

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA

“EFECTO DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDAS
GESTANTES Y LACTANTES ALIMENTADAS CON
DIFERENTES NIVELES DE FÓSFORO Y ENERGÍA
METABOLIZABLE”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA

PAULINA MAGDALENA HARTE BALZO

Asesores:

MVZ MPA Marco Antonio Herradora Lozano

Dr. Luis Corona Gochi



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

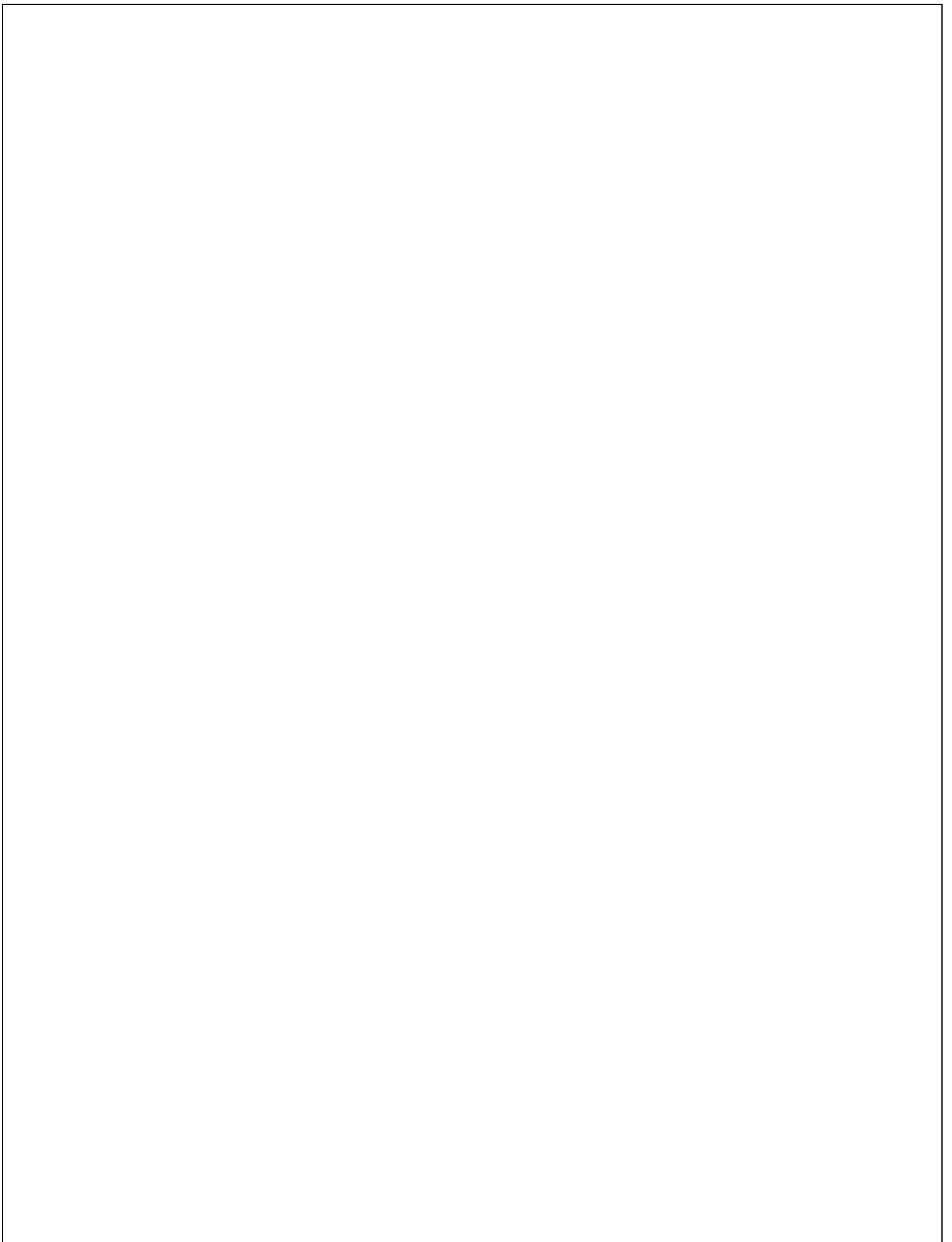
1. A mi mamá, mi fan número uno, en quien siempre puedo encontrar un apapacho, una palabra de aliento, un alago, y que me ha ayudado a sentirme segura de mi misma. ¡Te amo Ma!
2. A mi papá, quien incondicionalmente me ha apoyado, amado y aconsejado durante toda mi travesía en México.
3. A mis hermanos, Vicky, Fede y Titi, que sin sus innumerables charlas sobre mi vida y mi futuro, que tanto odiaba en su momento, definitivamente no hubiera logrado todo esto. Gracias por preocuparse, por presionarme, por no dejarme sola, por estar a mi lado sin importar las circunstancias
4. A mi abuela, que sé que si estuviera aquí, leería toda la tesis. ¡Te extraño tanto!
5. A Cori, Martín y Alonso, que igual que mis hermanos, han estado siempre para apoyarme y aconsejarme.
6. A mis amigos (Bicha, Erik, Chuy, Lore, Vane, Luz, Lalo, Ana, Ema, Bruno. Cyn, Fabiru) con quienes viví, vivo y seguiré viviendo miles de historias y quienes hicieron que el tiempo en la facultad sea inolvidable ¡Gracias por tantas risas!

AGRADECIMIENTOS

1. A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por ser mi segundo hogar durante todos estos años.
2. Al Departamento de Medicina y Producción Porcina por darme todo su apoyo durante la realización de este trabajo.
3. A mi asesor el Dr. Herradora, sin él, nunca hubiera terminado este trabajo. Muchas gracias por nunca dudar en mí, por presionarme, por apoyarme, animarme y apapacharme, y por la gran paciencia que ha tenido todos estos años. ¡¡LO LOGRAMOS!!
4. A mi asesor el Dr. Corona, gracias por toda su ayuda y consejos.
5. A mi jurado, Dra. María Elena Trujillo, Dr. Sergio Ángeles Campos, Dr. Jesús Manuel Cortés..... gracias por sus asesorías y paciencia.
6. A Jorge Gómez, quien me ofreció esta tesis y se ha convertido en un gran amigo, colega, profesor, sicólogo, paño de lágrimas, apoyo moral, etc.
7. Al Dr. Juvencio García, por darme la oportunidad de trabajar en Los Pinos y por todo el apoyo, consejos y enseñanzas.
8. Al Sr. Crisóforo y a todos los trabajadores de Los Pinos, gracias por darnos la oportunidad de trabajar con Uds., por toda la ayuda, por la comprensión, y por la compañía.
9. A Juanjo, el único que realmente entiende cuánto ha costado realizar este trabajo. Muchas gracias por aventarte conmigo y por trabajar hombro a hombro, sin ti todo hubiera sido el doble de difícil.

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
JUSTIFICACIÓN.....	14
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS.....	14
MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	22
DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
CUADROS.....	37
FIGURAS.....	47



RESUMEN

HARTE BALZO PAULINA MAGDALENA. Efecto de un complejo enzimático sobre el comportamiento productivo de cerdas gestantes y lactantes alimentadas con diferentes niveles de fósforo y energía metabolizable. MVZ, MPA Marco Antonio Herradora Lozano y Dr. Luis Corona Gochi.

El uso incrementado de fósforo inorgánico y la contaminación que produce el exceso de P en las heces, ha provocado que el planeta se encuentre en una situación conocida como “la crisis del fósforo”¹ lo que ha llevado a una inevitable elevación del precio². Esto sumado al encarecimiento del maíz, sorgo y soya utilizados para la producción del etanol, ha llevado a buscar nuevas alternativas de alimentación encaminadas a ajustar las necesidades económicas del productor, así como las medio ambientales. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de un complejo enzimático sobre la productividad en cerdas gestantes y lactantes, alimentadas con diferentes niveles de fósforo y energía metabolizable, utilizando 44 cerdas reproductoras F1 (Yorkshire-Landrace) multíparas y nulíparas desde los 23 días post servicio hasta los 21 días de lactancia. Las cerdas se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 2 (niveles de fósforo y energía) x 2 (niveles de complejo enzimático). Cerdas gestantes alimentadas con dietas con niveles restringidos de P y EM, adicionadas con un complejo enzimático, presentaron el mismo comportamiento productivo que cerdas alimentadas con niveles óptimos de P y EM sin la adición de un complejo enzimático. En el caso de las cerdas lactantes, a pesar de que se observó el mismo resultado que durante la gestación, las cerdas que recibieron dietas con niveles restringidos de P y EM adicionada con un complejo enzimático, presentaron el mismo comportamiento productivo que cerdas alimentadas con niveles óptimos de P y EM, sin la adición de un complejo enzimático, es importante señalar que el grupo MC fue alimentado con niveles más altos de PC en comparación con los otros 3 grupos, lo que pudo haber afectado los resultados.

I.- INTRODUCCIÓN

La alimentación de la cerda gestante tiene como objetivo que ésta conserve un estado nutricional adecuado, obtenga los nutrientes necesarios para asegurar la supervivencia de los embriones y con ello lograr mayor número de lechones vivos al parto; así como, que consuma mayor cantidad de alimento durante la lactancia. La estimación de las necesidades nutricionales en la cerda preñada, es la suma de sus requerimientos y sus fetos, placenta y otras membranas fetales y maternas. Además, el aumento de tamaño del útero y otros componentes del “anabolismo de la preñez”, incluido el crecimiento del tejido mamario al final de la gestación y preparación para la lactancia; todo ello contribuye al aumento de las necesidades nutricionales de la cerda en esta etapa³.

Alimentariamente son tres etapas en las que se divide la preñez de la cerda: la primera (0-25 días), afecta la implantación de embriones, y el objetivo es alcanzar mayor sobrevivencia embrionaria; la segunda (25-67 días), corresponde al establecimiento en número de fibras musculares del feto, y recuperación de reservas corporales de la cerda, teniéndose como objetivo optimizar su alimentación, para mejorar condición corporal y prepararle para el parto; la tercera (76-114 días), se relaciona con el rápido crecimiento del feto y desarrollo de la glándula mamaria, y los objetivos son: mantener a la cerda en optima condición corporal antes del parto, y asegurar el mayor número de lechones nacidos vivos y buen peso en el parto subsecuente⁴. La salida de nutrientes vía leche es mucho mayor que el depósito de nutrientes en fetos y membranas placentarias durante un período de gestación de 114 días. Por lo

tanto, las necesidades nutricionales de la cerda durante la lactación son más demandantes que en gestación³. La complicación de alimentar cerdas en lactancia está en que la ingestión voluntaria de alimento no es suficiente para cubrir estas demandas, particularmente en cerdas altas productoras (>8 kg de leche/día), lo que obliga a movilizar reservas corporales (músculo y grasa principalmente) para cubrir las necesidades impuestas por la glándula mamaria. En muchos casos esta contribución es significativa, provocando merma en la integridad corporal que conduce a fallas reproductivas, reducción en la productividad y disminución en longevidad⁵.

Para fines de este trabajo, se abordan los requerimientos nutricionales de la cerda gestante y lactante desde el punto de energía y fósforo total.

1.1 ENERGÍA

El cerdo tiende a comer para satisfacer necesidades energéticas, es por esto que del 70 al 90 % de una dieta común para cerdos, corresponde a alimentos ricos en energía³; sin embargo, es importante el grado de digestibilidad de los ingredientes, ya que el cerdo es un animal de estómago simple, de manera que debe contar con alimentos que tengan carbohidratos fácilmente digestibles para cubrir sus requerimientos de energía. Los carbohidratos complejos como celulosa, y hemicelulosa, que se encuentran en forrajes y otros alimentos fibrosos, son degradados por fermentación microbiana. El cerdo no utiliza eficientemente componentes fibrosos en la dieta⁶. A continuación se nombran las fuentes de energía más utilizadas en la alimentación de cerdos.

Los granos y derivados son la fuente de carbohidratos más importante en el cerdo. El maíz, (*Zea mays*) es la base de la dieta para cerdo en América. La

cebada, sorgo, trigo, centeno, avena y triticale pueden sustituir al maíz; otras semillas utilizadas como fuente de energía para cerdos incluyen al trigo sarraceno y semillas de amaranto. La producción de harina y etanol a partir de maíz y granos de cereales, genera subproductos de la molienda y destilación, disponibles a un costo razonable para su uso en la formulación de dietas para cerdos. Estos subproductos tienen mucha fibra y menor energía metabolizable que los granos. Otras fuentes de energía para cerdos incluyen raíces y tubérculos, como yuca, papa, camote, y plátano, melaza de caña de azúcar, grasas y aceites⁶.

En el caso de hembras gestantes, los requerimientos de energía de mantenimiento han sido definidos por varios autores y la mayoría han estimado cercanos a 110 kilocalorías (kcal) de energía digestible (ED) por kg de peso metabólico. Para productos de la concepción y tejidos reproductivos relacionados con ellos, se ha estimado un requerimiento de 1,150 kcal de ED por kg de lechón al parto. Finalmente para ganancia materna o reposición de aquellos tejidos utilizados para producción de nutrientes mediante catabolismo durante la lactancia previa, el requerimiento se ha estimado en 5,000 kcal de ED por kg de peso que se calcule ganar durante la gestación. Una cerda de 150 kg, con una ganancia de peso durante la gestación de 30 kg y 12 cerdos nacidos (con un promedio de peso de 1.5 kg por lechón), tiene un requerimiento diario de energía de 5.97 Mcal de EM. Por lo tanto los requerimientos energéticos, con una dieta basada en grano de sorgo y pasta de soya con 3 Mcal de EM por kg, estarían cubiertos con un consumo de 1.98 kg de alimento⁵.

En el caso de hembras lactantes, la ingesta de alimento voluntario por lo general es insuficiente para satisfacer las necesidades de energía para esta etapa., esto debido a la alta demanda para mantenimiento y la energía utilizada en la producción de leche. Por lo tanto, las cerdas pierden peso durante la lactancia y movilizan sus reservas corporales, es por esto que estudios sobre energía metabolizable en estos animales, involucran la medición de sus requerimientos de mantenimiento, energía utilizada en producción láctea, cantidad de reservas corporales, y eficiencia con que se utiliza la EM de la dieta o energía de reservas corporales para producción láctea⁷.

La derrama de energía en leche es considerada para calcular los requerimientos de energía en lactación y mediante la siguiente serie de ecuaciones:

EM para leche = (6.83 x GPC) – (0.125 x NL), en donde:

GPC = ganancia de peso de la camada en lactación, Kg.día⁻¹

NL = número de lechones en la camada lactante.

EM mantenimiento = 0.106 Mcal de EM/kg^{0.75}

En el aspecto económico en 2002, el National Renewable Energy Laboratory publicó un detallado informe sobre el proceso y análisis económico de la conversión bioquímica del maíz a etanol⁸. El continuo crecimiento de esta producción, ha llevado a un aumento en el precio y demanda de este ingrediente a través de plantas de biocombustibles, ocasionando un incremento en el costo de alimentación de cerdos⁹. Este encarecimiento arrastró consigo la cotización del sorgo, que incrementó su precio, lo que ocasionó que se cotice

por encima del maíz forrajero¹⁰. En base a la información proporcionada por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados, de marzo de 2010 a marzo de 2014 el precio del maíz incrementó en un 38%, el sorgo en un 25% y la soya en un 34%. En el mismo período, el precio del alimento comercial para ganado porcino incrementó en un 33%¹¹.

El alimento representa 60% o más del costo total de la producción porcina y como se mencionó anteriormente, del 70 al 90 % de una dieta común para cerdos, corresponde a alimentos ricos en energía⁶, por lo que es necesario encontrar alternativas de alimentación en cerdos para combatir el aumento de los precios en los insumos.

FÓSFORO (P)

El P es el segundo mineral más abundante en el cuerpo y cerca del 80% se encuentra en huesos y en dientes en forma de fosfato de calcio. La formación y mantenimiento de huesos es cuantitativamente la función más importante del P, el 20% restante del P corporal se distribuye ampliamente en líquidos y tejidos blandos del cuerpo y tienen una variedad de funciones esenciales^{12, 13}. Es componente del ácido desoxi- y ribonucleico, esenciales para el crecimiento y diferenciación celular; como fosfolípidos contribuye a la fluidez de la membrana celular e integridad y mielinización de nervios; como fosfato (PO_4) ayuda a mantener el balance osmótico y acido-base. Juega un papel esencial en una serie de funciones metabólicas, incluidas la utilización de energía y transferencia vía AMP, ADP y ATP, con implicaciones en gluconeogénesis, transporte de ácidos grasos, síntesis de aminoácidos y proteínas, actividad en

la bomba sodio/potasio^{10, 14}, participa en el control del apetito, y en la eficiencia de la utilización del alimento¹⁵.

Los requerimientos fisiológicos de Ca y P aumentan durante la gestación y lactancia cuando las demandas para el desarrollo fetal y producción láctea son mayores¹⁶. En el Cuadro No. 1 se observan los requerimientos de P y otros minerales según el NRC¹⁷.

En caso de deficiencias de P, la primera respuesta es la disminución en la fracción del P inorgánico en plasma sanguíneo con el consecuente retiro de Ca y P de las reservas de los huesos. Los valores normales de P en el plasma son de 4.5 a 6 mg/100 ml para animales adultos¹⁸. Una falla continúa en la nutrición normal de P puede ocurrir en cualquier momento de la vida del animal cuando el suplemento de este elemento y los factores que conciernen a su asimilación (vitamina D), no son adecuados para llevar a cabo funciones necesarias. La enfermedad más sobresaliente es el raquitismo, una disminución en la concentración de Ca y P en la matriz inorgánica de cartílagos y huesos. En adultos, la osteomalacia es la contraparte del raquitismo y se caracteriza por una disminución en la concentración de Ca y P en la matriz ósea. La pérdida de apetito y la consecuente pérdida de peso es una característica de la privación de P en animales en crecimiento y adultos¹⁸.

En hembras gestantes, Mahan (1990)¹⁶ reporta que bajos niveles de P en la dieta pueden reducir el tamaño de la camada sin afectar niveles de cenizas en el hueso del neonato. Sin embargo, en otros estudios más recientes, se ha demostrado que las cerdas primero utilizan sus reservas de minerales antes de

afectar su comportamiento reproductivo como, tamaño de camada, anomalías en fetos, o cambios en la composición mineral de la leche^{19, 20}.

Investigaciones han reportado que el rápido desarrollo fetal durante los últimos meses de gestación y las concentraciones de Ca y P que van aumentando poco a poco en la leche desde el parto hasta el destete, resultan en un alto requerimiento fisiológico de estos minerales. Si estas demandas no se cumplen, las reservas de minerales óseos se utilizan para satisfacer esta necesidad funcional¹⁶. También han encontrado que los huesos del esqueleto axial son más responsivos al proceso de desmineralización que los huesos largos o las extremidades del esqueleto. Es por esto que la parálisis posterior resultante de la desmineralización de las vértebras en hembras reproductoras, es una respuesta a la deficiencia de Ca y P. Este problema ocurre más frecuentemente en hembras con alta producción láctea hacia el final de la lactación²¹. Si la remoción de minerales es superior a las reservas corporales y la ingesta alimentaria, la cerda puede agotar dichas reservas corporales, deprimiendo así su capacidad reproductiva, con su consecuente eliminación¹⁶. Por esto, es de gran importancia conocer diversas fuentes de P y su disponibilidad para los cerdos.

En el caso del fosfato en la naturaleza, este se encuentra en forma de apatita, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$ o $3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\text{Ca}(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})_2$, pero altos niveles de flúor en la roca limita la eficacia del P¹⁸. La última fuente de P son las rocas ígneas (formadas por la solidificación de la roca fundida), en cuatro tipos principales de grandes depósitos: rocas ígneas, fosforitas marinas, roca fosfatada, y guano. Los depósitos de fosfatos, se encuentran en una forma llamada pellet fosforita. El fosfato del guano se origina por la acción del P en el excremento de aves y

murciélagos, con camas de piedra caliza, principalmente en Curazao e isla Navidad. En México, el mismo tipo de fosfato se forma a partir de guano de murciélago en cuevas²¹.

El P en alimentos de origen vegetal, se almacena tanto en forma orgánica como inorgánica. La parte orgánica, una pequeña proporción de la cual se encuentra en forma de fosfolípidos, consiste principalmente de fitatos, una mezcla de sales de calcio, magnesio y potasio del ácido hexa-inositol-fosfórico (ácido fítico = $C_6H_{12}O_{24}P_6$)¹⁹. El P fítico representa aproximadamente de 60 a 80% del P total de los granos de cereales y semillas de oleaginosas, En el cuadro No. 2 se presenta el porcentaje de P fítico y P total de los ingredientes comúnmente utilizados en la alimentación de cerdos²².

El ácido fítico tiene baja disponibilidad y/o digestibilidad para cerdos (variando del 10 al 60%), ya que carecen de la enzima que puede hidrolizar esta molécula en el intestino delgado²³. Además, el ácido fítico tiene una fuerte carga negativa (seis grupos fosfatos) en un amplio rango de pH, lo que indica un gran potencial para unirse a moléculas con cargas positivas como cationes (Ca, Zn, Mn y Fe) o proteínas que se encuentran debajo de su punto isoeléctrico, disminuyendo así también la disponibilidad de estos nutrientes²⁴.

El método de elaboración del alimento como el remojo, cocción, germinación y fermentación, mejoran la disponibilidad de P, pero estas mejoras no son suficientes para satisfacer necesidades nutricionales, teniendo entonces que adicionar fuentes inorgánicas a las dietas, como fosfato dicálcico y fosfato defluorinado, en donde el P se encuentra altamente disponible²⁵.

Pero las necesidades del P inorgánico han sido determinadas en condiciones de laboratorio donde los animales y las condiciones ambientales están controlados. Estos resultados no son normalmente aplicables a condiciones de campo donde los animales están expuestos a condiciones ambientales diferentes y en granjas donde existe el riesgo de ciertas enfermedades, por lo tanto, en la práctica se tiende a suministrar P inorgánico por encima de los requerimientos²⁶ y una gran cantidad de este es excretado en heces, así como el fitato que no es utilizado por los cerdos, produciendo una importante contaminación medioambiental llamada eutrofización^{19, 27}. Las aguas superficiales se convierten en eutróficas cuando nutrientes minerales y orgánicos reducen el oxígeno disuelto a niveles que favorecen la vida vegetal con respecto a la animal. Un excesivo crecimiento de algas verdiazules debido a aportes excesivos de P es problemático porque producen toxinas que pueden afectar la salud animal y humana²⁸.

Además de la contaminación, el uso excesivo de P inorgánico ha llevado a un acelerado consumo de las reservas de este material no renovable¹. Se estima que los depósitos que son económicamente recuperables con la tecnología actual, son de 15.000 millones de toneladas métricas, reservas suficientes para durar unos 90 años con las tasas de uso actuales, sin embargo, es posible que el consumo crezca a medida que aumenta la población y la exigencia de un mayor nivel de vida. El aumento de consumo de carne, en particular, es probable que ponga más presión sobre la tierra, porque los animales comen más que los alimentos que llegan a producir. Estas reservas se encuentran concentradas geográficamente en 4 países: Estados Unidos, China, Sud África y Marruecos, junto con su territorio del Sahara Occidental, esto representa el

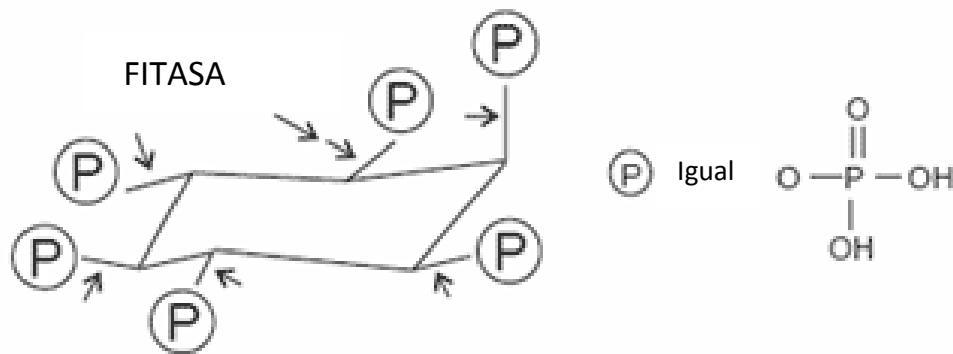
83% de las reservas mundiales y representan dos tercios de la producción anual²⁹. Tanto la contaminación ambiental como el acelerado consumo de las reservas de P ha llevado al ser humano a una situación llamada: la crisis del P.

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS

Una alternativa a la problemática en el costo de los insumos energéticos utilizados en dietas de cerdos o en la crisis del P, es la utilización de enzimas exógenas en la alimentación animal.

En el caso del P, la enzima utilizada es la fitasa, que es una fosfomonoesterasa capaz de hidrolizar el ácido fítico para producir ortofosfato inorgánico que puede ser absorbido a través de la pared intestinal del cerdo, junto con una serie de ésteres fosfóricos menores de mio-inositol²⁴. Además, como los fosfatos de inositol se unen fácilmente con macro y microminerales, la hidrólisis causada por la fitasa aumenta la digestibilidad de estos nutrientes²⁶. Su actividad es medida por la cantidad de ortofosfato liberado del ácido fítico en un período de crecimiento lineal. Una unidad de actividad fitásica corresponde a 1 μmol de ortofosfato liberado de 1.5 mM de fitato de Na en 1 min. a 37 °C y pH de 5.5²⁴. Se estima que la adición de fitasas microbianas puede reducir la cantidad de P unido a inositol en un 50-71%, aumentando por lo tanto la digestibilidad de P. En la práctica, la adición de fitasas permite reducir de un 20-30% la excreción de P^{30, 26}

En la siguiente figura se muestra el modo de acción de la fitasa¹⁹



Estas enzimas no soportan altas temperaturas, por ejemplo, al peletizar la dieta de los cerdos a 70°C, la actividad inicial es reducida en un 15-25%³¹. Con respecto al pH, son activas en un amplio rango, siendo óptimo entre 2.5 a 5.5. Jongbloed *et al.*, (1992)³⁰ reportan que la hidrólisis de las fitasas se lleva a cabo principalmente en el estómago (43%), y en menor grado en intestino delgado (7%). Esto indica que solo la mitad del ácido fólico es hidrolizado por fitasas microbianas, lo que puede explicarse por el tiempo de retención limitada en estómago²⁴.

Otras enzimas que son incluidas en la dieta, son las carbohidrasas, las cuales constituyen un grupo muy amplio y variado de enzimas cuya característica común es la capacidad de hidrolizar el enlace glicosídico que enlazan el carbono 1 de un residuo de glucosa con el carbono 4 del siguiente residuo³².

Los cerdos no producen las enzimas necesarias para degradar los polisacáridos no amiláceos (ej. β -glucanasa, xilanasas) y, por ende, la energía que éstos contienen no está disponible en su totalidad. En el intestino grueso del cerdo se digieren algunos polisacáridos no amiláceos, liberando un poco de energía disponible en forma de ácidos grasos volátiles, pero éste no es un

proceso muy eficiente en el porcino, por ende la mayoría de la energía que contienen estos polisacáridos se pierde³³. Además, las moléculas de polisacáridos no amiláceos tienen propiedades antinutritivas^{34, 35}, como lectinas, inhibidor de tripsina, saponinas y oligosacáridos, entre otros³⁶. Los que son solubles tienen una alta capacidad de retención de agua y esto reduce el tiempo de interacción sustrato-enzima, con la producción de heces adherentes o excreción fecal³³.

Por tanto, los beneficios de agregar enzimas específicas para polisacáridos no amiláceos no sólo consisten en la liberación de los monosacáridos y su subsiguiente contribución en energía, sino también en la degradación o eliminación de los componentes antinutritivos presentes en estos compuestos³³.

En el cuadro No. 7 podemos observar los constituyentes activos del complejo enzimático Allzyme SSF³⁷.

Las enzimas de Allzyme SSF actúan sinérgicamente liberando más energía, proteína, aminoácidos, fósforo y calcio de ingredientes vegetales.

Ahorra 0.1% de Ca disponible y 0.1% de P disponible, aumenta la EM en 50 kcal (dietas maíz-soya), aumenta la proteína cruda en 0.2% e incrementa la disponibilidad de aminoácidos (Información proporcionada por Alltech)

JUSTIFICACIÓN

El uso de fósforo inorgánico en las dietas ha incrementado el acelerado consumo de las reservas no renovables de este material, y aunado a la contaminación que produce el exceso de P en heces, ha provocado que el planeta se encuentre en una situación conocida como “la crisis del fósforo”¹, lo que ha llevado a una inevitable elevación del precio. Esto sumado al encarecimiento del maíz, sorgo y soya utilizados para la producción del etanol, ha llevado a buscar alternativas de alimentación encaminadas a ajustar las necesidades económicas del productor, así como las medio ambientales¹⁰.

La disponibilidad de información en cuanto al uso de complejos enzimáticos en la alimentación de hembras reproductoras es escasa, de ahí surge la necesidad de conocer el efecto de éstos complejos, proporcionados en dietas para cerdas y bajo condiciones de granjas comerciales.

HIPÓTESIS

Las cerdas gestantes y lactantes alimentadas con una dieta que cubra los requerimientos mínimos de P y EM, suplementada con un complejo enzimático, no presentarán diferencia en su comportamiento productivo en comparación con cerdas alimentadas con una dieta convencional con niveles óptimos de P y EM.

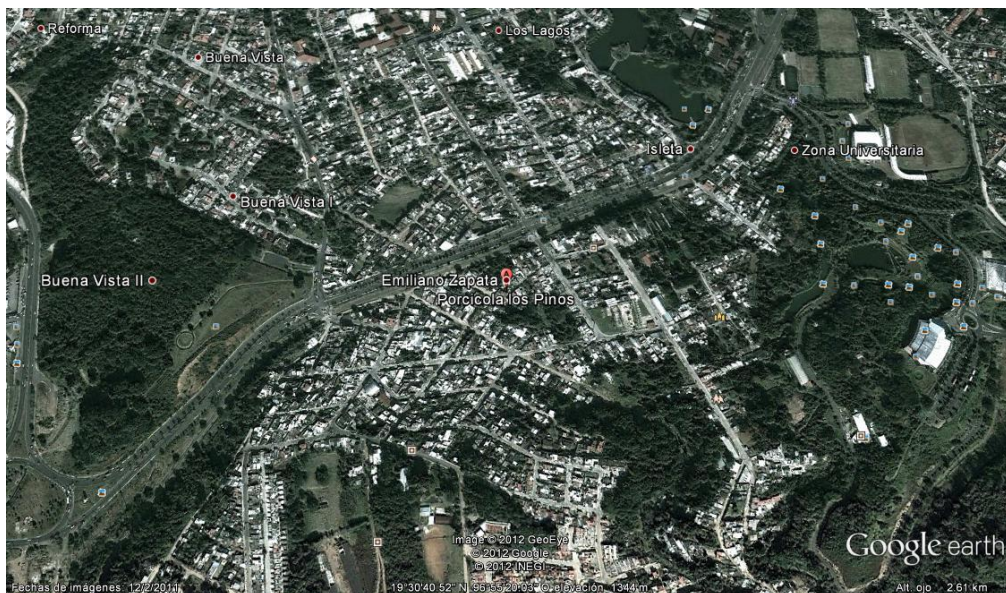
OBJETIVOS

Determinar el efecto de un complejo enzimático sobre la productividad en cerdas gestantes y lactantes, alimentadas con dietas con los requerimientos mínimos de P y EM.

II MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Localización

La investigación se realizó en una granja comercial de 600 hembras reproductoras de ciclo completo ubicada en el Lencero, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, en las coordenadas 19°30'40.56" de latitud Norte y 96°55'19.63" de longitud Oeste, a una altura de 885 metros sobre el nivel del mar. Limita al Noreste con Actopan; al Sureste con Puente Nacional; al Sur con Apazapan y Jalcomulco; al Oeste con Coatepec; al Noroeste con Xalapa; al Norte con Naolinco. Su clima es templado-húmedo-regular con una temperatura promedio de 25.2° C.; su precipitación pluvial media anual es de 2,779.1 milímetros.



Las pruebas de Análisis Químico Proximal (AQP) se realizaron en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2.2 Animales

Se utilizaron 44 cerdas reproductoras F1 (Yorkshire-Landrace) multíparas y nulíparas con un promedio de partos de 2.7 (± 1.9) durante un ciclo de gestación y lactancia. Se dividieron aleatoriamente en cuatro tratamientos, tomando en cuenta el número de partos para así obtener la mayor homogeneidad posible entre los grupos con respecto a esta variable. El número de cerdas al inicio de la prueba por tratamiento fue el siguiente: 10, 11, 12 y 11 para los tratamientos RS, RC, OS y OC, respectivamente. Las cerdas empezaron a alimentarse con las dietas de la prueba desde los 23 días post servicio hasta los 21 días de lactancia; una vez confirmada la gestación ingresaron al experimento.

Del día 23 al 90 de la gestación las hembras se alojaron en jaulas individuales de 2.2 x 0.6 m, con comedero al frente, un bebedero individual y con slats de concreto, sobre una fosa que abarca el 40% de la parte posterior de la jaula. Del día 91 al 110 de gestación, se agruparon en lotes de 5 cerdas y fueron alojadas en corrales de gestación de 3x5 m, con piso de concreto, un bebedero de mordida y comedero a ras del piso. El día 111 de gestación se trasladaron a la maternidad en donde estuvieron alojadas en jaulas individuales de 2.7 x 1.8 m, con comedero y lechonera al frente, bebedero individual y con slats de concreto.

En base al manejo de la granja, al tercer día de nacidos, los lechones fueron homogenizados según peso entre las cerdas de un mismo tratamiento

2.3 Diseño experimental

Las cerdas se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 2 (niveles de fósforo y energía) x 2 (niveles de complejo enzimático), con un promedio de 11 cerdas por tratamiento.

2.4 Dietas

Los tratamientos para la etapa de gestación fueron:

(RS) Dieta restringida en P total (0.50%) y EM (3.07 Mcal EM/kg) sin complejo enzimático

(RC) Dieta restringida en P total (0.50%) y EM (3.07 Mcal/kg) + complejo enzimático (SSF®)

(OS) Dieta con los niveles óptimos de P total (0.60%) y EM (3.175 Mcal/kg) sin complejo enzimático

(OC) Dieta con los niveles óptimos de P total (0.60%) y EM (3.175 Mcal/kg) + complejo enzimático (SSF®)

Las composición de las dietas se muestra en el cuadro No.3, y el aporte proteico promedio de éstas correspondió a $11.03 \pm 0.53\%$. En el cuadro No. 4 se muestran los resultados de Análisis Químico Proximal y determinación Ca y P para las dietas de gestación

Los tratamientos para la etapa de lactancia fueron:

(RS) Dieta restringida en P total (0.65%) y EM (3.20 Mcal EM/kg) sin complejo enzimático

(RC) Dieta restringida en P total (0.65%) y EM (3.20 Mcal/kg) + complejo enzimático (SSF®)

(OS) Dieta con los niveles óptimos de P (0.75 %) y EM (3.30 Mcal/kg) sin complejo enzimático

(OC) Dieta con los niveles óptimos de P (0.75 %) y EM (3.30 Mcal/kg) + complejo enzimático (SSF®)

Las composición de las dietas se muestra en el cuadro No.5, y el aporte proteico promedio de éstas correspondió a $16.41 \pm 1.76\%$. En el cuadro No. 6 se muestran los resultados de Análisis Químico Proximal y determinación Ca y P para las dietas de lactancia.

El criterio para la formulación de las dietas, se basó en los aportes estimados por el alimento empleado en la granja y las necesidades mínimas recomendadas para las etapas de gestación y lactancia¹⁷. Se consideró como óptima la dieta de la granja, cuyos aportes energéticos correspondieron a 3.175 Mcal de EM/kg y 0.60% de P total en gestación y 3.3 Mcal de EM/kg y 0.75% de P total en lactancia.

Se tomó una muestra de alimento por tratamiento para la etapa de gestación y la etapa de lactancia, siendo un total de 8 muestras para toda la prueba. Las muestras fueron almacenadas en bolsas de plástico con la identificación correspondiente para el posterior envío al Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Nacional Autónoma de México, para el Análisis Químico Proximal.

2.5 Procedimiento

El alimento se proporcionó como lo establece el procedimiento de la granja; esto es una vez al día a razón de 2.0 kg por cerda y solo en aquellas cerdas con una condición corporal baja, el consumo se incrementó hasta 2.5 kg por

cerda/día bajo el criterio del trabajador. En la etapa de lactancia, las cerdas se alimentaron 4 veces al día y el consumo fue a voluntad.

Por bioseguridad y dado que la granja no cuenta con una báscula móvil o cercana a gestación y maternidad (solo se cuenta con la báscula de embarcadero), fue necesario estimar el peso vivo basándose en la zoometría de las cerdas. Para ello se estableció una ecuación por regresión lineal, considerando el peso, el perímetro del tórax y largo dorsal, a partir de una muestra de 15 cerdas de desecho y 15 de reemplazo. La grasa dorsal se midió con la técnica sugerida por varios autores^{38, 39} a la altura de la décima costilla sobre la línea media a seis centímetros de distancia de la misma, con un aparato de ultrasonido marca Renco Mod. Preg Alert Pro

La prueba de comportamiento productivo concluyó hasta que las cerdas presentaron celo, después del destete.

2.6 Variables a evaluar

PV23 = peso vivo (PV) a los 23 días de gestación

PV96 = PV a los 96 días de gestación

PVP = PV un día después del parto

PVD = PV al final de la lactancia

DP1 = diferencia de peso (DP) entre los 96 y 23 días de gestación

DP2 = DP entre un día después del parto y los 96 días de gestación

DP3 = DP entre el día del destete y una día después del parto

DP4 = DP entre el día del destete y los 23 días de gestación

GD23 = grosor de la grasa dorsal (GD) a los 23 días de gestación

GD96 = GD a los 96 días de gestación

GDP = GD un día después del parto

GDD = GD al final de la lactancia

DGD1 = diferencia en el grosor de la grasa dorsal (DGD) entre los 96 y 23 días de gestación

DGD2 = DGD entre un día después del parto y los 96 días de gestación

DGD3 = DGD entre el día del destete y un día después del parto.

DGD4 = DGD entre el día del destete y un día después del parto.

LNv = lechones nacidos vivos

PLNV = peso de los lechones nacidos vivos

PPLNV = promedio de los lechones nacidos vivos

DSTT = lechones destetados

PDSTT = peso de los lechones destetados

PPDSTT = peso promedio de los lechones destetados

GDPC = ganancia diaria de peso de la camada

GDPL = ganancia diaria de peso por lechón

PLC = producción láctea por día por camada

PLL = producción láctea por día por lechón

CD = consumo diario de alimento durante la lactación

DDPS = días de destete a primer servicio

2.7 Diseño estadístico

En un arreglo factorial 2 (niveles de fósforo y energía) x 2 (niveles de complejo enzimático), con 6 cerdas por tratamiento.

El modelo estadístico asociado al diseño fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu_i + A_i + B_j + (AB)_{ij} + e_{ijk}$$

En donde,

Y_{ijk} es la variable de respuesta, μ_i es la media general de la población, en la repetición K, nivel j de complejo enzimático y nivel i de fósforo y energía. A_i es el efecto de los niveles de fósforo y energía (mínimo y óptimo), B_j es el efecto de los niveles de enzima (con y sin complejo enzimático), $(AB)_{ij}$ es el efecto de la interacción de los niveles de nutrientes y complejo enzimático

del i -ésimo nivel de fósforo y energía metabolizable y j -ésimo nivel de complejo enzimático y e_{ijk} es el efecto del error.

Los resultados de las variables se analizaron por la prueba de Levene para determinar su normalidad con base en la igualdad de las varianzas, y en el supuesto de no contar con la distribución normal, se llevó a cabo una prueba de Kruskal-Wallis y en su caso Friedman.

El análisis de resultados se realizó a través de una prueba de ANDEVA, y para establecer la diferencia entre tratamientos se aplicó la prueba estadística de TUKEY.⁴⁰

III - RESULTADOS

No hubo efecto del número de parto sobre ninguna variable analizada ($P>0.05$)

Se observó interacción entre la dieta y el complejo enzimático para las variables PV96, PVP, PVD, DP1 y DP4 ($P<0.01$). Las cerdas del tratamiento RS mostraron menor peso en un 25.36% ($P<0.01$) a los 96 días de gestación y 30.41% un día después del parto respecto al resto de los tratamientos. Al destete tuvieron menor peso (34.46% menos) con respecto a los demás tratamientos, y el tratamiento OC presentó menor peso en 9.95% con respecto al tratamiento OS.

No hubo diferencia en la ganancia de peso entre el día 23 y 96 de gestación (DP1) para los tratamientos RC, OS y OC, con un aumento del 19.18%, 17.94% y 15.72% respectivamente, en cambio las cerdas del tratamiento RS tuvieron una ganancia menor (12,85 %, $P<.001$).

Con respecto a la diferencia de peso entre el destete y los 23 días de gestación (DP4), las cerdas del tratamiento RS y OC presentaron una pérdida de peso promedio de 11.44 kg, mientras que los tratamientos RC y OS presentaron una ganancia de peso promedio de 8.23 kg. (Cuadro No. 8)

En la Figura No 1., se puede observar que las cerdas el tratamiento OC iniciaron la prueba con un peso mayor que las cerdas del tratamiento RC, sin embargo terminaron la prueba más delgadas.

En general los resultados para las variables relacionadas con la grasa dorsal durante la gestación y lactancia, fueron poco consistentes, y no se presentó interacción entre la dieta y el complejo enzimático ($P>0.05$) en ninguna etapa (Cuadro No. 9).

En el cuadro No. 10, se observa que no hubo efecto de la interacción en ninguna variable analizada ($P>0.05$), teniendo efecto ($P<0.01$) la covariable LNV sobre las variables DSTT y PPDSTT. Las cerdas del tratamiento OS tuvieron 29% menos lechones destetados (DSTT) que las cerdas de los tratamientos RS y OS. En el caso del peso promedio de las camadas al nacimiento, el tratamiento RS tuvo una camada 33.9% más pesada que la camada del tratamiento RC; mientras que el peso promedio de las camadas al destete del tratamiento RS fueron 21.46% más pesadas que el peso promedio de las camadas del tratamiento OS.

La ganancia diaria de peso y la producción láctea fueron similares en los cuatro tratamientos y no se observó interacción del complejo enzimático y los niveles de P y EM ($P>0.05$) (Cuadro No. 11).

El consumo de alimento durante la lactancia (CD) no presentó diferencias entre tratamientos ($P>0.05$), y en lo que respecta a los DDPS, aunque no hubo una diferencia entre las medias tratamientos a través de la prueba de TUKEY, si se presentó un efecto de interacción entre la dieta y el complejo enzimático ($P=0.0307$) (Cuadro No. 12)

IV- DISCUSIÓN

Desde el arranque de la prueba (PV23), las cerdas del tratamiento MS fueron las más delgadas; esto se reflejó en el peso a los 96 días de gestación (PV96), al parto (PVP) y al destete (PVD), siendo las cerdas de este tratamiento las más delgadas durante toda la prueba. En lo que respecta a la ganancia de peso desde los 23 a los 96 días de gestación (DP1), este grupo presentó una ganancia de peso menor con respecto a los otros tres tratamientos. Niveles bajos de energía durante la lactancia llevan a una menor ganancia de peso durante la misma. Esto se demuestra en el trabajo realizado por Dourmand *et al.*, (1996)⁴¹, en donde cerdas multíparas gestantes alimentadas con 3 niveles de energía digestible (baja, media y alta), presentaron una respuesta lineal en la ganancia total de peso durante la gestación, con una mayor ganancia el grupo alimentado con dietas altas en energía digestible.

Es importante destacar que las cerdas alimentadas con una dieta reducida en energía (3.04 Mcal/kg) pero adicionadas con un complejo enzimático (RC), presentaron la mayor ganancia de peso durante toda la gestación. Zanella *et al.* (1999)⁴² reportaron que la suplementación con α -amilasa, proteasa y xilanasas en dietas con energía reducida, mejora la utilización de nutrientes y compensa totalmente la reducción de energía en la dieta. También se ha demostrado que la suplementación de una dieta con fitasa incrementa la digestibilidad de la proteína^{42, 43}. Esto explica el hecho que las cerdas del tratamiento RC hayan tenido un comportamiento similar, respecto a la ganancia de peso durante la gestación a los tratamientos con los niveles óptimos de energía.

En lo que respecta al peso durante la lactancia, usualmente se presenta una pérdida de peso corporal durante esta etapa y la gravedad de ésta pérdida, depende de la duración de la lactación, el número y crecimiento de la camada, el peso y composición corporal al principio de la lactancia, el consumo de alimento y las condiciones ambientales. A pesar de las diferencias en el manejo y el ambiente, hay evidencias de que el contenido de energía en la dieta *per se* tiene un efecto significativo sobre el cambio en el peso corporal⁴⁴. Una pérdida corporal reducida (alrededor del 6%) durante la lactación es considerada como un evento inevitable y generalmente no tiene repercusiones notables sobre el desempeño productivo⁵. Para el caso de las cerdas de este estudio, el porcentaje de peso perdido durante la lactación (DP3) fue de: 7.11%, 3.94%, 2.63% y 7.98% para los tratamientos RS, RC, OS y OC, respectivamente ($P>0.05$).

Como se puede observar, las cerdas con mayor pérdida de peso en esta etapa fueron las del grupo OC (7.98%) seguidas por las cerdas del grupo RS (7.11%) Este comportamiento repercutió en la diferencia de peso entre el día del destete y el arranque de la prueba a los 23 días (DP4), ya que las cerdas de estos tratamientos perdieron 7.57 y 15.31 kg respectivamente, mientras que las cerdas del grupo RC y OS ganaron 5.81 y 10.56 kg, respectivamente.

Al analizar los resultados del análisis químico proximal de las dietas de lactancia (Cuadro No. 6), se observa que los tratamientos RS y RC tuvieron niveles adecuados de PC (17.51 y 18.29, respectivamente), mientras que los tratamientos OS y OC tuvieron niveles bajos de PC (15.14 y 14.69, respectivamente). En base al consumo promedio de alimento por día, el

consumo de PC fue: 958 gr, 1100 gr, 884 gr y 821 gr de PC/día para RS, RC, OS y OC, respectivamente.

Un bajo consumo de PC durante la lactancia, lleva a una mayor pérdida de peso durante la misma. Esto se demuestra en el estudio realizado por Kusina *et al.*, (1999)⁴⁵ en donde cerdas alimentadas con dos niveles de PC (bajo y alto) y con los mismos niveles de energía, tuvieron mayor pérdida de peso ($P < 0.01$) que las cerdas alimentadas con niveles bajos de proteína. Esto puede explicar la pérdida de peso en las cerdas del tratamiento OC; sin embargo, las cerdas del tratamiento OS, que también fueron alimentadas con niveles bajos de PC, fueron las que menos peso perdieron durante la lactancia. Se sabe que a pesar de que las cerdas lactantes suelen ser alimentadas *ad libitum*, el consumo de alimento no puede compensar totalmente la producción de leche y el balance energético de las cerdas es generalmente negativo. Para cumplir con los requerimientos energéticos de producción de leche, las cerdas movilizan reservas corporales⁴⁴. La producción de leche está linealmente relacionada con el número de lechones que amamante la cerda⁴⁶. Con base a lo anterior se puede inferir, que como las cerdas del tratamiento OS fueron las que menos lechones destetaron, fueron las que menos leche produjeron, movilizandando menos reservas corporales, y por esto perdieron menos peso que las cerdas de los otros tres tratamientos, además de que fueron las cerdas que tuvieron un mayor consumo de alimento durante esta etapa.

Brendemuh *et al.*, (1987)⁴⁷, menciona que un aporte energético elevado durante la lactación no compensa los efectos negativos de un déficit proteico, mientras que un aporte proteico elevado sí puede compensar parcialmente los efectos de un déficit energético. Esto puede explicar el hecho de que las cerdas

del tratamiento RS a pesar de haber sido las cerdas que detestaron a la camada más pesada, no perdieron tanto peso como las cerdas del tratamiento OC. Sin embargo fueron las cerdas que más peso perdieron a lo largo de toda la prueba (DP4 = 15.31 kg), esto debido a que fue el grupo con la menor acumulación de reservas corporales durante la gestación.

En el caso de las cerdas del tratamiento RC, además de que el aporte proteico elevado compensa los niveles reducidos de energía, este grupo fue alimentado con una dieta adicionada con un complejo enzimático, lo que pudo compensar la reducción energética en la dieta. Adicionalmente estas cerdas ganaron un mayor peso durante la gestación. Debido a esto, las cerdas no perdieron tanto peso durante la lactancia como las cerdas del tratamiento RS, y al haber removido menos reservas corporales, al final de la prueba, tuvieron una ganancia de peso de 5.81 kg comparado con los 15.31 kg perdidos del tratamiento RS.

La medida del grosor de grasa dorsal se ha vuelto un indicador importante de la condición corporal del cerdo, ya que tiene relación directa con el contenido de grasa corporal. Una disminución en grosor de grasa dorsal está acompañada por una reducción en contenido de grasa tanto total como subcutánea, pero no está necesariamente relacionado con grasa inter e intramuscular⁴⁴. Una medida esperada de una cerda multípara antes de ingresar a lactancia es entre 16-20 mm de espesor de grasa dorsal⁴⁴, como se puede observar en el cuadro No. 8, los promedios del grosor de grasa dorsal fueron 10.17, 10.83, 10.67 y 9.83 mm para RS, RC, OS y OC, respectivamente; estas medidas son bajas con respecto a lo esperado, y se debió a un inadecuado manejo del ultrasonido

usado para la medición de grasa dorsal; por tanto, los resultados de esta variable son inconsistentes.

Durante la gestación, la energía es requerida para mantenimiento, crecimiento de la cerda y desarrollo de los embriones (fetos y tejidos maternos). Este último tiene un papel primordial a expensa del tejido materno, si la ingesta de nutrientes es restringida²⁵. Coffey *et al* (1994)⁴⁸ reportaron que alimentar a las cerdas durante la gestación con niveles altos de energía (3.26 vs 3.24 Mcal EM/kg) incrementa el peso de los lechones al nacimiento; mientras que Beyer *et al* (1994)⁴⁹ reportaron que en una prueba realizada con hembras alimentadas con tres niveles de energía durante tres ciclos reproductivos, la ganancia de peso total del útero, fluidos uterinos, productos de la concepción y tejido mamario, no se vieron afectados por el nivel de energía en la dieta. En el caso del P, Mahan (1990)¹⁶ reporta que bajos niveles de P en la dieta de hembras gestantes, puede reducir el tamaño de camada sin afectar niveles de cenizas en hueso del neonato. Sin embargo, en otros estudios más recientes, se ha demostrado que la cerda primero utiliza sus reservas de minerales antes de afectar su comportamiento productivo como, tamaño y peso de camada y anomalías en fetos^{19, 20}. Los resultados de la presente prueba coinciden con los reportados por Jongbloed *et al.* (2004)¹⁹, Beyer *et al* (1994)⁴⁹ y Lyberg *et al.* (2007)²⁰, ya que no se observaron diferencias entre tratamientos por efecto de la interacción dieta complejo enzimático sobre número y peso de lechones nacidos vivos.

En el caso del peso de camada al destete, se observó una diferencia entre tratamientos, pero ésta se explica por la covariable número de lechones destetados y no por la interacción de la dieta con el complejo enzimático.

Cualquier efecto, sobre el rendimiento como composición de la leche por consumos de bajos energía se verá afectado por la naturaleza y el alcance de lo movilización de las reservas corporales⁴⁴. Esto está bien ilustrado con los resultados de O 'Grady *et al* (1973)⁵⁰, quienes dieron consumos de energía de entre 12 y 20 Mcal de ED/día a cerdas lactantes durante sus primeros tres partos. En la primera lactancia no hubo efecto del consumo de energía sobre el rendimiento de leche, la composición de la leche o el crecimiento de la camada. Sin embargo, durante la segunda lactancia, y especialmente durante la tercera, las cerdas con restricción de energía tuvieron menor rendimiento de leche y peso de lechones al destete, en comparación con aquellas que se alimentaron con niveles mayores. Estas cerdas también eran más ligeras al destete y tenían menos carne magra y especialmente menos grasa corporal al final de la tercera lactancia. Esto sugiere que cerdas con deficiencias en energía durante la lactancia son capaces de mantener la producción de leche, siempre y cuando haya suficientes reservas corporales para la movilización²⁵,⁵¹. En el caso del P, cuando la dieta de la cerda proporciona un suministro limitante de minerales, las reservas corporales pueden satisfacer adecuadamente estas necesidades, siempre que las exigencias funcionales de los tejidos de la madre no se vean comprometidas¹⁶. Esto concuerda con los resultados obtenidos en la prueba, en donde no hubo diferencia en la producción láctea entre tratamientos, lo cual afecta directamente la ganancia de peso de lechones durante la lactancia, variable que tampoco presentó diferencia entre tratamientos.

Finalmente, una deficiencia nutricional durante la lactancia produce una inhibición en las pulsaciones de GnRH y una disminución en la liberación de

gonadotropinas, perjudicando así el desarrollo de los folículos, teniendo como consecuencia un aumento en los DDPS⁵². En lo que respecta a la energía, la restricción severa del aporte durante lactación (6 a 8 vs 16 Mcal de EM/día), sin reducción del aporte proteico, induce a un intervalo destete-estro prolongado⁵³. En cambio, un déficit energético moderado (12 vs 14 a 16 Mcal de EM /día) no influye en la duración del intervalo destete-estro^{53, 54}. En lo que respecta al aporte de proteína, la reducción del aporte sin variación en el aporte energético, también induce a un intervalo destete-estro prolongado (310 g vs 650 g/día; 380 g *versus* 1050 g/día)^{54, 55}. En el caso de esta prueba no se observó diferencia en los DDPS entre tratamientos, ya que las restricciones de energía y proteína no fueron tan severas, como para causar dicha diferencia.

IX – CONCLUSIONES

En el presente estudio, cerdas gestantes alimentadas con dietas con niveles restringidos de P y EM, adicionadas con un complejo enzimático, presentaron el mismo comportamiento productivo que cerdas alimentadas con niveles óptimos de P y EM sin la adición de un complejo enzimático.

En el caso de las cerdas lactantes, a pesar de que se observó el mismo resultado que durante la gestación, las cerdas que recibieron dietas con niveles restringidos de P y EM adicionada con un complejo enzimático, presentaron el mismo comportamiento productivo que cerdas alimentadas con niveles óptimos de P y EM, sin la adición de un complejo enzimático, es importante señalar que el grupo MC fue alimentado con niveles más altos de PC en comparación con los otros 3 grupos, lo que pudo haber afectado los resultados.

Debido a la inconsistencia de algunos resultados, es necesario realizar más repeticiones, ya que no se puede concluir si los resultados observados fueron por efecto de los niveles de energía, los niveles de proteína y/o la inclusión del complejo enzimático.

Para saber el efecto real del uso de un complejo enzimático en la dieta de hembras gestantes y lactantes, es importante realizar la prueba durante por lo menos dos o tres ciclos reproductivos, en donde se evalúe el consumo de energía, ya que las cerdas utilizan primero sus reservas corporales antes de ver afectado su comportamiento productivo.

X- REFERENCIAS

- 1- Choia J, Choa K, Dardenb T, Reynoldsc P, Petitted J, and Shearsa S. Avian multiple inositol polyphosphate phosphatase is an active phytase that can be engineered to help ameliorate the planet's "phosphate crisis". J Biotechnol. 2006 November 1; 126(2): 248–259.
- 2- Cordell Dana. Sustainability implications of global phosphorus scarcity for food security. Linköping University. Sweden. 2010
- 3- Church DC, Pond WG y Pond KR. Fundamentos de Nutrición y alimentación de animales. 2ª Ed. Editores Limusa, S.A de C.V. México, D.F. 2004.
- 4- Herradora M, Trujillo ME, Martínez R, La piara reproductora. Ed. 2002, México.
- 5- Rentería JA, Cuarón JA y Mejía-Guadarrama CA. Alimentación del hato reproductor porcino. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGARPA. Libro científico No. 1 Colón Qro., México 2007.
- 6- Church DC, Fernández G, Villamil G. Alimentos y alimentación del ganado. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo, Uruguay, 2004.
- 7- Noblet J, Dourmand JY and Etienne M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. J Anim Sci 1990. 68:562-572.
- 8- Aden A et al., Lignocellulosic Biomass to Ethanol Process Design and Economics Utilizing Co Current Dilute Acid Prehydrolysis and Enzymatic Hydrolysis for Corn Stover, NREL/TP-510-32438, Golden, CO, June 2002.
- 9- Reyes G. Incremento en los precios del maíz y la tortilla en México. Universidad Iberoamericana de Puebla, 2007.
- 10- Situación actual y perspectiva de la producción de carne porcina en México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (Revisado Oct. 2009; citado Marzo 2010). Disponible en: www.sagarpa.gob.mx/ganadería.
- 11- <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
- 12- Suttle NF. Mineral Nutrition of Livestock 4ª Ed. London, UK. 2010 Edn. pp 283–343 CABI, Oxon

- 13- Kebreab, y Vitti E, D.M.S.S. Mineral metabolism. In Dijkstra, J., Forbes, J.M. and France, J. (eds) *Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 469–486. 2005
- 14-Mosenthin R, Zentek J, y Zebrowska T. Biology of Nutrition in Growing Animals, (Eds.) Elsevier, October 2006
- 15-Underwood, EJ and Suttle, NF The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd edn. CABInternational, Wallingford, UK. (1999).
- 16-Mahan, DC Mineral nutrition of the sow: a review. *J ANIM SCI* 1990, 68:573-582.
- 17-National Research Council, 1998. Nutrient Requirements of Swine, 3rd, National Academy of Sciences, USA. Pp 118-127
- 18-McDowell, LR. Minerals in Human an Animal Nutrition. 2^{da} Ed., Netherlands, 2003.
- 19-Jongbloed AW, Van Diepen JThM, Kemme PA, y Broz J. Efficacy of microbial phytase on mineral digestibility in diets for gestating and lactating sows. *Livestock Production Science* 91. 2004, 143–155.
- 20-Lyberg K, Andersson HK, Simonsson A y Lindberg JE. Influence of different phosphorus levels and phytase supplementation in gestation diets on sow performance *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 91 (2007) pp 304–311.
- 21- McDowell, LR. Minerals in Human an Animal Nutrition. 2^{da} Ed., Netherlands, 2003.
- 22-Liao SF, Sauer WC y Kies AK. Supplementation of microbial phytase to swine diets: effect on utilization of nutrients. *Food Science and Product Technology*, 2002. p 199-227
- 23-De Lange CFM, Nyachoti CM, and Birkett S. Manipulation of diets to minimize the contribution to environmental pollution. *Advances in Pork Production (Banff Pork seminar)* 1999; 10:173-186.
- 24-Jongbloed AW, Kemme PA, Zdzislaw M y Van Diepen JThM. Efficacy, use and application of microbial phytase in pig production: a review. *Institute for Animal Science and Health*, 2000.
- 25-Lewis JA y Southern LL (Eds). *Swine Nutrition*. Segunda edición. 2001
- 26-Hartog L y Sijtsma R. Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción de cerdos. Netherlands. 2007

- 27-Cervantes M, Sauer WC, Morales A, Araiza B, Espinoza S y Yáñez J. Manipulación nutricional del cerdo para disminuir la contaminación ambiental. Universidad Autónoma de Baja California. 2009
- 28-Sharpley A, Foy B y Withers P. Practical and innovative measures for the control of agricultural phosphorus losses to water: an overview. J. Environ. Qual. Vol 29, 2000.
- 29-Vaccari D. Phosphorus: a looming. Scientific American. 2009
- 30-Jongbloed, A.W., Z. Mroz and P.A. Kemme. The effect supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. J. Anim. Sci. 70:1159-1168. 1992
- 31-Schawarz G y Hoppe PP. Phytase enzyme to curb pollution from pigs and poultry. Feed Magazine. 1:22-26. 1992.
- 32-Polaina J. Estructura, función en ingeniería molecular de enzimas implicadas en la digestión de carbohidratos. Mensaje Bioquímico, Vol. XXVIII. 2004
- 33-Radcliffe JS. Enzymes in swine nutrition. Carolina Swine Nutrition Conference, Raleigh, NC, November 14, 2001. In press.
- 34-Jackson M. Potential of NSP enzymes in pullet and layer corn-soybean meal based diet. 2002
- 35-Marquardt RR y Han Z. Enzymes in poultry and swine nutrition. 1996
- 36-Charlton P. Expanding enzyme applications: higher amino acid and energy values for vegetable proteins. Alltech UK, Wrexham Industrial Estate. 1996.
- 37-Salvador E, Muñante L y Augusto T. Efecto de un complejo enzimático en dietas con diferente densidad energética y relación carbohidratos:lípidos sobre el desempeño productivo y económico de pollos broilers. Perú, 2007.
- 38- Rekiel A. Lactation cycle in sows. Medycyna Wet 56, 163-7, 2000.
- 39- Whittemore CT The Science and Practice of Pig Production. Longman, Harlow, UK. 1993
- 40- Kuehl R.O. (2001). Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación. Mexico: Thompson Learning.

- 41- Dourmand JY, Etienne M and Noblet J. Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy: effect of energy intake during pregnancy and mobilization during the previous lactation. *J ANIM SCI* 1996, 74:2211-2219.
- 42- Zanella, I., N. K. Sakomura, F. G. Silversides, A. Figueirido, and M. Pack. 1999. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. *Poult. Sci.* 78:561–568
- 43- Bedford MR. Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits. *Animal Feed Science and Technology.* 86 (2000) 1-13.
- 44- Close WH y Cole DJA. *Nutrición de cerdas y verracos.* CODIGRAFIC SA de CV. México, 2004
- 45- Kusina J, Pettigrew JE, Sower AF, White ME, Crooker BA and Hathaway MR. Effecto of protein intake during gestation and lactation on the lactational performance of primiparows sows. *J ANIM SCI* 1999, 77:931-941.
- 46- Auldrist DE, Morrish L, Eason P and King RH. The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science*, 67, pp 333-337. 1998.
- 47- Brendemuhl, J. H., A. J. Lewis, and E. R. Peo, Jr. 1987. Effect of protein and energy intake by primiparous sows during lactation on sow and litter performance and sow serum thyroxine and urea concentrations. *J. Anim. Sci.* 64:1060.
- 48- Coffey MT, Diggs BG, Handlin DL, Knabe DA, Maxwell CV, Noland PR, Prince TJ and Gromwell GL. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. S-145 Committee on Nutritional Systems for Swine to Increase Reproductive Efficiency. *J ANIM SCI* 1994, 72:4-9.
- 49- Beyer M, Jentsch, Hoffmann L, Schiemann R, and M. Klein. 1994. Untersuchungen zum Energie- und Stickstoffumsatz von graviden und laktierend Saun sowie von Saugferkeln. 4. Mitteilung — Chemische Zusammensetzung und Energiegehalt der Konzeptionsprodukte, der reproduktiven Organe und der Lebendmassezunahmen oder -abnahmen bei graviden und laktierenden Sauen, *Arch. Anim. Nutr.*, 46:7.
- 50- O´Grady JF, Elsley FWH, MacPherson RM y McDonald I. The response of lactating sows and their litters to different energy allowances. 1. Milk yields and composition, reproductive performance of sows and growth rates of litters. *Animal Production* 1973, 17, 65-74.
- 51- Mullan, B. P., and I. H. Williams. 1990. The chemical composition of sows during their first lactation, *Anim. Prod.*, 51:375.

- 52-Anil SS, Anil L, Deen J, et al. Association of inadequate feed intake during lactation with removal of sows from the breeding herd. *J Swine Health Prod.* 2006;14(6):296–301.
- 53-Reese, D. E., B. D. Moser, E. R. Peo, Jr., A. J. Lewis, D. R. Zimmerman, J. E. Kinder and W. W. Stroup. 1982b. Influence of energy intake during lactation on subsequent gestation, lactation and postweaning performance of sows. *J. Anim. Sci.* 55:867.
- 54- R. H. King and I. H. Williams (1984). The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows 2. Protein and energy intakes during lactation. *Animal Production*, 38, pp 249-256.
- 55- Jones, D. B., and T. S. Stahly. 1999b. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 77:1513–1522

CUADROS

Cuadro No. 1 Requerimientos de energía y minerales para cerdas gestantes y lactantes (90% de MS)^a		
	Gestación	Lactación
ED en la dieta (Kcal/kg)	3,400	3,400
EM en la dieta (Kcal/kg) ^b	3,265	3,265
ED ingerida (Kcal/día)	6,290	17,850
EM ingerida (Kcal/día) ^b	6,040	17,135
Ingesta de alimento	1.85	5.25
Requerimientos (% o cantidad/kg en la dieta)		
Calcio (%)	0.75	0.75
Fósforo Total (%)	0.60 (11.1 g)	0.60 (31.5 g)
Fósforo disponible (%)	0.35 (6.5 g)	0.35 (18.4 g)
Sodio (%)	0.15	0.20
Cloro (%)	0.12	0.16
Magnesio (%)	0.04	0.04
Potasio (%)	0.20	0.20
Cobre (mg)	5.00	5.300
Iodo (mg)	0.14	0.14
Hierro (mg)	80	80
Manganeso (mg)	20	20
Selenio (mg)	0.15	0.15
Zinc (mg)	50	50

^a—Los requerimientos están basados en un consumo diario de alimentos de 1.85 kg y 5.25 respectivamente. Si son consumidas cantidades menores de alimento, se debe aumentar el porcentaje de la dieta.

^b Se asume que la EM es el 96% de ED¹⁷.

Cuadro No. 2. Contenido de P en ingredientes para cerdos

P, %		
Ingredientes	P total, %	Fítico, % del total de P
Granos de cereales		
Cebada	0.22	61.2
Maíz	0.24	70.9
Sorgo	0.23	70.8
Trigo	0.26	67.5
Subproductos de cereales		
Cascarilla de arroz	1.07	74.3
Cascarilla de trigo	0.81	71.9
Oleaginosas		
Pasta de soya	0.37	56.7
Pasta de canola	0.63	58.2
Harinolina	0.82	73.3
Pasta de girasol	0.69	63.0

(Liao *et al.*, 2002)

Cuadro No. 3.- Composición de las dietas para MS, MC, OS y OC durante la etapa de gestación

INGREDIENTES (KG)	MS	MC	OS	OC
SORGO 8%	762.49	762.98	732.38	731.99
SOYA PASTA 46%	113.80	113.74	118.96	119.02
TRIGO SALVADO	80.00	80.00	80.00	80.00
CARBONATO Ca 38%	18.79	18.80	18.32	18.32
FOSFATO DICAL. 18/20	5.84	5.83	11.68	11.69
ZEOLEX	4.00	4.00	4.00	4.00
SAL	4.00	4.00	4.00	4.00
MELAZA	2.84	2.22		
ACEITE DE SOYA			22.52	22.64
VIT-MIN. ROCHE 3201	2.50	2.50	2.50	2.50
SULFATO DE Mg.	2.00	2.50	2.00	2.00
LISINA	1.52	2.22	1.40	1.40
COLINA 60%	0.75	2.00	0.75	0.75
CARNITINA	0.50	1.52	0.50	0.50
OXITETRACICLINAS	0.40	0.75	0.40	0.40
BIOPOWDER	0.24	0.50	0.24	0.24
ZINPRO	0.20	0.40	0.20	0.20
METIONINA	0.14	0.13	0.15	0.15
SSF		0.20		0.20

Allzyme SSF®: complejo enzimático producido por fermentación sólida, capaz de aumentar la digestibilidad de la energía, proteína, aminoácidos, calcio y fósforo de todos los compuestos vegetales del alimento balanceado (Alltech). ZEOLEX®: aluminosilicatos adsorbentes de Aflatoxinas (IASA). BIOPOWDER M®: producto a base de *Yucca schidigera* reduce el amoníaco en heces (AGROIN). ZINPRO 100®: complejo de metionina de zinc (NUTRIPLAN)

Cuadro No. 4.- Resultados de AQP y determinación de minerales para las dietas MS, MC, OS y OC durante la etapa de gestación

	MS	MC	OS	OC
EM (Mcal/kg)	3.07	3.04	3.14	3.17
Materia Seca (%)	89.03	88.96	89.07	89.75
Humedad (%)	10.97	11.04	10.93	10.23
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25) (%)	11.26	11.64	10.44	10.76
Extracto Etéreo (%)	2.63	2.51	3.82	3.83
Cenizas (%)	4.95	5.06	5.68	5.63
Fibra Cruda (%)	2.93	2.75	2.07	1.89
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	67.27	67.00	67.06	67.65
P (%)	0.51	0.50	0.60	0.58
Ca (%)	1.14	1.0	1.12	1.08

Cuadro No. 5.- Composición de las dietas para MS, MC, OS y OC durante la etapa de lactancia.

INGREDIENTES (KG)	MS	MC	OS	OC
SORGO 8%	554.61	555.21	510.03	509.64
SOYA PASTA 46%	263.09	263.02	264.42	264.49
TRIGO SALVADO	60.00	60.00	80.00	80.00
MELAZA	42.89	42.18	57.24	40.00
ACEITE DE SOYA	32.98	32.96	40.00	57.37
CARBONATO Ca 38%	16.00	16.00	18.19	18.19
FOSFATO DICAL. 18/20	14.10	14.10	13.81	13.81
SAL	4.00	4.00	4.00	4.00
ZEOLEX	2.50	2.50	2.50	2.50
VIT-MIN. ROCHE 3201	2.50	2.50	2.50	2.50
SULFATO DE Mg.	2.00	2.00	2.00	2.00
LISINA	1.40	1.40	1.34	1.34
PROCREATIN	1.00	1.00	1.00	1.00
METIONINA	0.85	0.85	0.88	0.88
COLINA 60%	0.75	0.75	0.75	0.75
CARNITINA	0.50	0.50	0.50	0.50
OXITETRACICLINAS	1.50	1.50	1.50	0.40
BIPOWER	0.24	0.24	0.24	0.24
ZINPRO	0.20	0.20	0.20	0.20
SSF		0.20		0.20

Allzyme SSF[®]: complejo enzimático producido por fermentación sólida, capaz de aumentar la digestibilidad de la energía, proteína, aminoácidos, calcio y fósforo de todos los compuestos vegetales del alimento balanceado (Alltech). ZEOLEX[®]: aluminosilicatos adsorbentes de Aflatoxinas (IASA). BIOPOWDER M[®]: producto a base de *Yucca schidigera* reduce el amoniaco en heces (AGROIN). ZINPRO 100[®]: complejo de metionina de zinc (NUTRIPLAN). PROCREATIN 7[®]: probiótico a base de *Saccha-romyces cerevisae*. (LFA)

Cuadro No 6.- Resultados de AQP y determinación de minerales para las dietas MS, MC, OS y OC durante la etapa de lactancia

	MS	MC	OS	OC
EM (Mcal(kg))	3.16	3.15	3.28	3.29
Materia Seca (%)	89.70	89.98	89.14	89.33
Humedad (%)	10.30	10.02	10.86	10.67
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25) (%)	17.51	18.29	15.14	14.69
Extracto Etéreo (%)	6.98	7.20	6.60	6.87
Cenizas (%)	6.65	7.19	6.72	6.43
Fibra Cruda (%)	1.23	1.32	3.15	2.75
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	55.24	54.37	57.93	58.28
P (%)	0.64	0.65	0.75	0.73
Ca (%)	1.21	1.1	1.07	1.11

**Cuadro No. 7. Constituyentes activos del complejo enzimático Allzyme
SSF.**

ENZIMA	CONCENTRACIÓN
α-Amilasa	Min. 30 FAU/g
B-glucanasa	Min 200 BGU/g
Celulasa	Min. 40 CMC/g
Pectinasa	Min. 4000 AJDU/g
Fitasa	Min. 300 PU/g
Proteasa fúngica	Min. 700 HUT/g
Xylanasa	Min. 100 XU/g

(Salvador *et al.*, 2007)

Cuadro No. 8.- Efecto de un complejo enzimático y el nivel de P y EM en la dieta de cerdas, sobre el peso vivo y las diferencias de peso, en dos etapas de la gestación (23 y 96 días), después del parto y al destete.

Tratamientos							
Variable	RS	RC	OS	OC	D*E	Covariable	EEM
<u>Peso Vivo</u> (Kg)	Media	Media	Media	Media			
PV23	163	191	199	198			
PV96	184^b	227^a	235^a	230^a	<.0001	<.0001	8.92
PVP	160^b	204^a	215^a	207^a	0.0002	<.0001	29.87
PVD	148^c	196^{ab}	210^a	191^b	<.0001	<.0001	42.17
<u>Diferencia de Peso</u> (Kg)							
DP1	20.95^b	36.64^a	35.72^a	31.13^a	<.0001	<.0001	25.61
DP2	-24.86	-22.78	-19.41	-22.19	NS	0.0205	10.17
DP3	-11.39	-8.05	-5.66	-16.51	NS	NS	31.66
DP4	-15.31^c	5.81^{ab}	10.65^a	-7.57^{bc}	<.0001	0.0015	47.72

Superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: No significativo; D*E: interacción dieta X complejo enzimático; Covariable: PV23; EEM: error estándar de la media.

PV: peso vivo: 23, y 96 días de gestación; PVP: peso vivo un día después del parto y PVD: peso vivo al destete

Diferencias de pesos: DP1 entre 96 y 23 días de gestación; DP2 entre un día posparto y los 96 días de gestación; DP3 entre el destete y un días después del parto y; DP4: entre el destete y 23 días de gestación

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático

Cuadro No. 9 Efecto de un complejo enzimático y el nivel de P y EM en la dieta de cerdas, sobre la grasa dorsal y la diferencias de grasa dorsal, en dos etapas de la gestación (23 y 96 días), después del parto y al destete.

Tratamiento							
Variable	RS	RC	OS	OC	D*E	Covariable	EEM
Grasa Dorsal (mm)	Media	Media	Media	Media			
GD23	11.00	11.33	12.00	11.83			
GD96	11.83 ^b	12.17 ^{ab}	14.00 ^a	13.17 ^{ab}	NS	NS	0.49
GDP	10.17	10.83	10.67	9.83	NS	0.0241	0.89
GDD	9.17	10.17	9.33	8.67	NS	0.0466	1.02
Diferencia de GD (mm)							
DGD1	1.00	0.83	2.00	1.17	NS	0.0002	1.15
DGD2	-1.67	-1.33	-3.33	-3.33	NS	NS	1.64
DGD3	-1.00	-0.17	-1.33	-1.17	NS	NS	0.37
DGD4	-1.83	-1.17	-2.67	-3.17	NS	NS	1.23

Superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: No significativo; D*E: interacción dieta X complejo enzimático; Covariable: GD23; EEM: error estándar de la media.

GD: grasa dorsal a los 23 y 96 días de gestación, GDP: grasa dorsal un día después del parto y GDD: grasa dorsal al destete. Diferencias de grasas dorsales: DGD1 entre 96 y 23 días de gestación; DGD2 entre un día posparto y los 96 días de gestación; DGD3 entre el destete y un día después del parto; DGD4 entre la lactancia y los 23 días de gestación.

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático

Cuadro No. 10 - Efecto de un complejo enzimático y el nivel de P y EM en la dieta de cerdas, sobre el número de lechones nacidos vivos y lechones destetados; el peso de los lechones nacidos vivos, el peso promedio de los lechones nacidos vivos; el peso de los lechones al destete; y el peso promedio de los lechones destetados.

Tratamiento							
Variable	RS	RC	OS	OC	D*E	Covariable	EEM
<u>Número de lechones</u>	Media	Media	Media	Media			
LNV	11.89	7.40	7.58	10.40			
DSTT	9.33 ^a	8.20 ^{ab}	7.67 ^b	9.30 ^a	NS	0.0001*	0.67
<u>Peso de los lechones (Kg)</u>							
PLNV	19.03 ^a	12.94 ^b	13.52 ^{ab}	16.06 ^{ab}	NS	NS	8.39
PPLNV	1.63	1.78	1.80	1.58	NS	NS	0.02
PDSTT	58.38^a	52.01^{ab}	50.16^b	54.95^{ab}	NS	0.0004**	32.27
PPDSTT	6.23	6.38	6.64	5.9	NS	NS	0.26

Superíndices distintos indican diferencias significativas (p<0.05)

NS: no significativo; EEM: error estándar de la media; covariable: *LNV, **DSTT

LNV: lechones nacidos vivos; DSTT: lechones destetados; PLNV: peso de los lechones nacidos vivos;

PPLNV: peso promedio de los lechones nacidos vivos; PDSTT: peso de los lechones al destete; PPDSTT:

peso promedio de los lechones al destete.

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático

Cuadro No 11. Efecto de un complejo enzimático y el nivel de P y EM en la dieta de cerdas sobre la ganancia diaria de peso de la camada, ganancia diaria de peso del lechón, producción láctea por camada por día y producción láctea por lechón por día

Tratamientos							
Variable	RS	RC	OS	OC	D*E	Covariable	EEM
<u>Ganancia Diaria de Peso (Kg)</u>	Media	Media	Media	Media			
GDPC		1.86	1.78	1.82	NS	0.0055	0.08
PGDL	0.21	0.23	0.24	0.29	NS	NS	0.00
<u>Producción Láctea (Kg)</u>							
PLC	8.36	8.41	8.07	8.12	NS	0.0091	1.34
PLL	0.89	1.01	1.05	0.87	NS	NS	0.01

Superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: no significativo; EEM: error estándar de la media; covariable: DSTT.

GDPC: Ganancia Diaria de Peso de la Camada; GDPL: Ganancia Diaria de Peso del Lechón; PLC: producción láctea por día por camada; PLL: producción láctea por día por lechón

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático

Cuadro No 12.- Efecto de un complejo enzimático y el nivel de P y EM en la dieta de cerdas sobre el consumo diario de las hembras lactantes y en los días de destete a primer servicio

Tratamientos							
Variable	RS	RC	OS	OC	D*E	Covariable	EEM
<u>(Kg)</u>	Media	Media	Media	Media			
CD	5.47	6.01	5.84	5.59	NS	0.0013*	0.09
<u>Días</u>							
DDPS	6.33	5.17	3.83	6.00	0.0307	NS**	1.49

Superíndices distintos indican diferencias significativas ($p < 0.05$)

NS: no significativo; EEM: error estándar de la media; covariable: *Parto, **DP3

CD: Consumo Diario y DDPS: Días de Destete a Primer Servicio

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático

FIGURAS

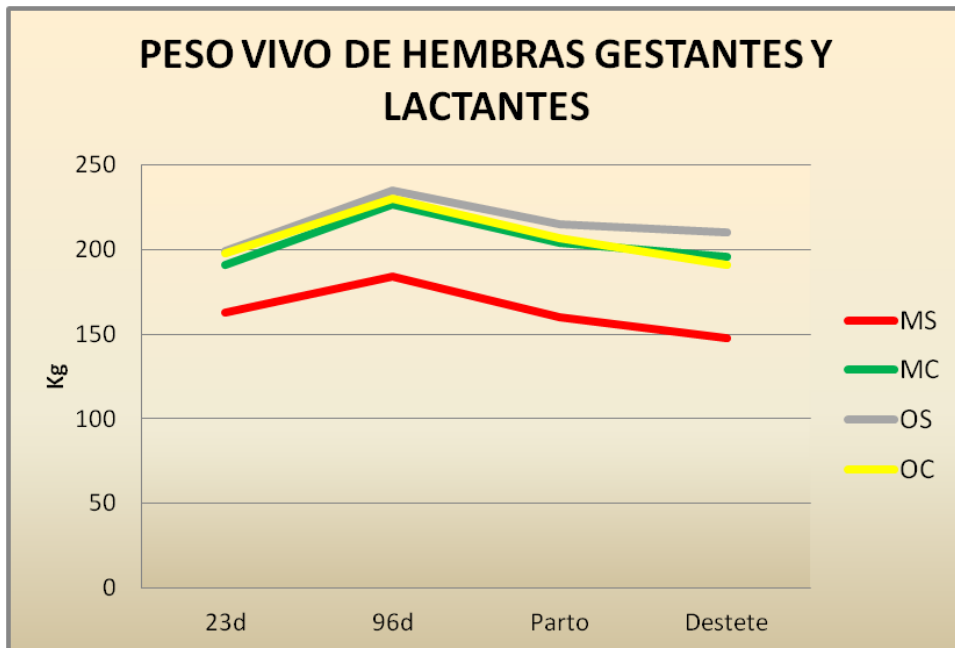


Figura No 1. Efecto de un complejo enzimático y el nivel de de P y EM en la dieta de cerdas, sobre el peso vivo y las diferencias de peso, en dos etapas de la gestación (23 y 96 días), después del parto y al destete.

RS: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo sin complejo enzimático; RC: tratamiento con niveles restringidos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático; OS: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo sin complejo enzimático; OC: tratamiento con niveles óptimos de energía y fósforo suplementado con complejo enzimático