria

Gerardo Murillo, Ing. Agr.
Asesor Secundario

Antonio Flores, Ph.D.
Decano

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Coordinador PIA Zootecnia

Keiht L. Andrews, Ph.D.
Director General

DEDICATORIA

A DIOS quien me ha guiado para llegar hasta donde hoy me encuentro y seguir adelante y por darme valor en los momentos difíciles de mi vida.

A mis padres Arnulfo Cabrera y Gladys Jiménez por su apoyo y comprensión que me han brindado siempre, ellos que me han guiado durante todo este tiempo, además de que han sido el por qué del seguir adelante.

A mi hermana Dayra Lourdez por darme valor y apoyarme en todo momento además de ser mi gran amiga.

A mi hermano Eivar Jhovany que en paz descansa.

A mis amigos Juan Carlos Herrera, Alex Yángüez, Luis Demetrio, Erick Miranda, Dumas Ruíz, José Gómez y Omar Concepción por los buenos y malos momentos compartidos.

A todas aquellas personas que en verdad confiaron en mí y que han estado al pendiente durante todo este tiempo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por haberme guiado y darme valor para continuar.

A mis padres por su confianza, apoyo y comprensión.

A mi hermana por su apoyo emocional y brindarme su linda amistad.

Al Ing. Rogel Castillo por sus consejos, por sus conocimientos, paciencia, su buena voluntad y su apoyo durante todo este tiempo.

A la Ing. Marielenea por su gran paciencia y su apoyo durante y después del ensayo.

Al Doctor John Jairo Hincapié por su gran ayuda y comprensión.

Al Doctor Abelino Pitty por su apoyo durante estos cuatro años.

A alguien en especial por su amistad, confianza, apoyo y amor.

A mis amigos Erick Miranda, Luis Morales, Dumas Ruíz, José Gómez, Omar Concepción, Alex Yánguez, Francisco Cecilia, Randy Atencio, Juan Carlos Herrera, por estar cuando se les necesita.

A los compañeros que de alguna u otra forma me brindaron sus consejos y apoyo.

A los paisas y estudiantes de la sección por toda su ayuda y apoyo.

A la Escuela Agrícola Panamericana por darme la oportunidad de seguir en la formación de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

Al Lic. Jesús Alberto Arce V. por financiar parcialmente mis estudios tanto en el programa de Agrónomo como en el de Ingeniero Agrónomo.

A mis padres por todo el sacrificio y esfuerzo que han hecho para educarme.

Al IFHARU por su confianza y apoyo durante estos cuatro años.

RESUMEN

Cabrera J., Jimmy O. 2000. Evaluación del óxido de zinc como promotor del crecimiento para cerdos en la etapa de inicio. Proyecto Especial del Programa de Ingeniería Agronómica, Zamorano, Honduras, 14 p.

El uso de aditivos en la alimentación porcina ha sido un factor de vital importancia para mejorar el crecimiento de los animales. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del óxido de zinc (ZnO) como promotor del crecimiento para cerdos en la etapa de inicio. Se utilizaron 64 lechones, 32 hembras y 32 machos castrados, con un peso promedio inicial de 6.26 ± 0.56 kg y 21 días de edad. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones, se evaluaron cuatro niveles de ZnO (0, 1250, 2500 y 3750 ppm), durante las dos etapas postdestete (inicio I que va desde 5 a 15 kg e inicio II de 15 a 20 kg). El promedio de ganancia diaria de peso de los tratamientos fue: 360, 337, 355 y 296 g/día; en el consumo de alimento los promedios fueron: 683, 653, 669 y 557 g/día y la conversión de 1.89, 1.93, 1.88 y 1.88 para los niveles de 0, 1250, 2500 y 3750 ppm, respectivamente. Estas diferencias no fueron significativas. Se concluye que bajo las condiciones en las que se desarrolló el estudio, la inclusión de ZnO en las dietas de inicio, no mejora el crecimiento de los animales, posiblemente debido a los factores ambientales y al manejo establecido.

Palabras Claves: Aditivos, lechones, postdestete.

Dr. Abelino Pitty

NOTA DE PRENSA

USO DE PROMOTORES DE CRECIMIENTO PARA MEJORAR EL CRECIMIENTO DE CERDOS AL DESTETE

El desarrollo deficiente postdestete del lechón, debido a la ausencia de dietas de alta calidad, que nos permitan destetar al cerdo en forma temprana, es una dificultad que enfrentan los productores en la actualidad, debido a que el sistema digestivo del lechón no está apto para digerir dietas complejas. Al realizar un destete temprano (21 días) se reduce el número de días en lactancia y se logra incrementar la productividad de la cerda.

Una de las alternativas en la actualidad para tener un buen resultado postdestete es la utilización de promotores de crecimiento. Según estudios realizados en los Estados Unidos, el óxido de zinc ha mostrado resultados positivos en la búsqueda para maximizar la eficiencia productiva y reproductiva en las piaras o explotaciones porcinas. Las pruebas realizadas revelan que el óxido de zinc, reduce la incidencia de diarreas fisiológicas en los cerdos destetados.

Tomando como base lo anterior, se realizó en Zamorano, Honduras, un estudio entre los meses de abril y julio del 2000, donde se evaluaron cuatro niveles de óxido de zinc como promotor del crecimiento en lechones destetados a los 21 días. La prueba se realizó con 64 lechones, los que al final del ensayo no mostraron efectos positivos por el uso del óxido de zinc en las dietas de inicio.

Los resultados obtenidos concluyen que el óxido de zinc no es recomendable para las dietas de inicio y se recomienda a los productores que continúen con la utilización de las dietas convencionales, mientras se realizan estudios sobre factibilidad del uso del micromineral bajo otras condiciones a las presentadas en este estudio.

Licda. Sobeyda Alvarez

CONTENIDO

Portadilla.....	I
Autoría.....	Ii
Página de firmas.....	Iii
Dedicatoria.....	Iv
Agradecimiento.....	V
Agradecimiento a patrocinadores.....	Vi
Resumen.....	Vii
Nota de prensa.....	Viii
Contenido.....	Ix
Indice de cuadros.....	X
Indice de figuras.....	Xi
Indice de anexos.....	Xii
1. INTRODUCCION.....	1
2. MATERIALES Y METODOS.....	3
2.1 Ubicación del experimento.....	3
2.2 Animales.....	3
2.3 Alojamiento.....	3
2.4 Diseño experimental.....	3
2.5 Tratamientos experimentales.....	4
2.6 Variables medidas.....	4
3. RESULTADOS Y DISCUSION.....	5
3.1 Ganancia diaria de peso.....	6
3.2 Consumo diario de alimento.....	7
3.3 Conversión alimenticia.....	8
4. CONCLUSIONES.....	9
5. RECOMENDACIONES.....	10
6. BIBLIOGRAFIA.....	11
7. ANEXOS.....	13

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Requerimientos nutricionales del lechón..... 4
2. Desempeño general de los lechones..... 5

INDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Ganancia diaria de peso.....	6
2.	Consumo de alimento.....	7
3.	Conversión alimenticia	8

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	Composición y costo (lps/kg) ¹	13
2.	Composición y costo (lps/kg) ²	14

1. INTRODUCCION

La alimentación es un factor de vital importancia en las explotaciones intensivas de cerdos, ya que representa un alto porcentaje de los costos de producción (70 a 80 %), por lo que un buen programa de alimentación determina en gran medida el éxito de la explotación. Por tal razón, durante los últimos años la utilización de aditivos en el alimento ha estado incrementando con el fin de mejorar la eficiencia en la nutrición de cerdos (Serres, 1992).

Los micro minerales, desempeñan un papel en la fisiología del animal y pueden actuar como promotores del crecimiento, permitiendo realizar un destete más temprano de lo normal e incrementando el número de cerdos producidos por hembra por año.

El periodo luego del destete es extremadamente crítico en el manejo de los lechones, ya que estos presentan un desarrollo lento y un estrés asociado con el cambio repentino de dieta. Para evitar una pérdida de peso y tener un rendimiento adecuado, se deben de incluir aditivos, tales como los micro minerales, en las raciones buscando minimizar el estrés al momento del destete (Smith *et al.* , 1996).

El zinc es un aditivo importante para el funcionamiento adecuado de varias enzimas corporales, ayuda a la asimilación de carbohidratos y proteínas y además es un excelente promotor de crecimiento; está ampliamente distribuido a través del cuerpo y juega un papel esencial en los procesos orgánicos (Wedekind *et al.*,1993). La utilización del óxido de zinc (ZnO) en el postdestete previene la ocurrencia de diarreas fisiológicas, facilitando así la implementación del destete precoz (Jensen *et al.*, 1997).

Schell y Kornegay (1994) señalan que la deficiencia de zinc da como resultado un problema de piel denominado paraqueratosis o dermatitis porcina (formación de escamas), el cual se agrava cuando hay altos niveles de fósforo en la dieta, además esta deficiencia provoca pérdida de apetito, crecimiento lento y daño en el desarrollo sexual.

Según Ullrey (1992) los cerdos que presentan el problema de paraqueratosis, responden rápida y claramente a la adición de zinc, incrementando el consumo y la ganancia de peso y presentando una mejora en la piel y lesiones cutáneas.

Según Serres (1992) la adición de ZnO conjuntamente con el CuSO₄ no produce ninguna respuesta positiva en el crecimiento de los animales, sin embargo, al ser utilizados por separado, ZnO (3,000 ppm) o CuSO₄ (250 ppm), incrementan el crecimiento.

Gadd (1998) señala que en los Estados Unidos, el uso de ZnO representa el 1% de los costos de alimentación, lo que no incrementa significativamente los costos de producción y se puede obtener una mejora en el rendimiento de los animales.

La concentración de este elemento es baja en ingredientes de origen vegetal como los granos de cereales y leguminosas, y adecuado en los productos de origen animal tales como la harina de carne y hueso (Rea, sf). Además gran parte del zinc en las harinas de granos y de oleaginosas está asociado con fitatos, lo que dificulta su absorción, debido a que esta es una forma orgánica en gran parte no disponible para los cerdos (Ullrey, 1992).

Kortan (1990) señala que las formas de zinc suplementario incluyen el óxido de zinc, el sulfato de zinc y el carbonato de zinc. La fuente más utilizada es el óxido de zinc por su efecto sobre el crecimiento postdestete, mientras que las otras fuentes no han dado la misma respuesta. En algunos casos se han presentado problemas de toxicidad, por ejemplo, carbonato de zinc a 2,000 ppm causa inflamación del tracto gastrointestinal, artritis y hemorragias (Jensen *et al.*, 1997).

Schell y Kornegay (1994) señalan que el consumo de 0.1% de zinc en forma de lactato de zinc provoca cojeras, mal aspecto y artritis en los cerdos al destete, sin embargo se ha observado que en cerdos de mayor peso no se presentan síntomas debido a un desarrollo más avanzado del sistema óseo.

Según Ullrey (1992) es importante promover el uso de diferentes tipos de dietas, por periodos cortos de tiempo, para llenar en forma exacta los requerimientos del lechón y es aquí donde se pueden aprovechar los promotores de crecimiento para facilitar la preparación de los animales para las dietas a base de maíz y soya usadas en las siguientes etapas de crecimiento y engorde, las cuales resultan ser las mas adecuadas en nuestro medio.

Basado en lo anterior en el Zamorano se evaluaron cuatro niveles de óxido de zinc como promotor de crecimiento en lechones destetados a los 21 días.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 UBICACION DEL EXPERIMENTO

El estudio se realizó en el galpón para lechones destetados de la unidad de ganado porcino del Zamorano, a 30 Km. de Tegucigalpa, con una temperatura media anual de 24°C, a una altitud de 800 msnm y una precipitación media anual de 1,100 mm.

2.2 ANIMALES

Se utilizaron 64 cerdos, 32 hembras y 32 machos castrados, cruces de York, Landrace y Duroc con un peso promedio inicial de 6.3 ± 0.6 kg y una edad promedio de 21 días. Los animales fueron distribuidos en los tratamientos según el sexo (dos hembras y dos machos por tratamiento), peso y origen de la camada.

Todos los lechones fueron desparasitados una semana después del destete y vacunados contra el cólera porcino cinco a seis días después de la desparasitación.

2.3 ALOJAMIENTO

Los cerdos fueron ubicados en corrales elevados a 60 cm, de 1m x 3m de espacio, con piso de rejilla, bebederos automáticos de chupete y alimentadores de tolva. Durante la primera semana se colocaron lámparas incandescentes.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El estudio se llevó a cabo de abril a julio del 2000. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Se realizó un análisis de los datos en el programa “Statistical Analysis System” (SAS[®], 1993) por medio de un análisis de varianza.

Para las variables estudiadas se tomó el corral (n=4) como unidad experimental para un total de 16 unidades experimentales.

2.5 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Los tratamientos fueron:

- T1: Tratamiento control con 0 ppm de ZnO.
- T2: 1250 ppm de ZnO.
- T3: 2500 ppm de ZnO.
- T4: 3750 ppm de ZnO.

Actualmente en el Zamorano se utilizan dos dietas en la etapa de inicio, distribuidas de la siguiente forma:

- Inicio I hasta los 15 kg de peso.
- Inicio II hasta los 20 kg.

La composición de las dietas usadas en el ensayo se presentan en el Anexo 1. Fueron formuladas de acuerdo con las recomendaciones de la National Research Council (NRC, 1998), presentada en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales del lechón.

Etapa	E.M.	Proteína	Lisina	Met.+Cis	Try.	Treo.	Ca	P. Dispo.
	Kcal.	-----%-----						
Inicio 1	3265	23.7	1.35	0.76	0.24	0.86	0.80	0.40
Inicio 2	3265	20.9	1.15	0.65	0.21	0.74	0.80	0.40

* N. R. C. 1998.

2.6 VARIABLES MEDIDAS

- a) Ganancia diaria de peso. Los animales fueron pesados cada siete días.
- c) Consumo diario de alimento. El alimento fue ofrecido *ad-libitum*. El alimento ofrecido se pesó diariamente y se calculó el consumo por diferencia entre lo ofrecido y el remanente en los comederos al final de cada siete días.
- d) Índice de conversión alimenticia. Se calculó dividiendo el consumo de alimento por animal sobre la ganancia de peso diaria por animal.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

La ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y consumo de alimento se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Desempeño general de los lechones.

Detalles	Control	1250 ppm	2500ppm	3750ppm
Número de cerdos	16	16	16	16
Días de experimento	42	42	42	42
Peso inicial, kg	6.5	6.1	6.2	6.0
Peso final, kg	21.3	20.3	21.2	19.0
Ganancia / día /cerdo (g), ns	360	337	355	296
Consumo / día /cerdo (g), ns	683	653	669	557
Conversión alimenticia, ns	1.8	1.9	1.8	1.8

ns. = no significativo.

A los 42 días los lechones alcanzaron el peso esperado (20 kg), con excepción de los que consumieron la dieta con 3,750 ppm de ZnO.

El ZnO no redujo la incidencia de diarreas de los lechones en los primeros días del postdestete, ya que durante la primera semana todos los lechones presentaron este problema. Esto no concuerda con lo reportado por Jensen *et al.*, (1997), con lechones destetados a los 21 días, de que en un periodo de dos semanas postdestete, 2,500 ppm de ZnO resulta beneficioso para la prevención de diarreas fisiológicas, atribuyéndose esto al equilibrio que presenta la flora intestinal y la diversidad de coliformes. En las dietas utilizadas en el presente estudio no se incluyeron productos lácteos u otros ingredientes que son adecuados para destete precoz, lo que pudo haber inducido la presencia de la diarrea durante la primera semana.

3.1 GANANCIA DIARIA DE PESO

La ganancia diaria de peso fue similar en todos los tratamientos con 337 g/día, aunque se observó una ligera ventaja para el control (360 gr/día) (Cuadro 2). Al realizar un destete precoz y una alimentación en fases, se espera que durante la primera fase de alimentación, los cerdos tengan un menor rendimiento que durante las fases posteriores. En la Figura 1 se presenta la ganancia diaria de peso en cada una de las fases del programa de alimentación.

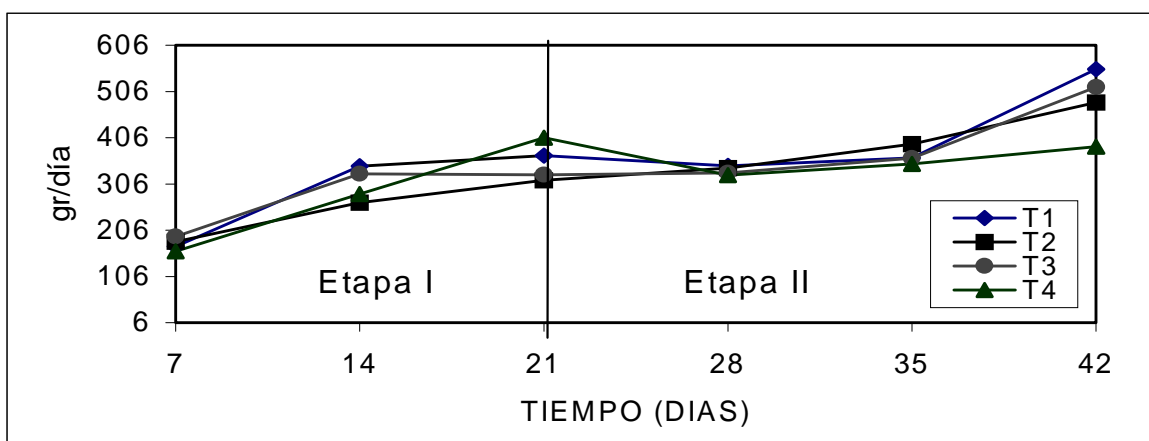


Figura 1. Ganancia diaria de peso.

La ganancia diaria de peso aumentó a partir del día siete hasta el día 21 (etapa I), obteniendo una ganancia diaria promedio de 294, 253, 282 y 283 g/día para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente, las cuales están dentro de lo estándares sugeridos por el National Research Council (NRC, 1998).

Durante esta etapa el uso de óxido de zinc no trajo ningún beneficio ya que el tratamiento con mejor respuesta fue el control con el cual se obtuvo un incremento del 7% sobre el promedio de los otros tratamientos, lo cual no concuerda con lo reportado por Smith *et al.*, (1996), quienes observaron que al utilizar 3,000 ppm de ZnO en las raciones durante las primeras dos semanas postdestete el crecimiento aumenta de un 20 a 25 %. Igualmente, Carlson *et al.*, (1998), señala que la utilización de concentraciones farmacológicas de zinc, proporcionada como ZnO entre 2,000 y 3,000 ppm en las primeras dos semanas postdestete, realza el crecimiento y por su parte Katouli *et al.*, (1999), aducen que durante estas dos semanas hay una mejor estabilidad de la microflora intestinal y diversidad de coliformes. Este efecto no se observó en el presente estudio, en el cual se observaron presencia de diarreas durante la primera semana.

Pasado la primera fase del destete, el uso de ZnO no tiene un efecto positivo, ya que se han observado problemas de absorción por el organismo de los cerdos (Smith *et al.*, 1996), lo cual concuerda con el presente ensayo ya que el rendimiento observado fue similar en todos los tratamientos.

Durante la segunda fase del programa de alimentación, la ganancia diaria promedio fue: de 420, 404, 402, y 353 g/día para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente.

Al realizarse el cambio a la dieta de fase II, se observó una disminución en la ganancia diaria de peso durante la primera semana de esta etapa y que volvió a incrementar hasta el día 42. Dicha disminución se atribuye al cambio de alimento, ya que la harina de pescado disminuye. Además hay una disminución de la concentración de los nutrientes contenidos en esta dieta tales como proteína y aminoácidos. En este periodo también se observaron pequeñas diferencias entre los tratamientos con una mejor del control.

Con excepción de los cerdos del tratamiento cuatro, los animales presentaron un desempeño adecuado, ya que al finalizar la II etapa alcanzaron el peso esperado (20 kg), lo que indica que se puede implementar un programa de alimentación de dos fases.

3.2 CONSUMO DIARIO DE ALIMENTO

No hubo diferencias en el consumo, con un promedio para todos los tratamientos de 640 g/día, y un mayor consumo en el control (T 1). En la Figura 2 se presenta el consumo de alimento en cada una de las fases del programa de alimentación.

Durante la primera etapa del programa de alimentación el consumo diario promedio fue de 500, 431, 464 y 454 g/día para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente, los cuales son consumos esperados durante este período.

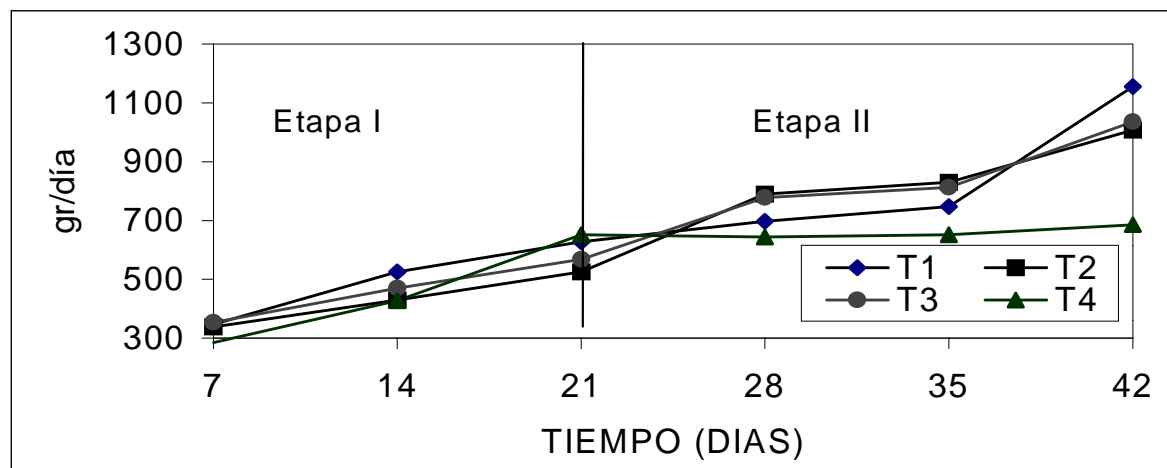


Figura 2. Consumo de alimento.

Pollman y Peo (1994) señalan que el consumo inadecuado de concentrado durante el periodo inmediato al destete, manifestado por ayuno voluntario y posterior sobrealimentación, contribuye a la inflamación intestinal perturbando así el desarrollo de los animales debido al estrés ocasionado.

Durante la segunda etapa, el consumo promedio fue: 866, 875, 875 y 660 g/día para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente.

3.3 INDICE DE CONVERSION ALIMENTICIA

Durante la primera fase no hubo diferencias entre tratamientos, observándose un índice promedio de 1.89. Sin embargo, se observó una mejor conversión para el T1 comparado con el resto de tratamientos (1.70, 1.77, 1.82 y 1.85 respectivamente). En la Figura 3 se presenta la conversión alimenticia en cada una de las fases del programa de alimentación.

En la segunda etapa, la conversión promedio fue de: 2.08, 2.10, 1.94 y 1.91 para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro respectivamente, obteniendo la menor conversión el tratamiento cuatro.

Aunque el tratamiento cuatro resultó en la menor ganancia de peso, estos animales también tuvieron un menor consumo y a la vez una baja conversión alimenticia, por lo que podría considerarse su uso si el costo adicional del ZnO en la dieta no es significativo.

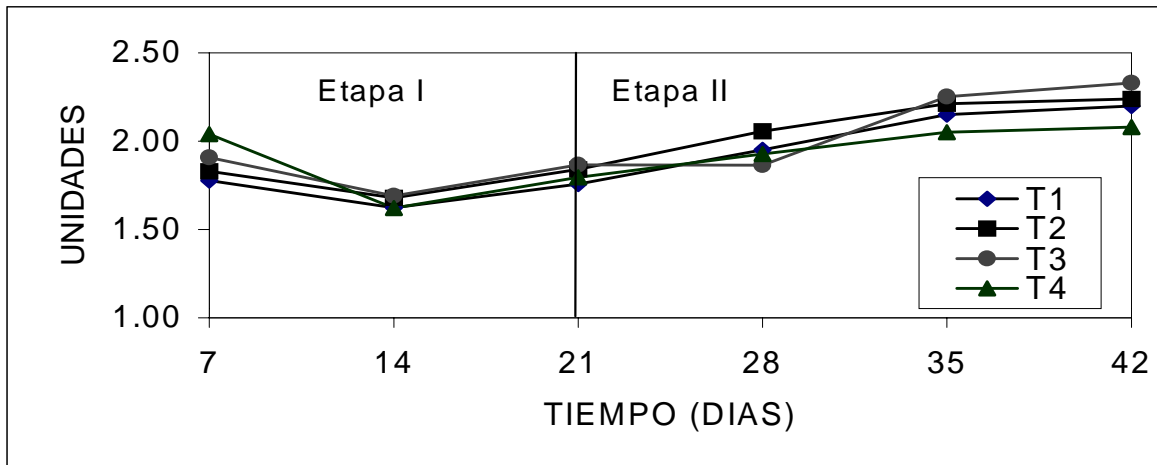


Figura 3. Conversión alimenticia.

4. CONCLUSIONES

Basado en los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que:

- Bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, la inclusión de ZnO en las dietas de inicio no presenta un efecto positivo sobre las variables analizadas.
- El destete a los 21 días presenta el problema de diarreas fisiológicas de los lechones en los primeros días postdestete, las cuales no son prevenidas al utilizar el ZnO en la dieta.
- El cambio de alimento de fase I a fase II provoca una disminución en las ganancias de peso durante la primera semana de la segunda etapa.

5. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio se recomienda:

- Evaluar el uso de ZnO en lechones destetados a los 28 días de edad.
- Al realizar el cambio de la dieta de inicio I a inicio II, hacerlo en una forma gradual, para evitar el efecto negativo al reducir la harina de pescado.
- Estudiar las posibles interacciones entre el ZnO y el Sulfato de Cobre en las dos etapas del período de inicio.

6. BIBLIOGRAFIA

CARLSON, M.S.; HILL, G.M.; LINK, J.E. 1998. Early-and traditionally weaned nursery pigs benefit from phase-feeding pharmacological concentration of zinc oxide: effect on metallothionein and mineral concentrations. *Res. Vet. Sci.* 64: 225-231.

GADD, J. 1998. Alternatives to antibiotic growth promoters. *J. Anim. Sci.* 72:3030-3038.

JENSEN, W.M.; MELIN, L.; LINDBERG, R.; JOHANNISSON, A.; PETERSON, L.; WALLGREN, P. 1997. Dietary zinc oxide in weaned pigs-effects on performance, tissue concentrations, morphology, neutrophil functions and faecal microflora. *Vet. Microbiol.* 54: 287-300.

KATOULI, M.; MELIN, L.; JENSEN, M.; WALLGREN, P.; MOLLBY, R. 1999. The effect of zinc oxide supplementation on the stability of the intestinal flora with special reference to composition of coliforms in weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 77:1199-1207.

KORTAN, J. 1990. Minerales para porcinos. Compendio de la industria porcina. Universidad del Estado de Dakota del Sur. *Pig Industry Handbook-52*.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1998. Nutrient requirements of swine. 9 ed. Washington, D. C., Estados Unidos. National Academy Press. 189 p.

POLLMAN, S.; PEO, E. 1994. Minerales para porcinos. Compendio de la industria porcina. Decatur, Indiana. *Pig Industry Handbook-52*.

REA, J. Minerales para porcinos. Compendio de la industria porcina. Universidad de Missouri. *Pig Industry Handbook-52*.

SAS Institute. 1993. SAS[®] User's Guide Statistics. Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

SHELL, T.C.; KORNEGAY, E.T. 1994. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO₄. *J. Anim. Sci.* 72: 2681-2689.

SERRES, H. 1992. Manual of pig production in the tropics. Trad. By Julian Wiseman, Wallingford, London Redwood Press Ltd. 262p.

SMITH, J.W.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSSSEN, J.L.; RICHERT, B.T. 1996. Effects of the interrelationship between zinc oxide and cooper sulfate on growth performance of early-weaned pigs. J. Anim. Sci. 74: 1584-1593.

ULLREY, E. 1992. Minerales para porcinos. Compendio de la industria porcina. Universidad del Estado de Michigan. Pig Industry Handbook-52.

WEDEKIND, K.J.; LEWIS, A.J.; GIESEMAN, M.A.; MILLER, P.S. 1993. Bio-availability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed cornsoybean meal diets. J. Anim. Sci. 71: 3020-3024.

7. ANEXO

Anexo 1. Composición y costo (Lps / kg)¹.

Ingredientes	INICIO I			
	T1	T2	T3	T4
	-----%-----			
Maíz	53.67	53.55	53.42	53.30
Aceite	1.30	1.30	1.30	1.30
Harina de pescado	10.50	10.50	10.50	10.50
Harina de soya	29.50	29.50	29.50	29.50
Biofós	1.00	1.00	1.00	1.00
Adoxina	0.23	0.23	0.23	0.23
Melaza	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamina para cerdos	0.30	0.30	0.30	0.30
Oxido de zinc	-----	0.125	0.250	0.375
Total	100	100	100	100
(Lps / kg) ¹	4.83	4.92	5.00	5.09
Aumento de costo (%)	-----	1.8	3.5	5.3

¹Taza de cambio 14.50 lempiras por un dólar.

Anexo 1. Composición y costo (Lps / kg)².

Ingredientes	INICIO II			
	T1	T2	T3	T4
	-----%-----			
Maíz	57.77	57.65	57.52	57.30
Aceite	1.30	1.30	1.30	1.30
Harina de pescado	5.00	5.00	5.00	5.00
Harina de soya	30.00	30.00	30.00	30.00
Biofós	1.20	1.20	1.20	1.20
Carbonato Ca	0.70	0.70	0.70	0.70
Adoxina	0.23	0.23	0.23	0.23
Melaza	3.00	3.00	3.00	3.00
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50
Vitamina para cerdos	0.30	0.30	0.30	0.30
Oxido de zinc	-----	0.125	0.250	0.375
Total	100	100	100	100
Costo ((Lps / kg) ²	4.30	4.38	4.47	4.56
Aumento de costo (%)	-----	1.8	3.9	6.0

²Taza de cambio 14.50 lempiras por un dólar.