



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN
CERDAS GESTANTES Y LACTANTES, ALIMENTADAS CON
DIETAS CONVENCIONALES Y DIETAS BAJAS EN PROTEINA
CRUDA ADICIONADAS CON PROTEASAS.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA
JUAN JOSÉ MATA PÉREZ

Asesores:
MVZ. MPA. Marco Antonio Herradora Lozano

Dr. Luis Corona Gochi

México, D. F.

2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.



AGRADECIMIENTOS:

Principalmente a mi padre (Q.E.P.D.) y a mi madre por su ejemplo y apoyo incondicional, a mis hermanas, tíos, primos y abuelos.

A mí amada Universidad Nacional Autónoma De México, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y al Departamento De Medicina y Zootecnia de Cerdos por permitir desarrollarme como estudiante, profesional y como persona, por su valiosa formación.

A mis profesores de la carrera por sus enseñanzas, principalmente a los doctores Marco Antonio Herradora Lozano, Luis Corona Gochi y Roberto Gustavo Martínez Gamba por el conocimiento, tiempo, apoyo y sobre todo paciencia que me brindaron para el desarrollo de este trabajo.

A los miembros del jurado Javier Flores Covarrubias, Juan Nava Navarrete; Rosalba Gómez por su tiempo empleado en este trabajo.

A mis amigas y amigos (Chela, Itzel, Julia, Adriana, Casandra, Cynthia, Pamela, Paulina, Julieta, Israel) que conocí a lo largo de la carrera nunca los olvidaré. Mil palabras no bastarían para agradecerles su apoyo, su comprensión y sus consejos en los momentos difíciles.

A todos, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Muchas gracias.



DEDICATORIA

A mis padres y abuelos por el apoyo brindado aunque ya no pudieron estar conmigo (Ma. del Carmen Hernández, José Mata y Mateo Mata Q.E.P.D.), por haber creído siempre en mí, los sigo extrañando.

IV

CONTENIDO

| | Página |
|-------------------------|--------|
| RESUMEN..... | 5 |
| INTRODUCCIÓN..... | 6 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 13 |
| HIPOTESIS..... | 14 |
| OBJETIVO..... | 15 |
| MATERIAL Y MÉTODOS..... | 16 |
| RESULTADOS..... | 23 |
| DISCUSIÓN..... | 27 |
| CONCLUSIÓN..... | 30 |
| REFERENCIAS..... | 31 |
| CUADROS..... | 40 |
| FIGURAS..... | 51 |

V

I. RESUMEN

MATA PÉREZ JUAN JOSÉ. Evaluación del comportamiento productivo de cerdas gestantes y lactantes, alimentadas con dietas convencionales y dietas bajas en proteína cruda adicionadas con proteasas. (Bajo la dirección de: MVZ. MPA. Marco Antonio Herradora Lozano y Dr. Luis Corona Gochi).

El objetivo del presente trabajo, consistió en evaluar el comportamiento productivo de las cerdas gestantes y lactantes durante un ciclo. La prueba inició a los 28 días de gestación y concluyó al primer celo postdestete. Se emplearon 32 hembras híbridas F1 (YxL) multíparas, con arreglo factorial 2x2 (2 niveles de proteína x 2 niveles de proteasas), con 8 cerdas por tratamiento.

Se realizaron mediciones de peso vivo y grasa dorsal a los 28, 56 y 90 días de gestación, para la lactancia se realizaron las mediciones al inicio y al final de la misma, así como sus diferencias.

Otras variables evaluadas fueron: peso producido en gestación, lechones nacidos vivos, peso de la camada al nacimiento, peso promedio al nacimiento, número de destetados, peso de la camada al destete, ganancia diaria de peso de la camada y ganancia diaria de peso por lechón.

El peso inicial se le consideró como covariable. Para las diferencias en peso: DP1 y DPGx, se observó una interacción ($P < 0.05$) proteína*enzima. Las cerdas con la dieta baja en proteína y sin enzima mostraron una menor diferencia de peso ($P < 0.026$). En grasa dorsal durante todo el experimento no se observó efecto de los tratamientos ($P < 0.05$). En lactancia, la pérdida de peso fue mayor ($P < 0.006$) para las dietas bajas en proteína T3L y T4L. El peso de la camada al nacimiento fue menor en aquellos tratamientos donde el nivel de proteína fue bajo ($P = 0.0341$). Se concluye que las cerdas que recibieron los tratamientos bajos en proteína adicionados con enzimas, conservaron su eficiencia productiva sobre todo para la primera etapa de la gestación no así para la lactancia; sin embargo es necesario realizar más experimentos en condiciones controladas y durante más ciclos productivos, con la finalidad de hacer más evidentes las diferencias y reducir los factores de variación.

II. INTRODUCCIÓN

La proteína alimentaria es quizá el nutriente cuya deficiencia es más frecuente y los complementos proteicos son caros. Las necesidades de proteína del cerdo se satisfacen mediante una selección apropiada de aminoácidos esenciales más un suministro adecuado de fuentes de nitrógeno no específicas, que se utilizan para la síntesis de aminoácidos no esenciales. Para cubrir las necesidades nutricionales para la cerda durante la gestación se requiere considerar dos funciones productivas por separado: 1) la necesidad de mantener las funciones propias de la cerda preñada y 2) la provisión de un suministro de nutrientes adecuados para los fetos en desarrollo. Los aminoácidos que llegan al feto desde la circulación materna, son la fuente principal para la síntesis de proteína tisular en el feto ¹.

No es recomendable que las dietas aporten niveles altos de proteína y aminoácidos, porque no solo se exceden los requerimientos del animal durante la gestación, sino que hay una ganancia de proteína y tejido magro a expensas de la grasa, especialmente en las cerdas primíparas, lo que resulta en un aumento del peso corporal debido al desarrollo muscular, provocando que las necesidades de mantenimiento aumenten. Además, se requiere de energía extra para eliminar el exceso de nitrógeno, con lo que se limita más aun la energía disponible para la ganancia del peso fetal. Esto puede originar pesos menores al nacer, niveles menores de reserva de glucógeno y por lo tanto más lechones vulnerables al nacer, aumentando el riesgo de la mortalidad postnatal.

Bajo tales circunstancias, debe aumentarse el suministro de energía; sin embargo, la alimentación con dichas especificaciones también aumenta la excreción de nutrientes que no son bien digeridos y son caros a la hora de formular las dietas afectando al medio ambiente ².

Durante la gestación, la retención de nitrógeno aumenta linealmente conforme se incrementa el aporte de energía, tanto en cerdas nulíparas como en multíparas. Este incremento lineal persiste aún con aportes de energía superiores a 10 Mcal/EM/día, lo que indica que las dietas actuales en condiciones prácticas, se encuentra por debajo del nivel requerido para maximizar la retención de nitrógeno. Un incremento significativo y transitorio en la retención del nitrógeno al día 32 de gestación; esto es de relevancia porque durante la gestación temprana la retención de nitrógeno está asociada principalmente a una ganancia materna, a diferencia de lo que ocurre durante el último tercio de la gestación, donde la mayor parte del nitrógeno que es retenido es usado a nivel mamario y fetal ³.

Es posible reducir la excreción de nitrógeno total en un 40% con el empleo de ingredientes fibrosos, como la cascarilla de soya y la pulpa de remolacha complementada con aminoácidos, se reduce el nitrógeno excretado en heces, esto debido a que favorece el desarrollo de bacterias que aprovechan el nitrógeno y por ende reduce la excreción del mismo en la orina lo que resulta en menos emisiones de amoníaco ⁴.

Por otra parte se ha intentado incrementar el valor nutritivo de los alimentos con enzimas exógenas; al principio, se emplearon enzimas provenientes de vísceras

de animales (pepsinas, tripsinas, amilasas pancreáticas); la ficina del árbol de higo (proteasa) y la papaína proveniente de la papaya (proteasa) ⁵. Las enzimas son biocatalizadores producidos por células vivas que ocasionan reacciones bioquímicas específicas, formando parte del proceso metabólico de las células. Las enzimas son específicas en su acción sobre el sustrato y muchas enzimas diferentes son requeridas para producir una secuencia de reacciones metabólicas ⁶. Se debe tener en cuenta que cada enzima tiene un pH óptimo de acción, ya que fuera de ese rango parte de la enzima se desnaturaliza pudiendo llegar a desaparecer.

A su vez, mediante la adición de enzimas proteolíticas, es posible eliminar o reducir los factores antinutricionales de la soya e incrementar su valor nutricional para dietas de cerdos, obteniendo una mejor conversión alimenticia de la soya, reflejando así un mejor desempeño en ganancias diarias de peso ^{7, 8}; por otra parte, el empleo de un complejo enzimático es fundamental para conseguir incrementos en la digestibilidad de los aminoácidos contenidos en las materias primas proteicas ⁹.

Algunas de las ventajas de usar proteasa son, reducir los niveles de proteína bruta en la dieta, permita una mayor utilización de soya en la dieta bajando los costos de las fuentes proteicas, aumenta la digestibilidad de la dieta, disminuye la variación nutricional de las fuentes proteicas y mejora la integridad intestinal.

Las cerdas modernas requieren altos suministros de aminoácidos debido a su mayor producción de leche y camadas más grandes ^{10, 11}.

Reducir la proteína cruda disminuye la desaminación en los excesos de aminoácidos y la consecutiva síntesis y excreción de urea en la orina, reduciendo el volumen de proteína corporal y la producción de calor de los animales ^{12, 13, 14}.

Por lo tanto, la reducción de proteína cruda aumenta la energía disponible para la deposición de tejidos. En las cerdas, la mayoría de los efectos de la energía y proteína en el desempeño reproductivo y la longevidad son asociados en extremo a las variaciones de peso corporal y la grasa de reserva. En el ciclo reproductivo normal, la etapa de gestación es el único período durante el cual las reservas corporales pueden ser reconstruidas ³.

Un consumo de alimento acorde con los altos requerimientos nutricionales de la cerda en la lactación, es importante para mantener un adecuado funcionamiento metabólico que ayude a soportar un desempeño reproductivo óptimo durante esta etapa fisiológica. En el caso de que el consumo voluntario de alimento no alcance a cubrir los altos requerimientos para una buena producción láctea, la cerda se verá obligada a movilizar sus reservas corporales y a realizar una serie de ajustes endócrinos y metabólicos para proteger la síntesis de leche. Estos eventos pueden repercutir negativamente sobre el reinicio de la actividad reproductiva después del destete, a corto plazo, y sobre la duración de la vida productiva de la hembra a largo plazo. La implementación de programas de alimentación que fomenten un consumo elevado de nutrientes durante la lactación, tanto desde un punto de vista

cuantitativo como cualitativo, reduce el riesgo de que se presenten fallas reproductivas y consecuentemente, prolongar la vida productiva de la cerda destinada a la reproducción ¹⁵.

Durante la gestación, las reservas suficientes del cuerpo deben ser reconstituidas para compensar el déficit nutricional eventual que pueda ocurrir en la lactancia siguiente. Sin embargo, estas reservas no deben ser excesivas para evitar la aparición de problemas de parto que son típicos debido al exceso de grasa en las cerdas, o que alteren el consumo de alimento después del parto. Durante la lactancia, se recomienda que se adapte a las cerdas de acuerdo a los suministros nutricionales, con el fin de maximizar la producción de leche y el crecimiento de los lechones, y minimizar los problemas reproductivos de las cerdas después del destete. En consecuencia, los suministros nutricionales para las cerdas deben adaptarse para mantener las reservas del cuerpo en óptimas condiciones a lo largo de su vida productiva y optimizar su rendimiento reproductivo. En la granja, esto requiere un ajuste preciso del nivel de alimentación y de la composición de la dieta en función del rendimiento de las cerdas, también de las condiciones de alojamiento, que pueden afectar a la utilización de nutrientes y el consumo voluntario de alimento ¹⁶.

Niveles relativamente altos de grasa pueden ser benéficos en climas cálidos, porque la grasa reduce el incremento calórico de la dieta promoviéndose un mayor consumo de energía, pero si la densidad energética de la dieta se exagera habrá una reducción en el consumo de alimento, lo que no puede corregirse aumentando

la concentración de otros nutrientes, ya que incrementos en la cantidad de proteína afecta la digestibilidad de la energía neta y del calcio ¹⁷.

Al incrementar el tamaño de la camada de 6 a 12 lechones, en cerdas de un genotipo magro, se promueve la movilización de 642 g de proteína por cada lechón. Cada lechón aumentó su masa proteica en 435g y 38g fueron necesarios para el crecimiento de la glándula mamaria. Esta demanda fue suplida principalmente por la masa muscular (600 g), pero el mayor aporte relativo (26%), estuvo representado por la involución uterina¹⁸. Se tienen suficientes observaciones para llegar a una propuesta de proteína ideal en lactación, considerando diferentes magnitudes de pérdida de peso en lactación ^{19, 20, 21, 22, 23, 24, 25}.

En términos prácticos, el requerimiento de lisina digestible, típicamente se encuentra entre los 46 y los 56 g/día. El aporte de otros aminoácidos esenciales es relevante para evitar un gasto energético, asociado a la desaminación y la eliminación del nitrógeno excedente, y se podrá calcular con bastante precisión a partir del principio de la proteína ideal (como % del nivel de lisina), excepto treonina, cuyo nivel depende de la magnitud de la pérdida ²⁶.

Normalmente se observan aumentos en el consumo entre el primer y sexto parto, pero en la primera lactación el apetito de las cerdas es francamente bajo en relación con sus demandas de mantenimiento, crecimiento y producción de leche, lo que es notorio cuando son incapaces de aumentar su consumo en relación al tamaño de la camada, porque se alteran los patrones de ingestión impidiendo el

completo abasto de las necesidades nutricionales de las cerdas vía la ingestión de alimento y que se manifiesta con pérdidas en el peso corporal y en la eficiencia reproductiva, aumentando así la tasa de desecho ²⁸.

III. JUSTIFICACIÓN

El aumento constante en los costos de los alimentos para la producción porcina plantea a los nutriólogos el reto de encontrar nuevas alternativas para mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de los alimentos, como es el uso de enzimas proteolíticas en dietas y con esto mejorar la productividad sin dejar de lado el aspecto ambiental y económico. Por consiguiente, al no contar con suficiente información sobre el uso de enzimas proteolíticas en dietas de cerdas reproductoras, es necesario realizar trabajos de investigación que permitan mayor claridad y contundencia al respecto para ajustar las necesidades de los productores y del medio ambiente.

IV. HIPÓTESIS

El comportamiento productivo de cerdas gestantes y lactantes no se verá afectado por el empleo de dietas bajas en proteína cruda adicionada con proteasas.

V. OBJETIVOS

General: Evaluar el efecto de la adición de proteasas, en el comportamiento productivo de cerdas gestantes y lactantes alimentadas con dietas convencionales y una dieta baja en proteína.

Específicos:

- 1.- Evaluar el efecto de proteasas adicionadas en el alimento sobre los parámetros productivos.
- 2.- Estimar la variación de la composición corporal por efecto de la adicción de proteasas en el alimento (masa proteica y tejido graso).

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1 Lugar

El estudio se realizó en una granja comercial de 600 vientres de ciclo completo ubicada en el Lencero, municipio de Emiliano Zapata, Veracruz, comprendiendo del mes de noviembre del 2010 al mes de marzo del 2011, en las coordenadas 20°15' de latitud Norte y 97°24' 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 1509 milímetros.

6.2 Animales

Se emplearon 32 cerdas híbridas F1 (YxL) multíparas, con un promedio de partos de 3, durante un ciclo de gestación y lactancia. Las cerdas comenzaron a alimentarse con las dietas experimentales a partir del día 28 post servicio, una vez que fue confirmada la gestación y se consideró iniciado el experimento. Las hembras estuvieron alojadas del día 28 al día 90 de la gestación, en jaulas individuales de 2.2 x 0.6 m., con comedero al frente, un bebedero individual de mordida y con piso emparrillado 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 3 x 5.5 m, con piso de concreto, un bebedero de mordida y comedero a ras de piso. El día 111 de gestación se trasladaron a la maternidad.

6.3 Diseño experimental

Las cerdas se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente al azar en un arreglo factorial 2 (niveles de proteína) x 2 (niveles de proteasas), con 8 cerdas por tratamiento.

6.4 Dietas:

Los tratamientos (**TG**) para la etapa de gestación fueron:

(**T1G**) dieta convencional en PC (13.8%) + proteasas (AllzymeVegpro®),

(**T2G**) dieta convencional en PC (13.8%) sin proteasas.

(**T3G**) dieta baja en PC (12.65%) + proteasas (AllzymeVegpro®) y

(**T4G**) dieta baja con un (12.65%) PC sin proteasas.

La composición de las dietas se muestra en el cuadro No.1, y el aporte energético promedio de éstas correspondió a $3.17 \pm$ Mcal EM/kg, cuadro No. 2.

Los tratamientos (**TL**) para la etapa de lactación fueron:

(**T1L**) dieta convencional en PC (17.41%) + proteasas (AllzymeVegpro®),

(**T2L**) dieta convencional en PC (17.41%) sin proteasas,

(**T3L**) dieta baja en PC (13.76%) + proteasas (AllzymeVegpro®) y

(**T4L**) dieta baja en PC (13.76%) sin proteasas.

La composición de las dietas se muestra en el cuadro No.3, y el aporte energético promedio de éstas correspondió a $3.5 \pm$ Mcal EM/kg, cuadro No.4.

Las pruebas para determinar los aportes nutricionales de los diferentes tratamientos se llevaron a cabo en el Departamento de Nutrición Animal y bioquímica de la UNAM.

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 lactancia ²⁸.

6.5 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, solo en aquellas cerdas con una condición corporal baja, el consumo se incrementa a 2.5 kg por cerda/día. En la etapa de lactancia, las cerdas se alimentaron 5 veces al día y el consumo fue a voluntad.

Por bioseguridad y dado que la granja no cuenta con una báscula móvil o cercana al área de gestación y maternidades (solo se cuenta con la báscula de embarcadero), fue necesario estimar el peso vivo basándose en la zometría 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 de distintos partos y 15 de reemplazo. La grasa dorsal se midió con la técnica sugerida por varios autores ^{29, 30, 31}, a la altura de la décima costilla sobre la línea media a seis centímetros de distancia de la misma, con un aparato de ultrasonido (Renco®).

La composición corporal de las cerdas se calculó con las siguientes fórmulas:

Para proteína: $[(2.28) + (0.178) (\text{Peso Vivo}) - (0.333) (\text{Grasa Dorsal})]$

Para grasa: $[(-26.4) + (0.221) (\text{Peso Vivo}) + (1.331) (\text{Grasa Dorsal})]$ ³².

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

6.5 Modelo y análisis estadístico:

Los animales se asignaron a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2X2.

Se consideran dos factores A y B con a y b niveles respectivamente. Se tienen a, b combinaciones o posibles tratamientos y n observaciones para cada tratamiento, esto es un diseño balanceado.

El modelo es:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Para $i = 1, \dots, a$, $j = 1, \dots, b$, $k = 1, \dots, n$ donde:

μ = es el efecto medio global

A_i = es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A

B_j = el efecto incremental sobre la media causada por el nivel j del factor B

$(AB)_{ij}$ = el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B

E_{ijk} = el termino de error

El análisis de los resultados se realizó a través de una prueba de ANDEVA, y para establecer la diferencia entre tratamientos se aplicó la prueba estadística de TUKEY³³.

Se consideró como variable explicativa el peso al inicio de la prueba, en casos donde tuvo efecto como covariable para análisis estadístico.

6.6 Variables a evaluar.

Peso 1 = Peso de las cerdas a los 28 días de gestación.

Peso 2 = Peso de las cerdas a los 56 días de gestación.

Peso 3 = Peso de las cerdas a los 90 días de gestación.

Peso 4 = Peso de las cerdas post-parto.

Peso 5 = Peso de las cerdas al destete.

DP1 = Diferencia de peso 1, del día 28 al día 56 de gestación.

DP2 = Diferencia de peso 2, del día 56 al día 90 de gestación.

DP3 = Diferencia de peso 3, del día 90 de gestación al post-parto.

DP4 = Diferencia de peso 4, del post-parto al destete.

DPGx = Diferencia de peso durante la gestación.

PPGx = Peso producido en gestación.

GD1 = Grasa dorsal 1, al día 28 de gestación.

GD2 = Grasa dorsal 2, al día 56 de gestación.

GD3 = Grasa dorsal 3, al día 90 de gestación.

GD4 = Grasa dorsal 4, al post-parto.

GD5 = Grasa dorsal 5, al destete.

DGGx = Diferencia de grasa dorsal durante la gestación.

DGDL = Diferencia de grasa dorsal durante la lactancia.

A1 = Agua corporal 1, a los 28 días de gestación.

P1 = Proteína corporal 1, a los 28 días de gestación.

G1 = Grasa corporal 1, a los 28 días de gestación.

A2 = Agua corporal 2, a los 56 días de gestación.

P2 = Proteína corporal 2, a los 56 días de gestación.

G2 = Grasa corporal 2, a los 56 días de gestación.

A3 = Agua corporal 3, a los 90 días de gestación.

P3 = Proteína corporal 3, a los 90 días de gestación.

G3 = Grasa corporal 3, a los 90 días de gestación.

A4 = Agua corporal 4, al post-parto.

P4 = Proteína corporal 4, al post-parto.

G4 = Grasa corporal 4, al post-parto.

A5 = Agua corporal 5, al destete.

P5 = Proteína corporal 5, al destete.

G5 = Grasa corporal 5, a destete.

LNV = lechones nacidos vivos.

PCN = Peso de la camada al nacimiento.

PPN = Peso promedio al nacimiento.

No. DTT = Número de destetados.

PCD = Peso de la camada al destete.

GDPC = Ganancia diaria de peso de la camada.

GDPL = Ganancia diaria de peso por lechón.

VII.RESULTADOS

La variable Peso 1 mostró diferencias entre tratamientos y como son independientes a la prueba se consideró como covariable el Peso 1. Para las variables de Peso 2 y Peso 3, correspondientes a los 56 y 90 días de gestación, se observaron diferencias ($P < 0.05$) por efecto de la interacción entre proteína*enzima; sin embargo, al llevar a cabo el análisis con la covariable Peso 1, se detectó un mayor efecto debido a esta variable independiente ($P < 0.001$).

Para DP1 y DPGx, se observó una interacción ($P < 0.05$) proteína*enzima. Las cerdas con la dieta baja en proteína y sin enzima mostraron una menor ($P < 0.026$) diferencia de peso respecto a T2G y T3G. En cambio la dieta baja en proteína pero con enzima se comportó similar al resto de las dietas. (Cuadro No.5).

La variable GD1, que corresponde a la grasa dorsal al inicio de la prueba, muestra diferencias entre T2G (18.98 mm) y T4G (17.15 mm), en dichos tratamientos se observó el mayor grosor y el menor grosor de grasa dorsal, siendo estas diferencias independientes a la prueba.

Las variables GD2 y GD3 no se observó interacción proteína*enzima. Solo una tendencia ($P = 0.06$) a menor pérdida (75%) de grasa en la dieta baja en proteína. Como lo indica la variable DGGx (T1G= -0.75 mm, T2G= -1.20 mm, T3G= -0.26 mm y T4G= -0.21 mm) donde no se observó interacción ($P > 0.05$); pero se muestra influencia por el nivel de proteína ($P=0.0690$). (Cuadro no. 6).

Para la variable A1 muestra diferencias entre los tratamientos T2G (69.10 Kg) y T4G (98.07 Kg), siendo estos tratamientos, el más ligero y el más pesado respectivamente. En la variable P1 se observó un comportamiento similar entre T2G (21.36 Kg) y T4G (29.41 Kg), siendo estas diferencias, independientes a la prueba. Para la variable G1 no se mostró diferencia entre las interacciones.

Para la variable A2 no se observó diferencia ($P > 0.05$); pero hay influencia por parte la interacción entre proteína*enzima ($P = 0.0522$), así como por el nivel de proteína ($P = 0.0672$). La variable P2 no presentó interacción ($P > 0.05$), de la misma manera que A2, presenta influencia por parte del nivel de proteína ($P=0.0636$), Para la variable G2 no presentó diferencia ($P > 0.05$) entre sus interacciones.

La variable A3 mostró interacción ($P > 0.05$). Para T2G (92.9 Kg) y T4G (116.66 Kg) por efecto del nivel de proteína ($P=0.0476$). Para la variable P3 no presentó interacción; entre T2G (28.01 Kg) y T4G (34.68 Kg) se muestra diferencia entre los pesos por efecto del nivel de proteína ($P = 0.0434$), el comportamiento para las dos variables (A3) (P3) fue similar.

Para la variable G3 no se presentó interacción ($P > 0.05$). (Cuadro No.7)

Para la variable PPGx no presentó diferencia ($P > 0.05$), pero con ligera influencia por la interacción entre proteína y la presencia o no de la enzima.

En lactancia, la pérdida de peso fue mayor ($P < 0.05$) para las dietas bajas en proteína.

En la variable de Peso 4, correspondiente al pesaje un día después al parto, no mostró interacción proteína*enzima ($P > 0.05$), muestra una tendencia ($P = 0.0363$) por efecto del nivel de proteína, para los tratamiento T2L (194.80 Kg) y T4L (229.93 Kg), siendo el más ligero y el más pesado respectivamente.

La variable DP3 no presentó interacción ($P > 0.05$), arrojando un resultado negativo para los cuatro tratamientos T1L (-24.28 Kg), T2L (-20.23 Kg), T3L (-19.75 Kg) y T4L (-21.48 Kg).

Para la variable Peso 5 no presentó interacción proteína*enzima ($P > 0.05$).

Para la variable DP4 se muestra interacción de forma muy marcada ($P = 0.0068$), pero con mayor influencia del nivel de proteína ($P = 0.0003$) siendo T4 el tratamiento donde las cerdas perdieron más peso (-22.50 Kg) y T2 el que menos peso perdió (-3.35 Kg). (Cuadro No.8)

La variable GD4 no presentó interacción ($P > 0.05$); de la misma forma, para la variable GD5 ($P > 0.05$). Para la variable DGD L no mostró interacción ($P > 0.05$), donde T1L, T3L, y T4L fueron similares en comparación con T2L que mostró un resultado negativo (-0.32 mm), influenciado por el nivel de proteína ($P = 0.0560$). (Cuadro no. 9).

Para la variable A4 se encontró un mayor contenido (16.5%, $P < 0.0398$), en las dietas bajas en proteína.

Para la variable P4 no se encontró interacción ($P > 0.05$), donde se muestra influencia por el nivel de proteína ($P = 0.0563$). Para la variable G4 no se encontró interacción ($P > 0.05$).

Para la variable A5 no hubo interacción ($P > 0.05$). La variable P5 de igual forma no mostró interacción ($P > 0.05$) como en la anterior variable. Para la variable G5 no se encontró interacción ($P > 0.05$), mostrando influencia por el nivel de proteína ($P = 0.0830$). (Cuadro No. 10).

La variable LNV no mostró diferencia ($P > 0.05$) entre sus interacciones, pero se muestra un mayor número de lechones nacidos vivos para T4 (10.62) y para T3 el menor número (8.50).

Para PCN, T1L fue mayor (36% $P < 0.05$) respecto a T3L.

Para las variables PPN, No. DTT, PCD, GDPC, GDPL, no se encontró diferencia ($P > 0.05$). (Cuadro No. 11)

VIII. DISCUSIÓN.

A lo largo de la prueba las cerdas de T2G fueron las más ligeras y las más pesadas estuvieron en T4G, siendo estas últimas las que menos peso ganaron durante el experimento, debido a que el aporte de proteína fue bajo y sin enzimas, Zanella *et al* 1999 ³⁴, reportaron que al adicionar enzimas proteolíticas en dietas de mala calidad o deficientes mejora la utilización de los nutrientes, mejorando la digestibilidad de la proteína, esto explica el hecho de que las cerdas al estar sometidas a una dieta baja en proteína y sin enzimas no tuvieran una ganancia de peso similar a los otros tratamientos. Por el contrario, para T3G en la variable DP1 presentó la mayor ganancia de peso comparada con los otros tratamientos. Para este tratamiento el nivel de proteína fue bajo adicionado con enzimas; así mismo, Rombauts 1962 ³⁵, Salmon-Legagneur 1965 ³⁶, Elsley *et al.* 1966 ³⁷, Willis y Maxwell 1984 ³⁸, Noblet y Etienne 1987 ³⁹, King y Brown 1993 ⁴⁰, Everts y Dekker 1994 ⁴¹, reportaron una mayor retención de nitrógeno después de 50 a 60 días de gestación, en cerdas nulíparas. Pero Close *et al.* 1985 ⁴² y Etienne 1991 ⁴³ observaron un aumento más constante durante toda la gestación. En el presente trabajo se muestra de manera muy marcada, la interacción entre el nivel de proteína y la enzima ($P = < 0.001$), en el periodo comprendido entre el día 28 y 56 de gestación. De la misma manera lo menciona Dourmad *et al* 1996 ³, quienes reportan un incremento de peso importante en las cerdas alrededor del día 32 después de ser servidas, también mencionan que, esta etapa es el momento

óptimo para recuperar las pérdidas de la lactancia anterior, ya que las demandas de energía y proteína para el crecimiento fetal aun no son altas.

Es importante destacar que durante toda la gestación, las cerdas que más peso ganaron, fueron las alimentadas con una dieta baja en proteína adicionada con enzimas (T3G) (36.21 Kg), Bedford *et al* 2000 ⁴⁶, Zanella *et al* ³⁴ reportan que al implementar en la dieta proteasas incrementa la disponibilidad de la proteína, lo que podría explicar el efecto positivo en DPGx para T3G y que haya tenido un comportamiento similar o mejor comparado a los tratamientos con niveles convencionales de proteína.

A pesar de que las cerdas se alimentaron *ad libitum* en la etapa de lactancia, el consumo de alimento no compensa totalmente la producción láctea y el balance energético de las cerdas es generalmente negativo; para cumplir con los requerimientos energéticos y proteicos las cerdas movilizan reservas corporales lo que puede llevar a una pérdida excesiva de peso corporal. Close *et al*, 2004¹. El bajo consumo de proteína en la dieta para cerdas lactantes, puede llevar a una mayor pérdida de peso durante la misma, como lo reportan en sus trabajos Kusina *et al*, 1999 ⁴⁴, donde llevaron a cabo pruebas con dos dietas, una baja y otra alta en proteína cruda, con niveles similares de energía; donde las cerdas que consumieron una menor cantidad de proteína cruda tuvieron una mayor pérdida de peso, resultados similares se observaron durante la lactancia del presente trabajo, donde se observa que: T1L= -11.87 Kg, T2L= -3.35 Kg, T3L= -15.08 Kg y T4L= -22.50 Kg. Esto puede explicar porque T4L fue el que más peso perdió, ya que,

dicho tratamiento tenía un nivel de proteína bajo y sin enzima, al contrario de T2L que contó con nivel convencional de proteína sin enzima y al contar con niveles adecuados de proteína en la dieta fue el que menos peso perdió durante la lactancia. Como mencionan Bredemuh *et al.* 1987 ⁴⁵, el aporte energético durante la lactancia no compensa los efectos negativos de un déficit proteico, mientras que un aporte proteico elevado si podría compensar los efectos de un déficit energético, para este trabajo el nivel de energía fue el mismo para todos los tratamientos y el efecto principal se debió al nivel de proteína (P= 0.003).

Se ha demostrado que las necesidades de proteína en cerdas son mayores que las sugeridas por el NRC 1998 ²⁸ principalmente en el último tercio de la gestación Ji 2004⁴⁷, esto puede afectar el tamaño de los productos y por ende en peso al nacimiento de los mismos y de la camada (McPherson *et al* 2004) ⁴⁸. En el presente estudio el PCN mostró que: T1L= 18.87 Kg, T2L= 15.87Kg, T3L= 13.83 Kg y T4L= 15.71 Kg, donde el valor más alto correspondió a T1L, dicho tratamiento contó con un nivel convencional de proteína sin enzima, el peso registrado más ligero estuvo en T3L, este tratamiento recibió el nivel bajo en proteína con enzima, lo que hace suponer que, en el último tercio de gestación y en lactancia la enzima no tuvo un efecto positivo sobre la dieta en donde el nivel de proteína era bajo.

IX.CONCLUSIÓN.

Con base en el comportamiento productivo en las cerdas que recibieron el tratamiento bajo en proteína adicionado con enzimas, se observa un efecto positivo en la ganancia de peso para las primeras etapas de gestación, no así para la última etapa de la misma, ni en lactancia; sin embargo es necesario realizar más experimentos en condiciones controladas y durante más ciclos productivos, con la finalidad de hacer más evidentes las diferencias entre los tratamientos y la interacción que hay entre proteína y enzima para disminuir la gama de factores que interfieren en todo estudio de campo bajo condiciones de una granja comercial.

X.BIBLIOGRAFÍA.

1. CHURCH D.C., POND W.G., and POND K.R., 2003, Fundamentos de nutrición y alimentación de animales, 2a ed. Limusa, México D.F.
2. CLOSE W.H., and COLE D.J.A., 2004, Nutrición de cerdos y verracos , CODIGRAFIC S.A. de C.V. México
3. DOURMAD J.Y., ETIENNE M., and NOBLET J., 1996, Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy: Effect of energy intake during pregnancy and metabolization during the previous lactation, Journal of Animal Science, 74:2211-2219.
4. SHRIVER J. A., CARTER S. D., SUTTON A. L., RICHERT B. T., SENNE B. W. and PETTEY L. A., 2003, Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs J Anim Sci. 81:492-502.
5. OVCHINNIKOV, A., and KALASHNIKOVA. G., 2001, "The performance pigs from different types of rational crossbreeding". Timiryazev Agriculture Academy No. 4, 3-4 Moscow, Russia.

6. GÓMEZ J. B., 1993,"Nuevas aplicaciones de enzimas en la industria de alimentos balanceados: Allzyme Vegpro la alternativa ideal." 9° Roda Latinoamericana En Biotecnología 1993, Alltech, Inc. Septiembre 27 - 08 Octubre 30, 101-106 México D.F.
7. PÉREZ, L. M., 2002, "Uso de concentrados de proteína de soya en dietas de lechones recién destetados." Consultor de Nutrición Animal 10 (2) 22 - 29 Madrid España.
8. KHLEBOV V.; and SIDUKOV N., 2001, "Some internal traits in purebred and crossbred pigs." Sinovodstvo No. 4, 9-11 Marii Republic, Russia.
9. MUÑOZ L.A., 2006, Producir carne de credo en el siglo XXI, generando un nuevo orden zootécnico, Acalanthis, España.
10. STAHLY T. S., CROMWELL G. L. and MONEGUEH. J., 1990, Lactational responses of sows nursing large litters to dietary lysine levels. J. Anim. Sci. 68 (Suppl. 1): 369 (Abstr.).
11. KING R. H., TONER M.S., DOVE H., ATWOOD C.S. and BROWN W.G., 1993b, The response of first-litter sows to dietary protein level during lactation. J. Anim. Sci. 71:2457-2463.

12. FULLER M.F., REEDS P.J., CADENHEAD A., SEVE B., and PRESTON T., 1987, Effects of the amount and quality of dietary protein on nitrogen metabolism and protein turnover of pigs. *Br J. Nutr.* 58: 287-300.
13. NOBLET J., CLOSE W. H., HEAVENS R. P., and BROWN D., 1987, Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. 1. Uterus and mammary tissue development. *Br. J. Nutr.* 53:251.
14. ROTH F.X., GOTTERBARM G.G., WINDISH W., and KIRCHGESSNER., 1999, Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs. *J. Anim.Physiol.Anim.Nutr.* 81: 232-238.
15. MEJIA G.C.A., CUARON I.J.A., RENTERIA E. J.A., BRAÑA V.D., MARISCAL L.G., GOMEZ R.S., 2007, Alimentación del hato reproductor porcino. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. INIFAP-SAGARPA. Libro Científico No1. Colon, Qro, México.
16. DOURMAD J.Y., ETIENNE M., VALANCOGNE A., DUBOIS S., VAN MILGEN J., and NOBLET J., 2008, Inraporc: A model and decision support tool for the nutrition of sows. *Animal feed Science and technology*, 143 (1-4): 372- 386.

17. McNAMARA J.P. and J.E. PETTIGREW., 2002, Protein and fat utilization in lactating sows: I. effects on milk production and body composition. J. Anim.Sci. 80:2442-2451.
18. KIM S. W., BAKER D.H., and EASTER R.A., 2001, Dynamic ideal protein and limiting amino acids for lactating sows: the impact of amino acid mobilization. J. Anim. Sci. 79:2179-2186.
19. SOLTWEDEL K.T., EASTER R.A., and PETTIGREW J.E., 2006, Evaluation of the order of limitation of lysine, Threonine, and valine, as determined by plasma urea nitrogen, in corn-soybean meal diets of lactating sows with high body weight loss. J. Anim. Sci.84:1734-1741.
20. KIM S. W., and EASTER R.A., 2001, Nutrient mobilization from body tissues as influenced by litter size in lactating sows. J. Anim. Sci. 79:2179-2186.
21. COOPER D.R., PATIENCE F.J., ZIJLSTAR R.T, and REDEMANCHER M., 2001, Effect of nutrient intake in lactation in sow performance: determining the threonine requirement of the high-producing lactating sow. J.Anim.Sci.79.2378-2387.

22. TROTTIER N.L., SHIPLEY C.F., and EASTER R.A., 1997, Plasma and amino acids uptake by the mammary gland of the lactating sow *J. Anim. Sci.* 75: 1266-1278.
23. LIBAL G.W., UTTECHT D.J., and HAMILTON C.R., 1997, Tryptophan needs of lactating sows fed diets supplemented with crystalline lysine. *J. Anim. Sci.* 75:417-422.
24. TROTTIER N.L., and EASTER R.A., 1995, Dietary and plasma branched-chain amino acids in relation to tryptophan: effect on voluntary feed intake and lactation metabolism in the primiparous sow. *J. Anim. Sci.*, 76:1086-1092.
25. PETTIGREW, J.E., 1993, Amino acid nutrition of gestating and lactating sows. *BioKyowa Tech. Rev.* 5.
26. KOKETSU Y., DIAL G.D., PETTIGREW J.E., MARSH W.E., and KING V.L., 1996a, Influence of imposed feed intake patterns during lactation on reproductive performance and on circulating levels of glucose, insulin, and luteinizing hormone in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 74:1036.

27. KOKETSU Y., DIAL G.D., PETTIGREW J.E., and KING V.L., 1996b, Feed intake pattern during lactation and subsequent reproductive performance of sows. *J.Anim.Sci.*74:2875.
28. NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1998, Nutrient Requirements Of swine Tenth Revised Edition. USA. USA National Academy Press.
29. REKIEL A., STANISZEWSKI K.; and WIECEK, J., 2000, Effect of reproductive maturity on the performance of primiparous sows. *Biuletyn Naukowy* 7:233-240.
30. WHITTEMORE C.T., 1993, The Science and Practice of Pig Production. Longman Sci. & Tech. Harlow, U. K. 181pp.
31. YANG, H.; EASTHAM, P.R., PHILLIPS, P., and WHITTEMORE, C.T., 1989, Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size. *Anim.Prod.* 48: 181-201.
32. DOURMAD J.Y., ETIENNE M., NOBLET J., and CAUSEUR D., 1997, Prédiction de la composition chimique des truies reproductrices à partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal, Application à la définition des besoins énergétiques, *Journées Rech, Porcine en France*, 29:255-262.

33. KHUEL R.O., 2001, Diseño de experimentos. Principios estadísticos para el diseño y análisis de investigación, México 2ª ed.
34. ZANELLA I., SAKOMURA N.K., SILVERSIDES F.G., FIQUEIRDO A. and PACK M., 1999, Effect of enzyme supplementation of boiler diets based on corn and soybeans. Poultry Sci. 78:561-568.
35. ROMBAUTS, P. 1962. Evolution de l'anabolisme gravidique chez la truie en fonction de l'âge de l'animal. Ann. Zootech. (Paris) 11:39.
36. SALMON-LEGAGNEUR, E. 1965. Quelques aspects des relations nutritionnelles entre la gestation et la lactation chez la truie. Ann. Zootech. (Paris) 14:1.
37. ELSLEY F.W.H., ANDERSON D. M., MACDONALD I., MACPHERSON R. M. AND SMART R., 1966. A comparison of live weight changes, nitrogen retention and carcass composition of pregnant and non-pregnant gilts. Anim. Prod. 8:391.
38. WILLIS G. M. AND MAXWELL C. V., 1984. Influence of protein intake, energy intake and stage of gestation on growth, reproductive performance, nitrogen balance and carcass composition in gestating gilts. J. Anim. Sci. 58:647.

39. NOBLET, J. AND ETIENNE M., 1987. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in lactating sows. *J. Anim. Sci.* 64:774.
40. KING, R. H. AND BROWN W. G., 1993. Interrelationships between dietary protein level, energy intake, and nitrogen retention in pregnant gilts. *J. Anim. Sci.* 71:2450.
41. EVERTS, H. AND DEKKER R. A., 1994. Effect of nitrogen supply on the excretion of nitrogen and on energy metabolism of pregnant sows. *Anim. Prod.* 59:293.
42. CLOSE, W. H., NOBLET J. AND HEAVENS R. P., 1985. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. 2. Partition and utilization of metabolizable energy intake in pregnant and nonpregnant animals. *Br. J. Nutr.* 53:267.
43. ETIENNE, M. 1991. Apports énergetiques de gestation et accretion de proteines chez la truie nullipare. *Journ. Rech. Porcine Fr.* 23:69.
44. KUSINA J., PETTIGREW J. E., SOWER A. F., WHITE M. E., CROOKER B. A. and HATHAWAY M. R., Effect of protein intake during gestation and lactation on the lactational performance. *J. Anim. Sci.* 1999, 77:931-941.

45. BRENDEMUEHL J.H., LEWIS J. and PEO E.R. Jr., 1987, effect of protein and energy intake by primiparous sows during lactation on sows and litter performance and sow serum thyroxine and urea concentrations, J. anim. Sci 64:1060.
46. BEDFORD M.R., 2000, Exogenous enzymes in monogastric nutrition- their current value and future benefits. Animal Feed Science and Technology.86: 1-13
47. JI, F. 2004. Amino acid nutrition and ideal protein for reproductive sows. PhD Thesis. Texas Tech University, Lubbock.
48. MCPHERSON, R. L., F. JI, G. WU, J. R. BLANTON JR, AND S. W. KIM.2004. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. J. Anim. Sci. 82:2534–2540.

XI. CUADROS

Cuadro No. 1. Composición de las dietas para **T1G, T2G, T3G y T4G**, en la etapa de gestación.

| Dieta para la etapa de gestación de los diferentes tratamientos. | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingredientes (kg). | T1G | T2G | T3G | T4G |
| Sorgo | 716.89 | 701.02 | 744.43 | 732.28 |
| Soya | 140.48 | 153.02 | 109.34 | 119.06 |
| Salvado de trigo | 80.00 | 80.00 | 80.00 | 80.00 |
| Carbonato Ca | 18.44 | 18.45 | 18.31 | 18.32 |
| Aceite de soya | 17.57 | 21.66 | 19.40 | 22.52 |
| Fosfato Dical. | 11.13 | 10.92 | 11.85 | 11.68 |
| Secuestrante | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Sal | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Vitaminas-Minerales. | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Sulfato de Mg. | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Lisina | 0.40 | 0.34 | 1.45 | 1.40 |
| Colina | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| Proteasa Vegpro® | 0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| Carnitina | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Oxitetraciclinas | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Extracto de Yuca | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Zinc | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| Metionina | 0.00 | 0.00 | 0.15 | 0.15 |
| | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |

Cuadro No. 2. Resultados del análisis químico proximal para las dietas de gestación.

| | T1G | T2G | T3G | T4G |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Materia seca | 90.62% | 89.40% | 89.44% | 89.91% |
| Humedad | 9.38% | 10.60% | 10.56% | 10.09% |
| Proteína cruda (Nitrógeno) | 13.80% | 13.80% | 12.65% | 12.65% |
| Extracto Etéreo | 5.50% | 4.41% | 4.47% | 5.23% |
| Cenizas | 5.70% | 5.45% | 5.00% | 5.56% |
| Fibra Cruda | 2.53% | 2.38% | 2.68% | 2.40% |
| Extracto libre de nitrógeno | 64.33% | 65.70% | 65.48% | 65.30% |
| Mcal/Kg | 3.17 | 3.17 | 3.17 | 3.17 |

Cuadro No. 3. Composición de las dietas para **T1L, T2L, T3L y T4L**, en la etapa de lactancia.

| Dieta para la etapa de lactancia de los diferentes tratamientos. | | | | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ingredientes (kg). | T1L | T2L | T3L | T4L |
| Sorgo | 560.31 | 532.50 | 599.25 | 581.86 |
| Soya | 239.72 | 261.23 | 193.76 | 210.28 |
| Salvado de trigo | 80.00 | 80.00 | 80.00 | 80.00 |
| Aceite de soya | 46.53 | 53.76 | 49.91 | 54.08 |
| Melaza | 25.00 | 25.00 | 25.00 | 25.00 |
| Fosfato Dical. | 18.29 | 17.94 | 18.50 | 18.20 |
| Carbonato de Ca | 13.93 | 13.95 | 15.00 | 14.22 |
| Sal | 4.00 | 4.00 | 4.00 | 4.00 |
| Secuestrante | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Vitaminas-minerales. | 2.50 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| Sulfato de Mg. | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 |
| Lisina | 1.01 | 0.90 | 2.00 | 1.59 |
| Levadura | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Colina | 0.75 | 0.75 | 0.75 | 0.75 |
| Metionina | 0.61 | 0.63 | 2.00 | 0.68 |
| Proteasa Vegpro | 0.50 | 0.00 | 0.50 | 0.00 |
| Carnitina | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Oxitetraciclinas | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Extracto de yuca | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.24 |
| Zinc | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 | 1000.00 |

Cuadro No. 4. Resultados del análisis químico proximal para las dietas de lactancia.

| | T1L | T2L | T3L | T4L |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Materia seca | 90.39% | 90.31% | 89.68% | 90.60% |
| Humedad | 9.61% | 9.69% | 10.32% | 9.36% |
| Proteína cruda (Nitrógeno) | 17.41% | 17.41% | 13.76% | 13.76% |
| Extracto Etéreo | 8.91% | 9.53% | 8.12% | 10.38% |
| Cenizas | 6.78% | 5.94% | 6.41% | 7.09% |
| Fibra Cruda | 2.49% | 1.80% | 1.74% | 1.59% |
| Extracto libre de nitrógeno | 55.56% | 58.70% | 55.25% | 58.38% |
| Mcal/Kg | 3.5 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |

Cuadro 5.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de peso vivo (kg) y sus diferencias (ganancias o pérdidas), en distintas etapas de gestación (28, 56 y 90 días).

| | T1G n= 8 | T2G n= 8 | T3G n= 8 | T4G n= 8 | Valor de P por efecto de | | |
|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------|----------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Prot+Enzima | Proteína | Enzima |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | | | |
| Peso 1 (\bar{x}) (EE) | 197.19 (8.969) | 179.62 (9.513) | 190.11 (9.513) | 221.73 (9.513) | — | — | — |
| Peso 2 (\bar{x}) (EE) | 207.75 ^{ab} (8.469) | 192.54 ^b (8.983) | 203.28 ^{ab} (8.983) | 229.63 ^a (8.983) | 0.0261 | 0.0759 | 0.5341 |
| Peso 3 (\bar{x}) (EE) | 227.43 ^{ab} (8.041) | 215.03 ^b (8.529) | 226.32 ^{ab} (8.529) | 251.41 ^a (8.529) | 0.0338 | 0.0448 | 0.4569 |
| DP1 (\bar{x}) (EE) | 10.55 ^{ab} (0.802) | 12.92 ^a (0.851) | 13.16 ^a (0.851) | 7.89 ^b (0.851) | < 0.0001 | 0.1601 | 0.0949 |
| DP2 (\bar{x}) (EE) | 19.68 (1.636) | 22.48 (1.736) | 23.04 (1.736) | 21.78 (1.736) | 0.2448 | 0.4440 | 0.6571 |
| DPGx (\bar{x}) (EE) | 30.24 ^{ab} (3.791) | 35.41 ^b (4.021) | 36.21 ^b (4.021) | 29.68 ^a (4.021) | 0.0265 | 0.0188 | 0.0707 |

T1G. Dieta convencional en PC + proteasa, T2G. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3G. Dieta baja en PC+ proteasa, T4G. Dieta baja en PC sin proteasas. Peso 1: peso vivo a los 28 días de gestación, Peso 2: peso vivo a los 56 días de gestación, Peso 3: peso vivo a los 90 días de gestación, diferencias de pesos: DP1 entre 28 y 56 días de gestación, DP2 entre 56 y los 90 días de gestación, DPGx: diferencia de peso durante la gestación.

Cuadro 6.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de grasa dorsal y sus diferencias (ganancias o pérdidas) en distintas etapas de gestación (28, 56 y 90 días).

| | T1G n= 8 | T2G n= 8 | T3G n= 8 | T4G n= 8 | | | |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|----------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima |
| GD1 (\bar{x}) (EE) | 18.31 (0.351) | 18.98 (0.372) | 18.45 (0.372) | 17.15 (0.372) | — | — | — |
| GD2 (\bar{x}) (EE) | 17.26 (0.392) | 17.94 (0.416) | 17.83 (0.416) | 17.06 (0.416) | 0.0876 | 0.7037 | 0.9136 |
| GD3 (\bar{x}) (EE) | 17.56 (0.491) | 17.77 (0.520) | 18.19 (0.520) | 16.94 (0.520) | 0.1680 | 0.8449 | 0.3241 |
| DGGx (\bar{x}) (EE) | -0.75 (0.376) | -1.20 (0.399) | -0.26 (0.399) | -0.21 (0.399) | 0.5237 | 0.0690 | 0.6195 |

T1G. Dieta convencional en PC + proteasa, T2G. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3G. Dieta baja en PC+ proteasa, T4G. Dieta baja en PC sin proteasas. GD1: grasa dorsal a los 28 días de gestación; GD2: a los 56 días de gestación; GD3: a los 90 días de gestación, DGGx; diferencia de grasa dorsal durante la gestación.

Cuadro 7.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables composición corporal agua, proteína, y grasa, en distintas etapas de gestación (28, 56 y 90 días).

| | T1G n= 8 | T2G n= 8 | T3G n= 8 | T4G n= 8 | | | |
|--------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|----------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima |
| A1 (\bar{x}) (EE) | 80.15 (6.272) | 69.10 (6.652) | 78.52 (6.652) | 98.07 (6.652) | — | — | — |
| P1 (\bar{x}) (EE) | 24.44 (1.749) | 21.36 (1.855) | 23.98 (1.855) | 29.41 (1.855) | — | — | — |
| G1 (\bar{x}) (EE) | 44.70 (0.427) | 44.24 (0.453) | 44.72 (0.453) | 45.24 (0.453) | — | — | — |
| A2 (\bar{x}) (EE) | 88.42 (5.911) | 78.80 (6.270) | 87.67 (6.270) | 103.08 (6.270) | 0.0522 | 0.0672 | 0.6429 |
| P2 (\bar{x}) (EE) | 26.68 (1.650) | 24.01 (1.750) | 26.52 (1.750) | 30.83 (1.750) | 0.0527 | 0.0636 | 0.6384 |
| G2 (\bar{x}) (EE) | 43.76 (0.663) | 43.61 (0.703) | 44.93 (0.703) | 45.92 (0.703) | 0.4154 | 0.1079 | 0.5544 |
| A3 (\bar{x}) (EE) | 100.02 (5.769) | 92.92 (6.119) | 101.23 (6.119) | 116.66 (6.119) | 0.0720 | 0.0476 | 0.4955 |
| P3 (\bar{x}) (EE) | 30.01 (1.602) | 28.01 (1.699) | 30.42 (1.699) | 34.68 (1.699) | 0.0719 | 0.0434 | 0.5050 |
| G3 (\bar{x}) (EE) | 46.53 (0.736) | 45.74 (0.781) | 48.18 (0.781) | 48.69 (0.781) | 0.6531 | 0.1046 | 0.5754 |

T1G. Dieta convencional en PC + proteasa, T2G. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3G. Dieta baja en PC+ proteasa, T4G. Dieta baja en PC sin proteasas. A1: agua corporal 1 (a los 28 días), P1: proteína corporal 1 (a los 28 días), G1: grasa corporal 1 (a los 28 días), A2: agua corporal 2 (a los 56 días), P2: proteína corporal 2 (a los 56 días), G2: grasa corporal 2 (a los 56 días), A3: agua corporal 3 (a los 90 días), P3: proteína corporal 3 (a los 90 días), G3: grasa corporal 3 (a los 90 días)

Cuadro 8.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas lactantes con diferentes niveles de proteína cruda sobre las variables, peso producido en gestación, peso vivo en lactancia, así como sus diferencia de peso.

| | | T1L n= 8 | T2L n= 8 | T3L n= 8 | T4L n= 8 | | | |
|----------|------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------|--------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | | |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima | |
| PPGx | (Kg) (EE) | 22.50 (1.245) | 19.11 (1.245) | 18.77 (1.245) | 20.30 (1.245) | 0.0580 | 0.3165 | 0.4633 |
| Peso 4 | (Kg) (EE) | 203.15 ^{ab} (8.765) | 194.80 ^b (8.765) | 206.57 ^{ab} (8.765) | 229.93 ^a (8.765) | 0.0812 | 0.0363 | 0.3992 |
| DP3 | (Kg) (EE) | -24.28 (1.235) | -20.23 (1.235) | -19.75 (1.235) | -21.48 (1.235) | 0.2236 | 0.2991 | 0.5053 |
| Peso 5 | (Kg) (EE) | 191.28 (9.130) | 191.44 (9.130) | 191.49 (9.130) | 207.42 (9.130) | 0.3950 | 0.3828 | 0.3855 |
| DP4 | (Kg) (EE) | -11.87 ^{ab} (2.725) | -3.35 ^a (2.725) | -15.08 ^{bc} (2.725) | -22.50 ^c (2.725) | 0.0068 | 0.0003 | 0.8429 |

T1L. Dieta convencional en PC + proteasa, T2L. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3L. Dieta baja en PC+ proteasa, T4L. Dieta baja en PC sin proteasas. PPGx: peso producido en gestación, Peso 4 (post-parto), DP3 diferencia de peso 3 (del día 90 al post-parto), Peso 5 (al destete), DP4 diferencia de peso 4 (del post-parto al destete).

Cuadro 9.-Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de grasa dorsal y sus diferencias (ganancias o pérdidas) durante la lactancia.

| | | T1L n=8 | T2L n=8 | T3L n=8 | T4L n=8 | | | |
|----------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|----------|--------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | | |
| | C/E | S/E | C/E | C/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima | |
| A4 | (\bar{x}) (EE) | 84.37 (6.420) | 80.26 (6.420) | 89.31 (6.420) | 103.01 (6.420) | 0.1760 | 0.0398 | 0.4616 |
| P4 | (\bar{x}) (EE) | 25.57 (1.782) | 24.42 (1.782) | 27.01 (1.782) | 30.82 (1.782) | 0.1748 | 0.0563 | 0.4620 |
| G4 | (\bar{x}) (EE) | 44.08 (0.700) | 43.78 (0.700) | 45.74 (0.700) | 46.25 (0.700) | 0.5652 | 0.7464 | 0.8847 |
| A5 | (\bar{x}) (EE) | 77.03 (6.457) | 78.93 (6.457) | 77.5 (6.457) | 88.98 (6.457) | 0.4485 | 0.4380 | 0.2968 |
| P5 | (\bar{x}) (EE) | 23.49 (1.793) | 24.01 (1.793) | 23.60 (1.793) | 26.84 (1.793) | 0.4540 | 0.4199 | 0.3037 |
| G5 | (\bar{x}) (EE) | 42.99 (0.626) | 42.81 (0.626) | 44.60 (0.626) | 44.00 (0.626) | 0.7375 | 0.0830 | 0.5390 |

T1L. Dieta convencional en PC + proteasa, T2L. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3L. Dieta baja en PC+ proteasa, T4L. Dieta baja en PC sin proteasas. GD4: grasa dorsal 4 (post-parto), GD5: grasa dorsal 5 (al destete), DGD: diferencia de grasa dorsal durante la lactancia.

Cuadro 10.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de composición corporal, agua, proteína y grasa durante la lactancia.

| | | T1L n= 8 | T2L n= 8 | T3L n= 8 | T4L n= 8 | | | |
|----------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|----------|--------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | | |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima | |
| GD4 | (\bar{x}) (EE) | 17.71 (0.519) | 17.90 (0.519) | 18.05 (0.519) | 17.21 (0.519) | 0.3274 | 0.7332 | 0.5311 |
| GD5 | (\bar{x}) (EE) | 17.81 (0.492) | 17.58 (0.492) | 18.50 (0.492) | 17.32 (0.492) | 0.3388 | 0.6641 | 0.1634 |
| DGDL | (\bar{x}) (EE) | 0.10 (0.198) | -0.32 (0.198) | 0.45 (0.198) | 0.11 (0.198) | 0.8508 | 0.0560 | 0.6790 |

T1L. Dieta convencional en PC + proteasa, T2L. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3L. Dieta baja en PC+ proteasa, T4L. Dieta baja en PC sin proteasas .A4: agua corporal 4 (post-parto), P4: proteína corporal 4 (post-parto), G4: grasa corporal 4 (post-parto), A5: agua corporal 5 (al destete), P5: proteína corporal 5 (al destete), G5: grasa corporal 5 (al destete).

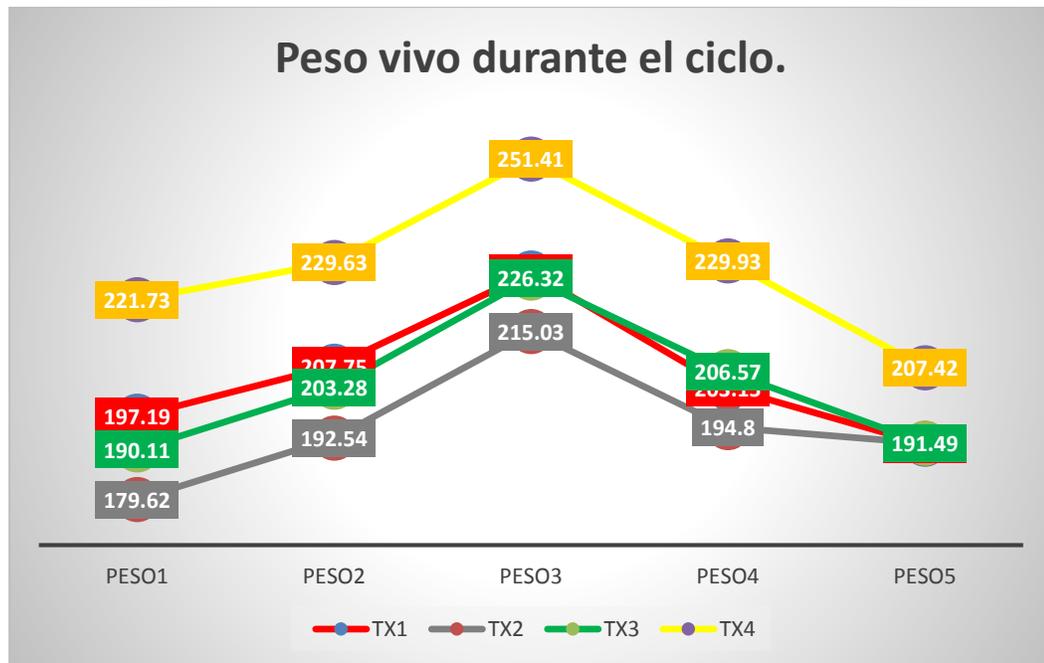
Cuadro 11.- Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de lechones nacidos vivos, peso de la camada, peso individual, número de destetados, peso al destete y ganancia diaria de peso.

| | | T1L n=8 | T2L n=8 | T3L n=8 | T4L n=8 | Valor de P por efecto de | | |
|----------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------|--------|--------|
| Variable | Alto en proteína | | Bajo en proteína | | Valor de P por efecto de | | | |
| | C/E | S/E | C/E | S/E | Prot+Enzima | Proteína | Enzima | |
| LNV | (\bar{x}) (EE) | 10.62 (0.831) | 8.87 (0.831) | 8.50 (0.831) | 9.00 (0.831) | 0.1867 | 0.2390 | 0.4584 |
| PCN | (\bar{x}) (EE) | 18.87 ^b (1.166) | 15.87 ^{ab} (1.166) | 13.83 ^a (1.166) | 15.71 ^{ab} (1.166) | 0.0452 | 0.0341 | 0.6340 |
| PPN | (\bar{x}) (EE) | 1.80 (0.094) | 1.84 (0.094) | 1.66 (0.094) | 1.79 (0.094) | 0.6463 | 0.3001 | 0.3672 |
| No. DTT | (\bar{x}) (EE) | 9.25 (0.551) | 8.50 (0.551) | 7.87 (0.551) | 9.37 (0.551) | 0.0511 | 0.6541 | 0.5025 |
| PCD | (\bar{x}) (EE) | 53.89 (4.860) | 48.62 (4.860) | 48.87 (4.860) | 52.21 (4.860) | 0.1727 | 0.7157 | 0.7538 |
| GDPC | (\bar{x}) (EE) | 1.58 (0.235) | 1.55 (0.235) | 1.59 (0.235) | 1.55 (0.235) | 0.9809 | 0.9850 | 0.8888 |
| GDPL | (\bar{x}) (EE) | 0.164 (0.021) | 0.179 (0.021) | 0.191 (0.021) | 0.165 (0.021) | 0.3498 | 0.7751 | 0.7837 |

T1L. Dieta convencional en PC + proteasa, T2L. Dieta convencional en PC sin proteasa, T3L. Dieta baja en PC+ proteasa, T4L. Dieta baja en PC sin proteasas. LNV: lechones nacidos vivos, PCN: peso de la camada al nacimiento, PPN: peso promedio al nacimiento, No. DTT: número de destetados, PCD: peso de la camada al destete, GDPC: ganancia diaria de peso de la camada, GDPL ganancia diaria de peso del lechón.

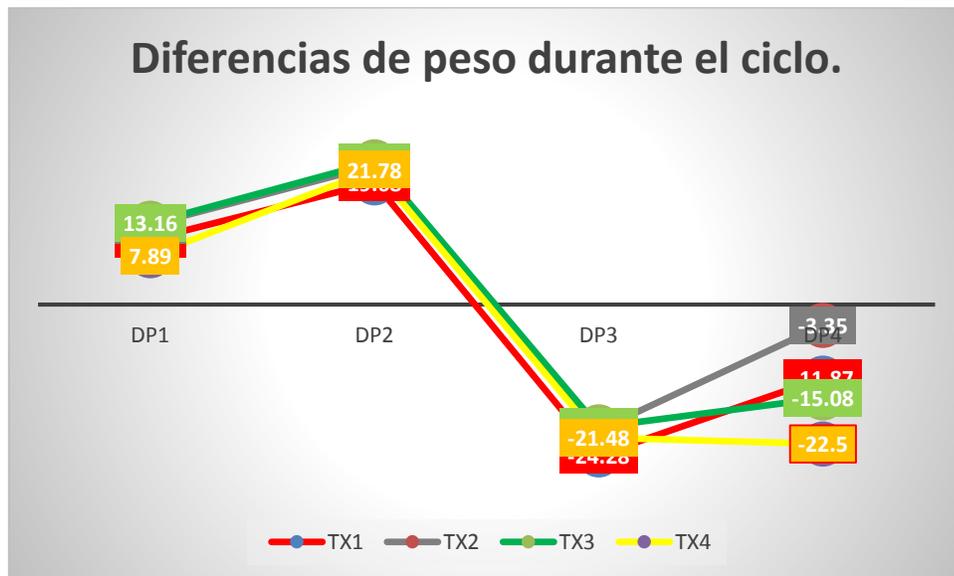
XII. FIGURAS

FIGURA NO.1 Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes y lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de peso vivo durante todo el ciclo.



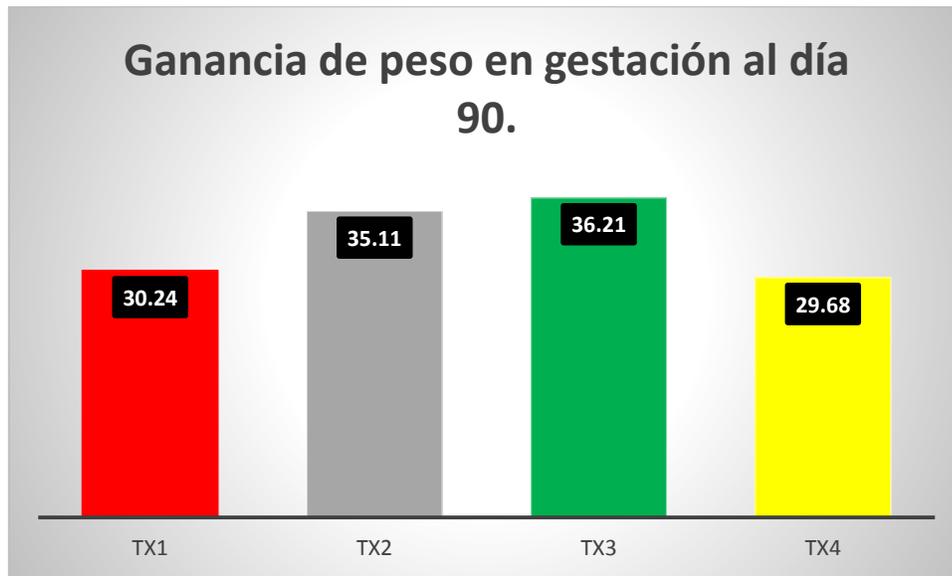
Tx1. Dieta convencional en PC + proteasa, Tx2. Dieta convencional en PC sin proteasa, Tx3. Dieta baja en PC+ proteasa, Tx4. Dieta baja en PC sin proteasas.

FIGURA NO.2 Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes y lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para las variables de diferencia de peso durante todo el ciclo.



Tx1. Dieta convencional en PC + proteasa, Tx2. Dieta convencional en PC sin proteasa, Tx3. Dieta baja en PC+ proteasa, Tx4. Dieta baja en PC sin proteasas.

FIGURA NO.3 Efecto de la adición de proteasas en dietas para cerdas gestantes y lactantes con diferentes niveles de proteína cruda, para la ganancia de peso en gestación hasta el día 90.



Tx1. Dieta convencional en PC + proteasa, Tx2. Dieta convencional en PC sin proteasa, Tx3. Dieta baja en PC+ proteasa, Tx4. Dieta baja en PC sin proteasas.