

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



Desempeño Productivo de Cerdas Primíparas (*Sus scrofa domesticus*) Suplementadas con Zinc en el Último Tercio de Gestación

Por

YORFE ARAHÓN PÉREZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2010.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL

**Desempeño Productivo de Cerdas Primíparas (*Sus scrofa domesticus*)
Suplementadas con Zinc en el Último Tercio de Gestación**

Por:

Yorfe Arahón Pérez López

Tesis

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

APROBADA

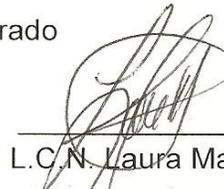


Dr. Ramón Florencio García Castillo
Presidente del Jurado



M. C. Luis Rodríguez Gutiérrez

Vocal



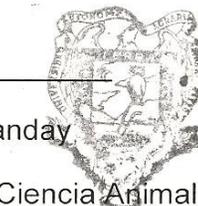
L.C.N. Laura Maricela Lara López

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO" Vocal



Ing. José R. Peña Oranday

Coordinador de la División de Ciencia Animal



COORDINACION DE
CIENCIA ANIMAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2010

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por ser luz y guía en mi camino, por darme el valor y las fuerzas para seguir luchando en cada momento de mi vida, por darme la oportunidad de compartir con mis compañeros los buenos y malos momentos de mi vida.

A mis padres, **Sra. Alicia López y Sr. Vidal Pérez**, por darme la vida, la educación, por el amor y el cariño que siempre me han dado, por la confianza que me han tenido. Por darme la oportunidad de tomar mis propias decisiones en mi vida.

A mis hermanas **Eloisa y Vidalia**, a mi hermano **Eriberto** que siempre están conmigo en todo momento, por la confianza que siempre me han brindado, su apoyo moral, por el amor y cariño que me tienen.

A mi ALMA MATER, por haberme cobijado durante toda mi carrera y de darme la oportunidad de desarrollarme como persona y profesionista.

Al Dr. Ramón F. García Castillo, por darme la oportunidad de trabajar en este proyecto, por el apoyo incondicional que me ha brindado siempre.

A los(a) laboratoristas, Laura Maricela, Blanquita Rodríguez y Carlos Arévalo por el apoyo que me brindaron en los análisis químicos realizados, al ingeniero Luis por el apoyo para el análisis estadísticos de los datos.

A mis compañeros(as) Erika, Saloome, Ana Belly, Tere, Angy, Elena, Gaby, Ange, Orlando, Luis, Celestino y a todos de mi generación que siempre han estado a mi lado.

Y a todas aquellas personas que de cualquier forma estuvieron apoyándome en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS quien me ha guiado en mi camino para llegar hasta donde ahora me encuentro, y de seguir adelante luchando por nuevos retos.

A mis padres, **Sra. Alicia López y Sr. Vidal Pérez**, primero por darme la vida, por hacer de mi un hombre de buenos principios, por el apoyo que siempre me han brindado donde me encuentre.

A mis hermanas **Vidalia** y **Eloisa** y a mi hermano **Eriberto**, que siempre han estado en todo momento en mi vida y el apoyo incondicional que me brindan.

Y en especial a mis sobrinos: Citlali y Lisandro

| ÍNDICE DE CONTENIDO | PAGINAS |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| AGRADECIMIENTOS | III |
| DEDICATORIA | IV |
| ÍNDICE DE CUADROS | VI |
| ÍNDICE DE FIGURAS | VII |
| I.- INTRODUCCIÓN | 1 |
| II.- REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| Requerimientos nutricionales de la hembra gestante..... | 3 |
| Nutrición de la hembra primípara gestante..... | 3 |
| Aumento de peso de la hembra primípara durante la gestación..... | 4 |
| La cerda y su camada..... | 4 |
| Necesidades de minerales..... | 5 |
| Funciones del zinc..... | 5 |
| Fuentes de zinc..... | 6 |
| Deficiencias de zinc..... | 6 |
| Toxicidad por zinc..... | 7 |
| III.- MATERIALES Y MÉTODOS | 8 |
| Ubicación del área de trabajo..... | 8 |
| Distribución de los animales y tratamientos..... | 8 |
| Alimentación y manejo de la cerda y su camada..... | 9 |
| Toma de muestras de sangre de lechones al destete..... | 10 |
| Composición y análisis químico de la dieta..... | 10 |
| Análisis estadístico..... | 11 |
| IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 12 |
| Peso del lechón, la camada y número de lechones por camada al nacer..... | 12 |
| Peso del lechón, de la camada y numero de lechones por camada al destete..... | 12 |
| Incremento de peso total y por día por lechón..... | 13 |
| Destete y mortalidad (%)..... | 13 |
| Peso de la cerda al destete..... | 14 |
| Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete..... | 16 |
| Electrolitos en suero sanguíneo de lechones al destete..... | 17 |
| V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 22 |
| VI.- RESUMEN | 22 |
| VII.- LITERATURA CITADA | 23 |
| ANEXOS | 28 |

ÍNDICE DE CUADROS

PAGINAS

Cuadro 1.

Composición química y energética de la dieta suplementada con zinc orgánico para alimentar cerdas primíparas en el último tercio de gestación..... 9

Cuadro 2.

Peso del lechón, de la camada y número de lechones al nacer y al destete; incremento de peso total y por día por lechón; porciento de de destete y mortalidad, y peso de la cerda al destete..... 15

Cuadro 3.

Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete..... 17

Cuadro 3.

Minerales en suero sanguíneo de lechones al destete..... 18

ÍNDICE DE FIGURAS

PAGINAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. | |
| Número y peso del lechón al nacer y peso de la camada al nacer..... | 19 |
| Figura 2. | |
| Resultados productivos de camadas al destete..... | 19 |
| Figura 3 | |
| Incremento de peso total y por día por lechón..... | 20 |
| Figura 4. | |
| Porciento de destete y mortalidad..... | 20 |
| Figura 5. | |
| Peso de la cerda al destete..... | 21 |
| Figura 5. | |
| Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete..... | 21 |
| Figura 6. | |
| Minerales en suero sanguíneo de lechones al destete..... | 22 |

I.- INTRODUCCIÓN

La producción de la cerda vientre es la cantidad de lechones al parto, al año o a través de su vida reproductiva. Esta producción puede ser influenciada por factores tales como el tamaño de la camada, intervalo entre partos y el número de camadas producidas antes de que la cerda sea desechada (Kroes y Van Male, 1979).

La entrada de la cerda primípara en el sistema productivo y la optimización de su vida productiva depende de la combinación de buenas estrategias: a) manejo nutricional, y b) manejo sanitario; para asegurar una máxima productividad en su primer parto y garantizar una buena longevidad productiva (Becerra y Trujillo, 2004).

Cumplir con los requerimientos nutricionales para la hembra pre-púber y gestantes se reflejará en el comportamiento productivo de la misma. El cómo se alimenta a la cerda es tan importante como el contenido nutrimental del alimento que se suministra (Jasso, 1998).

Una hembra con buen desarrollo corporal puede concebir y producir su primera camada normal, pero si las reservas corporales (grasas) como las nutrimentales son deficientes e inadecuadas, no podrá mantener un nivel productivo óptimo en los siguientes partos (NRC, 1998; Mota *et al.* 2004).

Se recomienda que en una cerda primípara de 120 kg reciba 1.8 kg de alimento con aproximadamente 5.8 Mcal ED/g día respectivamente. Estas cantidades pueden variar algo según la ración empleada y la condición corporal del animal (NRC, 1998).

Por otro lado, deficiencias de elementos minerales como el zinc, pueden causar pérdida de apetito, retardo en el crecimiento, diarrea, lesiones oculares y de piel, tardanza en la cicatrización de las heridas y la mala absorción del mineral (NRC, 1988, 1998). Aunado a esta situación, la disponibilidad de zinc presente en los cereales y proteínas vegetales es baja (Schell y Kornegay, 1996; Hill *et al.* 1986).

La utilización de zinc orgánico puede mejorar el comportamiento productivo de la cerda primípara. El zinc orgánico posee mayor disponibilidad que la fuente inorgánica. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la suplementación de zinc orgánico en la alimentación de cerdas primíparas en el último tercio de gestación, por medio de: peso, número del lechón y camada al nacer y al destete; ganancia de peso por día por lechón. Determinación de contenido de minerales (Ca, P, Cu, Mg y Zn) y metabolitos (Glucosa, creatinina, urea, proteínas totales y colesterol) en suero sanguíneo.

HIPÓTESIS

Ho. Cerdas alimentadas con una dieta a base de sorgo y soya sin adición de zinc orgánico no mejora su desempeño productivo.

Ha. Cerdas alimentadas con una dieta a base de sorgo y soya con adición de zinc orgánico mejora su desempeño productivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Requerimientos nutricionales de la hembra gestante.

Las necesidades nutricionales de las cerdas en producción difieren en cada etapa, por lo que las dietas destinadas para ellas normalmente en la etapa de gestación y de lactación, deben estar suplementadas con vitaminas y minerales y con un equilibrio tanto proteico como energético para una mejor producción (NRC, 1998; Caine *et al.* 2001).

En los dos primeros tercios de gestación los requerimientos nutricionales de la cerda son muy ligeramente similares a las de mantenimiento. Sin embargo, en el último tercio, que en este caso nos interesa; las necesidades fisiológicas se incrementan considerablemente ya que en esa etapa se presenta el 70% del desarrollo y crecimiento de los fetos (García *et al.* 2004; Fraga, 1985; NRC, 1998).

Nutrición de la hembra primípara gestante.

Una vez cubiertas, las cerdas primíparas deben recibir diariamente de 2 a 2.5 kg de alimento balanceado con 17% de proteína y 3.2 Mcal EN/kg. Ya que continúan su crecimiento. La ganancia de peso corporal de las cerdas (sin tomar en cuenta a los fetos ni a los líquidos) es de alrededor de 35 kg para las jóvenes y como máximo 20 kg por gestación para las adultas (Shimada, 2003).

Es de suma importancia alimentar a la cerda primípara durante su periodo gestante en el último tercio, es aquí donde el feto experimenta un acelerado crecimiento a pesar que su suerte se determina con anterioridad (Cuna *et al.* 1944). La tendencia de aumentar la cantidad de alimento en el último tercio de gestación de la cerda mejora la condición de la misma en el periodo de pre-parto y lactación (Cromwell *et al.* 1989).

Aumento de peso de la hembra primípara durante la gestación

La pérdida de peso de la hembra durante la lactancia varía en función del tamaño de la camada, el estado corporal del animal, la cantidad de alimento ofrecido y la producción láctea de la misma, es por eso que durante la gestación debe acumular suficiente reservas para emplearlas durante esta etapa (Clowes *et al.* 2003a). Una primípara debe ganar peso durante la gestación de 45 a 60 kg. Este aumento en peso cubre las pérdidas de peso al parto y de la lactación; lo que permite que pese aproximadamente lo mismo al destete de la camada que en el momento de la monta (Cunha, 1966). De allí la importancia de establecer un buen programa alimenticio para tener una mejora productiva y mayores ingresos (Scarborough, 1989).

La cerda y su camada

La cerda puede alimentarse considerando el número de lechones nacidos: 4 kg si tuvo de uno a cuatro lechones y 500 g adicionales por cada lechón. O sea que una cerda con cinco lechones recibirá 4.5 kg de alimento; una con seis comerá 5 kg y así sucesivamente. (Shimada, 2003). Sin embargo, NRC, 1998 recomienda de 5 a 7 kg/cerda/día.

El lechón, al nacer recibe el calostro el cual es rico en principios protectores contra enfermedades. El consumo adecuado del calostro se enfatiza como un factor determinante y asegurar la salud y supervivencia de la camada (Cancellón, 1980; Fraser, 1984; Goasduf, 2000).

Necesidades de minerales.

Los requerimientos de zinc en aves y cerdos son de 10 a 15 ppm; sin embargo, al emplear soya y ajonjolí como fuente proteica, se recomienda complementar con 50 ppm (Shimada, 2003).

Durante las dos últimas semanas de gestación ocurre una deposición mineral en la cerda gestante, sobre todo en la última ya que en ésta los fetos experimentan la mayor mineralización, además tiene un efecto directo sobre la integridad del epitelio de recubrimiento de la glándula mamaria (Maxon y Mahan, 1986; Fraga, 1985; FEDNA, 2006)

Funciones del Zinc

El zinc está relacionado con la replicación celular y el desarrollo de cartílagos y huesos, participa en numerosos sistemas enzimáticos; es necesario para el mantenimiento del crecimiento, metabolismo, una adecuada reproducción y regulación hormonal, además es esencial también para la queratinización y para las funciones inmunológicas (Dozier, 2004; Merck, 2000).

Fuentes de zinc

El contenido de zinc en cereales y semillas de leguminosas es relativamente bajo, la distribución no es homogénea siendo las cubiertas más ricas que las partes internas. Por tanto, salvado y gluten son buenas fuentes de Zn y las proteínas de origen animal, (FEDNA, 2004).

El Zinc se encuentra en gran cantidad en la piel, pelo y lana de los animales. Algunas enzimas de los animales contienen cinc, como la carbónico anhidrasa, carboxipeptidasa pancreática, lactato deshidrogenasa, alcohol deshidrogenasa, fosfatasa alcalina y timidina quinasa (Shimada, 2003).

Deficiencias del zinc

Una deficiencia del zinc ocasiona retardo en el crecimiento por la disminución del apetito, diarrea, lesiones oculares y de piel, ocasionando paraqueratosis y tardanza en la cicatrización de heridas entre otras alteraciones. Este problema puede agravarse por los altos niveles de calcio en la ración, se puede mejorar si se bajan los niveles de calcio y se aumenta el fósforo. Los cerdos que reciben raciones suplementadas con altos niveles de cobre, como estimulante del crecimiento, tienen mayores necesidades de cinc. (NRC, 1998). También se puede presentar reducción del desarrollo de los tendones y otras alteraciones óseas (Merck, 2000).

Hedges *et al.*, 1976, encontraron que cerdas primíparas alimentadas con raciones bajas en Zn (4 a 5 mg/kg) durante el último tercio de gestación ocasionó paraqueratosis en algunas de ellas, retardo en el momento del parto y prolongó el periodo de éste. Actualmente los minerales traza se emplean no solo para corregir deficiencias sino como un mejorador de sistemas productivos.

Toxicidad del zinc

Aunque se han publicado casos de toxicidad por zinc, la mayoría de los animales presentan gran tolerancia a este elemento. Está comprobado que las cantidades excesivas del mineral en las raciones reducen el consumo de alimento y pueden provocar la deficiencia de otros como el cobre. En términos generales, una toma excesiva de zinc raramente causa la muerte aunque se han reportado casos de cerdos que murieron después de consumir casi 200 gramos de Zn en forma de lactato (Sánchez, 1968).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del área de trabajo

Este trabajo se realizó en la Unidad Metabólica, Laboratorio de Producción Animal, Laboratorio de Nutrición Animal y Laboratorio de Vinculación y Desarrollo del Departamento de Suelos, en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El clima de la región es BSo kx'(w) (e) que se caracteriza por ser seco o árido, el más seco de los BS, con régimen de lluvias entre el verano e invierno, precipitación media anual de 225 mm y temperatura media anual de 17.7 °C. Sus coordenadas son: 25°22' Latitud Norte y 101°00' Longitud Oeste, a una altitud de 1742 msnm (García, 1987).

Distribución de los animales y tratamientos

Se utilizaron 12 hembras primíparas, cruce comercial (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace). Fueron distribuidas al azar en dos grupos de 6 en corrales individuales; equipados con comederos y bebederos automáticos. Como suplemento en la dieta se utilizó zinc orgánico (Availa®Zn 100 de Zinpro) en el último tercio de gestación (35 días antes del probable parto) conformando el grupo testigo T1 sin adición de zinc (SZ) y T2, 30 g de zinc/100 kg de alimento (CZ) (Cuadro 1)

Alimentación y manejo de la cerda y su camada

Se ofreció 2.0 y 4.0 kg/día de alimento en el periodo gestante y lactación respectivamente, de acuerdo a tablas 10-7 y 10-9 de composición de alimentos NRC, (1998). El alimento se ofreció por la mañana a la misma hora (9:00 - 9:30). La cerda se pesó al día del destete.

Cuadro 1. Composición química y energética de la dieta suplementada con zinc orgánico* para alimentar a cerdas primíparas en el último tercio de gestación.

| Nutrimentos (%) | Base húmeda | Base seca |
|------------------------------------|-------------|-----------|
| Humedad | 10.25 | ----- |
| Materia seca total | 89.75 | 100 |
| Cenizas | 5.89 | 6.56 |
| Grasas | 2.57 | 2.86 |
| Fibra cruda | 3.30 | 3.68 |
| Proteína | 18.25 | 20.33 |
| Extracto libre de nitrógeno | 69.99 | 77.98 |
| NDT | 83.53 | 93.07 |
| ED Mcal/kgMS | 3.68 | 4.10 |
| EM Mcal/kgMS | 3.53 | 3.93 |

* Availa Zn 100 de Zinpro®

NDT= Nutrientes digestivos totales

ED= Energía Digestible

EM= Energía Metabolizable

Mcal/kgMS= Megacalorías por kilogramo de materia seca

La dieta se preparó a base de sorgo y soya suplementada con 30 gr/ton de Availa Zinc 100 de Zinpro®

Al momento del parto se identificó los lechones (por muescas) y se tomó el peso individual del lechón. Esta práctica se repitió al día de destete (25 días de edad promedio). Los 25 días de lactantes, los lechones solo recibieron dieta líquida. La ganancia de peso total se obtuvo por diferencia del peso al destete y al nacer, y la ganancia diaria por división de peso al destete entre los días de prueba.

Toma de muestras de sangre de lechones al destete

Tres lechones de cada camada fueron seleccionados al azar. A cada uno se le tomó muestras de sangre. La sangre se dejó en reposo media hora para posteriormente centrifugarlas y separar el suero para su posterior análisis.

El suero se analizó en un Espectrofotómetro Genesys™ para determinar el contenido de metabolitos (Glucosa, creatinina, urea, proteínas totales y colesterol) y en un Espectrofotómetro de absorción atómica AA-1275 series Varian para determinar el contenido de minerales (Ca, P, Cu, Mg y Zn).

Composición y análisis químico de la dieta

Las dietas fueron isoproteicas e isoenergéticas conteniendo un 20.33 % proteína y 3.93 Mcal EM/kg MS para gestación (**Cuadro 1**). Muestras de alimento fueron analizadas para determinar materia seca total (MST) a 105° C, Se analizó el extracto etéreo (EE). El contenido de proteína cruda (PC) fue analizado según el procedimiento Kjeldahl, % N x 6.25 (AOAC, 1997). El contenido de energía metabolizable (EM) se estimó de acuerdo a (Crampton y Harris, 1969).

Análisis estadístico

Para analizar estadísticamente los resultados de número y peso del lechón y la camada al nacer y al destete; ganancia diaria de peso, por ciento de destete y mortalidad y peso de la hembra al destete; así también para el contenido de metabolitos y minerales en suero sanguíneo fueron evaluados usando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS® versión 9.0), con el procedimiento General Linear Models (GLM), utilizando un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con dos tratamientos e igual número de repeticiones, considerando a cada repetición (cada cerda) como una unidad experimental (Stell y Torrie, 1980).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Peso del lechón, la camada y número de lechones por camada al nacer

Estadísticamente, los resultados obtenidos no presentan ninguna diferencia significativa ($P \geq 0.05$). Sin embargo numéricamente los lechones nacidos de cerdas suplementadas son ligeramente 0.15 kg más pesados que las que no se suplementaron (**Cuadro 2**). Lechones por camada en cerda SZ obtuvo 0.9 lechón y en peso de la camada 0.43 kg más. Al comparar estos valores con los resultados obtenidos por Jaime, (2006), al evaluar dietas en cerdas gestantes en segundo y tercer parto, sin adición de zinc; T2, 18.2 g de zinc/100 kg de alimento, T3, 36.3 g de zinc/100 kg de alimento. Se observan similar comportamiento. El número y peso de lechones al nacimiento no fue diferente entre tratamientos ($P \geq 0.05$). García *et al.* (2006a) encuentran diferencia ($P \leq 0.05$) entre el número de lechones al nacer al utilizar altos niveles de Biotina en cerdas púberes y gestantes. Además estos investigadores no encuentran respuesta en peso del lechón al nacer. Todo lo contrario el testigo tuvo un promedio de peso de 1.326 kg mientras que el tratamiento con mayor contenido en Biotina disminuyó hasta 0.113 kg de peso al nacer con respecto al tratamiento testigo. Los niveles de zinc utilizados por Hedges *et al.* (1976), al trabajar con cerdas primíparas suplementadas con 4 y 5 ppm de zinc en el último tercio de gestación; provocó problemas de la piel paraqueratosis en algunas de ellas, retardo y prolongación del parto.

Peso del lechón, de la camada y número de lechones por camada al destete

No se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en las variables peso del lechón, de la camada y número de lechones por camada al destete. Numéricamente existe una diferencia contrastante. Para el grupo testigo produjo 1 lechón más por camada al destete; 0.67 y 10.99 kg más para peso del lechón y peso de la camada respectivamente (**Cuadro 2**).

Incremento de peso total y por día por lechón

La variable incremento de peso total por lechón, no se encuentra diferencia significativa ($P \geq 0.05$). Para los dos grupos se tiene un incremento de 3.51 kg. Para la variable incremento por día tampoco se presenta diferencia ($P \geq 0.05$) (**Cuadro 2**). Sin embargo numéricamente para el grupo testigo los resultados son más altos que los del tratamiento.

Destete y mortalidad (%)

Existe una relación entre el porcentaje de destete y el porcentaje de mortalidad; entre menor es el porcentaje de mortalidad mayor es el porcentaje de destete (**Cuadro 2**). Estadísticamente estas dos variables no presentan ninguna diferencia significativa ($P \geq 0.05$). Pero numéricamente el grupo testigo tiene mayor porcentaje de destete (2.7 % más). Comparándolo con los resultados obtenidos por Jaime, (2006), obtuvo mejores resultados con 18.2 g zinc /100 kg de alimento que con los de este experimento (30.0 g zinc/100 kg de alimento). El peso de la camada al destete fue de 45.6, 66.02 y 47.01 para T1, T2 y T3, respectivamente. Al destete, la ganancia de peso (kg/d) por lechón así como el número de lechones destetados y la mortalidad (%) no fue afectado por la adición de zinc. Concluye 18.2 g zinc/100 kg de alimento de cerdas suplementadas con zinc puede mejorar el peso al destete de la camada. Tampoco observaron García *et al.* (2004) diferencia estadística ($P \geq 0.05$) al utilizar como L-metionina en cerdas primerizas gestantes. Estos investigadores concluyen que la adición de como L-metionina (0,300 y 600 ppb), no mejoró el número y peso de los lechones al nacer, ni al destete.

Peso de la cerda al destete

Una cerda primípara en lactación requiere un promedio de 5.0 kg diarios de alimento, unos 800 g de proteína y 14.0 Mcal EM/día (NRC, 1998). En el caso que nos ocupa, de acuerdo a la dieta ofrecida, las cerdas consumieron 5.0 kg de alimento por día, 1000 g de proteína y 19.65 Mal EN/día. Quizá pareciera un consumo elevado de nutrimentos y energéticos. Pero esta situación obedece al contenido de nutrimentos de la leche de la cerda durante las primeras semanas es mucho más exigente que el depósito de nutrimentos en los fetos e membranas placentarias durante el periodo de gestación.

El peso de la cerda al destete presentó diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Los pesos de las cerdas al destete fueron 117.8 y 143.8 kg; para tratamientos SZ y CZ respectivamente. El grupo de cerdas que recibió el zinc orgánico en su dieta tuvo 22.0 % mayor peso que las cerdas del grupo testigo. Las cerdas primíparas en gestación ganan aproximadamente, 25 kg de peso durante este periodo y cerda de 20 kg por los productos de la concepción (fetos, membranas fetales, líquido, etc) lo cual representa un incremento de peso aproximado de 45.0 kg en el periodo de gestación. Sin embargo, por lo general, las cerdas que ganan más peso en gestación, son las que pierden más peso en lactación (NRC, 1998). Se pudiera correlacionar con número de lechones por camada al nacimiento y al destete.

La densidad energética y el contenido proteico de la leche de la cerda son muy altos; sólidos totales 19.4 %, grasa 7,2% y proteína 6.1%. Por otro lado, si el consumo de energía de la dieta no es adecuado para mantener las demandas de mantenimiento y producción de leche, la cerda llega a agotar sus reservas corporales. Por lo tanto, el tejido podría mobilizarse para proveer los nutrimentos necesarios para producción de leche (NRC, 1998).

Cuadro 2. Peso del lechón, de la camada y número de lechones al nacer y al destete; incremento de peso total y por día por lechón; porciento de destete y mortalidad, y peso de la cerda al destete.

Cinc* 300 g/Ton.

| Variables | Testigo | Alimento | EE | F>P |
|-----------------------------------|----------------|-----------------|-----------|---------------|
| Lechones totales al nacer (#) | 61 | 56 | ---- | ---- |
| Lechones/Camada al nacer (#) | 10.2 | 9.3 | 1.239 | 0.645 |
| Peso del lechón al nacer (kg) | 2.045 | 2.197 | 0.143 | 0.470 |
| Peso de la camada el nacer (kg) | 20.86 | 20.43 | 2.157 | 0.634 |
| Lechones totales al destete (#) | 51 | 45 | ---- | ---- |
| Lechón/Camada al destete (#) | 8.5 | 7.5 | 1.025 | 0.506 |
| Peso del lechón al destete (kg) | 5.97 | 5.30 | 0.225 | 0.062 |
| Peso de la camada al destete (kg) | 50.72 | 39.73 | 5.245 | 0.190 |
| Incremento total /lechón (kg) | 3.92 | 3.10 | 0.284 | 0.068 |
| Incremento/día/lechón (kg) | 0.157 | 0.124 | 0.012 | 0.050 |
| Porcentaje de destete % | 83.33 | 80.65 | 0.126 | 0.971 |
| Porcentaje de mortalidad % | 16.67 | 19.35 | 0.115 | 0.984 |
| Peso de la cerda al destete (kg) | 117.75 | 143.83 | 6.489 | 0.018 |

* = Availa Zn 100 de Zinpro®

EE= error estándar

F>P= significancia

Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete

No se encuentra diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre las variables (Cuadro 3). Pero analizándolos numéricamente se presentan valores de glucosa dentro de los límites normales. El contenido de urea (mg/dL) se encuentra cerca al límite inferior. La creatinina presenta contenido normal en el suero sanguíneo. Sin embargo, existe una mayor concentración de colesterol en lechones del grupo testigo y ambos valores están por encima de los normales. En cuanto a las proteínas totales tanto el grupo testigo como el grupo suplementado reportan concentración menor a los valores normales (Merck, 2000). García *et al.* (2004) no encuentran diferencia significativa ($P \geq 0.05$) con la adición de cromo L-metionina entre los tratamientos al analizar metabolitos. La suplementación no afectó el perfil de metabolitos. Similares resultados reportan (Matthews *et al.* 2001; Mooney y Cromwell, 1997; Ward *et al.* 1997), los que señalan que se trataron cerdos en crecimiento para analizar glucosa, urea, colesterol y proteínas totales; no encontraron efecto sobre urea, colesterol, glucosa. García *et al.* (2006b) reportan niveles promedio en glucosa para ambos sexos ligeramente inferiores a los rangos normales (66.4 – 116.1 mg/dL) de concentración normal reportados por Merck, (2000). De igual manera, al evaluar concentración de glucosa y colesterol en suero, estos fueron afectados por ($P \leq 0.05$) por el nivel de cromo L-metionina en la dieta. El nivel de glucosa se redujo hasta un 16 % cuando los cerdos recibieron cromo en la dieta. Los valores para ácido úrico, creatinina, urea y proteínas totales (García *et al.* (2006b) no fueron diferentes entre sí ($P \geq 0.05$) y se encuentran dentro de los rangos reportados (Merck, 2000)

Cuadro 3. Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete.

| Variables | Testigo | Cinc 300 g/ton | EE | P>F | Valores normales |
|--------------------------|----------------|-----------------------|-----------|---------------|-------------------------|
| Glucosa (mg/dl) | 77.41 | 78.552 | 6.2902 | 0.9010 | 66.4-116.1 |
| Urea (mg/dl) | 77.64 | 84.89 | 5.2114 | 0.3541 | 82-246 |
| Creatinina (mg/dl) | 2.12 | 2.098 | 0.0552 | 0.7852 | 0.8-2.3 |
| Colesterol (mg/dl) | 179 | 165.92 | 10.8473 | 0.4186 | 81.4-134.1 |
| Proteínas totales (g/dl) | 48.458 | 55.13 | 3.1489 | 0.1724 | 58.3-83.2 |

EE= error estándar
F>P= significancia

Electrolitos en suero sanguíneo de lechones al destete

Al analizar los resultados obtenidos en suero sanguíneo de lechones provenientes de cerdas suplementadas con zinc orgánico, no se encontró diferencia significativa ($P \geq 0.05$); excepto el cobre ($P \leq 0.01$) que fue altamente significativo (**Cuadro 4**). Esto indica que las demás variables en estudio (fósforo, calcio, magnesio y zinc) no se afectaron por la adición de zinc a la dieta. A nivel metabólico solo pequeñas fracciones de CA, Mg y P y la mayor parte de Na, K y Cl se encuentran como electrolitos en los líquidos orgánicos y en los tejidos blandos (Bondi, 1988). Sin embargo el contenido del fósforo en ambos grupos se encuentra sobre los niveles normales. El calcio se encuentra bajo el nivel normal. El valor del magnesio y zinc están a menos del valor mínimo normal.

El cerdo requiere cobre para síntesis de hemoglobina y para la síntesis y activación de diferentes enzimas oxidativas necesarias para el metabolismo normal (Miller *et al.* 1981). Una deficiencia de cobre conlleva una pobre movilización del hierro, una hematopoyesis anormal y pobre queratinización y síntesis de colágeno, elastina y mielina. La concentración de cobre en suero sanguíneo fue baja tanto para el testigo como el grupo tratado con zinc. Los valores están debajo del nivel mínimo normal requerido.

Cuadro 4. Minerales en suero sanguíneo de lechones destetados.

| Variables | Cinc 300 g/Ton. | | | | Valores normales |
|----------------|-----------------|----------|--------|--------|------------------|
| | Testigo | Alimento | EE | P>F | |
| Fosforo (ppm) | 19.604 | 17.75 | 0.9322 | 0.1973 | 5.5- 9.3 |
| Calcio (ppm) | 11.164 | 8.862 | 1.2176 | 0.218 | 93-115 |
| Magnesio (ppm) | 0.788 | 0.82 | 0.0562 | 0.6977 | 23-35 |
| Cobre (ppm) | 0.096 | 0.054 | 0.0064 | 0.0017 | 0.7-1.4 |
| Cinc (ppm) | 0.016 | 0.026 | 0.0068 | 0.3276 | 0.5-1.2 |

EE= error estándar

F>P= significancia

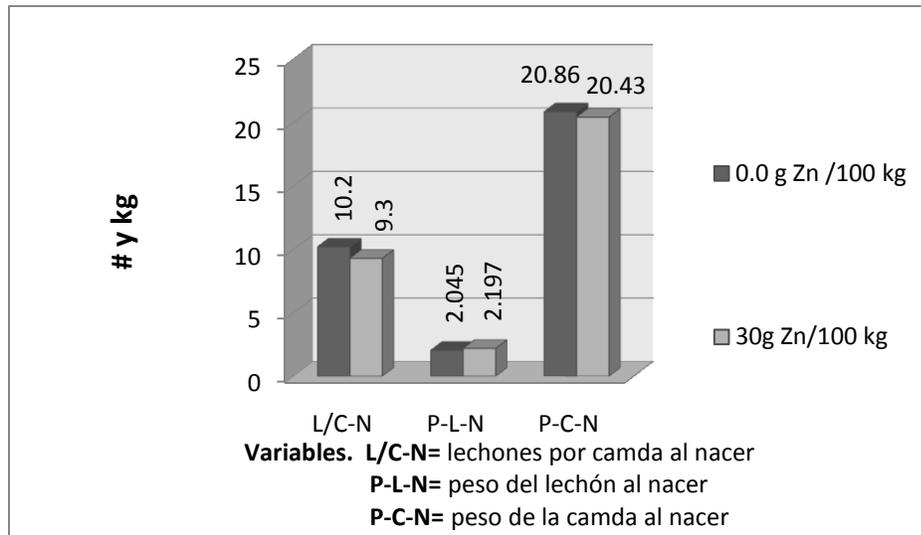


Figura 1. Numero y peso del lechón al nacer y peso de la camada al nacer

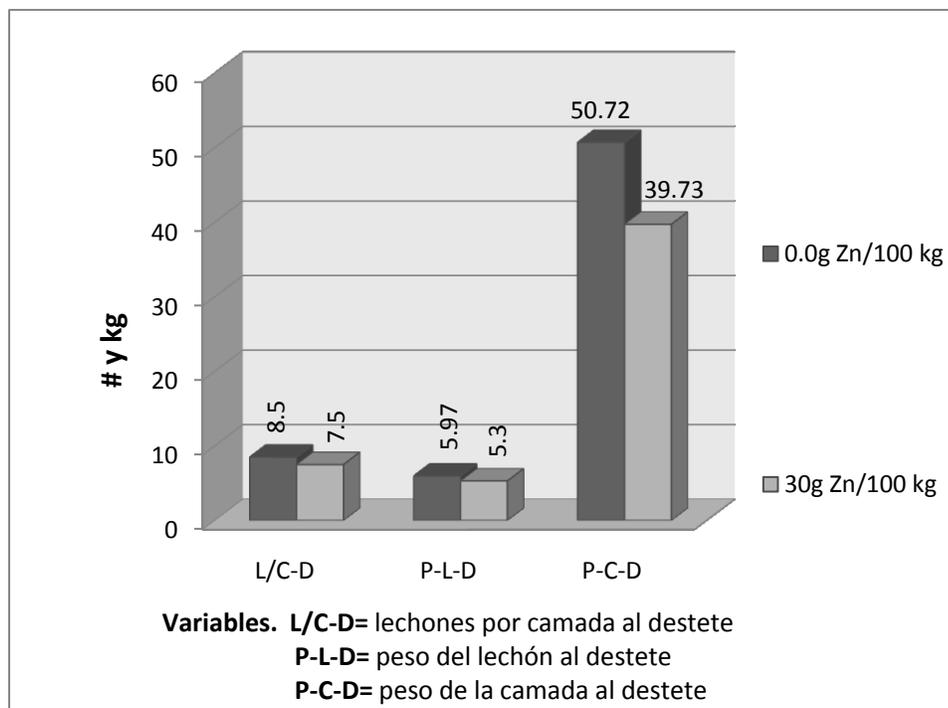


Figura 2. Número y peso del lechón al destete y peso de la camada al destete.

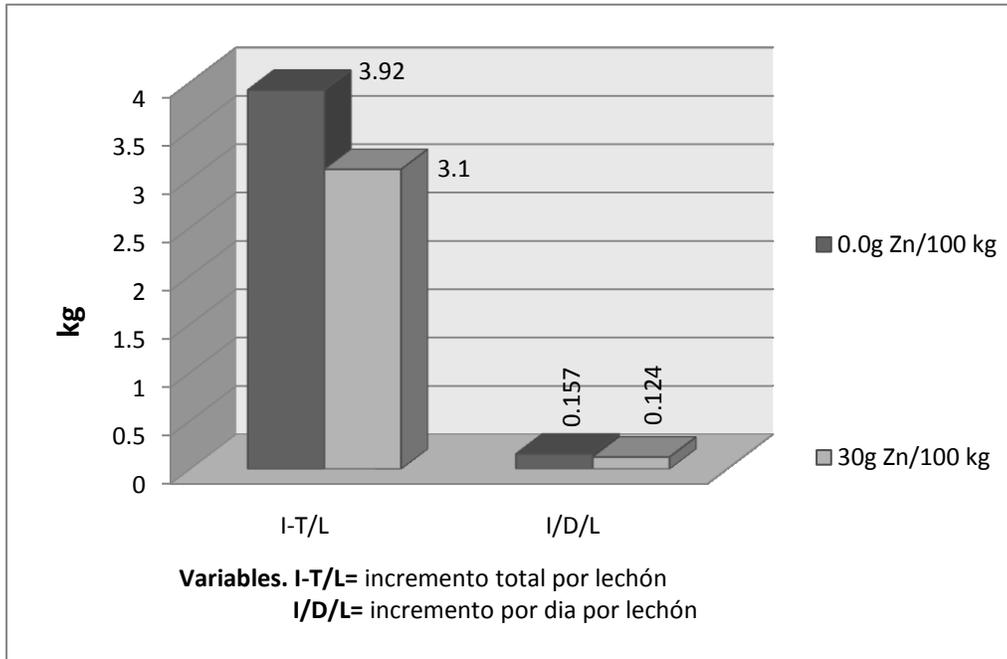


Figura 3. Incremento de peso total y por día por lechón.

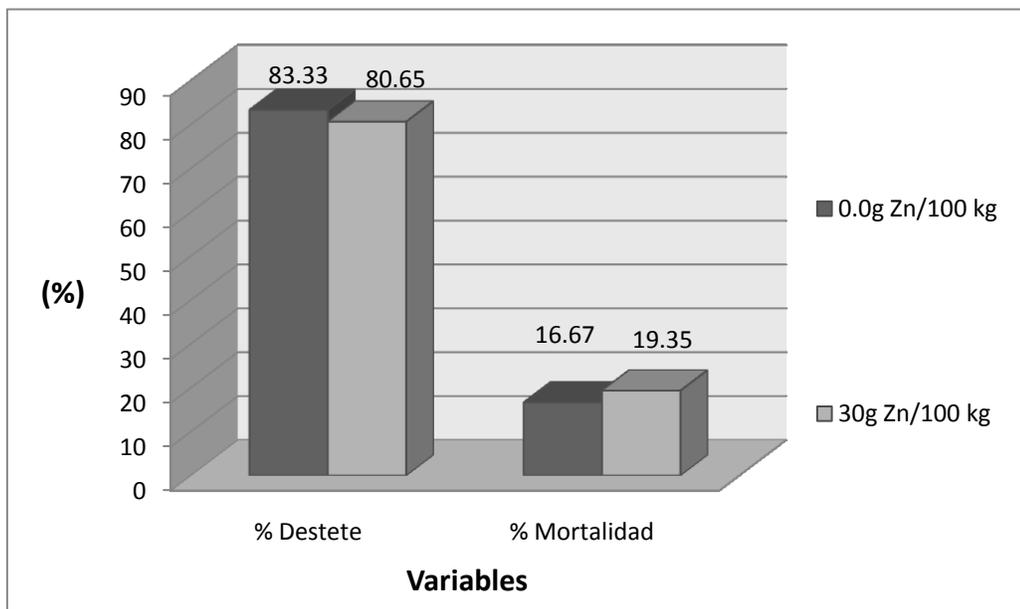


Figura 4. Destete y mortalidad (%)

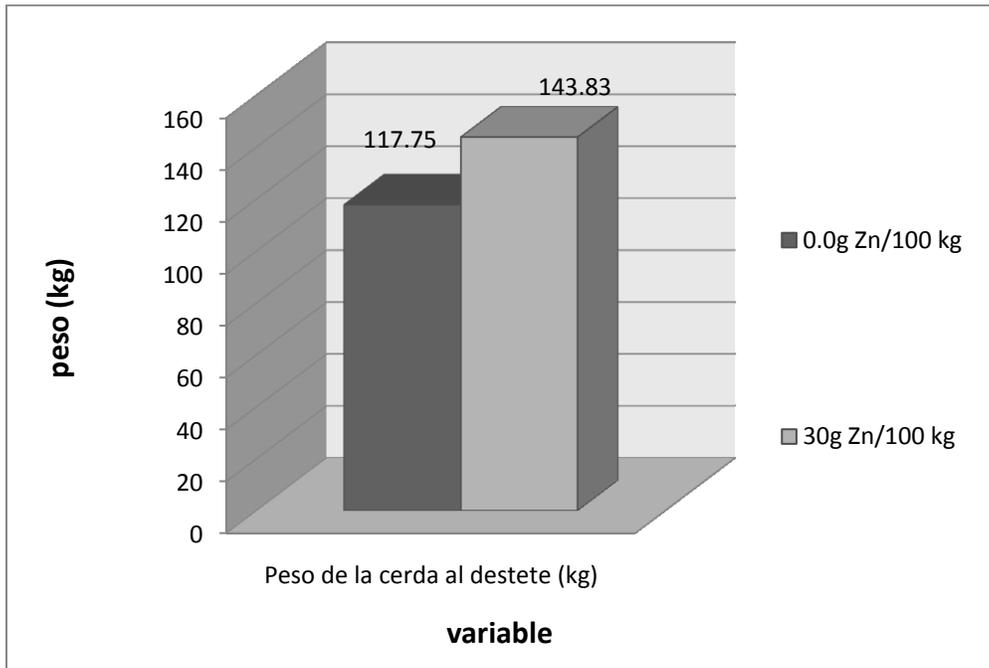


Figura 5. Peso de la cerda al destete.

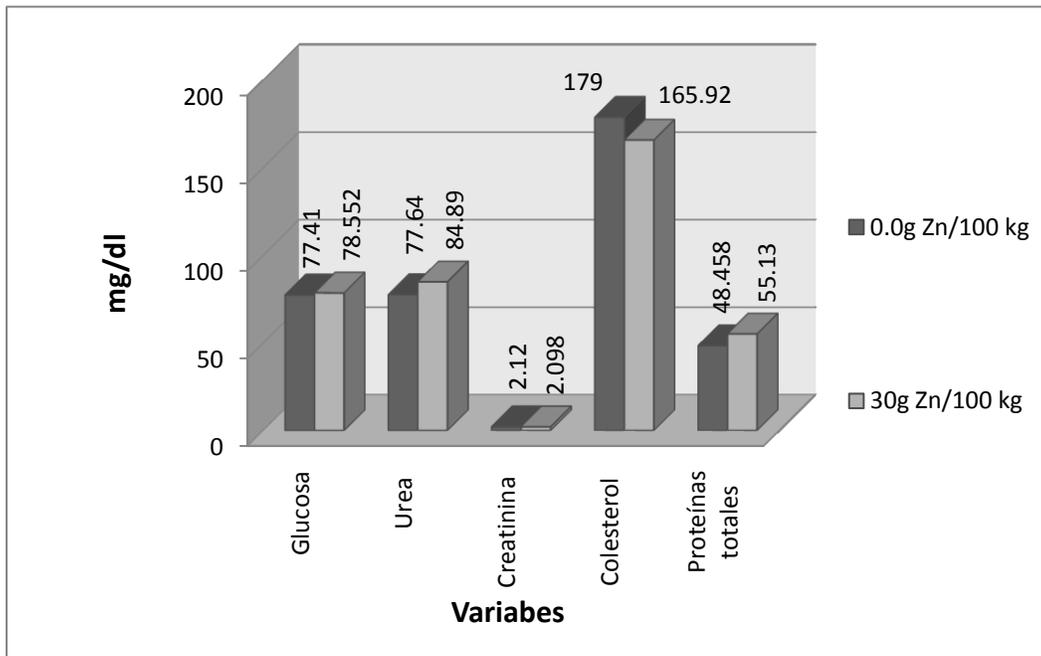


Figura 7. Metabolitos en suero sanguíneo de lechones al destete.

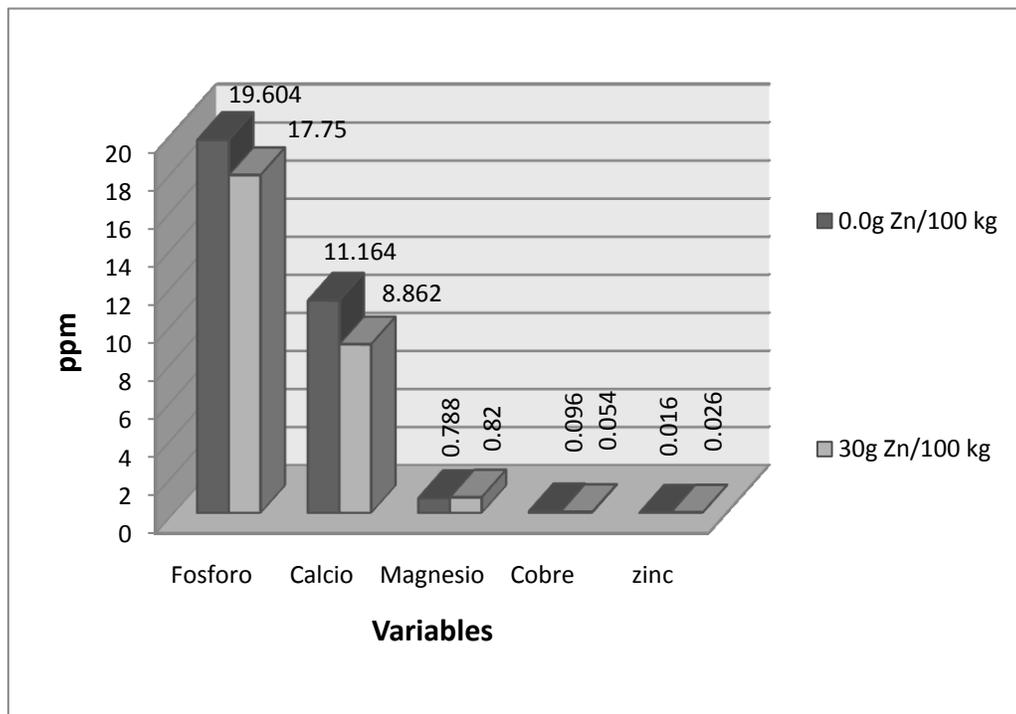


Figura 8. Minerales en suero sanguíneo de lechones al destete.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos la adición de zinc orgánico en la dieta para cerdas primíparas en el último tercio de gestación no mejoró la producción de las mismas. De igual manera el comportamiento de los lechones al nacer y al destete no fue afectado por la suplementación de este mineral a la dieta. Se requiere realizar más ensayos metabólicos para con estos animales, tal vez empleando otros niveles de este mineral en la dieta para gestación y lactación.

VI.- RESUMEN

Se utilizaron 12 hembras vientres primíparas, cruza comercial (Yorkshire, Hampshire, Duroc y Landrace) para evaluar el efecto de la suplementación de zinc (300 g/ton alimento) sobre el comportamiento productivo de estas (desde 35 días antes del parto hasta el destete de la camada). El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, de agosto a marzo del 2009 al 2010 respectivamente. Dicho comportamiento productivo se evaluó de acuerdo al peso del lechón, de la camada y número de lechones al nacimiento y al destete; incremento de peso/lechón, total y por día; porciento de crianza y mortalidad, y peso de la cerda al destete. La dieta utilizada fue a base de sorgo, soya, vitaminas y minerales (20.33 % proteína y 3.93 Mcal EM/kg MS para gestación y lactación). Los tratamientos fueron de la siguiente manera: 0.0 y 30 g/100 kg de alimento, establecidas en dos grupos (T1 y T2) respectivamente. No se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en las variables; peso del lechón, la camada y número de lechones por camada al nacer y al destete; Incremento de peso/día/lechón; metabolitos y minerales en suero sanguíneo, únicamente en la variable peso de la hembra al destete que hubo diferencia ($P < 0.05$).

PALABRAS CLAVE

Cedas primíparas, Zinc orgánico, gestación, lactación.

VI.- LITERATURA CITADA

- AOAC. 1997. Official methods of analysis (16th Ed.). Association of Official Annalitycal Chemists, Arlington, VA., USA.
- Becerra, L.J.C., Trujillo, O.M.E. 2004. Efecto de la Nutrición y Grasa Dorsal Sobre el Comportamiento Reproductivo de la Hembra Primeriza. Los Procicult. y su Entorno. 7(39): 4-10.
- Bondi, A.A. 1988. Nutrición animal. Ed. Acribia, Zaragoza, España. p.187-189.
- Caine, W., M. Mcfall., B. Miller., D. Onderka.,R. Kirkwood., S. Jaikaran and T. Fakler. (2001). Animal Industry Division and Food Stafety Division, Alberta Agriculture Food and Rural Development. Royal Veterinary College, Hawkshead Lane, Uk and Zinpro Corporation, Eden Praire, MN. Banff Pork Seminar, Vol 12.
- Cancellón, M. A. 1980. La cerda y su camada. Segunda edición, Editorial AEDOS, Barcelona, España. Pp. 196 –197.
- Clowes, E. J., F. X. Aherne, G. R. Foxcroft, Y V.E. Baracos. (2003 a). Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first-parity sows. J. Anim. Sci. 81:753-764.
- Crampton, E.W., Harris, L.E. 1969. Applied animal nutrition. The use of feedstuffs in the formulation of livestock rations. 2nd Edition. W.H. Freeman Ed. San Francisco, USA. Pp 56-86.
- Cromwel, L., D.A. Hall, G.E. Combs, O.M. Hale, D.L. Handlin, J.P. Hitchcock, D.A. Kanabe, E.T. Kornegay, M.D. Lindemann, C.V. Maxwell, and T.P. Price. 1989. Effect of dietary salt level during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. J. Anim. Sci. 67:374.385.
- Cunha, T. J. 1966. Alimentación del cerdo. Ed. Acribia, Zaragoza. p. 159-162,22-224.

- Cunha, T. J., O. B. Ross, P. H. Phillips, and G. Bohstedt. (1944). Further Observations on the Dietary Insufficiency of a Corn-Soybean Ration for Reproduction of Swine. *J. Animal Sci.* 3, 415
- Dozier, W.A. (2004) *Proc. Arkansas Nutri. Conf. Feed Manuf.* Rogers, Arkansas, EEUU. p. 1-11.
- FEDNA, (2004). Minerales en alimentación de monogástrico. XX Curso de Especialización. Barcelona, España, en línea.
- FEDNA, (2006). Necesidades de minerales en cerdos seleccionados por un alto contenido en magro y cerdas de alta productividad. XXII Curso de Especialización. Barcelona, España, en línea.
- Fraga F. M. J. 1985. Alimentación de los animales monogástrico. Ed. Mundiprensa Madrid.
- Fraser, D. 1984. Some factors influencing the availability of colostrum to piglets. *Anim. Prod.* 39: 115 – 123.
- García, C.R.F., Velásquez G.J.; Morones, R.R.; Kawas, G.J.R.; Salinas, Ch.J. 2006b. Metabolitos en suero sanguíneo de cerdos alimentados con dietas suplementadas con cromo L-metionina. *Agronomía mesoamericana* 17(2) 161-165.
- García, C.R.F., Jasso P.J.L.; Morones, R.R.; Kawas, G.J.R.; Salinas, Ch.J. 2006a. Adición de altos niveles de biotina en dietas para cerdas púberes y gestantes. *Agronomía Mesoamericana* 17(1) 01-05
- García, C.R.F., Gutiérrez B.H., Morones R.R. 2004. Cromo L-metionina en dietas basadas en sorgo y soya en cerdas primerizas. *Revista Agraria-Nueva Época.* Año 1, Vol. 1, No. 3:6-11
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climatológico de Köppen. 4ta Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. p 87-88.

- Goasduf, B. 2000. La importancia del periodo posdestete en el desarrollo inmunológico del lechón. *Cerdos*. Año 3 (36): 38 – 41.
- Harrell, R.J, BV., Lawrence, R. Anderson. 2008. Efecto de la Fuente y del Nivel de Suplementación de Zinc en Lechones, Congreso Latinoamericano de Nutrición Animal, México.
- Hedges, J. D., E. T. Kornegay, and H. R. Thomas. 1976. Comparison of dietary zinc levels for reproducing sows and the effect of dietary zinc and calcium on the subsequent performance of their progeny. *J. Anim. Sci.* 43:453-463
- Hill, D.A.; Peo, Jr., E.R.; Lewis, A.J.; Crenshaw, J.D. 1986. Zinc-amino acid complexes for swine. *J. Anim. Sci.* 63(2) 121-130. 1986.
- Jaime, T.M.G. 2006. Evaluación Productiva de Cerdas Vientres Suplementadas con Zinc en el Último Tercio de Gestación. Tesis Licenciatura Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Jasso, P.J.L. 1998. Adición de altos niveles de biotina en dietas a base de sorgo y soya para cerdas pregestantes y gestantes. Tesis de Maestría en Nutrición Animal. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- King, R.H.; Dunkin, A.C. 1986. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. *Anim. Prod.* 43: 319-325.
- Kroes, Y. y J.P Van Male. 1979. Reproductive lifetime of sows in relation to economy of production. *Livest. Prod. Sci.* 6: 179-183.
- Matthews J.O., L. L. Southern, J. M. Fernández, J. E. Pontif, T. D. Bidner, R. L. Odgaard. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *J. Anim. Sci.* 79 (8) 2172-2178.
- Maxon, P.F. Y Mahan, D.C. 1986. Dietary Calcium and Phosphorus for Lactating Swine at High and Average Production Levels. *J. Anim. Sci.* 63:1163-1172

- McDonald, P.; E. Greenhalgh y Morgan. 1999. Nutrición Animal 5^{ta} edición Editorial Acribia, S.A. p. 94,111-112
- Merck, 2000. Guía de referencia: Bioquímica sérica (criterios de valoración). Manual de Merck de veterinaria. 5a ed. Océano grupo editorial, S. A. Barcelona España. p. 2454-2455.
- Miller, E.R.; M.J. Parson; D.E. Ullrey; P.K.Ku. 1981. Bioavailability of iron from ferric choline citrate and a ferric copper cobalt choline citrate complex for young pigs. J. Anim. Sci. 52:783-787.
- Mota, D.; Alonso, S.M.L.; Ramírez N.R.; Cisneros P.M.A.; Albores T.V.; Trujillo, O.M.E. 2004. Efecto de la pérdida de grasa dorsal y peso corporal sobre el rendimiento productivo de cerdas primíparas lactantes alimentadas con tres diferentes tipos de dietas. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XIV, No.1, 13-19.
- Newton, E.A.; Mahan, D.C. 1992. Effect of feed intake during late development on pubertal onset and resulting body composition in crossbred gilts. **J. Anim. Sci.** 70: 3774-3780.
- NRC (National Research Council). 1998. Nutrient requirements of swine. Tenth Revised Edition. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press. Washington DC., USA. p. 3-15
- NRC (National Research Council). 1988. Nutrient requirements of swine. 9th Revised Edition. Nutrient Requirements of Domestic Animals. National Academy Press. Washington DC., USA. p. 2-8; 131.

- Rozeboom, D.W.; J.E Pettigrew.; R.L. Moser; Cornelius S. G., and Kandelgy, S.M. 1996. Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. *J. Anim. Sci.* 74 (1): 138-150.
- Sánchez, G.A. 1968. Necesidades nutritivas de los animales domésticos, No. 3 Cerdos. Revisiones de técnicas y resúmenes, Agricultural Research Council. Editorial Academia León España.
- Scarborough, C.C. 1989. Cría de Ganado Porcino. Editorial Limusa, México. Carolina del Norte. p. 43-53,147
- Schell, T.C.; Kornegay, E.T. 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pig fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO₄. *J. Anim. Sci.* 74:1584-1593.
- Shimada, M. A. 2003. Nutrición animal. Segunda edición. Ed. Trillas, México.
- Steel, R.G.D.; Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrics Approach. 2nd Ed. McGRaw-Hill, New York, USA. p. 622
- Ward T.L., L. L. Sourthern, T. D. Bidner. 1997. Interactive effects of dietary chromium tripicolinate and crude protein level in growing-finishing pigs provided inadequate and adequate pen space. *J. Anim. Sci.* 75 (4) 1001-1008.
- Whittemore, C.T. 1996. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows: a eview. *Livest. Prod. Sci.* 46: 65-83.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza del número de lechones por camada al nacimiento

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 2.08333333 | 2.08333333 | 0.23 | 0.6447 |
| Error | 10 | 92.16666667 | 9.21666667 | | |
| Total | 11 | 94.25000000 | | | |

C.V. 31.14%

Anexo 2. Análisis de varianza del peso del lechón al nacimiento

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 0.06900833 | 0.06900833 | 0.56 | 0.4704 |
| Error | 10 | 1.22628333 | 0.12262833 | | |
| Total | 11 | 1.29529167 | | | |

C.V. = 16.51159 %

Anexo 3. Análisis de varianza de peso de la camada al nacimiento.

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|-----------|--------|-------|
| Tratamientos | 1 | 6.900635 | 6.900635 | 0.2473 | 0.634 |
| Error | 10 | 279.048340 | 27.904835 | | |
| Total | 11 | 285.948975 | | | |

C.V. = 31.62%

Anexo 4. Análisis de varianza de número de lechones por camada al destete.

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 3.00000000 | 3.00000000 | 0.48 | 0.5059 |
| Error | 10 | 63.00000000 | 6.30000000 | | |
| Total | 11 | 66.00000000 | | | |

C.V. 31.35%

Anexo 5. Análisis de varianza del peso del lechón al destete

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 1.34670000 | 1.34670000 | 4.43 | 0.0616 |
| Error | 10 | 3.03986667 | 0.30398667 | | |
| Total | 11 | 4.38656667 | | | |

C.V. = 9.790172 %

Anexo 6. Análisis de varianza de peso de la cada al destete.

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|------------|--------|-------|
| Tratamientos | 1 | 323.447266 | 323.447266 | 1.9594 | 0.190 |
| Error | 10 | 1650.705078 | 165.070511 | | |
| Total | 11 | 1974.152344 | | | |

C.V. = 28.88%

Anexo 7. Análisis de variación del incremento de peso total

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 2.02540833 | 2.02540833 | 4.19 | 0.0680 |
| Error | 10 | 4.83828333 | 0.48382833 | | |
| Total | 11 | 6.86369167 | | | |

C.V. = 19.81232 %

Anexo 8. Análisis de varianza de incremento de peso por día

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 0.00440833 | 0.00440833 | 4.96 | 0.0500 |
| Error | 10 | 0.00888333 | 0.00088833 | | |
| Total | 11 | 0.01329167 | | | |

C.V: 19.33292 %

Anexo 9. Análisis de varianza porciento de destete.

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 0.00013333 | 0.00013333 | 0.00 | 0.9709 |
| Error | 10 | 0.95386667 | 0.09538667 | | |
| Total | 11 | 0.95400000 | | | |

C.V: 24.70779 %

Anexo 10. Análisis de varianza de porcentaje de mortalidad

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|------------|------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 0.00003333 | 0.00003333 | 0.00 | 0.9841 |
| Error | 10 | 0.79813333 | 0.07981333 | | |
| Total | 11 | 0.79816667 | | | |

C.V: 81.10408 %

Anexo 11. Análisis de varianza de peso de la cerda al destete

| F.V. | G.L. | S.C | C.M. | F | P>F |
|--------------|------|-------------|-------------|------|--------|
| Tratamientos | 1 | 2041.020833 | 2041.020833 | 8.08 | 0.0175 |
| Error | 10 | 2526.208333 | 252.620833 | | |
| Total | 11 | 4567.229167 | | | |

C. V. 12.15219 %