UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE DOS DIETAS; CON Y SIN SULFATO DE COBRE EN CERDOS DE 20 A 50 KILOS.

TESIS QUE PRESENTA:

Andrea Gallardo Alfonzo

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Asesor

Maestro en Ciencias en Producción Animal Tropical. Antonio García Valladares

Morelia, Michoacán. Diciembre de 2014

El presente trabajo se desarrolló en el sector porcícola de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Unidad Posta; por lo cual se agradecen las facilidades proporcionadas para la realización del presente trabajo al M.C. Ruy Ortiz Rodríguez jefe del sector porcino de la posta zootécnica de la FMVZ-UMSNH

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Dedicatorias.

A mis padres:

Salvador Gallardo Ortiz por que con su paciencia y cariño me ha motivado a ser una persona de éxito, y con sus historias me ha demostrado que a pesar de todo uno debe continuar sus estudios, ya que siempre son lo más importante.

Reyna Fabiola Alfonzo González por ser una madre única y darme su apoyo en todo momento y con su amor me ha enseñado lo básico de la vida y ha sido un impulso para siempre seguir adelante y no dejar que nada me detenga por conseguir mis sueños.

Gracias a los dos por ser la parte más importante de mi vida y estar conmigo en todo momento.

A mis hermanos:

Salvador Gallardo Alfonzo, por que el siempre ha sido un ejemplo y una motivación para seguir mis sueños y metas, y por todas las circunstancias que hemos vivido juntos, además de su gran apoyo.

Arturo Gallardo Alfonzo por siempre estar conmigo y ayudarme en todo momento, siempre ha sido un gran apoyo, y espero ser un ejemplo que lo motive a seguir sus metas.

A mi abuela:

Alicia González Acuña porque aunque ya no está conmigo siempre fue una motivación con su cariño y ahora sé que estaría orgullosa.

A mi novio:

Alejandro López Marín, que siempre me ha motivado a alcanzar mis metas y ha tenido paciencia para ayudarme y ha sido un impulso para continuar con mis metas en todo momento y agradezco el cariño y la amistad que siempre me ha brindado.

Agradecimientos.

A mi asesor de tesis:

M.C. Antonio García Valladares, por el tiempo dedicado y el esfuerzo que ha puesto de su tiempo para que a la elaboración de esta tesis.

A mis revisores de tesis:

M.C. Alejandra Minerva Marín Aguilar, M.V.Z. José Farías Mendoza, por dedicar tiempo y esfuerzo para leer y dar sus aportaciones para que esta tesis fuera un trabajo mejor

A mi tío:

MVZ. Alberto Santoyo Morales por ser un ejemplo como Médico Veterinario y darme la oportunidad de practicar y aprender de esta profesión compartiendo sus conocimientos y experiencia.

A mis amigos:

Maribel Juárez Hernández, porque siempre me ha apoyado a continuar con mis trabajos y por su cariño y la confianza que me ha brindado todos estos años de amistad y por ser un motivo más para seguir mis metas, por ser más que una amiga y ser casi una hermana.

Luis Daniel De la O Fierro por ser un soporte en estos meses y darme su apoyo y asistencia con mi computadora y por su amistad y cariño.

A los dos les agradezco por su afecto y su apoyo en todo momento.

Finalmente agradecer a todas aquellas personas, maestros y doctores: MC. Idalia Fuentes, MVZ. Susana Ramírez, MC. Ignacio Barajas, MC. Alejandra Minerva,MC. Jesús López, MVZ. Rafael Mercado, MVZ. Jazmin Concha, Daniela Montserrat López, Carlos Alfredo López, , Ana Isabel, Triny Vázquez, Elena Martinez que en algún momento me dieron sus consejos y sus conocimientos para lograr de mi una mejor persona

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 1

1. Antecedentes 2

1.1. Aparato digestivo del cerdo. 2

1.2. Microflora intestinal en los cerdos 2

1.3. Promotores del crecimiento. 3

1.4. Uso de hormonas 4

1.5. Antibióticos 5

1.6. Prohibición de antibióticos 5

1.7. Probióticos 6

1.8. Prebióticos 7

1.9. Aditivos acidificantes 8

1.10. Enzimas 9

1.11. Extractos de plantas 9

1.12. Los minerales como promotor de crecimiento. 10

1.13. Absorción del Cobre. 12

1.14. Modo de acción del Cobre. 13

1.15. Toxicidad del Cobre. 13

1.16. Uso del Cobre como promotor de crecimiento en los animales. 14

OBJETIVO 16

HIPOTESIS 16

MATERIAL Y MÉTODOS 17

RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21

CONCLUSIONES 24

BIBLIOGRAFÍA 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes y cantidades usadas en las dietas (kg/ton) 19
Tabla 2. Composición nutricional de la dieta. 20
Tabla 3. Resultados del comportamiento productivo en los cerdos. 22
Tabla 4. Evaluación económica con la adición del sulfato de Cu en el alimento. 23

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Localización de la granja 17

Resumen.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y económico adicionando sulfato de Cobre en la dieta de los cerdos. El trabajo fue realizado en el sector porcino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que se encuentra en el municipio de Tarimbaro, Michoacán. Se utilizaron 48 animales de las cruzas Yorkshire x Landrace x Pietrain con un promedio de peso de 26.632 kg. Fueron distribuidos en 2 tratamientos A= sin sulfato de Cu en la dieta y B= con sulfato de Cu. Con 16 y 22 animales para los tratamientos A y B respectivamente. Se utilizó un diseño completamente al azar y las variables de consumo, ganancia y eficiencia alimenticia fueron sometidas a un análisis de varianza. Se llevó un registro de consumo diario de alimento y se realizaron pesajes catorcenales de los animales hasta un peso promedio de 52.18 kg; y diariamente se les alimentaba de acuerdo al número de animales, consumo y rechazo, Se concluye que la adición de sulfato de Cu en la dieta de cerdos en la etapa de 20-50 kg/pv, no afecta el comportamiento productivo, mejora el consumo y la ganancia diaria de peso, reduciendo los costos por concepto de alimentación.

Palabras clave: Sulfato de Cobre,eficiencia alimenticia, cerdos en desarrollo, i

Abstract

The objetive of this study was to evaluate the productive and economic performance adding copper sulfate in the diet of pigs. The work was realized on pig area in Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of the Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, located in the township of Tarimbaro, Michoacán. Were used 48 pigs of the crossing breeds Yorkshire x Landrace x Pietrain with an average weight of 26.632 kg, were distributed in 2 treatments A = without of Cu sulfate in the diet and B = with Cu sulfate, 16 and 22 animals for treatments A and B respectively. A completely randomized design and intake variables, daily gain and feed efficiency were subjected to analysis of variance. A daily record was carried to feed, intake and realized weights every fourteen days to an average weight of 52.18 kg; and were fed them daily according to the number of animals, intake and rejection. Is concluded that the addition of Cu sulfate in the diet of pigs at the stage of 20-50 kg / pv. It doesn't affect growth performance and improved intake and daily gain, reducing costs for food.

Wordkeys: copper sulphate, eficientary alimentation, growing pigs

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de una explotación porcina, es la producción de carne de cerdo que proviene, en su mayor parte, del crecimiento y engorde de lechones destetados, hasta alcanzar el peso de sacrificio (Salgado, 1985).

La producción de cerdos no sólo ha avanzado en la obtención de líneas genéticas más precoces, con mejores índices de conversión de alimento, sino también hacia la obtención de cerdos con canales mucho más magras. Este avance ha sido motivado primeramente por la necesidad de incrementar los rendimientos obtenidos en el despiece de las canales para la obtención de una mayor cantidad de carne con la consecuente mejora en la rentabilidad, y a una mayor demanda de este tipo de carnes en base a exigencias relacionadas con la salud de los consumidores (Galindo y Col; 2012).

Los principales países consumidores de carne de cerdo son los países asiáticos y europeos. En México también se ha incrementado el consumo de la carne de cerdo, pero se está muy por debajo del consumo *per cápita* de otros países (Stephano, 2012).

Hazzledine (1995), menciona que aproximadamente el 60% de los cerdos producidos en el Reino Unido son alimentados con piensos compuestos en forma de gránulo y el 40% restante recibe mezclas realizadas en granja, suministradas típicamente en forma de harina. Los piensos de iniciación se producen casi exclusivamente por fábricas, existiendo un gran número de compañías especializadas en esta área.

Los aditivos son usados rutinariamente en la alimentación como mejorar el sabor u otras características de las materias primas, piensos o productos animales (Arellano, 2006).

Carro y Ranilla (2002), mencionan un tipo de sustancias empleadas en la alimentación animal, llamadas aditivos promotores del crecimiento (APC), los cuales provocan modificaciones de los procesos digestivos y metabólicos.

El sulfato de Cobre ha sido utilizado por décadas como promotor de crecimiento en producción porcina a dosis de 125-250 ppm (el requerimiento es de 3-6 ppm) en particular en la fase de crecimiento-engorda (Tenkal, 2010). Sin embargo no hay suficientes reportes que indiquen que la mejora en el comportamiento animal al ser comparados con dietas sin la adición de Cobre, aunado a que se reporta que es inconsistente sus beneficios, de aquí el interés del presente trabajo.

1. Antecedentes

1.1. Aparato digestivo del cerdo.

El aparato digestivo se concibe como un conducto tubular musculo membranoso, el cual se extiende desde la boca hasta el ano. Las funciones son: ingerir, triturar, digerir y absorber los alimentos; además, eliminar residuos sólidos. La función del aparato digestivo es la de reducir los elementos nutritivos que componen los alimentos y hacerlos moléculas simples para que sean absorbidas y utilizados en el proceso de generación de energía requerida en la formación de tejidos (Danilo, 1998).

1.2. Microflora intestinal en los cerdos

La microflora intestinal contiene gran número de diversas especies de bacterias implicadas en el proceso de la digestión. La composición microbiana se determina

por la interacción mutua entre el huésped y los microorganismos, y también entre los diferentes microorganismos. Estos factores se designan como autógenos. Por otro lado, el pH en el estómago, enzimas digestivas, la peristalsis intestinal, nutrientes y la inmunidad del huésped se denominan factores alogénicos (Vondruskova y Col; 2010).

Existe una relación íntima entre las superficies de la mucosa del tracto digestivo y los microorganismos presentes el intestino. Esta población de microorganismos puede ser extensa alrededor de 1012 bacterias presentes. Se estima que el 90% de las células son microbianas, mientras que sólo el 10% del número total de células huésped es eucariota. Por lo tanto la Microflora tiene una gran oportunidad de influir en el estado nutricional del huésped debido a la estrecha asociación entre el epitelio, el sistema inmunológico de la mucosa, microvasculatura, y el sistema nervioso entérico (Krause y Col; 2013).

Vondruskova y Col;(2010), mencionan que la microflora intestinal natural se adhiere a la mucosa intestinal e inhiben la colonización por patógenos. Este efecto de inhibición es causado por la competencia por los nutrientes y los sitios de unión, producción de bacteriocina, fermentaciones lactobacilos y la producción de ácido graso de cadena corta. Posteriormente, se crea la memoria inmunológica y la inmunidad intestinal desarrollada.

1.3. Promotores del crecimiento.

En la porcicultura (como en las demás áreas ganaderas), en la etapa de crecimiento y engorda del cerdo, en las últimas tres décadas se han utilizado un sinfín de productos con la intención de disminuir costos, ya que es en la etapa que requiere mayor inversión económica porque representa hasta el 70% del valor total del producto terminado (Argüello, 2007).

Los aditivos son utilizados para mejorar la eficiencia alimenticia, promover la tasa de crecimiento en cerdos y de prevenir enfermedades. Estos aditivos deben ser usados de acuerdo a las recomendaciones y regularizaciones establecidas por los fabricantes para asegurar la inocuidad del producto, así mismo su uso debe ser supervisado por un médico veterinario, ya que el uso inadecuado de estos pone en riesgo la integridad de la carne. Actualmente, solo se incorporan sustancias o aditivos registrados por la SAGARPA, los cuales ejercen una acción moduladora de la población microbiana o directamente un efecto antimicrobiano. Entre estas sustancias se encuentran: acidificantes probióticos, prebióticos, enzimas, extractos de plantas o inmunomoduladores en general. Entre los aditivos más utilizados como alternativa al uso de antibióticos usados como promotores de crecimiento están los probióticos y los prebióticos, que ejerce un efecto directo o indirecto sobre la microflora intestinal (Pinelli y Col; 2004).

1.4. Uso de hormonas

Las hormonas tienen un efecto regulador específico sobre la actividad de ciertas células del organismo, pueden ser transportadas en la sangre y pueden alterar la actividad funcional y a veces la estructura de un órgano o varios de ellos. El uso de hormonas está prohibido como aditivo en la producción de carne magra, por Federal Drugs Aministration (FDA), Secretaria de Salud (SSA), y la Unión Europea (UE) (Pinelli y Col; 2004), en México existe el *PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-061-ZOO-1999, Especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consumo animal.,* que indica las especificaciones del uso de aditivos en el alimento para consumo animal.

1.5. Antibióticos

Además de utilizarse en la prevención de enfermedades los antibióticos se utilizan en la producción porcina como moduladores o promotores de crecimiento. Estos compuestos no reemplazan los nutrimentos, únicamente dirigen más eficientemente los procesos metabólicos, facilitando el anabolismo y la mejor fijación de proteínas en el organismo. El abuso de antibióticos como aditivo alimenticio puede provocar bacterias resistentes a estos medicamentos, poniendo en riesgo la salud animal, y la de los consumidores. Muchos de los antibióticos usados como la penicilina, tetraciclina y eritromicina son los mismos o parecidos a los prescritos para el tratamiento de un gran número de infecciones en los humanos. Las bacterias pueden desarrollar resistencia a uno o más antibióticos, lo que crea un serio problema de efectividad en el tratamiento médico (Pinelli y Col; 2004).

El uso de antibióticos promotores de crecimiento en animales de producción empezó a mediados del siglo pasado. Cuando Stokstad y Jukes adicionaron residuos de clortetraciclina en la alimentación de pollos de engorda. Ellos lo adicionaron con el objetivo de que fuera una fuente de vitamina B_{12}, pero causo una estimulación del crecimiento mucho más grande para ser explicada por los efectos de las vitaminas (Brezoen y Col; 1999).

1.6. Prohibición de antibióticos

En 1997, la Organización Mundial de la Salud recomendó prohibir el uso de antibióticos para promover el crecimiento de los animales. En 1998 la Unión Europea prohibió el uso de antibióticos de uso humano como aditivos en el alimento animal (Pinelli y Col; 2004).

A raíz de la prohibición de antibióticos aparecen una serie de productos alternativos que intentan acaparar el mercado de la misma manera que lo hicieron los antibióticos, entre estos productos destacamos los probióticos, los prebióticos, los optimizadores del tránsito intestinal, los captadores de micotoxinas, los acidificantes y las enzimas, entre otros (Collell, 2011).

1.7. Probióticos

El interés por los probióticos se remonta en los estudios de Elie Metchnikoff acerca de los beneficios potenciales de las leches fermentadas en la nutrición humana en el comienzo del siglo XX. Ha habido cierta controversia en cuanto al modo de acción de los probióticos, pero la definición más aceptada es que es una preparación de microorganismos vivos que, cuando se administra en cantidad adecuadas, tiene efectos beneficiosos en la salud de personas o animales (Hamilton y Col; 2003).

Vondruskova y Col; (2010), mencionan que los probióticos son suplementos alimenticios microbianos vivos que afectan beneficiosamente al huésped mejorando su biocenosis micro intestinal. Los probables mecanismos de acción de los probióticos se basan en el siguiente:

- la competencia entre ellos y microorganismos patógenos para los sitios de unión en la mucosa intestinal.
- la disponibilidad de nutrientes
- inhibición total del crecimiento de patógenos mediante la producción de ácidos orgánicos y compuestos como antibióticos

El uso de probióticos es esencialmente la adición de un cultivo bacteriano para la alimentación animal. El mecanismo de los probióticos en el tracto digestivo es la prevención de la colonización por organismos potencialmente patógenos (Krause y Col; 2013).

Bederska y Pieszka(2011), menciona que una preparación probiótica puede contener una especie seleccionada, la cepa natural de bacterias intestinales o una mezcla de los microorganismos y sus metabolitos. Los probióticos ayudan a aumentar el rendimiento de la cría de lechones mediante la mejora de su salud (que limita la incidencia de diarrea y la enfermedad de edema) aumento de la resistencia al estrés, reducir la mortalidad, el aumento de las ganancias de peso corporal y mejora de la conversión de alimento por kg de ganancia.

1.8. Prebióticos

Falcão (2007), menciona que los prebióticos son otra posible alternativa a los antibióticos. Un término muy reciente, prebiótico generalmente se refiere a oligosacáridos que no son digeridos por las enzimas de animales, pero puede estimular selectivamente ciertas especies de bacterias intestinales, que tienen potenciales efectos beneficiosos sobre la salud del huésped. Los prebióticos pueden ser extraídos directamente de fuentes naturales (plantas, levaduras, leche)

Los prebióticos u oligosacáridos no digeribles son otra alternativa eficaz para usar como promotor de crecimiento. El mecanismo detrás de prebióticos es que afectan beneficiosamente al huésped mediante el aumento de la prevalencia o la actividad de una o un número limitado de bacterias comensales en el intestino, lo que lleva a una mejora en la salud del huésped (Krause y Col; 2013).

La suplementación prebiótica en la dieta tiene influencia en el contenido de ácidos grasos volátiles, concentración de ácido láctico y las concentraciones de amoníaco en el intestino. El aumento de la concentración de los ácidos grasos de cadena corta estimular la actividad bacteriana natural y proliferación de las bifidobacterias y bacterias de ácido láctico. La producción de butirato, es una fuente de energía dominante para los enterocitos también aumenta (Vondruskova y Col; 2010).

Bederska y Pieszka, (2011), menciona los efectos beneficiosos de oligosacáridos sobre el cuidado de la salud de los lechones porque estos compiten con los microorganismos patógenos, además de promover el crecimiento de la microflora intestinal beneficiosa, inhibir la colonización intestinal por bacterias patógenas, absorber microorganismos con sus toxinas, estimular el sistema inmune y el metabolismo. Bacterias lácticas y bifidobacterias, que se desean en el tracto digestivo, se alimentan de los azúcares de los prebióticos. Por otro lado, las bacterias patógenas y muchas bacterias gram-negativas no tienen tales capacidades y se eliminan de la microflora intestinal por la flora bacteriana beneficiosa que multiplica más intensamente.

1.9. Aditivos acidificantes

De acuerdo a sus efectos, los ácidos orgánicos se pueden clasificar en dos grupos. El primer grupo comprende el láctico, fumárico y cítrico y se caracteriza por un efecto indirecto en la reducción de las poblaciones bacterianas mediante la disminución del pH en el estómago. El segundo grupo comprende ácido fórmico, acético, propiónico y sórbico, estos se caracterizan por un efecto directo produciendo un menor pH en el tracto digestivo y en la pared celular de las bacterias gram-negativas impidiendo de este modo su replicación ácido desoxirribonucleico (Vondruskova y Col; 2010).

Los ácidos orgánicos no sólo proporcionan energía pero se ha sugerido que mejoran la digestión de proteínas. Hay 4 mecanismos generales que explican el crecimiento promoviendo efectos de los ácidos orgánicos; éstos son disminución del pH gástrico, mejora de la actividad de la pepsina, disminución del crecimiento bacteriano, y el aumento de la digestibilidad de nutrientes. Los ácidos orgánicos pueden influir en los microorganismos del intestino, haciendo menos óptimo el pH para el crecimiento de especies patógenas o incluso intolerable para algunos patógenos (Krause y Col; 2013).

Acidificantes tienen una fuerte acción bactericida. Ellos penetran en la célula bacteriana, e inhiben la síntesis de ADN y la capacidad proliferativa. La flora intestinal es sensible al pH y su disminución a 5,5 por acidificantes provoca cambios en la composición bacteriana, por ejemplo, la inhibición del crecimiento de Salmonella patógena o *E. coli* (Bederska y Pieszka, 2011).

1.10. Enzimas

Anim (2013), menciona que la suplementación de dietas para cerdos con enzimas exógenas para mejorar el rendimiento no es un concepto nuevo y de investigación, artículos en este campo se remontan a la década de 1950. Las razones más comunes para la administración de suplementos de enzimas incluyen componentes de la alimentación degradantes resistentes a las enzimas endógenas (es decir, β-glucanasa, xilanasa, mananasa, pectinasa y galactosidasa), inactivación factores antinutricionales (es decir, la fitasa) y que complementa las enzimas endógenas que pueden estar presentes en cantidades suficientes (es decir, proteasas, lipasas y amilasas).

1.11. Extractos de plantas

Las plantas y sus extractos se han utilizado en la medicina tradicional durante siglos, después de la prohibición de los antibióticos como promotores del crecimiento, los aditivos para piensos comenzaron a ser utilizados como alternativas en pollos de engorde y de porcino en las dietas. Los extractos de plantas y aceites esenciales han sido explotados en la alimentación animal, en especial por sus propiedades antimicrobianas, antioxidante, anti-inflamatorios, y anti-parásitos. (Vondruskova y Col; 2010).

1.12. Los minerales como promotor de crecimiento.

Los minerales realizan funciones importantes en el cuerpo del animal. Hoy en día se reconocen, unos 15 elementos que deben estar presentes en la dieta. Los animales en crecimiento requieren estos elementos en grandes cantidades para formar su esqueleto, e integrar los tejidos ricos en proteínas. Si se satisfacen los requerimientos, el crecimiento será normal.

Uno de los periodos más críticos para el lechón se produce durante la fase de destete, fase en la cual sufren riesgos a nivel intestinal y donde los desequilibrios nutricionales afectan de forma significativa al rendimiento productivo. El aporte de minerales a través de la dieta y del agua contribuye a estos desequilibrios ya que las reacciones antagónicas entre macro y microminerales, la interacción con otros componentes de la dieta como los fitatos, la presencia de sulfuros o un excesivo aporte de calcio en las dietas, esto da como resultado un aporte mineral insuficiente que afecta a la inmunidad del animal, reproducción y calidad de la canal (Novus, 2014).

Las enfermedades digestivas de los cerdos en crecimiento explotados en granjas con programas preventivos establecidos son poco frecuentes. Sin embargo, pueden aparecer diarreas esporádicas o intermitentes producidas por los propios agentes infecciosos del cebadero (bacterias, virus y parásitos) o simplemente por piensos desequilibrados en nutrientes, cambios de dieta, bajada del pH intestinal, exceso o materias primas altamente fermentables capaces de alterar la flora gastrointestinal, entre otras (Rio y Rodríguez, 2000).

El Cobre tiene una función importante sobre la formación de la hemoglobina, en el proceso de oxigenación y es un componente esencial, por lo tanto un déficit de

Cobre puede ser un serio problema. En dietas para cerdos, el Cobre actúa como promotor de crecimiento e incrementa la eficiencia del pienso.

El Cobre juega un papel importante en muchos procesos fisiológicos. Los niveles de Cobre en la dieta de 5 a 10 ppm son suficientes generalmente para satisfacer los nutrientes del cerdo requeridos para estos procesos. Sin embargo, cuando se suministra a altas concentraciones (100 a 250 ppm para el Cobre), este mineral es conocido por ejercer influencias positivas sobre la tasa de crecimiento (Jacelay Col; 2010).

Miranda, (2000) menciona que la eficiencia en la utilización de nutrientes en cerdos ha estado mejorando en los últimos años en el uso de aditivos nutricionales. Los cerdos alimentados con dietas que contengan antibióticos, ácidos o Cobre, ganan peso más rápida y eficientemente que los alimentados con dietas sin estos aditivos.

El Cobre es un mineral que, en algunos países, se añaden a niveles farmacológicos a las dietas de destete como promotores de crecimiento. Diferentes estudios han mostrado que aumentando los niveles de Cobre en la dieta se mejora el crecimiento de los lechones y se reduce la incidencia por diarreas de las 2 a las 4 semanas post-destete. El Cobre añadido en la dieta también ha presentado mejoras en los crecimientos de los lechones al destete, siendo del sulfato de Cobre ($CuSO_4$) la fuente de Cobre más utilizada en porcino (Shelton y Col; 2009).

Los promotores de crecimiento se han empleado a dosis subterapéuticas durante largos períodos de la vida del animal, produciendo un incremento de peso de hasta el 5% (De La Rosa y Cortez, 2010).

Salgado (1985), menciona que hace unos 30 años, se demostró que al alimentar a los animales con el sulfato de Cobre, se contenía la diarrea, por lo que se estableció una relación entre molibdeno y Cobre, hoy día, se sabe que el efecto del molibdeno es muy complejo y parece ser que su acción es limitante sobre la retención del Cobre por el animal no se ejerce más que en presencia del sulfato.

En la Universidad Estatal de Kansas, las investigaciones sugieren que los cerdos alimentados con niveles suplementarios de cloruro de Cobre tribásico, tuvieron tasas de crecimiento en aumento en la fase de finalización, por último, los cerdos alimentados con Cobre pesan más y tienen pesos más altos en la canal, en comparación con los cerdos alimentados con una dieta de control que en la cual no se incluye el Cobre (Berg, 2013).

El Cobre, nutriente esencial requerido para el crecimiento normal en los cerdos, al ser administrado en cantidades mayores de las requeridas, puede actuar como promotor de crecimiento, además posee propiedades antibacterianas y antifúngicas, que usados en altos niveles (100 a 250 ppm de Cu) es un efectivo promotor de crecimiento en animales destetados, en crecimiento y engorde (Guevaray Col; 2003).

Sin embargo Jacela (2010), menciona que el mecanismo por el cual los altos niveles produce una mejora en la tasa de crecimiento en cerdos todavía no está claro. Se sabe que tiene propiedades antibacterianas, lo que puede explicar el efecto promotor del crecimiento, pero hay una falta de evidencia científica para comprender el modo exacto de acción.

Berg (2013), menciona que mientras que el Cobre añadido en las dietas de cría es común, la investigación anterior sugiere que los suplementos de Cobre en la finalización no proporciona ventajas de crecimiento.

La adición de 250 ppm de Cobre derivado de sulfato de Cobre ha sido una práctica habitual en las dietas de cerdos de cría durante muchos años. Se cree que el Cobre sirve como un agente antimicrobiano en el intestino del cerdo (Berg, 2013).

1.13. Absorción del Cobre.

Franco (1988), menciona que su absorción tiene lugar en el intestino delgado, ya que solo el 5%de la ración ordinaria se absorbe y se retiene en el cuerpo del animal, por lo cual la vía más importante de excreción es el tubo digestivo, siendo el 90% ó más del Cobre ingerido el que aparece en heces, la mayor parte de esta proporción es Cobre sin absorber y alguna cantidad se incrementa por bilis y secreciones de glándulas intestinales.

1.14. Modo de acción del Cobre.

El modo de acción está relacionado con la de los bactericidas, en el control de enfermedades subclínicas, pero existen evidencias de que el Cobre y otros bactericidas actúan también durante el proceso de la digestión, cambiando el metabolismo de los carbohidratos y reduciendo la degradación de aminoácidos por los microorganismos, resultando casi siempre más efectivo que los antibióticos y la combinación de ambos con frecuencia dan una respuesta adicional y parece que no tiene efectos importantes sobre la reproducción (Franco, 1988).

1.15. Toxicidad del Cobre.

La toxicidad por Cobre ha sido producida suministrando niveles elevados de Cobre (mayores a 250 ppm) durante el período de crecimiento y finalización, cuando la dieta contiene niveles bajos de zinc y hierro (Miranda, 2000).

Franco (1988), menciona que los niveles elevados de Cobre son tóxicos. El exceso se acumula en el Hígado, pero se ha encontrado en tejido muscular con 250 ppm, no es de esperar problemas de toxicidad siempre y cuando esté bien mezclado en el alimento, más de 250 ppm de Cobre son tóxicos y con más de 500 ppm se produce la muerte del animal.

1.16. Uso del Cobre como promotor de crecimiento en los animales.

Guevara (2003), hace referencia en su trabajo no hubo diferencia estadística significativa (P>0.05) en el PV final ni en la Ganancia de Peso Diaria, entre los tratamientos. Sin embargos, se observó una ligera tendencia a favor de los tratamientos que contenían 250 y 150 ppm de Cu, cuyas Ganancia de Peso Diaria superaron en 11.3 y 10.9% al grupo testigo que no recibió sulfato de Cobre respectivamente. También menciona que no hubo diferencia estadística significativa entre los tratamientos en el consumo de alimento y que el consumo está dentro de los rangos normales para la etapa; en consecuencia afirma que la presencia de sulfato de Cobre a niveles utilizados no afecta en el consumo de alimento.

En otro trabajo realizado por Miranda (2000), menciona que no se encontró diferencia entre tratamientos en la ganancia diaria de peso; sin embargo los animales que recibieron los tratamientos con Cobre tuvieron ganancias ligeramente superiores. Si esta tendencia se mantuviera, permitiría a los cerdos de estos tratamientos con Cobre alcanzar el peso para pasar a la fase de engorde una semana antes.

En pollos Zea y Vílchez (2014), mencionan que el efecto de la fuente de Cobre sobre el comportamiento productivo de los pollos de 0 a 40 días de edad. Se observó una diferencia no significativa de 4% en el peso vivo en el día 40. La fuente de Cobre tuvo un efecto significativo sobre el consumo de alimento. Encontrándose un mayor consumo durante los 40 días de estudio; no obstante, estas diferencias no afectaron las ganancias de pesos totales entre tratamientos.

Franco (1988), reporta que la utilización del Cobre como promotor de crecimiento ya sea solo ó combinado no mejora la eficiencia alimenticia sobre un grupo no medicado.

En conejos Cheekey Col; (1983), mencionan que los resultados tienen una muy ligera mejora del crecimiento con adelgazamiento de la pared cecal. Pero pese a que los resultados no fueron del todo significativos, mostraban una tendencia a mejorar

cuando los gazapos recibían un mayor suplemento de Cobre, sugiriendo ser una inter-relación entre la proteína ingerida y el nivel de Cobre. En estudios realizados recientemente se ha demostrado una reacción favorable de los conejos de engorde cuando reciben sulfato de Cobre en la ración, llegándose a probar hasta 400 ppm.

Por lo antes expuesto; el presente trabajo tiene la finalidad de evaluar el comportamiento productivo (consumo, ganancia y eficiencia alimenticia) y económico al comparar dietas con y sin sulfato de Cobre en cerdos en la etapa de 20-50kg peso vivo (PV).

OBJETIVO

El presente trabajo tiene la finalidad de evaluar el comportamiento productivo (consumo, ganancia diaria y eficiencia alimenticia) y determinar el costo-beneficio, adicionando sulfato de Cobre en el alimento en cerdos de 20 a 50 kg

HIPOTESIS

La utilización del sulfato de Cobre en el alimento de los cerdos, producirá una mejoran en el comportamiento productivo de estos en la etapa de 20 a 50 kg.

MATERIAL Y MÉTODOS

Localización.- El presente trabajo se realizó en el sector porcino de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, unidad posta que se encuentra en el Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapecuaro en el municipio de Tarimbaro, Michoacán. El municipio se localiza al norte del estado, en las coordenadas 19º48' de latitud norte y 101º10' de longitud oeste, a una altura de 1,860 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con los municipios de Copándaro y Cuitzeo, al este con el municipio de Álvaro Obregón, al sur con los municipios de Morelia y Charo, y al oeste con el municipio de Chucándiro. Su distancia a la capital del estado es de 12 kilómetros. Presenta un clima templado con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 609.0 milímetros y temperatura promedio de 25º centígrados (García, 1988).

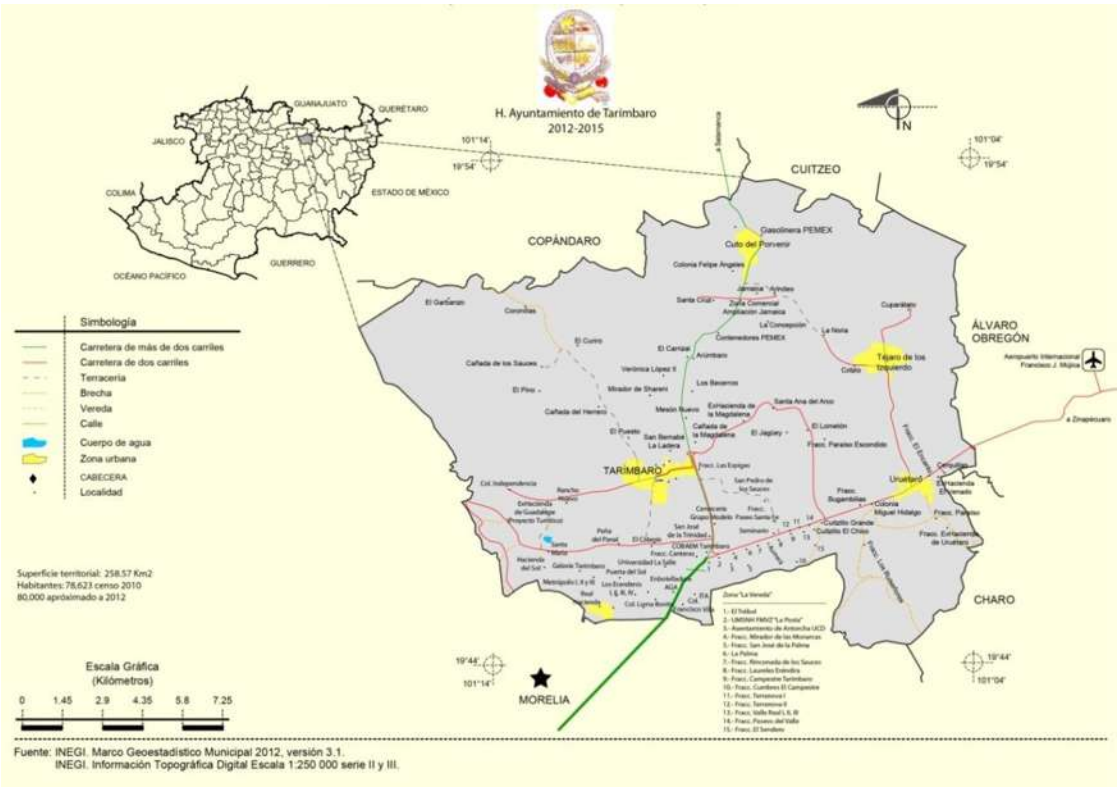

Ilustración 1. Localización de la granja

Animales.- Se utilizaron 38 cerdos con un peso vivo promedio 20kg. Lo cuales provienen de las cruzas de las razas: (Yorkshire x Landrace x Pietrain).

Alojamientos.- Se adaptaron 9 corrales con piso de cemento; cuatro para el grupo testigo y cinco para el grupo experimental, teniendo las medidas de 2 metros de ancho x 3.70 metros de largo, con comederos de lámina galvanizada tipo tolva con capacidad para 100 kilogramos de alimento y bebederos tipo chupón.

Diseño experimental y análisis estadístico.- Se uso un diseño completamente al azar con 2 tratamientos:

A= Dieta sin sulfato de Cobre

B= Dieta con sulfato de Cobre (700g por Tonelada equivalente a 225ppm)

Se tuvieron 22 repeticiones (cerdos) para el tratamiento “B” para la variable ganancia diaria de peso y 5 repeticiones (corrales) para consumo y eficiencia alimenticia. Y para el tratamiento “A” Se tuvieron 16 repeticiones (cerdos)para la variable ganancia diaria de peso y 4 repeticiones para consumo y eficiencia alimenticia. Las cuales fueron evaluadas por una prueba "F” mediante el método de Análisis de Varianza (ANVA).

*Alimentación***.-**Fue dada diariamente, siendo pesada de acuerdo al número de animales por corral, y a su consumo y rechazo, aumentando un 10 % de la dieta en caso de que no exista un rechazo, para observar que los animales se encuentran satisfechos. En la tabla No. 1 se muestran los ingredientes y sus cantidades de la dieta usada en ambos tratamientos y en la tabla 2 se muestra la composición nutricional de la dieta.

Tabla 1. Ingredientes y cantidades usadas en las dietas (kg/ton)

Ingrediente	A	B
Sorgo	638.5	638.5
Soya	100	100
Canola	229.6	229.6
Ortofosfato	4.4	4.4
Calcio	20.4	20.4
Sal	4	4
Vitaminas	1.5	1.5
Minerales	1	1
Lisina	0.6	0.6
Sulfato de Cobre Pentahidratado	0	0.7

Tabla 2. Composición nutricional de la dieta.

Proteína cruda %	18.0
EM Kcal/kg	3265
Lisina %	0.96
Metionina + cistina %	0.57
Calcio %	0.60
Fosforo %	0.50
Fibra cruda %	3.85

Se realizó pesaje de los animales cada 14 días y el trabajo finalizo cuando alcanzaron un promedio de 50 kg. PV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se muestra en la tabla 3 se encontraron diferencias ($P<0.05$) tanto en el consumo, como en la ganancia diaria de peso; sin embargo no hubo diferencias ($P>0.05$) en la eficiencia alimenticia. Estos resultados son similares a los reportados en la literatura; Guevara (2003), observó una tendencia a favor de los tratamientos que contenían 250 y 150 ppm de Cu, cuyas GDP superaron en 11.3 y 10.9 % al grupo testigo que no recibió sulfato de Cobre, respectivamente. Bergero y Ladetto (1993), quienes utilizando niveles de 250 ppm de Cu en dietas de inicio observaron mejoras entre el 5 al 10 % en la GDP; ventajas que no fueron estadísticamente significativas. Miranda (2000), no encontró diferencia entre tratamientos en la ganancia diaria de peso.

La eficiencia alimenticia (ECA) encontrada en el presente trabajo es similar a lo reportado por Bergero y Ladetto (1993), en donde no encontraron diferencias ($P <0.05$) entre los tratamientos, señalan que el tratamiento con 250 ppm de Cu fue superior al tratamiento con 0 ppm de Cu, en el orden del 12.2 % de mejor eficiencia alimenticia. En este trabajo fue de 9.5% en la eficiencia alimenticia a favor del tratamiento con sulfato de Cu en comparación de sin sulfato de Cu.

(Tenkal, 2010), encontró que en etapas iniciales (10-20 kg/PV) en los cerdos es de 11.9% en el GPD y 4.5% en eficiencias de conversión, mientras que en crecimiento (20-50 kg) encontró valores de 6.9% en GPD y 3.6% en eficiencia de conversión, y en etapas de terminación la mitad de los valores anteriores, a favor de las dietas con sulfato de Cu.

Tabla 3. Resultados del comportamiento productivo en los cerdos.

	TRATAMIENTO A		TRATAMIENTO B			
Variable	$\bar{x}$	**±S**	$\bar{x}$	**±S**	**EE**	**Nivel de significancia**
N° animales	**16**		**22**			
Peso inicial kg	**26.632**	**1.529**	**26.318**	**3.273**		
Peso final kg	**52.118**	**5.743**	**55.489**	**6.700**		
ganancia (g)	**551[a]**	**87**	**709[b]**	**103**	**20**	**0.00018**
consumo (g)	**1.530[a]**	**0.125**	**1.741[b]**	**0.140**	**0.056**	**0.05**
ECA (kg/kg)	**2.725[a]**	**0.249**	**2.466[a]**	**0.189**	**0.081**	**0.119**

EE = Error estandar
Literales diferentes en la línea indican diferencias significativas estadísticamente.

Franco (1988), Observó que en el primer período ·la ganancia de peso en el grupo testigo fue menor que en los grupos medicados ya que se comprueba que el Sulfato de Cobre y el Olaquindox tienen buena respuesta aun cuando se presenta el stress del destete de los lechones y se notó que afectó más al Grupo Testigo.

Miranda (2000), observó que los tratamientos con Cobre tuvieron ganancias ligeramente superiores. Durante la etapa de engorde. Yen y Nienaber (1993), encontraron efecto positivo en la fase de inicio usando Cobre a razón de 250 ppm, al medir las variables de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, pero que las fases de engorda es menor el efecto.

Como se presenta en la tabla 4 la adición del sulfato de Cobre en la dieta permite un ahorro del 8.9% ya que el hecho de adicionar el sulfato de Cu mejoró la eficiencia alimenticia, lo que permite reducir el costo por concepto de alimentación, ya que solo se incrementa $35.00 por tonelada con la adición de 700g de sulfato de Cu.

Tabla 4. Evaluación económica con la adición del sulfato de Cu en el alimento.

	TRATAMIENTO A	**TRATAMIENTO B**
$ De alimento	**5.55**	**5.59**
$ kg/ganancia	**15.12**	**13.78**
% de ahorro	**----**	**8.9**

CONCLUSIONES

- Se observó diferencias (P<0.05) tanto en el consumo, como en la ganancia diaria de peso; sin embargo no hubo diferencias (P>0.05) en la eficiencia alimenticia.

- Hay una tendencia a mejorar la eficiencia alimenticia cuando se adiciona el sulfato de Cobre.

- El ahorro en la alimentación de los cerdos tuvo una diferencia de 8.9% favoreciendo al sulfato de Cobre

Sugerencias

Se sugiere realizar más trabajos evaluando las diferentes etapas de engorda.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anim, J., (2013) alternatives to antibiotics as growth promoters for use in swine production: a review en rev. BioMed Central volumen 4, número 1 pp.35

2. Arellano, W., (2006). Maduración del tracto digestivo del lechón y tendencias en su alimentación. Tesis de licenciatura. México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

3. Argüello, P. (2007). "Efecto de tres niveles de Ractopamina sobre el desempeño productivo, económico y calidad de canal en cerdo para abasto". Tesis de licenciatura, Morelia. Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

4. Bederska, D., Pieszka, M., (2011) Modulating gastrointestinal microflora of pigs through nutrition using feed additives in rev. Ann. Anim. Sci., volumen 11, número 3., pp. 333-355

5. Berg, L. (2013). Finish Pigs Better With Copper. Edición Penton Media, Inc. Kansas.

6. Bergero, D., Ladetto,G.,(1993)Use of copper sulphate as a growth promoter in piglests:Effect of different doses. Nutrition Abstracts and Reviews series B.volumen 63 número 5 pp. 329.

7. Brezoen A., Van Haren W., Hanekamp J.C. 1999. Emergence of a debate. AGPs and Public Health. Human Health and Antibiotic Growth Promoters (AGPs): Reassessing the risk. Heidelberg Appeal Nederland Foundation, pp. 131.

8. Carro, D., y Ranilla, J., (2002) los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. En sitio argentino de producción animal. En Albeitar, España. Universidad de León, España.

9. Cheeke, P., Patton, N., Harris, D., Grobner, M., (1983) El sulfato de Cobre como aditivo para los Conejos en Feed International, volumen 4, número 12 pp.49·52.

10. Collell, M. (2011). Otros Tratamientos Alternativos. En Trisanicol [En línea]. disponible en: www.3tres3.com/print/30066 [Accesado el día 10 de julio de 2014]

11. Danilo, J., (1998) Producción porcina. Edición de Universidad Estatal a Distancia San José. Costa rica

12. De La Rosa, W., Cortez, J. (2010). Desempeño de los cerdos tratados con los antibióticos Tulatromicina (Draxxin®) y Enrofloxacina (Baytril Max®) en las etapas de pos destete y crecimiento. Tesis de licenciatura, Honduras. Carrera de ciencia y producción agropecuaria – Zamorano.

13. Falcão L., Castro L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J. (2003)Alternatives To Antibiotic Growth Promoters In Rabbit Feeding: A Review. World Rabbit Sci. vol 15 pp. 127 – 140

14. Franco, C. (1988). Evaluación del sulfato de Cobre del olaquindox y su combinación como promotor de crecimiento en cerdos en etapa de iniciacion. Tesis de licenciatura, Guadalajara. Carrera de Médico Veterinario y Zootecnista – Guadalajara.

15. Galindo, J.; Sánchez, D.R.; Ayala, M.A.; Hernández, M.; García, R.X. y Pérez, Y. (2012). "Comportamiento productivo y rendimiento en canal de cerdos en finalización con dos niveles de Ractopamina en la dieta". en Rev. Computadorizada de Producción Porcina. Volumen 19, número 4. abril 2012, pp. 256-259.

16. García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México.

17. Guevara, V. Cadillo, J. y Ordoñez, T. (2003). Evaluación de tres niveles de Cobre en la alimentación de lechones en la etapa de recría. Tesis de Maestría, República de Perú. Carrera de Ingeniería Zootecnista – República de Perú

18. Hamilton-Miller J.M.T., Gibson G.R., Bruck W. 2003. Some insights into the derivation and early uses of the word "probiotic". Brit. J. Nutr., 90, 845.

19. Hazzledine, M. (1995). Normas de formulación de piensos para lechones en II. Gran Bretaña. En Pig Improvement Company. XI curso de especialización fedna, 7 y 8 de Noviembre de 1995, Barcelona.

20. Jacela, Y., DeRouchey, M., Tokach, D., Goodband, D.,Nelssen, L., Renter, G., Dritz, S., (2010) Feed additives for swine: fact sheets – high dietary levels of copper and zinc for Young pigs, and phytase en Practice Tip [En línea]. disponible en: https://www.aasv.org/shap/issues/v18n2/v18n2p87.pdf [Accesado el día 19 de noviembre de 2014]

21. Krause, D., House, J., y Nyachoti, M., (2013) Alternatives to antibiotic in swine diets: a molecular approach. Edicion University of Manitoba, Winnipeg., Canada

22. Miranda, E. (2000). El sulfato de Cobre como promotor de crecimiento en cerdos de engorde. Tesis de licenciatura, Honduras. Carrera de ciencia y producción agropecuaria – Zamorano.

23. Novus E. (2014). "El Cobre como aditivo en el pienso de lechones. Un Cobre quelado se libera más" en Novus Mintrex. [En línea]. disponible en: http://agrinews.es/2014/03/20/el-Cobre-como-aditivo-en-el-pienso-de-lechones-un-Cobre-quelado-que-libera-mas/ [Accesado el día 24 de junio de 2014]

24. Pinelli A., Acedo, E., Hernández, J., Belmar, R., Beltrán, A., (2004) Manual de Buenas Prácticas de Producción en granjas porcícola. Edición Confederación de porcicultores mexicanos, A.C. SAGARPA.

25. Rio, J. y Rodríguez, M. (2000). Nutrición y patología digestiva del lechón y del cerdo en crecimiento-cebo. En midiatecavipec [En línea]. disponible en: http://www.midiatecavipec.com/nutricion/nutricion110106.htm [Accesado el día 7 de julio de 2014] .

26. Salgado, M. (1985). Influencia del sulfato de Cobre como factor del crecimiento en cerdos durante el periodo de engorda. Tesis de licenciatura. Veracruz. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia- Universidad Veracruzana.

27. Shelton, N.; Tokach, M. Nelssen, J.; Goodband, R.; Dritz, S.; DeRouchey, J.; Hill, G.; Amachawadi, R.y Nagaraja,T. (2009). Efecto del sulfato de Cobre y el oxido de zinc sobre los rendimientos de los lechones al destete y los niveles de minerales En nutrimail [En línea]. disponible en: http://www.3tres3.com/nutrimail/efecto-del-sulfato-de-Cobre-y-el-oxido-de-zinc-sobre-los-rendimientos_7332/ [Accesado el día 7 de julio de 2014]

28. Stephano, A. (2012). Situación de la porcicultura mexicana. en AMVECAJ. Ponencia patrocinada por Laboratorios NOVARTIS, 16 de febrero 2012, Tepatitlan, Jalisco.

29. Tenkal (2010) Aditivos en nutrición porcina en InfoPork [En línea]. disponible en: http://www.infopork.com.ar/post/3041/Aditivos_en_Nutricion_Porcina.html [Accesado el día 19 de noviembre de 2014]

30. Vondruskova H., Slamova R., Trckova M., Zraly, Z., y Pavlik I., (2010) Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review. En revista Veterinarni Medicina volumen 55, numero 5, pp. 199-224

31. Yen, J., NIENABER, J., (1993)Effects ofhigh copper feeding on portal ammonia absorption and on oxygen consumption by portal vein-drainedorgans and by the whole animal in growing pings. En Journal of AnimalScience. 71:21 pp.57-2163

32. Zea, O., Vílchez, C., (2014) efecto de la suplementación con fuentes de Cobre sobre el comportamiento productivo, morfometría intestinal y nivel de Cobre hepático en pollos de carne. en Rev. Investig. Vet. Perú. volumen 25. Número 1. Lima