



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA SALUD
ANIMAL**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**“ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DEL EMPLEO DE UN COMPLEJO
ENZIMÁTICO EN DIETAS CON DIFERENTES APORTES EN ENERGÍA,
FÓSFORO Y PROTEÍNA PARA CERDAS REPRODUCTORAS”**

TESIS

QUE PARA OPTAR EL GRADO DE:

MAESTRO EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PRESENTA:

ALFREDO URBINA LEÓN

**TUTOR: MVZ. MPA. MARCO ANTONIO HERRADORA LOZANO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNAM
COMITÉ TUTORAL: MVZ. ME. FRANCISCO ALEJANDRO ALONSO PESADO
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNAM
DR. GERMÁN GÓMEZ TENORIO
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA PRODUCCIÓN Y DE LA
SALUD ANIMAL**

MÉXICO D.F. OCTUBRE DEL 2014



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.

DEDICATORIA

A mi esposa Giovanna, quien me dio fortaleza para poder concluir este periodo profesional y con su amor me da la motivación necesaria para poder sortear los obstáculos que la vida en si presenta para lograr cualquier meta.

A mis padres, abuelos y familia, quienes forjaron los pilares fundamentales de mi vida y me enseñaron la importancia del estudio y el trabajo honesto como medio de superación.

Gracias a ellos sé que todos lo que se desee, se puede lograr con esfuerzo y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo agradezco a Dios la oportunidad de dar un paso más en mi formación, ya que sin el nada es posible.

Al Dr. Marco Antonio Herradora Lozano, quien ha sido mi mentor desde el inicio de mi carrera y me ha enseñado la importancia de la honestidad y el trabajo duro como base firme de la actividad profesional.

A los Dres. Alonso Pesado y Germán Gómez por sus enseñanzas, apoyo y motivación, ya que gracias a ellos fue posible realizar un trabajo profesional.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, pues como institución me ha dado la oportunidad de la superación profesional e intelectual y de quien depende gran parte del desarrollo tecnológico y cultural de mi país.

CONTENIDO

	Página
1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Desarrollo de la porcicultura.....	3
2.2. Situación mundial.....	4
2.3. Consumo nacional.....	5
2.4. Producción nacional.....	5
2.5. Situación de los ingredientes energéticos.....	7
2.6. Uso de los ingredientes energéticos en la alimentación porcina.....	10
2.7. Situación del Fósforo.....	12
2.8. Disponibilidad.....	13
2.9. Fitasas.....	16
2.10. Situación de los ingredientes proteicos.....	17
2.11. Uso e implicaciones de las proteínas en la producción porcina.....	18
2.12. Ingredientes proteicos en la producción porcina.....	19
2.13. Teoría de costos.....	21
2.14. Costos en las producciones pecuarias.....	24
2.15. Beneficios en las producciones pecuarias.....	25
2.16. Relación costo beneficio.....	25
3. JUSTIFICACIÓN.....	27
4. HIPÓTESIS.....	27
5. OBJETIVOS GENERALES.....	27
5.1. Objetivos específicos.....	28
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
6.1. Manejo animal.....	30
6.2. Manejo de la alimentación.....	30
6.3. Formulación y análisis del alimento.....	31
6.4. Variables productivas.....	31
6.5. Cálculo de costos y beneficios.....	33
6.6. Costos e ingresos marginales.....	34
6.7. Eficiencia alimenticia y relación costo beneficio.....	37

6.8. Diseño de pruebas.....	37
6.9. Experimento A.....	38
6.9.1. Diseño experimental.....	38
6.9.2. Tratamientos.....	38
6.10. Experimento B.....	42
6.10.1. Diseño experimental.....	42
6.10.2. Tratamientos.....	43
6.11. Diseño estadístico.....	47
7. RESULTADOS.....	48
7.1. Experimento A. Tratamientos con diferentes niveles de Fósforo y energía con y sin enzimas.....	48
7.1.1. Comparación de variables productivas.....	48
7.1.2. Cálculo de costos y beneficios.....	54
7.1.3. Comparación de costos e ingresos marginales.....	56
7.2. Experimento B. Tratamientos con diferentes niveles de Proteína con y sin enzima.....	58
7.2.1. Comparación de variables productivas.....	58
7.2.2 Cálculo de costos y beneficios.....	63
7.2.3. Comparación de costos e ingresos marginales.....	64
7.2.4. Eficiencia alimenticia y relación costo beneficio.....	66
8. DISCUSIÓN.....	67
8.1. Experimento A.....	68
8.1.1. Comportamiento productivo.....	68
8.1.2. Costos e ingresos.....	71
8.1.3. Costos e ingresos marginales.....	74
8.2. Experimento B.....	75
8.2.1. Comportamiento productivo.....	75
8.2.2. Costos e ingresos.....	79
8.2.3. Costos e ingresos marginales.....	80
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

CUADROS Y FIGURAS

CUADROS

1. Evolución anual del precio de maíz amarillo en EUA.....	9
2. Producción anual de maíz de los 5 principales productores del mundo, periodo 2006- 2010.....	10
3. Evolución del precio mundial de roca de fosfato durante 10 años.....	14
4. Aportes nutricionales del alimento de gestación con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.....	39
5. Aportes nutricionales del alimento de lactancia con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.....	40
6. Fórmulas y costo de tratamientos de gestación con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.....	41
7. Fórmulas y costo de tratamientos de lactancia con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.....	42
8. Aportes nutricionales del alimento de gestación con diferentes niveles de proteína con y sin enzimas.....	43
9. Aportes nutricionales del alimento de lactancia con diferentes niveles proteína con y sin enzimas.....	44
10. Fórmulas y costo de tratamientos de gestación con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas.....	45
11. Fórmulas y costo de tratamientos de lactancia con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas.....	46
12. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzima.....	50
13. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzima.....	51
14. Cálculo de costos, ingresos y utilidades promedio generados por cerdas alimentadas con tratamientos con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.....	55
15. Comparación de ingresos marginales en DP1 y DP3 generados por tratamientos con diferentes niveles de fósforo y energía.....	56
16. Comparación de ingresos marginales en DPC generados por tratamientos con diferentes niveles de fósforo y energía.....	57
17. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	59
18. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	60
19. Cálculo de costos, ingresos y utilidades promedio generados por cerdas alimentadas con tratamientos con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas.....	64
20. Comparación de ingresos y costos marginales generados por tratamientos con diferentes niveles de proteína con y sin enzima.....	64

21. Comparación de ingresos y costos marginales generados por tratamientos con diferentes niveles de proteína con y sin enzima.....	66
22. Eficiencia alimenticia en la cerda y relación costo beneficio, generadas por el uso de tratamientos con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	67

FIGURAS

1. Aporte de los principales estados productores de carne de cerdo en México....	6
2. Evolución anual del precio de maíz amarillo en EUA.....	9
3. Precio mundial de roca de fosfato durante 10 años.....	14
4. Diferencias de peso de las cerdas durante el ciclo alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.....	52
5. Consumo promedio de alimento de lactancia durante ciclo (CAL), con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.....	53
6. Promedio de kilogramos producidos al destete (KGD), con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.....	54
7. Diferencias de peso de las cerdas durante el ciclo alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	61
8. Consumo promedio de alimento de lactancia durante ciclo (CAL), con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	62
9 Promedio de kilogramos producidos al destete (KGD), con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.....	62

1. RESUMEN

ALFREDO URBINA LEÓN. Análisis del costo beneficio del empleo de un complejo enzimático en dietas con diferentes aportes en energía, fósforo y proteína para cerdas reproductoras (bajo la dirección de: MVZ MPA. Marco Antonio Herradora Lozano, MVZ M.E Francisco Alejandro Alonso Pesado, Dr. Germán Gómez Tenorio). Cada vez se emplean mas las enzimas con el fin de mejorar la digestión de los elementos presentes en las raciones, permitiendo una disminución en la inclusión de ciertos ingredientes, menor impacto ambiental y disminución de los costos de producción. El objetivo del presente trabajo fue analizar el costo y posibles beneficios por la adición de complejos enzimáticos a dietas formuladas con diferentes niveles de nutrientes, y se dividió en dos experimentos. En el experimento A se utilizaron 2 tratamientos con niveles mínimos de energía y Fósforo (P) con y sin la adición de fitasas y amilasas y 2 con niveles convencionales con y sin fitasas y amilasas. En el experimento B se utilizaron 2 tratamientos con niveles mínimos de proteína con y sin la adición de proteasas y 2 con niveles convencionales con y sin proteasas. Para cada experimento se emplearon 40 cerdas híbridas F1 York-Landrace (YY x LL), distribuidas completamente al azar, en un diseño factorial de 2x2. Cada experimento se evaluó desde el día 21 de gestación hasta el fin de la lactancia. A partir de la obtención de las diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos para las variables productivas, se realizó el cálculo de las variables económicas; Costo total generado por la alimentación durante la lactancia (CTAL), Costo total de alimentación por ciclo de la cerda (CTAC), Ingreso por kilogramos de lechón al destete (IKGD), Ingreso por diferencia de peso durante el ciclo (IDPC), Costo marginal (Cmg), Ingreso marginal (Img), Eficiencia del alimento en la cerda (EAC) y Relación costo beneficio (RCB). En el experimento A se generó un Img de \$17.95 durante el periodo de evaluación, cuando se utilizó el tratamiento convencional en P y energía con enzimas, en comparación al tratamiento bajo en P y energía sin enzimas. En el experimento B se generó un Img de \$17.95 durante el mismo periodo de evaluación, cuando se utilizó el tratamiento convencional en proteína sin enzimas en comparación al tratamiento bajo en proteína sin enzimas. A partir de los resultados obtenidos, se pudo concluir que para el experimento A, el tratamiento bajo en P y energía con enzimas fue el mas eficiente. Con respecto al experimento B el tratamiento formulado con niveles convencionales en proteína, fue el más eficiente de la prueba.

Palabras clave: Fitasas, amilasas, proteasas, ingreso marginal, costo marginal, relación costo beneficio, eficiencia

“ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DEL EMPLEO DE UN COMPLEJO ENZIMÁTICO EN DIETAS CON DIFERENTES APORTES EN ENERGÍA, FÓSFORO Y PROTEÍNA PARA CERDAS REPRODUCTORAS”

2. INTRODUCCIÓN

La producción pecuaria tiene características muy particulares, ya que los animales se consideran sistemas biológicos, que en un medio ambiente adecuado son capaces de transformar materias primas (alimento, agua, medicamentos, etc.) en productos como leche, carne, huevo, pieles, entre otros productos o subproductos que la propia actividad pecuaria genera (Pesado *et al.*2007; Dhuyvetter *et al.* 2011). Productos necesarios para el buen desarrollo físico y mental de la población, así como beneficios económicos para los inversionistas de esta actividad y del país, ya que se tiene estimado que del 4% que aporta el sector primario al Producto Interno Bruto (PIB), el subsector pecuario aporta el 32% de ese 4% y dentro de este subsector, el área de producción porcina ocupa el tercer lugar en importancia productiva y de consumo, solo debajo del área de producción avícola y de ganado bovino (INEGI 2008).

Debido a la importancia que la producción porcina tiene en la sociedad y en la economía nacional, resulta importante el análisis de los componentes económicos internos de las empresas que se dedican a esta actividad, ya que se consideran precio aceptante, por lo que solo pueden decidir cuanto van a producir, esta decisión esta directamente relacionada a sus costos de producción, de éstos, el alimento resulta ser el insumo con mayor participación en los costos totales, a su vez éste dependerá del precio, la calidad de los ingredientes utilizados y la tecnología para su elaboración, estos factores sumados al manejo del ganado y de la empresa en general influyen directamente en la eficiencia para convertir el

alimento en kilogramos de producto (Pesado et al.2007; Dhuyvetter et al. 2011; INEGI 2011).

Aunado a la importancia que el alimento tiene en las empresas que se dedican a la porcicultura y a que México se considera un país dependiente de las importaciones de elementos básicos para la producción pecuaria, como los granos(base de la alimentación del ganado), el aumento en el precio durante los últimos años del maíz, el sorgo y la soya, además del uso para la producción de biocombustible en Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A), el aumento en la demanda por países emergentes como China e India, el crecimiento económico y demográfico global, entre otros factores, han generado un considerable incremento en los costos, por lo que la optimización de su uso se hace indispensable (García *et al.* 2005; Acuña 2008; Allen 2010; INEGI 2012).

Una de las medidas que se han adoptado para eficientizar el aprovechamiento del alimento, es el uso de enzimas que mejoran la digestión de los elementos presentes en las raciones, generando una disminución en la inclusión de los ingredientes, menor impacto ambiental y la consecuente disminución de los costos de producción (Omobenigun *et al.* 2004).

2.1. Desarrollo de la porcicultura

La cría del cerdo comenzó hace 7000 años en China y prácticamente desde que el ser humano se volvió sedentario se expandió por todo el mundo, llegando al continente americano a partir de la conquista de los españoles, para continuar su crecimiento y pasar de ser una actividad realizada como fuente de autoconsumo hasta la especialización que hoy en día prevalece, esta especialización comenzó después de la segunda guerra mundial y se enfocó en la tecnificación de los sistemas de crianza, manejo y alimentación para generar un mayor rendimiento de los productos obtenidos, disminuir los costos de producción y en la actualidad, disminuir los efectos dañinos que genera al medio ambiente (Tinoco, 2004).

En México la porcicultura se remonta al siglo XVI, cuando los españoles introdujeron cerdos desde Europa, el clima y las condiciones geográficas presentaron la situación ideal para su desarrollo, desde ese siglo la producción de cerdo se mantuvo en crecimiento constante. Así en el periodo que comprende del año 1940 a 1950 paso a ocupar el segundo lugar como fuente de abastecimiento de carne en México, durante la década de los 60, la porcicultura nacional presentó una tasa de crecimiento anual del 4%, para la década de los 70 presentó la tasa de crecimiento anual más alta del subsector pecuario, por arriba del 4% anual, pasando a ser el sector más importante de producción pecuaria en el país, situación provocada por el desarrollo de las unidades productivas tecnificadas y otros factores socioeconómicos (INEGI, 2008)

Sin embargo para la década de los 80's y hasta el año de 1997 el crecimiento del área porcícola se vio detenida por varios factores entre los que se encuentran; el aumento de los costos de producción por el fenómeno inflacionario de esta década, el retiro de subsidios, el bajo poder adquisitivo de las unidades familiares y la aceleración de la apertura comercial con condiciones de competitividad desfavorables, generando la caída en la producción y consumo. Esto provocaría que de ser el primer lugar en producción nacional se ubicara en el tercero con un crecimiento muy lento del 1.3% anual a partir de 1998, situación que se ha mantenido hasta nuestros días (Tinoco, 2004)

2.2. Situación mundial

A nivel mundial la carne de cerdo ocupa el primer lugar en consumo total de productos cárnicos, en segundo lugar se ubican las aves de corral y en tercer lugar la carne de bovino. Los principales consumidores de carne de cerdo en el mundo son; China, EUA, Alemania, España y Francia, cabe mencionar que los cuatro primeros países también son los principales productores a nivel mundial, de estos, los tres países con mayor producción son, China con una producción anual de 51, 719,500 toneladas (ton), E.U.A (10, 185,600 ton) y Alemania (5, 488,370

ton), es importante considerar que China y Estados Unidos de Norte América son el primer y tercer país en densidad de población, Alemania a pesar de ser un país con una densidad de población mucho menor, presenta un consumo *per cápita* muy alto, esto aunado a los niveles de tecnificación con que cuentan en sus unidades de producción lo ubican como uno de los mayores productores de carne de cerdo a nivel mundial (FAO 2007).

En este contexto, México ocupa el lugar número 16 con una producción de 1,174, 580 toneladas en el año 2010, de acuerdo a datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2010), detrás de países como Holanda, Japón y Filipinas. A pesar de ubicarse dentro de los primeros 20 países productores de carne de cerdo, México no produce la cantidad necesaria para cubrir su demanda interna, ya que el 40% del consumo nacional es cubierto por las importaciones y mantiene una posición deficitaria con respecto a su balanza comercial por 636,000 toneladas en el año 2011, y se prevé que continúen en este nivel hasta el 2020(SAGARPA 2011; Licea *et al.*2010).

2.3. Consumo nacional

Durante muchos años el consumo de carne de cerdo se ha ubicado entre las tres fuentes de proteína animal preferidas por los mexicanos, ubicándose en el tercer lugar solo por debajo de la carne de aves de corral y carne de bovino(Tinoco, 2004).

El consumo nacional aparente (CNA), mantuvo un crecimiento del 3.6% anual en el periodo que comprende de 1998 al 2008, sin embargo la producción nacional no cubre toda la demanda a pesar de su bajo consumo *per cápita*, si se compara con otros países, México se encuentra en la posición número 62 a nivel mundial, no así para el consumo nacional aparente, en el que se ubica en el lugar 14, debido a su densidad demográfica (SAGARPA 2008;FAO 2007).

2.4. Producción nacional

Dentro del contexto mexicano los principales estados productores de carne de cerdo son: Jalisco (287,325 ton), Sonora (280,852 ton), Guanajuato (146,587 ton), Puebla (144,255 ton) y Yucatán (130,567 ton), entre estos 5 estados productores cubren el 64% de la producción nacional (figura 1). Del total de cabezas de ganado porcino producidas en México, el 63% se encuentran en granjas consideradas tecnificadas, el 23 % en semitecnificadas y el 14% en las que se consideran de traspatio, esta situación se ve representada en la distribución del aporte que cada estado tiene en la producción nacional, ya que los estados con mayor producción son aquellos que concentran la mayor parte de granjas tecnificadas(Licea y Barrera, 2009; Miramontes *et al.* 2012; SAGARPA 2010).

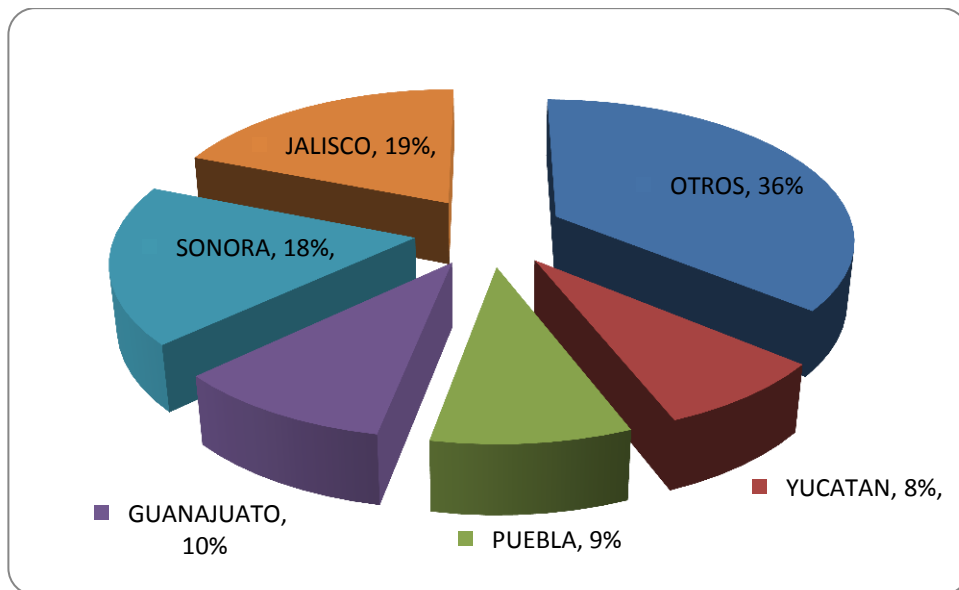


Figura 1. Aporte de los principales estados productores de carne de cerdo en México (Participación porcentual estatal del total de la producción nacional). Información obtenida de SAGARPA 2011.

De acuerdo a Licea R. 2009 e informes de Secretaría de Agricultura Ganadería y Recursos Pesqueros, la producción porcina nacional se ha visto afectada por diversos factores como; las crisis económicas constantes, el bajo índice de confianza del consumidor, disminución del poder adquisitivo, incremento en la producción de carne de pollo, aumento de las importaciones, el poco o nulo incremento del precio de comercialización y el aumento generalizado del precio de los granos utilizados como base de la alimentación del cerdo, el cual genera un importante incremento de los costos de producción. Los factores antes mencionados han generado que las granjas consideradas semitecnificadas y de traspatio, que no soportan las fluctuaciones en los precios y las condiciones de mercado, reporten bajas en su rentabilidad o pérdidas que implican el cierre de operaciones, con la subsecuente consolidación de granjas tecnificadas, sobre todo aquellas que cuentan con producciones integradas, ya que se considera que pueden soportar mejor los cambios del entorno económico, sin embargo la concentración de este tipo de empresas no ha sido suficiente para recuperar los niveles de producción nacionales.

2.5. Situación de los ingredientes energéticos

En México los principales ingredientes considerados como fuente de energía en la alimentación porcina son el maíz amarillo y el sorgo, también se utilizan las grasas y lípidos; sin embargo, a pesar de que contribuyen con un alto contenido de energía, se incluyen en menor cantidad en las raciones (entre 5 y 10%).

A pesar de la importancia que los granos con alto contenido energético significan para la alimentación animal, la producción nacional es insuficiente, ya que se ha estimado que la importación de maíz oscila en un rango entre 5 y 7 millones de toneladas, la mayor parte éstas importaciones son de maíz amarillo, mientras que las exportaciones son mínimas con un rango de 48 a 255 mil toneladas y de estas, casi la totalidad son de maíz blanco, del cual México es autosuficiente y es destinado en su mayoría al consumo humano. En el caso del sorgo se repite la

misma situación, ya que se ha registrado un volumen de importaciones en un rango de entre 2.5 y 3 millones de toneladas y cero exportaciones, para el periodo que comprende del 2005 al 2009 de acuerdo a datos generados por SAGARPA, cabe mencionar que la mayor parte de las importaciones en México provienen de los E.U.A. (SAGARPA 2009; SNIIM 2012).

El subsector pecuario es un importante consumidor de granos, un ejemplo de ésta situación lo representa el destino que tienen las importaciones de maíz amarillo, ya que del total de las importaciones, el 54% se destina a éste. Del total de granos forrajeros dirigidos al subsector pecuario que se consumieron en el año 2007 (último registro comparativo), el 44% se destinó a aves de postura y engorda, el 30% a bovinos de carne y leche, el 5% a diversas especies productivas y el 21% fue destinado al área de producción porcina, lo que refleja la importancia de estos insumos (SAGARPA 2007; SAGARPA 2010).

Los ingredientes energéticos representan los de mayor influencia en términos de cantidad y costos en las dietas del ganado porcino, por esta razón resulta importante conocer el comportamiento de su disponibilidad y precios. De acuerdo a informes oficiales (SAGARPA 2009), el precio del maíz destinado a la producción pecuaria ha registrado un importante incremento en sus precio (figura 2 y cuadro 1), aproximadamente del 158 % en el periodo que comprende 2003 al 2012, debido a diferentes circunstancias que afectan a los países productores más importantes (cuadro 2), los cuales también son los principales exportadores, a excepción de México, debido principalmente a los altos volúmenes de demanda interna para consumo humano. Los factores que afectan de manera considerable el precio de los granos son: El uso del maíz como insumo para la producción de bioetanol, el cual ha presentado un aumento en su producción debido a la presión que ejerce el creciente precio del petróleo y la búsqueda de combustibles menos contaminantes, así como el aumento de la demanda interna de alimentos en países en crecimiento como China, la India y Argentina, entre otros. Además del manejo que cada país implementa para el uso de su producción, se une el efecto

que el cambio climático ejerce cada año sobre las cosechas en todo el mundo(SNIIM 2012; SAGARPA 2007).

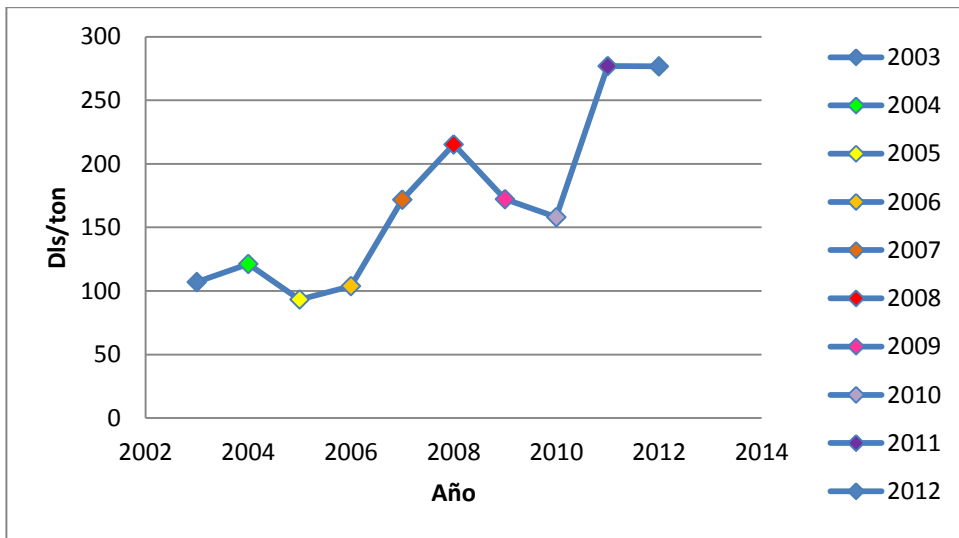


Figura 2. Evolución anual del precio de maíz amarillo en EUA.

Precio por tonelada (ton) de maíz amarillo no2 en dolares(Dls) (FOB.ptos. Barc.EUA. en golfo). Los precios se tomaron en enero de cada año. Fuente: SNIIM 2012 con información de la USDA.

Año	dls/ton
2003	106.94
2004	121.23
2005	93.3
2006	103.83
2007	171.825
2008	215.245
2009	172.215
2010	158.065
2011	276.955
2012	276.665

Cuadro 1. Evolución anual del precio de maíz amarillo en EUA.

Fuente: SNIIM 2012 con información de la USDA.

Producción anual (toneladas)					
País	2006	2007	2008	2009	2010
EUA	267501000	331175000	307142000	332549000	316165000
China	151731433	152418870	166035097	164107560	177548600
Brasil	42661700	52112200	58933300	50719800	56060400
México	21893200	23512800	24320100	20142800	23301900
Argentina	14445500	21755400	22016900	13121400	22676900

Cuadro 2. Producción anual de maíz de los 5 principales productores del mundo, periodo 2006- 2010. Producción total de maíz por país en toneladas (ton). Se utilizó periodo disponible en fuente oficial de FAO.

2.6. Uso de los ingredientes energéticos en la alimentación porcina

El proveer los nutrientes presentes en los ingredientes de las dietas de manera eficiente con la finalidad de reducir su costo, es uno de los mayores retos en la porcicultura. Esta eficiencia depende de muchos factores entre los que se encuentran; la calidad de los ingredientes utilizados, la forma en que se subministra el alimento, el estado fisiológico y la línea genética de los cerdos e incluso las condiciones medio ambientales en las que se desarrollan (Barea *et al.* 2010; Bunter *et al.* 2010).

Los ingredientes energéticos son muy importantes en la alimentación porcina y en general en todas las especies, ya que son necesarios para casi todos los procesos vitales (Shimada, 2009). Los cerdos presentan alta variabilidad en el aprovechamiento de estos ingredientes, la cual esta directamente relacionada con las características nutrimentales y la capacidad del animal para digerirlos. Sin embargo existen ingredientes como el maíz que presenta características deseables para la alimentación, ya que tiene un alto contenido energético, contienen algunos aminoácidos esenciales y vitaminas, es altamente palatable y

digestible. Además del maíz, el sorgo presenta casi todas las características deseables y es más resistente a las diferentes condiciones medio ambientales, sin embargo los animales no lo aceptan de la misma manera, debido en parte al contenido de taninos, que generan un sabor desagradable, entre otros factores antinutricionales (Louis *et al.* 1991; Mitzner *et al.* 1994; Elkin *et al.* 1996; Oria *et al.* 1995).

Las condiciones que presentan el maíz y el sorgo, hacen que estos sean los ingredientes energéticos predilectos para la alimentación del cerdo, sin embargo también existen otras fuentes que presentan algunas características deseables como las grasas y aceites, ya que tienen un alto valor calórico (entre 7.5 y 9 Mega calorías de energía digestible), aumentan la palatabilidad del alimento y son muy digeribles. A pesar de los beneficios que aportan, solo se pueden incluir en la formulación del alimento en un rango entre el 5 y 10%, debido a que pueden generar algunos problemas digestivos y en la elaboración del alimento, por lo que se recomienda su utilización en dietas dirigidas a etapas donde se necesita un aporte energético muy alto, como al inicio de la vida productiva del cerdo, así como la gestación y lactancia del pié de cría (Campabadal 2009; Church *et al.* 2010).

Debido a los diferentes aspectos que afectan el aprovechamiento de los ingredientes energéticos y a las condiciones actuales de la porcicultura, se han buscado diferentes estrategias que eficienten su uso. Es por eso que las medidas que se implementan en el manejo de la alimentación del ganado porcino están orientadas a obtener la mayor cantidad de energía posible de los alimentos y aumentar la capacidad de la especie para digerirlos, entre estas medidas se encuentran; la selección de líneas genéticas que son más eficientes para aprovechar los nutrientes presentes en la dieta, el uso de ingredientes con alto contenido energético y mayor digestibilidad (como es el caso de las grasas y aceites), el manejo tecnológico de las partículas de alimento, como el peletizado que puede incrementar la digestibilidad de estas, así como la modificación del tamaño de partícula del alimento (Church *et al.* 2010; Guilbert *et al.* 2007; Bunter

et al. 2010; Noblet *et al.* 2004; Noblet *et al.* 1994). Otra medida, es la adición de enzimas exógenas, que aumentan la digestibilidad de los ingredientes vegetales, mediante la descomposición de sus componentes estructurales, ayudando a la escasa habilidad que los cerdos tienen para digerirlos (Partridge *et al.* 2001; Johnston *et al.* 2004).

2.7. Situación del fósforo

El P es un componente indispensable en la dieta de todos los mamíferos incluyendo al cerdo, debido a que forman parte de su sistema esquelético, es parte esencial de las moléculas de fosfolípidos, ácidos nucleicos, fosfoproteínas, coenzimas y ligaduras de gran contenido energético. A pesar de ser un componente tan importante para la vida y buen desarrollo de los cerdos, el P también es una fuente de contaminación, la cual se genera principalmente por el proceso conocido como eutroficación (Shimada, 2009).

El proceso de eutroficación se genera cuando el P proveniente de la lixiviación de los suelos y la materia orgánica presente en las excretas se concentra en exceso en las aguas superficiales, promoviendo el crecimiento de algas que ocasionan el bloqueo de la penetración de los rayos solares, cuando estas algas mueren, su descomposición consume mucho oxígeno, dejando muy poco para los demás organismos acuáticos. Seguido de la descomposición de las algas, se liberan sustancias tóxicas que resultan en un incremento de la mortalidad de los peces y una disminución en la biodiversidad acuática, incrementando los costos sociales y económicos en los sectores pesquero, turístico (contaminación de espacios recreativos) y mas gravemente al amenazar la disponibilidad de agua potable (Lida *et al.* 2009; Cordell *et al.* 2009).

En áreas de producción porcina intensiva, los cerdos tienden a generar un alto impacto ambiental, este entre otros factores tiende a limitar su expansión a nivel mundial y afecta la opinión pública hacia la producción animal, por lo que en varios países del mundo la legislación ha sido modificada con la finalidad de limitar el impacto (Jasinski 2005; Kees 1999).

Estas regulaciones generalmente aumentan los costos de producción y han forzado a la industria a reducir su producción de desperdicios animales, es por esto que se ha recurrido a diferentes estrategias de alimentación para reducir la contaminación ambiental que se genera por la producción de cerdos, una de estas estrategias es el uso de fitasas de origen bacteriano que pueden hidrolizar los fosfatos de inositol indigestibles que se encuentran en muchos ingredientes de origen vegetal y liberar por tanto el fósforo digestible, complementando la insuficiente actividad fitásica endógena del cerdo y reduciendo la excreción de fósforo sin digerir (Leo y Reinder, 2007).

2.8. Disponibilidad

Además del impacto ambiental generado por el P, su escasez a nivel mundial ha estimulado la mayor preocupación por su uso. Se ha augurado que las reservas de roca de fosfato (fuente principal de P) llegarán a su punto máximo en cuando menos 25 años, de acuerdo a datos generados mediante Inspección Geológica de los Estados Unidos, sin embargo, aun existen desacuerdos con relación a la duración de estas, ya que la información es controlada por las firmas que producen los fertilizantes o se encuentra bajo el control de los estados productores. Debido a que no existe ningún sustituto, la escasez de este elemento puede representar un problema sustancial (Jasinski, 2006).

Las reservas de roca de fosfato están fuertemente concentradas en cuatro naciones; China, Marruecos, Rusia y E.U.A, las cuales tienen cerca del 80% de las reservas mundiales, por lo que las demás naciones dependen de las decisiones tomadas por aquellas, éste entre otros factores, como el aumento en los precios del petróleo, el uso indiscriminado de fertilizantes para la producción de maíz como insumo para la producción de bioetanol y el incremento de la demanda alimenticia de países emergentes como China y la India, han generado altas fluctuaciones en su precio en recientes años (Vaccari, 2009) (figura 3 y cuadro 3)

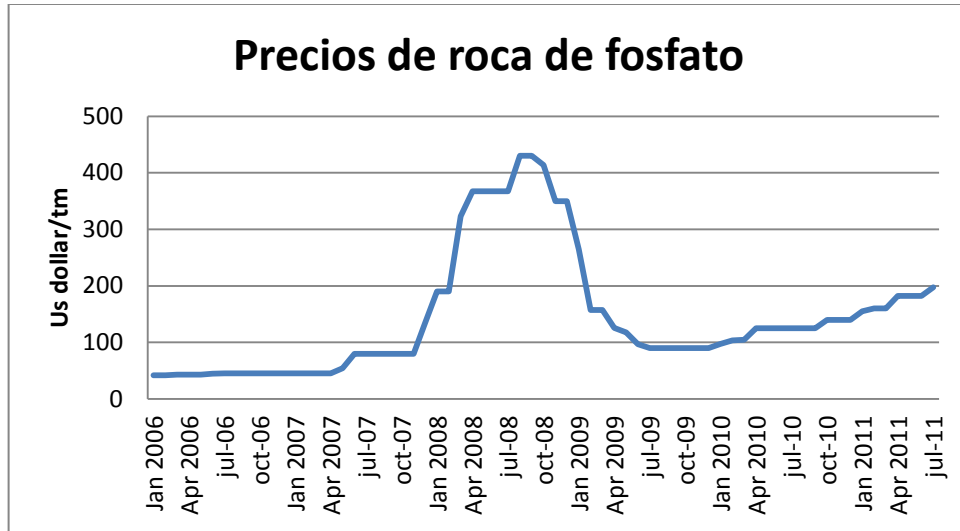


Figura 3. Precio mundial de roca de fosfato durante 10 años. Dólares /tonelada métrica (Us dollar/tm). Datos obtenidos del servicio de inspección geológica de los Estados Unidos.2011.

MES	PRECIO (dólares / tm)	CAMBIO %
Jul-01	41	-
Jul-02	41	0.00
Jul-03	38	-7.30
Jul-04	42	10.52
Jul-05	42	0.00
Jul-06	45.5	8.33
Jul-07	80	75.82
Jul-08	367.5	359.37
Jul-09	90	-
Jul-10	125	38.88
Jul-11	197.5	58.00

Cuadro3. Evolución del precio mundial de roca de fosfato durante 10 años. Datos obtenidos del servicio de inspección geológica de los Estados Unidos.2011.

México cuenta con reservas de roca de fosfato probadas por 208 millones de toneladas (Mton), ocupando el tercer lugar del continente americano, por debajo de E.U.A (1269 Mton) y casi la mitad de Brasil (551 Mton), los estados donde se concentran principales reservas son Baja California y Puebla. La producción de roca de fosfato en México es relativamente baja en comparación con los principales productores de este mineral, de acuerdo a datos oficiales ocupa el lugar número 16, aportando el 0.5% del total de la producción mundial (Zapata *et al.* 2007). A pesar de que México cuenta con reservas propias de roca de fosfato, la producción de derivados de este elemento en comparación a la necesidad nacional es insuficiente ya que presenta una balanza comercial deficitaria en el área de fertilizantes fosfatados (principal fuente de P procesado para el sector

agropecuario), por \$57925.384 dólares americanos en el año 2010, lo que refleja la dependencia de las importaciones para cubrir la demanda de este insumo tan importante en el sector (Rosso, 2011).

2.9. Fitasas

El P forma parte de los complejos estructurales de las plantas y es pobremente aprovechado por los cerdos. Una parte del almidón y proteína potencialmente útiles, puede escapar a la digestión en el intestino delgado, esta digestión inadecuada se debe a una producción insuficiente de enzimas (Williams *et al.*1994; Low *et al.* 1990; Latimier *et al.*1994) .

En cerdos de finalización alimentados a base de cereales y pastas de soya, cerca del 45% del P consumido es absorbido, cerca del 30% es retenido y el 15% remanente es excretado por la vía urinaria (Poulsen *et al.*1999).

En muchos países se ha logrado comprobar que el uso de un complejo enzimático en las dietas de cerdos y aves, puede generar un ahorro en el costo del alimento, debido a su efecto positivo en la digestión de los ingredientes vegetales de la ración y a la liberación de fósforo fítico (por la presencia de fitasas). Con la adición de este tipo de enzimas el aprovechamiento del P suministrado en la dieta puede incrementar de manera significativa, generando una reducción en su excreción de hasta el 50%, lo que también implica menor impacto ambiental (Jongbloed *et al.* 1992). Además del documentado uso de las fitasas para aumentar la digestibilidad del P, se suma una mayor digestibilidad de otros minerales traza como el calcio, cobre y zinc. Aunado a la reducción en los niveles de inclusión de minerales se ha relacionado con la disminución en la necesidad del uso de ingredientes energéticos (Poulsen *et al.*1999).

2.10. Situación de los ingredientes protéicos

Los ingredientes proteicos son muy importantes en la alimentación animal, ya que son indispensables para el desarrollo de todos los procesos vitales y se encuentran en prácticamente todas las células del organismo.

Las implicaciones que los ingredientes proteicos tienen en el sistema económico de las naciones son muy importantes, ya que forman parte de los nutrientes necesarios para el desarrollo de la sociedad, ya sea en forma de carne o productos vegetales, están implicados en la eficiencia de las producciones pecuarias, influyen en el uso de las tierras de cultivo y son fuente de ingresos para las personas que se dedican a estas actividades. Aunado a su importancia se consideran los más caros, de ellos el más importante a nivel mundial es la pasta de soya, debido a sus características nutricionales y a su facilidad de obtención (Brookes, 2001; Kalter *et al.* 1986).

Sin embargo y a pesar de ser un insumo tan importante para el subsector pecuario, no todos los países cuentan con las condiciones para producirla. En México la producción de pasta de soya es baja en comparación con otros países, solo para el año 2011, la producción nacional se ubicó en el séptimo lugar con una producción de 2,870 mil toneladas (MT), por debajo de países como China (47,599 MT), Estados Unidos (35,094 MT), Argentina (30,790 MT) y Brasil (28,290 MT). Cabe mencionar que durante los últimos 10 años la producción nacional de pasta de soya ha disminuido 21% (U.S.D.A, 2011).

La baja producción de pasta de soya en México en relación a las necesidades de su mercado se refleja en la balanza comercial de harinas y derivados de oleaginosas (de la cual forma parte la pasta de soya), mostrando un déficit de 178.778 millones de dólares en el año 2011, ubicándose entre los últimos 25 países del mundo en este sector. La presente situación productiva en esta área genera una importante dependencia de las importaciones para poder producir alimentos para el subsector pecuario (Trademap, 2010). Aunado a la baja producción de este insumo, se suma el aumento en el precio en México por 28.8%

en los últimos 10 años de acuerdo a datos generados por el Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2012).

Debido a las implicaciones que conlleva el elevado precio de estos insumos, la dependencia nacional a las importaciones, así como la importancia que la disponibilidad de estos insumos tiene para la economía de todas las naciones, una amplia gama de investigaciones en el subsector pecuario se dirigen a maximizar la eficiencia en su uso con el propósito de disminuir el costo que generan en la dieta y aumentar la productividad de las empresas (Kalter *et al.* 1986; Cubas *et al.* 1998; FAO 2010).

2.11. Uso e implicaciones de las proteínas en la producción porcina

Las proteínas juegan un papel muy importante en la vida de todos los organismos vivos incluyendo al cerdo, ya que son constituyentes orgánicos esenciales y son los nutrientes que se hallan en mayor cantidad en los tejidos musculares. Debido a que todas las células sintetizan proteínas durante parte o la totalidad de su vida, es indispensable que la dieta proporcione las proteínas o aminoácidos que las constituyen, a fin de que tengan un crecimiento normal y se puedan llevar a cabo las funciones relacionadas con la producción (Shimada 2009; Church 2010).

Las proteínas están formadas principalmente por Nitrógeno(N), Hidrógeno y Oxígeno y la forma en que son degradadas cuando están presentes en el alimento, es mediante un proceso conocido como hidrólisis el cual se lleva a cabo por enzimas proteolíticas presentes en el tracto digestivo, una vez que las proteínas son digeridas se absorben en el epitelio intestinal como aminoácidos que son utilizados por el organismo para la síntesis de proteínas, enzimas, hormonas o como fuente de energía. Después de que los aminoácidos son utilizados en el organismo, pasan por diferentes procesos metabólicos y anabólicos hasta ser eliminados en forma de urea, la cual representa la forma principal en que el N presente en las proteínas es eliminado por los

mamíferos(Dourmad *et al.*1999). El N contenido en el alimento que no es absorbido por el cerdo se libera en las excretas y en la orina, cerca del 17% del N presente en las heces fecales, corresponde a proteína no digerida y pérdidas endógenas, este elemento es liberado al medio ambiente directamente en el suelo y las aguas residuales. A su vez, el N y amoníaco pueden estar involucrados en la generación de contaminación mediante los procesos de eutroficación, acidificación, daños en el estado del suelo, bosques y biodiversidad (Yin *et al.* 2001).

2.12. Ingredientes proteicos en la producción porcina

La proteína es uno de los nutrientes fundamentales en la producción porcina, ya que los cerdos requieren altas concentraciones en su dieta, debido principalmente a la necesidad de sostener un nivel de producción intensivo (Church *et al.* 2010) .

A pesar de la necesidad que los cerdos tienen de fuentes de proteína, su capacidad para digerirla y aprovecharla a partir de la dieta es insuficiente y depende del tipo de ingredientes que se utilicen para su formulación y del estado fisiológico en el que se encuentren. Además de la variación en la capacidad de los cerdos para digerir los alimentos, se debe considerar que sus necesidades también son variables, ya que el porcentaje que requieren los animales en crecimiento es mayor y declina de manera gradual hasta la madurez. Las funciones relacionadas a la producción, como la gestación y lactancia demandan una mayor cantidad de proteínas en la dieta, debido a la mayor salida de proteínas en los productos de concepción y la leche, y su deficiencia en esta etapa puede afectar la fertilidad, producción láctea, el retorno al estro y condición corporal entre otros(King *et al.* 1986; King *et al.* 1984; Church *et al.* 2003; Kriazakis *et al.* 1999).

La mayor parte de la proteína obtenida en la dieta de los cerdos es a través de los cereales (sorgo y maíz) sin embargo su concentración en este tipo de granos es baja (8-12%). Lo que significa que las dietas deben ser suplementadas con

fuentes que contengan una alta concentración de este nutriente (30-60%). Además del uso de ingredientes con alta concentración de proteína, el uso de aminoácidos sintéticos puede significar una buena opción para cubrir las deficiencias que los cerdos presentan para sintetizar algunos aminoácidos esenciales (Church et al. 2010).

Existen diferentes ingredientes de los que se pueden obtener altas concentraciones de proteína, los cuales se dividen en dos principales grupos; los de origen vegetal y de origen animal.

Los ingredientes proteicos vegetales pueden ser mas difíciles de digerir (sobre todo en cerdos jóvenes), afectan la respuesta del sistema inmune y contienen una cantidad baja de aminoácidos esenciales, sin embargo bajo ciertos tratamientos como la cocción, molienda y extracción mediante solventes, pueden mejorar su valor biológico y digestibilidad. Dentro de este tipo de ingredientes se encuentra: la harina de algodón, harina de semillas no oleaginosas, habas, chicharos, coco y la harina o pasta de soya; siendo esta última la más utilizada para la alimentación porcina a nivel mundial, debido a su alta digestibilidad y contenido de aminoácidos esenciales (Church *et al.* 2010; Brookes 2001; Kalter *et al.* 1986; Kriazakis 1999).

Los ingredientes proteicos de origen animal son de manera general, mucho mas digeribles y contienen mayor concentración proteica para el cerdo que los de origen vegetal. Sin embargo, los ingredientes proteicos de origen animal pueden variar en calidad y contenido de aminoácidos esenciales, además presentan un alto precio, lo que los vuelve limitantes, debido a esto, la literatura señala que se pueden utilizar como fuentes alternas de proteína, es decir, pueden complementar las dietas que tienen como fuente principal ingredientes de origen vegetal, ofreciendo muy buenos resultados. Algunos ejemplos de éste tipo de ingredientes son; harina de carne y hueso, harina de sangre y productos lácteos (Church et al. 2010; Brookes 2001; Kriazakis 1999).

Debido a la documentada deficiencia de los cerdos para digerir las proteínas y a la contaminación generada por la emisión de sus derivados, se ha recurrido a técnicas que mejoren su aprovechamiento, como la formulación de dietas con una

adecuada relación de aminoácidos y proteínas para cada etapa fisiológica; y a la inclusión de aminoácidos libres, que pueden generar una disminución en la excreción de N de hasta un 50% (Dourmad *et al.* 2007). Otra alternativa, es el uso de enzimas exógenas que mejoran la digestibilidad de las proteínas, disminuyendo su excreción y generando una mayor flexibilidad en el uso de los ingredientes proteicos, que se refleja en la disminución en los costos de alimentación (Omogbenigun *et al.*2004).

2.13. Teoría de costos

En un mercado de competencia perfecta las empresas se consideran precio aceptante, esto implica que no pueden influir en los precios de manera directa y por lo tanto, estos estarán determinados por el mercado, por lo que la empresa solo decide cuanto va a producir. Un aspecto muy importante en esta decisión son sus costos de producción, los cuales estarán influidos por el nivel de producción, la cantidad de trabajo y capital utilizados así como los precios de los factores productivos. Lo que las empresas utilizan para producir los bienes son los factores de la producción o insumos. De esta manera la definición de costo, corresponde al gasto que realizan las empresas en los insumos necesarios para producir un bien (Stiglitz *et al.*2009).

Cualquiera que sea la producción, una empresa tratará de maximizar sus beneficios, minimizando sus costos de producción (Wonnacott *et al.* 1992).

Las empresas tienen capacidad de decisión y ésta a su vez esta determinada por la combinación de los factores productivos que necesitarán para generar un producto, dicha capacidad de decisión se ve afectada por el tiempo. A corto plazo las empresas solo pueden decidir sobre algunos de los factores de la producción, en el área pecuaria por ejemplo, tienen una cantidad determinada de tierra o capital, por lo que su gama de factores a elegir se ve limitada a los demás, como el número de trabajadores que la atenderán o el tipo de alimento que utilizarán. A

largo plazo las empresas pueden variar la cantidad de todos los factores, regresando al ejemplo anterior, pueden decidir, que terreno o cantidad de capital utilizarán. Debido a estas limitantes, las empresas a corto plazo dividen sus costos en variables y fijos, es decir; aquellos que pueden variar, con la finalidad de producir más y aquellos que por un periodo de tiempo se mantienen fijos. Cabe mencionar que a largo plazo, todos los costos se consideran variables, la empresa puede decidir cuanto capital y trabajo utilizará, de acuerdo a las condiciones que el mercado presente (Wonnacott et al. 1992).

Considerando las decisiones que las empresas tomarán en el corto plazo, a continuación se presentan las definiciones de la división de los costos acompañados con las fórmulas que los representan:

1. Costos fijos (CF)

Los costos que están relacionados a factores que no varían cuando la empresa modifica su nivel de producción.

2. Costos variables (CV)

Los costos que corresponden a factores que pueden variar de acuerdo al nivel de producción.

3. Costos totales (CT)

La suma de los costos fijos y costos variables.

$$CT = CF + CV$$

4. Costos marginales (CM_g)

El costo extra correspondiente a cada unidad de producción adicional, o la variación del costo total que resulta de cada incremento en la producción.

$$C_{mg} = \frac{\Delta CT}{\Delta QT}$$

$$\Delta CT = C_m - C_{mn}$$

ΔCT = Diferencia entre costos

C_{mg}: Costo marginal

C_m: Costo mayor

C_{mn}: Costo menor

$$\Delta QT = Q_m - Q_{mn}$$

Q_m: cantidad mayor

Q_{mn}: cantidad menor

5. Costos promedio (CP)

Se definen como el costo total dividido entre el total de la producción

$$CP = CT \div Q$$

CT= Costo total

Q= Cantidad de unidades producidas.

Los ingresos (I) son lo que la empresa recibe por la venta de sus productos, y se puede representar mediante la fórmula:

$$I = Q \times P$$

Q= Cantidad producida

P= Precio unitario

Los ingresos marginales son el ingreso extra que se obtiene por cada unidad de producción adicional, o la variación del ingreso total que resulta de cada incremento en la producción.

$$I_{mg} = \frac{\Delta I}{\Delta QT}$$

ΔQT = Diferencia en cantidades

I_{mg}: Ingreso marginal

$$\Delta I = I_m - I_{mn}$$

ΔI : Diferencia entre ingresos

I_m: Ingreso mayor

I_{mn}: Ingreso menor

$$\Delta QT = Q_m - Q_{mn}$$

ΔQ_T : Diferencia de cantidades

Q_m : Cantidad mayor

Q_{mn} : Cantidad menor

Las utilidades son el dinero que la empresa recibe de sus productos, menos los costos de producir estos bienes y se puede representar mediante la siguiente fórmula:

$$U = I - C$$

U= Utilidades

I= Ingresos

C= Costos

(Wonnacot et al. 1992 y Stiglitz, 2009)

2.14. Costos en las producciones pecuarias

La actividad productiva realizada por las empresas pecuarias consiste en transformar recursos (insumos) tales como; alimentos, mano de obra, maquinaria, pié de cría, instalaciones, entre otros, para obtener productos finales como; carne, leche, huevo, miel, e.t.c. (Pesado *et al.* 2007).

Para poder evaluar económicamente las empresas del subsector pecuario, es importante conocer la estructura anatómica y fisiológica de los animales, para saber con precisión cuando principia su producción, que tanto producen y durante cuanto tiempo.

El cálculo de los costos en las producciones pecuarias, de manera similar a cualquier empresa es un punto indispensable a evaluar, ya que de este concepto en conjunto con otros factores, dependerá cuanto se puede producir y los beneficios que le generará al productor (Wonnacott *et al.* 1992).

Establecer controles y medidas adecuadas en medicina preventiva; y en general, aplicar una buena zootecnia en la empresa, se reflejara en la reducción de los

costos de producción dando como resultado un mayor beneficio económico (Pesado *et al.* 2007).

Uno de los insumos con mayor participación en los costos de las empresas pecuaria es la alimentación, este dependerá de diversos factores como el precio de los ingredientes, la formulación y presentación del alimento, la genética y salud de los animales(Dhuyvetter *et al.* 2011).

2.15. Beneficios en las producciones pecuarias

En el área económica, los beneficios se definen de diferentes maneras, algunos autores identifican los beneficios como los ingresos que una empresa genera por la venta de sus productos; otros autores identifican los beneficios como las utilidades, sin embargo no siempre se pueden identificar los beneficios por medio de aspectos monetarios. Algunos otros autores mencionan que los beneficios se deben identificar en función de los objetivos esperados en la empresa .

El objetivo más común de las empresas es obtener la maximización de las utilidades, en el subsector pecuario se considera este y otros beneficios como; el aumento en la producción, el mejoramiento de la calidad, cambios en la localización y el mejoramiento de las condiciones de venta, cambios en la forma del producto, reducción de los costos, reducción de las pérdidas, entre otros (Trueta, 2009).

Existen también beneficios que no pueden ser clasificados en ninguno de los grupos anteriores, a estos beneficios se les consideran intangibles, ya que implica un problema su valuación, debido a que no se miden en términos monetarios, entre ellos se incluyen los servicios públicos, los cuales se consideran inexcluíbles, pues toda la población los recibe, e inagotables debido a que cuando una persona recurre a ellos, la cantidad de beneficios que proporciona a otros no disminuye. Algunos ejemplos de estos se relacionan con los efectos que pueden tener las

empresas en su entorno social, como el de la salud o el medio ambiente entre otros(Wonnacot *et al.* 1992 y Trueta 2009).

Otros beneficios que se consideran, son los llamados “beneficios secundarios” y son aquellos que genera la empresa al exterior de la misma.

2.16. Relación costo beneficio.

Dentro de las empresas se puede realizar la medición costo-beneficio (RCB) y se refiere al cociente o relación entre los beneficios que genera el proyecto y los costos que se invirtieron en el, este concepto se aplica sobre todo al efecto que los proyectos tienen en una empresa, se puede considerar un indicador de rentabilidad, de tal manera que un proyecto cuyos beneficios sean iguales a sus costos, tendrá una RCB=1, en el ámbito contable, los costos y beneficios deben ser descontados en el tiempo, es decir; considerar los costos de oportunidad de un proyecto durante el tiempo, representados en intereses (Trueta 2009 y Herrera 2010).

Este concepto se puede trasladar a la relación que tienen los costos de los insumos con los beneficios que generan, para medir la rentabilidad que tiene la aplicación de un insumo, es decir, los beneficios que genera en una producción y se puede realizar la siguiente fórmula:

$$RCB= \frac{B}{C}$$

B= Beneficios

C= Costos

Otro indicador financiero que se puede realizar para evaluar la rentabilidad de la inversión en un insumo, es el índice del retorno sobre la inversión (ROI), que medirá la tasa de variación que sufre el monto de una inversión al convertirse en utilidades o beneficios.

La fórmula del índice de retorno sobre la inversión es:

$$\text{ROI} = [(\text{Utilidades} - \text{Inversión})/\text{Inversión}] \times 100$$

Estas mediciones son un método de gran valor para evaluar los beneficios de programas y medidas realizadas en las empresas con la finalidad de aumentar su eficiencia productiva (Herrera, 2010).

3. Justificación

Debido a la importancia que la alimentación tiene en los costos de la producción porcina y a la creciente tendencia del mercado mundial al incremento del precio de los granos como el maíz, el sorgo y la soya, así como el aumento en los precios de minerales como el fósforo, aunado a la escasez de investigaciones científicas que aborden económicamente los factores que participan en la producción porcina, el análisis del costo y beneficio del uso de un complejo enzimático en la alimentación porcina se ve justificado.

4. Hipótesis

El alimento de cerdas gestantes y lactantes con bajos niveles en fósforo, proteína y energía, adicionado con un complejo enzimático tiene un menor costo, mantiene la eficiencia productiva y genera beneficios, al compararlo con el alimento convencional en una granja de ciclo completo.

5. Objetivos generales

Analizar el costo y los beneficios que genere la adición de un complejo enzimático a ocho tratamientos diferentes divididos en dos experimentos; cuatro con diferentes niveles de energía y fósforo y cuatro con diferentes niveles de proteína.

5.1. Objetivos específicos

Calcular y comparar los costos promedio y marginales que genera la alimentación con los diferentes tratamientos durante la etapa de gestación y lactancia.

Calcular y comparar los beneficios que genera el alimento de los diferentes tratamientos durante la etapa de gestación y lactancia, los beneficios son considerados como la mayor ganancia de peso de la cerda entre tratamientos, disminución del consumo de alimento, disminución del costo promedio de alimentación durante el ciclo de la cerda y mas kilogramos de lechones producidos al destete.

6. Material y métodos

La realización del presente trabajo se llevó acabo en el mes de enero del año 2011, mediante datos recabados de una granja porcina de ciclo completo que cuenta con una piara de 600 hembras F1 York – Landrace, ubicada en el Lencero, municipio de Emiliano Zapata, estado de Veracruz, 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 2,779.1 milímetros.

Para las pruebas se emplearon 80 cerdas híbridas F1 York-Landrace (YY x LL) multíparas a partir del momento de la confirmación de la gestación hasta el siguiente servicio, distribuidas completamente al azar, en un diseño factorial de 2x2, con dos niveles de inclusión de nutrientes, así como dos niveles de adición del complejo enzimático por experimento. Es decir, 8 grupos, divididas en dos experimentos (A y B) con cuatro tratamientos cada uno, cada grupo de tratamiento con 10 cerdas.

6.1. Manejo

Para la realización de la presente investigación, las cerdas que se emplearon se mantuvieron con las condiciones de manejo convencionales de la granja.

Servicios y gestación

Cómo parte del manejo cotidiano de la granja, las cerdas se mantienen en el área de gestación en jaulas individuales de 2.2 m de largo por 60cm de ancho con suelo de concreto y “slats” que abarcan la parte posterior de la jaula, con comedero y bebedero individual. A partir del primer día en que llegan a esta área se les realiza la prueba de “cabalque” dos veces por día, la cual consiste en generar presión en el área tóraco - lumbar de la cerda cuando se pasea al macho celador por las jaulas y observar su comportamiento para detectar si presentan signos de celo, los cuales consisten en la erección de las orejas, inmovilización casi total y sonidos particulares de la cerda en este estado, los cuales se presentan normalmente entre el día 3 y 5 de estancia. Una vez que se presentan los signos de celo en la cerda, se prosigue a inseminarla 12 horas posteriores a la detección, la inseminación se lleva a cabo con la aplicación de tres dosis con separación de 12 horas entre cada una, con semen obtenido en la granja, proveniente de machos Pietrain- Yorkshire.

Se consideraron a las cerdas de la investigación a partir del día 21 de gestación, una vez que se realizó la primera prueba para confirmar la gestación y resultó positiva, la cual consiste en detectar que las cerdas no presenten signos de celo, mediante la prueba de “cabalque”, posteriormente se confirma la gestación al día 35 mediante la prueba de ultrasonido la cual consiste en colocar el sensor del ultrasonido convencional, en los flancos con una inclinación de 45° en dirección a la oreja opuesta al lado donde se coloca el sensor.

A partir del día 90 de gestación las cerdas se trasladan a corrales abiertos con piso de concreto, con comederos y bebederos a ras de suelo, donde se les brindan 2.5m² de espacio vital por cerda y se acomodan en grupos de cinco, hasta una semana previa al parto, momento en el cual se trasladan al área de lactancia.

Parto y Lactancia

Una semana previa a la fecha esperada de parto las cerdas se mantienen en jaulas individuales convencionales de 3m², con comedero tipo canoa y bebedero individual, además la jaula cuenta con barra salva lechones y un alojamiento de madera que protege a los lechones de las condiciones medio ambientales, el cual es acondicionado con focos incandescentes que mantienen la temperatura en un rango de entre 26 y 30°C, temperaturas que se controlan para disminuir 2°C por semana, a partir de del nacimiento de los lechones y hasta su salida del área.

La atención del parto consiste en el monitoreo constante de la cerda una vez que esta presenta los signos previos al parto los cuales consisten en; inquietud, aumento de temperatura, goteo de calostro, dilatación de la vulva y ausencia de apetito. Una vez que comienza el parto, el encargado del área, observa que los lechones salgan en un lapso de entre 20 y 40 minutos entre cada uno, separa las placentas de los lechones, los seca y corta el cordón umbilical, posteriormente aplica antiséptico y los traslada a las ubres de las cerdas. A partir el primer día de lactancia los lechones son inyectados con antibióticos durante 3 días. Al tercer día de lactancia, los lechones son castrados y descolados, además de recibir aminoácidos y anticoccidianos (Toltrazuril 5%) vía oral y 200mg de hierro vía intramuscular.

Una vez que la cerda parió, se le administran 5ml de penicilina con estreptomina vía intramuscular, durante 3 días, a la semana posterior al parto se administra la vacuna contra Parvovirus y Bacterina contra *Leptospira interrogans* (serovariedades; *canicola*, *pomona*, *hardjo*, *icterohaemorrhagiae*, *gripotyphosa* y *bratislava*) y *Erysipelothrix Rhusopathiae*.

6.2. Manejo de la alimentación

La cantidad y periodo en que se administró el alimento para las cerdas con los diferentes tratamientos aplicados para la realización del presente proyecto se maneja con el mismo patrón de alimentación en que se llevaba a cabo en la granja de manera cotidiana.

Una vez que las cerdas ingresaron al área de gestación se les subministraron 2.5kg de alimento de gestación por día, dividido en 2 porciones (una por la mañana y una por la tarde) hasta el día 90 de gestación.

A partir del día 90 de gestación las cerdas fueron alimentadas con 2.5kg de alimento de lactancia por día, dividido en 2 porciones (una por la mañana y una por la tarde) hasta un día previo a la fecha programada de parto, momento en el cual se retiró el alimento.

Una vez que la cerda parió se le suministró alimento de lactancia sin restricciones durante los siguientes 21 días de lactancia y hasta el momento del siguiente servicio.

Una vez que la cerda se destetó, se le suministraron 3kg de alimento de lactancia hasta el momento de ser inseminadas.

6.3. Formulación y análisis del alimento

La formulación de los diferentes tratamientos de alimento se realizó en base los requerimientos nutricionales que señala el NRC 1998. Se denominó dietas “bajas en contenido”, cuando las dietas se formularon con los requerimientos mínimos aceptables del nutriente (proteína y fósforo respectivamente) para la etapa de estudio, consecuentemente se denominaron “convencionales”, cuando las dietas se formularon con los requerimientos máximos aceptables del nutriente.

Una vez formulado el alimento, se elaboró en las instalaciones de la granja y se analizó en el laboratorio de Bromatología, dependiente del Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, mediante método AOAC(Association of Oficial Analytical Chemist) Químico Proximal (1990) y contenido mineral de Calcio y Fósforo.

6.4. Variables Productivas

Las variables productivas a medir se calcularon en base a datos obtenidos del programa Pig Champ®, el cual es utilizado en la granja para capturar información productiva generada en cada área.

Para conocer el comportamiento productivo de las cerdas se midieron las siguientes variables: peso a los 21 (P1) y 90 días de gestación (P2), al parto (P3) y al final de la lactancia (P4); partos al momento de servicio (PS), diferencia de peso de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso de la cerda del día 90 de gestación al momento del parto (DP2) y diferencia de peso del momento del parto al destete (DP3), diferencia de peso durante el ciclo (del día 21 de gestación al momento del destete) (DPC); kilogramos de lechón producidos al nacimiento (KGLN), kilogramos de lechón producidos al destete (KGD); días del destete al primer estro (DDPE); consumo de alimento de gestación (CAG), consumo de alimento de lactancia (CAL) y consumo de alimento durante el ciclo (CAC).

Se obtuvieron los partos que cada cerda había tenido previo al servicio y se calculó el promedio de partos (PS) y desviación estándar (DE) por cada grupo de tratamiento.

El cálculo del CAG, se obtuvo multiplicando el consumo diario de alimento en la gestación, el cual es de 2.5kg al día (este valor es constante debido al manejo propio de la granja) por 90 días, el CAL se calculó multiplicando el consumo diario de alimento de los últimos 24 días de gestación, los días de la lactancia y los días de destete a primer servicio. El CAC se calculó sumando el CAG más el CAL.

La DP1 se obtuvo mediante la diferencia de pesos estimados de las cerdas a los 90 días menos el peso a los 21 días, la DP2 se obtuvo mediante la diferencia de pesos estimados de las cerdas al momento del parto menos el peso a los 90 días, la DP3 se obtuvo mediante la diferencia de pesos estimados de las cerdas al destete menos el peso al parto. La DPC se calculó mediante la diferencia de peso al momento del destete menos peso a los 21 días de gestación.

El cálculo del consumo y las diferencias de pesos de las cerdas, se dividieron en 3 etapas debido a los manejos propios de la granja, ya que se utilizan diferentes tipos de alimentos para cada una.

Para la medición de los KGLN, se consideró el peso de la camada al nacimiento, los KGD se obtuvieron midiendo el peso que los lechones ganaron desde el día de su nacimiento al día del destete.

6.5. Cálculo de costos y beneficios

Los costos de alimentación se obtuvieron mediante la información presente en los registros de la granja, se utilizaron los precios de mercado al momento del estudio (enero del 2011).

Para el cálculo de costos, el ciclo de las cerdas se consideró, desde el primer día de gestación, durante la lactancia y hasta el siguiente servicio.

Para el cálculo del precio del alimento formulado para cada tratamiento se consideraron los precios de los ingredientes en el momento de la prueba, estos se multiplicaron por la cantidad que se determinó mediante la formulación y se sumaron para obtener el precio por tonelada y posteriormente se dividió entre mil para obtener el precio por kilogramo.

Los costos que se calcularon fueron los siguientes; costo generado por la alimentación durante la lactancia (CTAL), costo total de alimentación por ciclo de la cerda (CTAC).

El cálculo del costo total de alimento de lactancia se obtuvo multiplicando el CAL por el precio del alimento de lactancia (PAL) de cada tratamiento.

$$CTAL=CAL*PAL$$

El costo total de la alimentación por ciclo de la cerda (CTAC) se obtuvo sumando el costo generado por alimentación durante la gestación (CTAG) mas el CTAL, de cada cerda por tratamiento.

$$CTAC= CTAG+CTAL$$

Se consideraron beneficios a las siguientes variables; DP1, DP2, DP3, DPC y KGD.

El precio del cerdo en pie en el año 2011 se calculó a partir del promedio de precio en el estado de Veracruz durante el mes de enero del 2011, el cual fue de \$23.93/kg.

Los ingresos obtenidos por la producción de kg de carne de cerdo al destete (IKGD) por tratamiento, se obtuvieron multiplicando el precio del kg de cerdo en enero del 2011, por 2.5 (método de obtención del precio del kg de lechón por la empresa) por KGD, por lo que el precio del kg de lechón al destete (PKG) se consideró de \$59.82.

$$IKGD = KGD \times PKGD$$

IKGD: Ingresos por kilogramos de lechón al destete

KGD: Kilogramos de lechón producidos al destete

PKG: Precio del kilogramo de lechón destetado.

También se consideraron ingresos, los kg que las cerdas generaron del día 21 de la gestación al momento del destete (DPC) por el precio del kg de cerdo de desecho establecido en esa fecha, el cual se calculó considerando un castigo del 25% del precio de cerdo de primera en pie, con lo que se estableció un precio de \$17.95/kg.

$$IDPC = DPC \times PCD$$

IDPC: Ingreso por diferencia de peso durante el ciclo

DPC: Diferencia de peso del día 21 de gestación al día del destete.

PCD: Precio del kg de cerdo de desecho

Las utilidades (U) se obtuvieron mediante la suma del IKGLD e IDPC menos el CTAC por tratamiento.

$$U = (IKGD + IDPC) - CTAC$$

6.6. Costos e ingresos marginales

Para medir las diferencias económicas entre tratamientos se calcularon los costos e ingresos marginales (como medida de beneficios tangibles) que generaron en sus grupos.

Para comparar los costos e ingresos que generaron los diferentes tratamientos se utilizaron solo las variables productivas que tuvieron diferencias significativas. De tal manera que se consideraron generadoras de costos a las variables; CAC y CTAC, y generadoras de ingresos a las variables; DP1, DP2, DP3, KGD.

A cada variable se le valoró en términos monetarios (\$MN), para obtener los costos e ingresos marginales que generaron; CTAC, IKGD, IDP1, IDP2, IDP3 e IDPC.

La metodología de comparación económica entre las variables productivas, consistió en calcular el promedio de los tratamientos que a partir de la prueba de Tukey se consideraron sin diferencia significativa y se contrastaron con aquellos que mostraron diferencias. En algunos casos se utilizaron los resultados de un mismo tratamiento para promediar con más de un grupo, ya que un tratamiento puede no tener diferencias significativas con más de un grupo.

Se contrastaron los costos e ingresos marginales, a partir de las siguientes fórmulas:

$$C_{mg} = \frac{\Delta CT}{\Delta QT}$$

$$\Delta CT = C_m - C_{mn}$$

C_{mg} : Costo marginal entre tratamientos

ΔCT : Diferencia en costos

C_m : Costo mayor

C_{mn} : Costo menor

$$\Delta QT = Q_m - Q_{mn}$$

ΔQT : Diferencia en pesos

Q_m : Peso mayor

Q_{mn} : Peso menor

$$I_{mg} = \frac{\Delta IT}{\Delta QT}$$

$$\Delta I = I_m - I_{mn}$$

ΔI : diferencia en ingresos

I_{mg} : Ingreso marginal entre tratamientos

I_m : Ingreso mayor

I_{mn} : Ingreso menor

$$\Delta QT = Q_m - Q_{mn}$$

ΔQT : Diferencia en kilogramos producidos

Q_m : Kilogramos producidos mayores

Q_{mn} : Kilogramos producidos menores

Con estas fórmulas se obtiene el costo e ingreso marginal unitario, el cual sirvió de base para calcular los costos e ingresos marginales totales que se obtuvieron cuando se utilizaron diferentes tratamientos. En este caso se tenían los precios de mercado del kg de cerdo y del alimento, por lo que se consideraron el ingreso y costo marginal unitario respectivamente, posteriormente se multiplicaron por el total de kg de diferencia de pesos o consumo de alimento para obtener el ingreso marginal total (I_{mgt}) y el costo marginal total (C_{mgt}). Las fórmulas que representa los cálculos son las siguientes:

$$C_{mgt} = DCA \times C_{mg}$$

C_{mgt} = Costo marginal total entre tratamientos.

DCA = Diferencia de consumo promedio de alimento entre tratamientos

C_{mg} = Costo marginal unitario por kg de alimento

$$I_{mgt} = DPT \times I_{mg}$$

I_{mgt} = Ingreso marginal total entre tratamientos

DPT = Diferencia de peso promedio entre tratamientos

I_{mg} = Ingreso marginal unitario por kg de peso

6.7. Eficiencia alimenticia y relación costo beneficio

Finalmente se compararon las relaciones de eficiencia alimenticia para generar incremento o decremento de peso en la cerda (EAC) y generar kilogramos en el lechón al destete (EAD), así como la relación costo beneficio de cada tratamiento (cuando se encontraron diferencias significativas) mediante las siguientes fórmulas:

$$EAC = DPC / CAL$$

EAC: Eficiencia del alimento en la cerda

CAL: Consumo de alimento durante la lactancia

$$EAD = KGD / CAL$$

Eficiencia del alimento en la producción de cerdos al destete.

KGD: Kilogramos producidos de lechón al destete.

CAL: Consumo de alimento durante la lactancia.

$$RCB = I / CTAC$$

RCB: Relación costo beneficio

I: Ingresos por tratamiento

CTAC: Costo total de alimentación por ciclo.

Para el cálculo de la relación costo beneficio se consideró la variable CTAC como generadora de costos y como ingresos DPC y KGD, solo cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para cada una de las variables.

6.8. Diseño de pruebas

La investigación se dividió en 2 experimentos, uno de ellos midió los efectos de la adición de un complejo enzimático al alimento con diferentes niveles en Fósforo, el cual se denominó "Experimento A". Por otro lado se midieron los efectos de la adición de enzimas proteolíticas al alimento con diferentes niveles de Proteína, el cual se denominó "Experimento B".

Para cada uno de los experimentos se realizaron las mismas pruebas de comportamiento productivo y económico, los factores que variaron entre cada experimento fueron; la formulación de las dietas y la adición de enzimas en la

dieta, en el caso del experimento A se utilizó el complejo enzimático SSF. Para el experimento B se utilizaron proteasas Vegpro.

Para cada tratamiento se utilizaron 10 cerdas, se les dio seguimiento a partir del momento de la confirmación de la gestación hasta el siguiente servicio.

6.9. Experimento A

6.9.1. Diseño experimental

Se utilizaron cuarenta cerdas híbridas (YY X LL) multíparas de entre 2 y 4 partos previos a la prueba, distribuidas completamente al azar, en un diseño factorial de 2x2, con dos niveles de inclusión de P y dos niveles de adición del complejo enzimático SSF®, en cuatro grupos. Los grupos se formaron por 10 cerdas cada uno, las cuales fueron alimentadas con el tratamiento que se les designó desde el primer día de gestación, durante la lactancia y los días que pasaron del momento de destete al siguiente servicio. Todos los demás manejos propios de cada una de las áreas se mantuvieron constantes para las cuarenta cerdas.

Se midieron las variables descritas en párrafos anteriores y se analizaron de la misma manera en que fueron descritas para ambos experimentos.

6.9.2. Tratamientos

Se realizaron cuatro dietas para hembras multíparas gestantes y lactantes. Las dietas corresponden a una dieta baja en P y energía sin complejo enzimático (A1), dieta baja en P y energía suplementada con un complejo enzimático (A2), dieta convencional sin complejo enzimático (A3), dieta convencional suplementada con un complejo enzimático (A4).

A continuación se muestran los aportes nutricionales de las dietas para cerdas gestantes y lactantes utilizadas para la prueba (cuadro 4 y 5), así como su fórmula y costo (cuadro 6 y 7).

		A1	A2	A3	A4
NUTRIENTE	UNIDAD	APORTE	APORTE	APORTE	APORTE
E.M	MC/kg	3.06	3.06	3.15	3.15
P.C.	%	11.45	11.45	10.6	10.6
Calcio	%	1.07	1.07	1.1	1.1
Fósforo T.	%	0.5	0.5	0.59	0.59
Sodio	%	0.17	0.171	0.17	0.17
F.C.	%	2.84	2.84	1.98	1.98
E.E.	%	2.57	2.57	3.82	3.82
M.S.	%	89	89	89.41	89.41

Cuadro 4. Aportes nutricionales del alimento de gestación con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático. Tratamiento A1; dieta baja en P y energía sin complejo enzimático. Tratamiento A2; dieta baja en P y energía suplementada con un complejo enzimático. Tratamiento A3; dieta convencional sin complejo enzimático. Tratamiento A4; dieta convencional suplementada con un complejo enzimático. Abreviaturas; Energía metabolizable (E.M), Proteína Cruda (P.C), Fibra Cruda (F.C), Extracto etéreo (E.E), Materia Seca (MS).

		A1	A2	A3	A4
NUTRIENTE	UNIDAD	APORTE	APORTE	APORTE	APORTE
E.M.	MC/kg	3.15	3.15	3.28	3.28
P.C.	%	17.9	17.9	14.9	14.9
Calcio	%	1.15	1.15	1.09	1.09
Fósforo T.	%	0.64	0.64	0.74	0.74
Sodio	%	0.17	0.17	0.17	0.17
F.C.	%	1.27	1.27	2.95	2.95
E.E.	%	7.09	7.09	6.73	6.73
M.S.	%	89.8	89.98	89.23	89.23

Cuadro 5. Aportes nutricionales del alimento de lactancia con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.

Tratamiento A1. Dieta baja en P y energía sin complejo enzimático. Tratamiento A2. Dieta baja en P y energía suplementada con un complejo enzimático. Tratamiento A3. Dieta convencional sin complejo enzimático. Tratamiento A4. Dieta convencional suplementada con un complejo enzimático. Abreviaturas; Megacalorías por kilogramo de alimento (MC/kg), Energía metabolizable (E.M), Proteína Cruda (P.C), Fibra Cruda (F.C), Extracto etéreo (E.E), Materia Seca (MS).

INGREDIENTES	A1			A2		A3		A4	
	\$/kg	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$
SORGO 8%	2.6	762.49	1982.47	762.98	1983.74	732.38	1904.18	731.99	1903.17
SOYA PASTA 46%	5.1	113.8	580.37	113.74	580.07	118.96	606.68	119.02	607.01
ACEITE DE SOYA	5					22.52	112.59	22.64	113.22
TRIGO SALVADO	2.23	80	178.4	80	178.4	80	178.4	80	178.4
CARBONATO Ca 38%	0.5	18.79	9.4	18.8	9.4	18.32	9.16	18.32	9.16
FOSFATO DICAL. 18/20	8	5.84	46.68	5.83	46.62	11.68	93.47	11.69	93.49
MELAZA	2.8	2.84	7.96	2.22	6.21				
ADITIVOS	28.16	14.59	410.98	14.59	410.98	14.59	410.98	14.59	410.98
LISINA	33.67	1.52	51.11	1.52	51.14	1.4	47.1	1.4	47.07
METIONINA	68.64	0.14	9.27	0.13	9.2	0.15	10.43	0.15	10.43
SSF	149.25			0.2	29.85			0.2	29.85
		1000	3276.63	999.8	3305.6	1000	3372.99	999.8	3402.78

Cuadro 6. Fórmulas y costo de tratamientos de gestación con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático.

Tratamiento A1; dieta baja en P y energía sin complejo enzimático. Tratamiento A2; dieta baja en P y energía suplementada con un complejo enzimático. Tratamiento A3; dieta convencional sin complejo enzimático. Tratamiento A4; dieta convencional suplementada con un complejo enzimático. Los aditivos se consideran; toxilex 4kg, sal 4kg, vitaminas y minerales roche 2.5kg, sulfato de magnesio 2kg, colina 0.75kg, carnitina 0.5kg, oxitetraciclinas 0.40kg, biopower 0.20kg, zinpro 0.2kg.

	A1			A2		A3		A4	
INGREDIENTES	\$/kg	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$
SORGO 8%	2.6	554.61	1441.98	555.21	1443.55	510.03	1326.08	509.64	1325.07
SOYA PASTA 46%	5.1	263.09	1341.77	263.02	1341.4	264.42	1348.54	264.49	1348.87
TRIGO SALVADO	2.23	60	133.8	60	133.8	80	178.4	80	178.4
MELAZA	2.8	42.89	120.1	42.18	118.1	40	112	40	112
ACEITE DE SOYA	7.5	32.98	247.34	32.96	247.22	57.24	429.33	57.37	430.28
CARBONATO Ca 38%	0.5	16	8	16	8	18.19	145.48	18.19	145.5
FOSFATO DICAL. 18/20	8	14.1	112.78	14.1	112.77	13.81	6.91	13.81	6.91
ADITIVOS	32.65	15.19	495.98	15.19	495.98	15.19	495.98	15.19	495.98
LISINA	33.67	1.4	47.07	1.4	47.1	1.34	45.02	1.34	44.95
METIONINA	68.64	0.85	58	0.85	58	0.88	60.33	0.88	60.33
SSF	149.25			0.2	29.85			0.2	29.85
		1000	4006.81	1000	4035.77	1000	4148.07	1000	4178.13

Cuadro 7. Fórmulas y costo de tratamientos de lactancia con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin complejo enzimático. Tratamiento A1; dieta baja en P y energía sin complejo enzimático. Tratamiento A2; dieta baja en P y energía suplementada con un complejo enzimático. Tratamiento A3; dieta convencional sin complejo enzimático. Tratamiento A4; dieta convencional suplementada con un complejo enzimático. Los aditivos se consideran; zeolex 2.5kg, sal 4kg, vitaminas y minerales 2.5kg, sulfato de magnesio 2kg, colina 0.75kg, carnitina 0.5kg, oxitetraciclinas 0.40kg, biopower 0.20kg, procreatin 1kg, zinpro 0.2kg.

6.10. Experimento B

6.10.1. Diseño experimental

Se utilizaron cuarenta cerdas híbridas (YY X LL) multíparas de entre 3 y 5 partos previos a la prueba, distribuidas completamente al azar, en un diseño factorial de 2x2, con dos niveles de inclusión de proteína y 2 niveles de adición de proteasas

Vegpro®, en cuatro grupos. Los grupos se formaron por 10 cerdas cada uno, las cuales fueron alimentadas con el tratamiento que se les designó desde el primer día de gestación, durante la lactancia y los días que pasaron del momento de destete al siguiente servicio. Todos los demás manejos propios de cada una de las áreas se mantuvieron constantes para las cuarenta cerdas.

Se midió el consumo diario de alimento y el peso a los 21 y 90 días de la gestación, el día que parieron y al terminar la lactancia. También se midió el peso de los lechones al nacer y al destete.

6.10.2. Tratamientos

Se llevó a cabo la comparación de cuatro dietas para hembras multíparas gestantes y lactantes. Las dietas corresponden a una dieta baja en proteína sin enzimas (B1), dieta baja en proteína con enzimas (B2), dieta alta en proteína sin enzimas (B3), dieta alta en proteína con enzimas (B4).

A continuación se muestran los aportes nutricionales de las dietas para cerdas gestantes y lactantes utilizadas para la prueba (cuadro 8 y 9), así como su fórmula y costo (cuadro 10 y 11).

		B1	B2	B3	B4
NUTRIENTE	UNIDAD	APORTE	APORTE	APORTE	APORTE
E.M	MC/kg	3.2	3.2	3.21	3.21
P.C.	%	11.62	11.62	12.6	12.6
E.L.N	%	65.7	65.7	65	65
Cenizas	%	5.28	5.28	5.45	5.45
F.C.	%	2.54	2.54	2.45	2.45
E.E.	%	6.55	6.55	3.58	3.58
M.S.	%	89.65	89.65	90	90

Cuadro 8. Aportes nutricionales del alimento de gestación con diferentes niveles de proteína con y sin enzimas. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzimas, B2; dieta baja en proteína con enzimas, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Abreviaturas; Megacalorías por kilogramo de alimento (MC/kg), Energía

Metabolizable (E.M), Proteína Cruda (P.C), Extracto libre de Nitrógeno (ELN), Fibra Cruda (F.C), Extracto etéreo (E.E), Materia Seca (MS), Extracto libre de Nitrógeno (ELN).

		B1	B2	B3	B4
NUTRIENTE	UNIDAD	APORTE	APORTE	APORTE	APORTE
E.M	MC/kg	3.5	3.5	3.53	3.53
P.C.	%	13.76	13.76	17.41	17.41
E.L.N	%	56.8	56.8	57.13	57.13
Cenizas	%	6.75	6.75	6.36	6.36
F.C.	%	1.66	1.66	2.14	2.14
E.E.	%	9.25	9.25	9.22	9.22
M.S.	%	90.14	90.14	90.35	90.35

Cuadro 9. Aportes nutricionales del alimento de lactancia con diferentes niveles proteína con y sin enzimas. Tratamientos B1; dieta baja en proteína sin enzimas, B2; dieta baja en proteína con enzimas, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Abreviaturas; Megacalorías por kilogramo de alimento (MC/kg), Energía metabolizable (E.M), Proteína Cruda (P.C), Extracto libre de nitrógeno (ELN), Fibra Cruda (F.C), Extracto etéreo (E.E), Materia Seca (MS).

		B1		B2		B3		B4	
INGREDIENTES	\$/kg	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$
SORGO 8%	2.6	732.28	1903.94	744.43	1935.51	701.02	1822.65	716.89	1863.9
SOYA PASTA 46%	5.1	119.06	607.2	109.34	557.62	153.02	780.39	140.48	716.4
TRIGO SALVADO	2.23	80	178.4	80	178.4	80	178.4	80	178.4
ACEITE DE SOYA	5	22.52	112.58	19.4	96.99	21.66	108.3	18.44	92.2
CARBONATO DE CALCIO	0.5	18.32	9.16	18.31	9.16	18.45	9.23	17.57	8.785
FOSFATO DICAL. 18/20	8	11.68	93.46	11.85	94.78	10.92	87.37	11.13	89.04
ADITIVOS	28.17	14.59	410.98	14.59	410.98	14.59	410.98	14.59	410.975
PROTEASA VEGRPO	104			0.5	52			0.5	52
LISINA	33.67	1.4	47	1.45	48.65	0.34	11.45	0.4	13.468
METIONINA	68.64	0.15	10.43	0.15	9.95	0.15	9.95	0.15	10.43
		1000	3373.14	1000	3394.04	1000	3408.75	1000	3425.23

Cuadro 10. Fórmulas y costo de tratamientos de gestación con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzimas, B2; dieta baja en proteína con enzimas, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Los aditivos contienen; toxilex 4kg, sal 4kg, vitaminas y minerales 2.5kg, sulfato de magnesio 2kg, colina 0.75kg, carnitina 0.5kg, oxitetraciclinas 0.40kg, biopower 0.20kg, zinpro 0.2kg.

INGREDIENTES	\$/kg	B1		B2		B3		B4	
		INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$	INCLUSIÓN kg	COSTO \$
SORGO 8%	2.6	581.86	1512.8	599.25	1558.04	532.5	1384.51	560.31	1456.81
SOYA PASTA 46%	5.1	210.28	1072.4	193.76	988.16	261.23	1332.29	239.72	1222.57
TRIGO SALVADO	2.23	80	178.4	80	178.4	80	178.4	80	178.4
ACEITE DE SOYA	7.5	54.08	405.6	49.91	374.3	53.76	403.17	46.53	348.99
MELAZA	2.8	25	70	25	70	25	70	25	70
FOSFATO DICAL. 18/20	8	18.2	145.6	18.5	148	17.94	143.54	18.29	146.35
CARBONATO DE CALCIO	0.5	14.22	7.11	15	7.5	13.95	6.98	13.95	6.97
ADITIVOS	29.5	14.09	415.73	14.09	415.73	14.09	415.73	14.09	415.73
LISINA	33.67	1.59	53.47	2	67.34	0.9	30.17	1.01	33.91
METIONINA	68.64	0.68	46.88	2	137.28	0.63	43.11	0.61	42.14
PROTEASA VEGPRO	104			0.5	52			0.5	52
		1000	3922.3	1000	4010.99	1000	4022.15	1000	3973.87

Cuadro 11. Fórmulas y costo de tratamientos de lactancia con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas. Tratamientos: B1 dieta baja en proteína sin enzimas, B2; dieta baja en proteína con enzimas, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Los aditivos contienen; zeolex 2.5kg, sal 4kg, vitaminas y minerales 2.5kg, sulfato de magnesio 2kg, colina 0.75kg, carnitina 0.5kg, oxitetraciclinas 0.40kg, biopower 0.20kg, zinpro 0.2kg, procreatin 1kg.

6.11. Diseño estadístico

Se utilizó el mismo diseño estadístico, para ambos experimentos.

Se empleó un diseño factorial 2x2, el análisis de los resultados para la comparación de las variables productivas se realizó mediante el uso del paquete estadístico SPSS® a través de la prueba de análisis de varianza (ANDEVA), la cual se representa mediante el siguiente modelo;

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

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

Y_{ij} : respuesta experimental de la unidad experimental j del tratamiento i .

μ : Es el efecto medio global.

α_i : Es el efecto incremental sobre la media causado por el nivel i del factor A.

β_j : El efecto incremental sobre la media causado por el nivel j del factor B.

$(\alpha\beta)_{ij}$: el efecto incremental sobre la media causado por la interacción del nivel i del factor A y el nivel j del factor B.

ε_{ij} : error o residual de la unidad j que recibió el tratamiento i .

Las variables que se analizaron mediante este método fueron; DP1, DP2, DP3, KGD, CAL, CAC, DDPS, CTAG, CTAL, CTAC.

Para establecer la diferencia de las medias muestrales entre tratamientos se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey.¹⁰

Se realizó el análisis de covarianza, para conocer el efecto de las variables independientes sobre los resultados que mostraron diferencia significativa entre tratamientos después del análisis de varianza, mediante el modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta(x_{ij} - \bar{x}) + \varepsilon_{ij}$$

$$i = 1 \dots k$$

$$j = 1 \dots n_i$$

Y_{ij} : La j -ésima obseración bajo el i -ésimo nivel del tratamiento

β : El coeficiente de regresión que relaciona Y_{ij} con la covariable x_{ij}

α_i : El efecto del nivel i -ésimo del tratamiento

x_{ij} : El valor de la media de la covariable correspondiente a la observación y_{ij} .

\bar{x} : La media de los valores x_{ij} .

ε_{ij} : error o residual de la unidad j que recibió el tratamiento i .

Se midió el efecto de las covariables que pudieron afectar a cada tratamiento; para DP1 se midió el efecto de los variables P1, PS, en el caso de DP2 se midió el efecto de P2, para DP3 se midieron; P2, lechones nacidos vivos(LNV), PS, peso del lechón al nacimiento(PLN) y KLD. En el caso de la variable DPC, se midió el efecto de; P1, número de lechones destetados (NLD), KLD, PS, P3, CAL. Para la variable CAL se midió el efecto de las covariables; DPS, P1, NLD, KLD, P3 y PS.

7. RESULTADOS

7.1. Experimento A. Tratamientos con diferentes niveles de fósforo y energía, con y sin enzimas

7.1.1. Comparación de variables productivas

En el cuadro 6 se puede observar que la formulación para gestación que presentó el menor costo fue A1 (baja en fósforo y energía sin enzimas), seguida de A2 (baja en fósforo y energía con enzimas) y A3 (convencional sin enzimas), siendo la más alta A4 (convencional con enzimas).

En el cuadro 7 se puede observar que la formulación de lactancia que presentó el menor costo fue A1 (baja en fósforo y energía sin enzimas) seguida de A2 (baja en fósforo y energía con enzimas) y A3 (convencional sin enzimas), siendo la más alta en costo A4 (convencional con enzimas).

En el cuadro 12 se puede observar que se encontró diferencia significativa entre tratamientos ($P < 0.05$) para las variables DP1, DP3 y DPC, en el caso de DP2 ($P = 0.097$) y KGLN ($P = 0.1$) no se observaron diferencias, sin embargo se apreció una tendencia; para la variable DP1 las cerdas del tratamiento A1 (21.22kg) y A4 (30.71kg) presentaron una menor ganancia de peso en comparación con las

cerdas de A2 (33.18kg) y A3 (35.48kg). Las covariables que afectaron a DP1 fueron; PS ($P=0.026$) y P1 ($P=0.006$), sin embargo no tuvieron mayor valor que el efecto del tratamiento (0.0003). Para la variable DP3 se puede observar que el tratamiento A4 (-16.26kg) fue el que produjo mayor pérdida de peso en las cerdas, mientras que A3 (-5.47kg) fue el que menor pérdida de peso mostró, colocándose sin diferencia y a la mitad de los dos extremos A1 (-10.5kg) y A2 (-7.51kg).

El tratamiento que resultó con una mayor DPC fue A3 (9.69kg), seguido de A2 (4.61kg), los tratamientos que mostraron la menor DPC fueron A4 (-7.39kg) y A1 (-13.48kg). Las covariables que afectaron a DPC fueron; PS ($P=0.002$), CAL ($P=0.008$), sin embargo ninguna covariable obtuvo mayor significancia que el tratamiento ($P=0.0006$)

Las relaciones existentes entre diferencias de peso que generaron los tratamientos durante las diferentes etapas del ciclo de las cerdas, se observan gráficamente en la figura 4.

En el caso de la medición de KGLN y KGL, no se encontró evidencia estadística ($P>0.05$) de diferencia por efecto de los tratamientos.

En los cuadros 12 y 13 se muestran los promedios, desviación estándar, valor de P (significancia) en el análisis de varianza entre tratamientos y el valor de la covariable que más afectó a las variables productivas.

T	PS	DP1(kg)	Prob.	Cov	DP2(kg)	Prob.	Cov	DP3(kg)	Prob	Cov	DPC(kg)	Prob	Cov	KGLN(kg)	Prob	Cov
A1	2.4	21.22 ^a			-25.54			-10.5 ^{ab}			-13.48 ^a			19		
D.E	2.12	7.9			3.1			7.7			11.9			2.6		
A2	3	33.18 ^{ab}			-22.08			-7.51 ^{ab}			4.61 ^{bc}			14.8		
D.E	2.23	1.7			4.35			11.07			20.8			3.28		
A3	2.92	35.48 ^b	0.006	0.006	-20.74	0.097	NA	-5.47 ^a	0.049	0.62	9.68 ^c	0.005	0.00001	15.7	0.1	NA
D.E	1.88	7.06			7.49			5.08			8.37			5.27		
A4	2.91	30.71 ^a			-20.32			-16.26 ^b			-7.39 ^{ab}			16.95		
D.E	1.92	2.4			4.89			8.26			5.37			2.74		

Cuadro 12. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzima.

Tratamientos: A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzimas, A2; dieta baja en fósforo y energía con enzimas, A3; dieta alta en fósforo y energía sin enzimas, A4; dieta alta en fósforo y energía con enzimas. Promedio de partos previos al servicio (PS), desviación estándar del grupo respecto a la variable PS (DE), diferencia de peso de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso de la cerda de los 90 días al parto (DP2), diferencia de peso de la cerda del parto al destete (DP3), diferencia de peso de la cerda de los 21 días al destete (DPC), kilogramos de lechón producidos al nacimiento (KGLN). Se presenta la significancia estadística obtenida mediante la prueba de análisis de varianza (Prob). Superíndices distintos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). Cov; significancia estadística de prueba de correlación entre variable y tratamiento, se considera significativa $p < 0.05$, no aplica cuando no existe diferencia significativa entre tratamientos (NA). D.E Desviación estándar.

De acuerdo a lo observado en el cuadro 13, no se encontró diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$) para las variables; KGD, CAL, CAC, sin embargo en los DDPS se observa una tendencia ($P = 0.062$) que muestra que A1 fue el tratamiento que incrementó más los días abiertos entre el momento del destete al primer servicio; seguido del A2 y A4, mientras que el A3 fue el que menos días improductivos generó. Las tendencias numéricas entre tratamientos para las variables CAC y KGD se representan gráficamente en la figura 4 y 5 respectivamente.

T	KGD(kg)	Prob	Cov	CAL(kg)	Prob	Cov	CAC(kg)	Prob	Cov	DDPS(días)	Prob	Cov
A1	58.4			194.6			420			7		
D.E	10.6			11.76			11.76			2.6		
A2	52.01			200.2			425			5.33		
D.E	9.7	0.267	NA	13.71	0.637	NA	13.71	0.637	NA	1.03	0.0623	NA
A3	50.16			198.6			424			4.55		
D.E	8.61			10.04			10.04			1.87		
A4	54.95			193.7			419			5.22		
D.E	7			14.77			14.77			3.27		

Cuadro 13. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzima.

Tratamientos; A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzimas, A2; dieta baja en fósforo y energía con enzimas, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional en fósforo y energía con enzimas. Kilogramos de lechón producidos al destete (KGD), consumo de alimento de lactancia (CAL), consumo de alimento durante todo el ciclo (CAC), días de destete a primer servicio (DDPS). Se presenta la significancia estadística obtenida mediante la prueba de análisis de varianza (Prob). Superíndices distintos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0.05$). Cov; significancia estadística de prueba de correlación entre variable y tratamiento, se considera significativa $p < 0.05$, no aplica cuando no existe diferencia significativa entre tratamientos (NA). D.E Desviación estándar.

Para analizar de manera más clara las principales diferencias entre los promedios de cada tratamiento se realizaron las figuras 4, 5 y 6 con los siguientes resultados: En la figura 4 se puede observar que durante toda la prueba el tratamiento con mayor ganancia de peso fue A3, seguido de A2, en el caso de A1 y A4 se observan diferencias negativas durante casi toda la prueba exceptuando DP1.

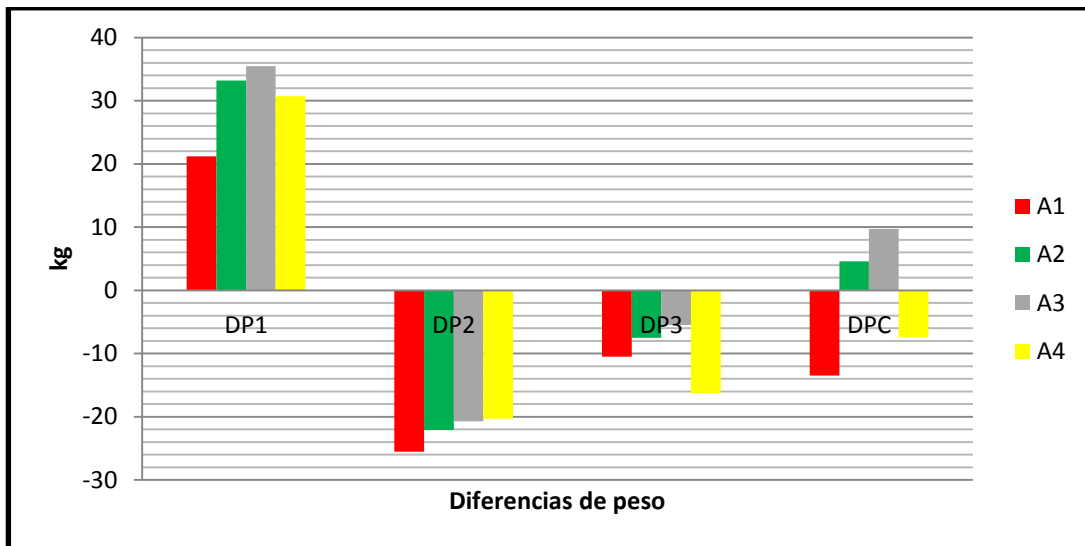


Figura 4. Diferencias de peso de las cerdas durante el ciclo alimentadas con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.

Tratamientos; A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja en fósforo y energía con enzima, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas. Diferencia de peso de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso de la cerda de los 90 días al parto (DP2), diferencia de peso de la cerda del parto al destete (DP3), diferencia de peso de la cerda de los 21 días de gestación al momento del destete (DPC).

En la figura 5 se observa que el alimento de lactancia que más consumieron las cerdas durante la prueba fue A2 seguido de A3, A1 y A4.

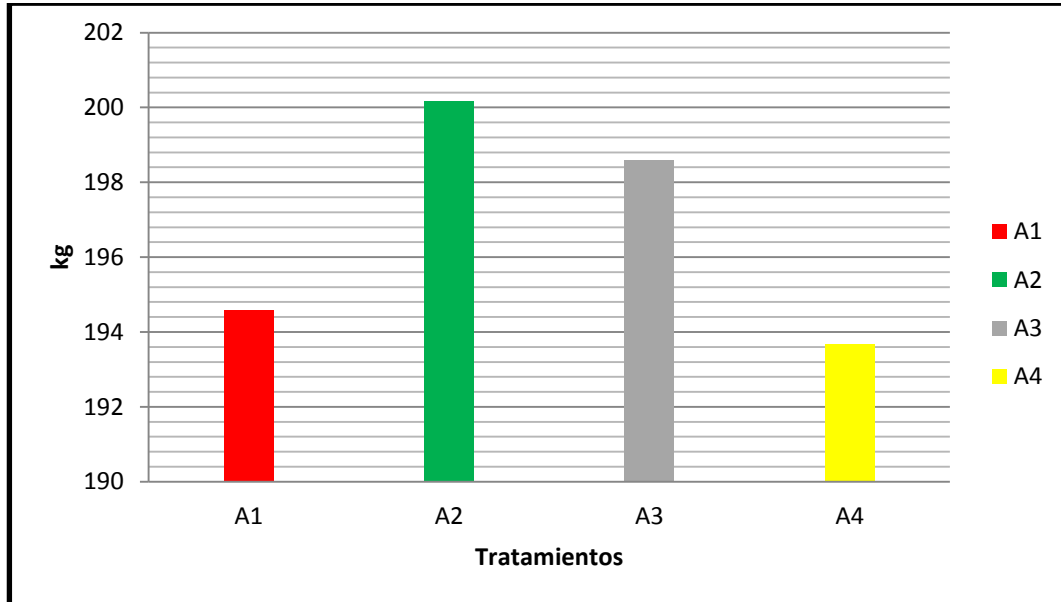


Figura 5. Consumo promedio de alimento de lactancia durante ciclo (CAL), con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas.

Tratamientos: A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja fósforo y energía con enzima, A3, dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas.

Se puede observar en la figura 6 que el tratamiento que provocó que las cerdas generaran una mayor cantidad de kg de lechones destetados fue el A1 seguido de A4, A2 y A3.

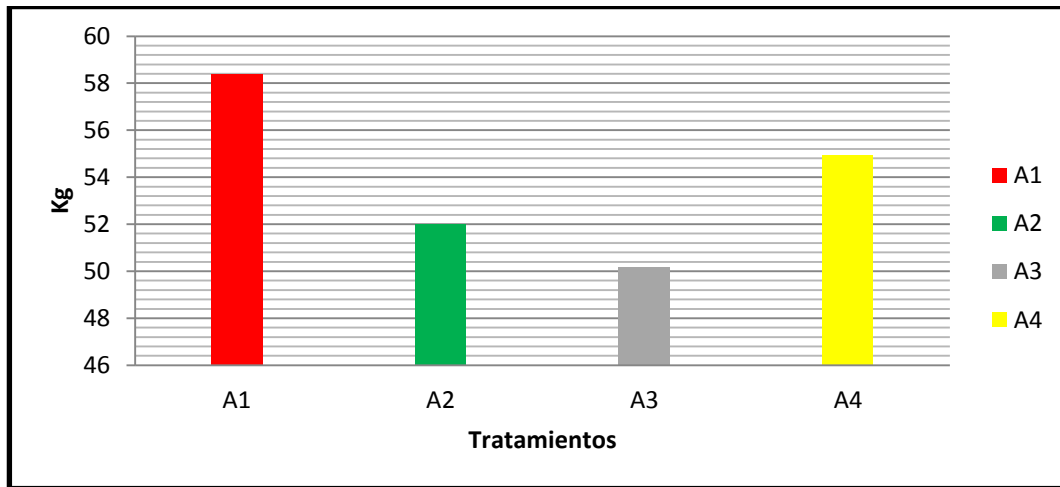


Figura 6. Promedio de kilogramos producidos al destete (KGD), con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas. Tratamientos: A1 dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja fósforo y energía con enzima, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas.

7.1.2. Cálculo de costos y beneficios

Durante el mes de enero del 2011, fecha en que se realizó la prueba, los precios de cerdo de destete y de desecho fueron de \$59.82/kg y \$17.95/kg respectivamente. En el cuadro 14 se presentan los costos e ingresos promedio que generaron las cerdas alimentadas con los diferentes tratamientos.

En el cuadro 14 se observa que el costo total del alimento durante la gestación (CTAG) de los tratamientos A1 (\$737.24) y A2 (\$743.76) fueron los menos costosos y los tratamientos A3 (\$758.90) y A4 (\$765.45) los mas costosos. En el caso de CTAL, el tratamiento A1 (\$778.7) y A2 (\$807.83) mostraron ser los menos costosos y el A4 (\$809.28) y A3 (\$823.79) los mas costos.

De acuerdo a la medición de los costos que generaron los tratamientos durante toda la prueba, el A3 (\$1582.69) fue el más alto, seguido de A4 (\$1574.73), siendo el tratamiento A2 (\$1551.59) y A1 (\$1515.94) los menos costosos.

En la medición de los ingresos que produjeron las cerdas alimentadas con los diferentes tratamientos por concepto de kg de lechones al destete (IKGD), el tratamiento A1 (\$3493.5) fue el que más generó, seguido de A4 (\$3287.1), siendo el tratamiento A2 (\$3111.2) y A3 (\$3000.6) los que menos ingresos produjeron por este concepto.

Para los Ingresos generados por la digerencia de pesos de la cerda durante el ciclo (IDPC) el tratamiento A1 (-\$241.96) y A4 (-\$132.65) provocaron ingresos negativos o pérdidas, mientras que A2 (\$82.75) y A3 (\$173.75) produjeron ingresos positivos, siendo A3 el tratamiento que mas ingresos indujo por este concepto.

El tratamiento que más utilidades directas (U) generó fue A1 (\$1735.6), seguido de A2 (\$1642.35) y A3 (\$1591.66), siendo el menor A4 (\$1579.72).

T	CTAG(\$)	CTAL(\$)	CTAC(\$)	IKGD(\$)	IDPC(\$)	U(\$)
A1	737.24	778.70	1515.94	3493.5	-241.96	1735.6
A2	743.76	807.83	1551.59	3111.2	82.75	1642.35
A3	758.90	823.79	1582.69	3000.6	173.75	1591.66
A4	765.45	809.28	1574.73	3287.1	-132.65	1579.72

Cuadro14. Cálculo de costos, ingresos y utilidades promedio generados por cerdas alimentadas con tratamientos con diferentes niveles en fósforo y energía, con y sin enzimas. Tratamientos: A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja fósforo y energía con enzima, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas. Costo total de alimento de gestación(CTAG), costo total de alimento de lactancia (CTAL), ingresos generados por kg de lechones destetados(IKGD), ingresos generados por diferencia de pesos durante el ciclo(IDPC), utilidades promedio generadas por la cerda durante el ciclo (U).

7.1.3. Comparación de costos e ingresos marginales

Después del análisis de varianza las variables consideradas como generadoras de costos e ingresos que mostraron diferencias significativas entre si fueron; DP1, DP3 y DPC.

DP1						DP3					
T	Q(kg)	YT (\$)	ΔQ (kg)	ΔYT (\$)	Ymg(\$)	T	Q(kg)	YT (\$)	ΔQ (kg)	ΔYT (\$)	Ymg(\$)
A1	28.37	509.24	5.86	107.7	18.37	A3	-7.83	-140.55	3.58	64.08	17.90
A3	34.37	616.94				A4	-11.4	-204.63			

Cuadro15.Comparación de ingresos marginales en DP1 y DP3 generados por tratamientos con diferentes niveles de fósforo y energía.

Tratamientos: A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja fósforo y energía con enzima, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas. Diferencia de peso promedio de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso promedio de la cerda del parto al destete (DP3). Kilogramos producidos promedio (q), Ingresos totales (YT), diferencia de ganancia o pérdida de peso entre tratamientos (ΔQ), diferencia de ingresos totales entre tratamientos (ΔYT), ingreso marginal entre tratamientos (Img).

DP1:

En esta variable los tratamientos; A1, A2 y A4 produjeron 28.37kg promedio, en contraste con el promedio de los tratamientos A3 y A2 el cual fue de 34.33kg, así el ingreso total promedio (YT) de A1, A2 y A4 fue de \$509.24 y de \$616.94 para A3 y A2 . A partir del cálculo de la diferencia de ingresos totales (ΔYT) y de la diferencia de pesos (ΔQ) se calculó un ingreso marginal (Img) de \$18.37, cuando se utilizó el tratamiento A3 en contraste con A4.

DP3:

En esta variable los tratamientos; A1, A2 y A3 generaron pérdidas de peso por - 7.82kg promedio, en contraste con el promedio de los tratamientos A1, A2 y A4 el cual fue de -11.4kg, así el YT fue de -140.73 y -204.63 respectivamente. A partir

del cálculo de ΔY_T y de ΔQ , se calculó un Img de \$17.9, cuando se utilizó el tratamiento A3, en contraste con A4.

DPC					
T	q(kg)	YT(\$)	ΔQ (kg)	ΔY_T (\$)	Img(\$)
A1	-10.43	-187.22	17.53	314.66	17.95
A3	7.1	127.44			

Cuadro16.Comparación de ingresos marginales en DPC generados por tratamientos con diferentes niveles de fósforo y energía.

Tratamientos: A1; dieta baja en fósforo y energía sin enzima, A2; dieta baja fósforo y energía con enzima, A3; dieta convencional sin enzimas, A4; dieta convencional con enzimas. Diferencia de peso promedio de la cerda de los 21 días de gestación al destete (DPC). Kilogramos promedio producidos (q), Ingresos totales (YT), diferencia de ganancia o pérdida de peso entre tratamientos (ΔQ), diferencia de ingresos totales entre tratamientos (ΔY_T), ingreso marginal entre tratamientos (Img).

DPC:

En esta variable los tratamientos; A1 y A4 produjeron pérdidas de peso por 10.43kg promedio, en el caso de A3 y A2 el promedio de ganancia de peso fue de 7.1kg, así el YT fue de -187.22 y 127.44 respectivamente. A partir del cálculo de ΔQ y de ΔY_T , se calculó un Img de \$17.95, cuando se utilizó el tratamiento A3, en contraste con A1.

En el experimento A no se calculó Cmg y RCB, debido a que no se encontró diferencia significativa entre tratamientos para las variables que generan costos; CAG, CAL y CAC.

7.2. Experimento B. Tratamientos con diferentes niveles de proteína con y sin enzima

7.2.1. Comparación de variables productivas

En el cuadro 10 se puede observar que la formulación para el alimento de gestación que presentó el menor precio fue B1 \$3373.14 (baja en proteína sin enzima), la segunda mas baja fue B2 \$3394.04 (baja en proteína con enzima), y la más alta en precio fue B4 \$3425.23 (convencional con enzima), seguida de B3 \$3408.15 (convencional con enzima).

En el cuadro 11 se puede observar que la formulación para el alimento de lactancia que presentó el menor precio fue la de B1 \$3922.3 (baja en proteína sin enzima), la segunda mas barata fue B4 \$3973.87 (convencional con enzima), y la más alta en costo fue B3 \$4022.15 (convencional sin enzima), seguida de B2 \$4010.99 (baja en proteína sin enzima).

En los cuadros 17 y 18 se muestran los promedios de las variables productivas analizadas para la evaluación de los tratamientos con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.

El análisis de los datos mostró diferencias ($P < 0.05$) para DP1, DP3 y DPC (cuadro No.17).

El tratamiento en el que se observó una mayor diferencia de pesos durante el primer periodo de la prueba (DP1) fue B2 (36.54kg), seguido de B3 (35.28kg) y los tratamientos que generaron una menor diferencia de pesos fueron B4 (30.45kg) y B1 (31.83kg), la covariable que significó un efecto importante, fue P1 ($P = 0.03$), sin embargo el efecto del tratamiento fue mayor ($P = 0.000$).

Del día del parto al momento del destete (DP3), el tratamiento que se observó con la menor pérdida de peso fue B3 (-1.4kg), seguida de B4 (-11.87kg), los tratamientos que produjeron la mayor pérdida de peso en este periodo fueron B1 (-21.3kg) y B2 (-16.42kg). Aunque se observó un efecto importante de las covariables LNV ($P = 0.004$) y PLDDT ($P = 0.0001$) sobre DP3, el efecto del tratamiento fue mayor ($P = 0.00001$).

Para la variable DPC se puede observar que el tratamiento que obtuvo una diferencia positiva de peso en las cerdas fue B3 (12.85 kg), los demás tratamientos generaron diferencias de peso negativas, siendo B1 (-12kg) el que mayor pérdida de peso mostró durante todo el ciclo reproductivo, seguido de B4 (-5.04kg) y B2 (-2.76kg). Con respecto a esta variable se encontró un efecto de covarianza con; P1 ($P=0.001$), NLDTT ($P=0.011$), KGD ($P<0.000$). Cabe mencionar que las covariables consideradas tuvieron un mayor efecto que el tratamiento.

Para las variables DP2 Y KGLN no se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos.

T	PS	DP1	Prob	Cov	DP2	Prob.	Cov	DP3	Prob	Cov	DPC	Prob	Cov	KGLN	Prob	Cov
B1	5.3	31.83 ^{ab}			-21.23			-21.3 ^a			-12 ^a			15.74		
D.E	3.55	6.87			2.52			4.09			9.22			2.74		
B2	3.7	36.54 ^b			-22.88			-16.42 ^{ac}			-2.76 ^a			16.83		
D.E	2.21	4.32	0.031	0.03	4.59	0.13	NA	5.77	0.000	0.000	9.63	0.000	0.000	4.72	0.793	NA
B3	4.1	35.28 ^{ab}			-20.42			-1.4 ^b			12.85 ^b			15.97		
D.E	2.5	4.62			1.53			7.74			10.4			3.93		
B4	4	30.45 ^a			-23.61			-11.87 ^c			-5.036 ^a			17.19		
D.E	3.3	6.97			2.96			1.12			13.07			1.49		

Cuadro 17. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.

Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja en proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzima, B4; dieta convencional con enzima. Promedio de partos previos al servicio (PS), desviación estándar del grupo respecto a la variable PS (DE), diferencia de peso de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso de la cerda de los 90 días al parto (DP2), diferencia de peso de la cerda del parto al destete (DP3), diferencia de peso de la cerda de los 21 días el destete (DPC), kilogramos de lechón producidos al nacimiento (KGLN),). Se presenta la significancia estadística obtenida mediante la prueba de análisis de varianza (Prob). Superíndices distintos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$). Cov; significancia estadística de prueba de correlación entre variable y tratamiento, se considera significativa $p<0.05$, no aplica cuando no existe diferencia significativa entre tratamientos (NA).

En el cuadro 18 se observa que no se encontró diferencia entre tratamientos ($p>0.05$) para las variables KGD y DDPS. Para las variables CAL y CAC se encontró

diferencia significativa ($P<.05$) entre tratamientos, observándose el mayor consumo de alimento de lactancia y durante todo el ciclo para B1 (190.63kg y 415.03kg), seguido de B4 (186.81kg y 411.81kg), B3 (171kg y 396.02kg) y B2 (161.7kg y 386.7kg). Cabe señalar que no hubo efecto de las covariables para las variables mencionadas.

T	KGD	Prob	Cov	CAL	Prob	Cov	CAC	Prob	Cov	DDPS	Prob	Cov
B1	56.79			190.63 ^a			415.03 ^a			7.7		
D.E	13.5			2.34			2.34			3.88		
B2	48.58			161.7 ^b			386.7 ^b			7.29		
D.E	16.98		NA	2.2			2.2			4.4		
B3	42.86	0.12		171 ^{ab}	0.009	0.000	396.02 ^{ab}	0.009	0.000	10.33	0.4	NA
D.E	11.82			2.4			2.4			4.47		
B4	56.14			186.81 ^a			411.81 ^a			8.125		
D.E	11.18			1.31			1.31			4.15		

Cuadro 18. Variables productivas promedio de cerdas alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja en proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzima, B4; dieta convencional con enzima. Kilogramos de lechón producidos al destete (KGD), consumo de alimento de lactancia (CAL), consumo de alimento durante todo el ciclo (CAC), días de destete a primer servicio(DDPS). Se presenta la significancia estadística obtenida mediante la prueba de análisis de varianza (Prob). Superíndices distintos indican diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p<0.05$). Cov; significancia estadística de prueba de correlación entre variable y tratamiento, se considera significativa $p<0.05$, no aplica cuando no existe diferencia significativa entre tratamientos (NA).

Para analizar de manera más clara las principales diferencias entre los tratamientos se realizaron las figuras 7,8 y 9 con los siguientes resultados:

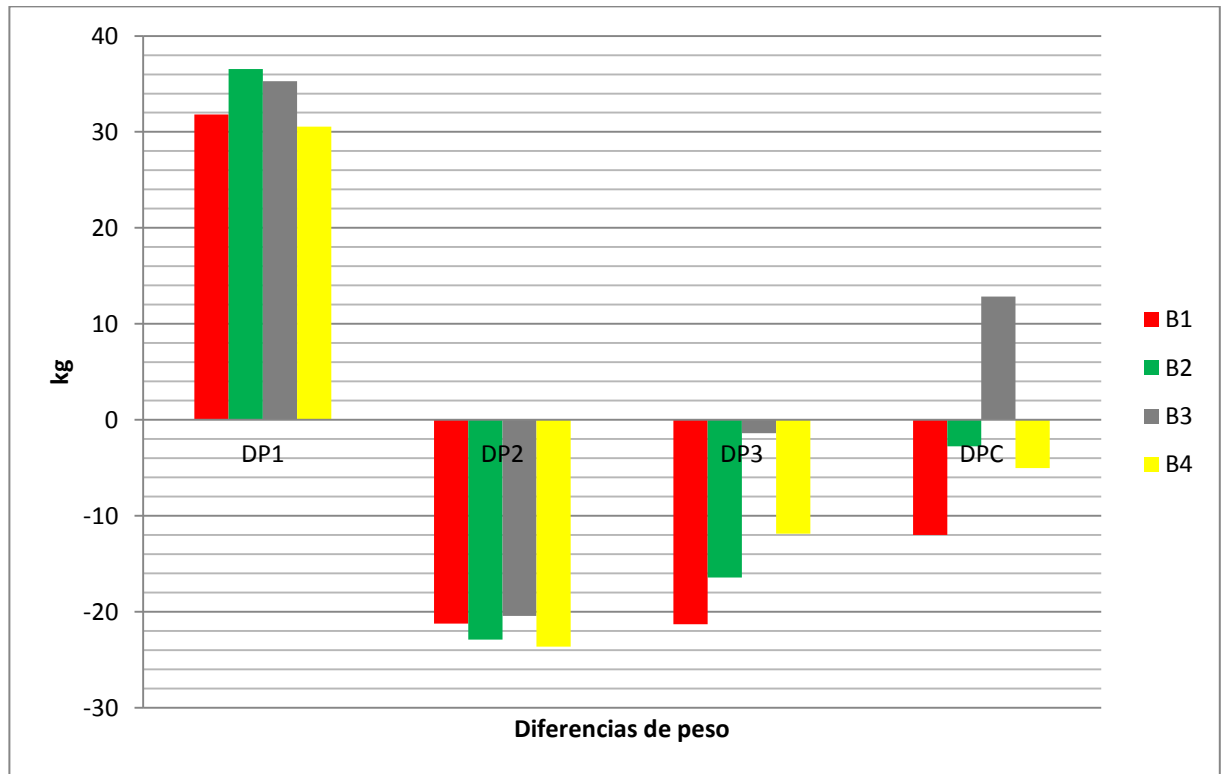


Figura7. Diferencias de peso de las cerdas durante el ciclo alimentadas con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.

Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja en proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzima, B4; dieta convencional con enzima. Diferencia de peso de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso de la cerda de los 90 días al parto (DP2), diferencia de peso de la cerda del parto al destete (DP3), diferencia de peso de la cerda de los 21 días de gestación al momento del destete (DPC).

En la figura 7 se puede observar que durante toda la prueba, el tratamiento B3 fue el que obtuvo las diferencias de peso mayores, observándose con una diferencia positiva para la variable DPC, el tratamiento que perdió menos peso fue B2, seguido de B4 y B

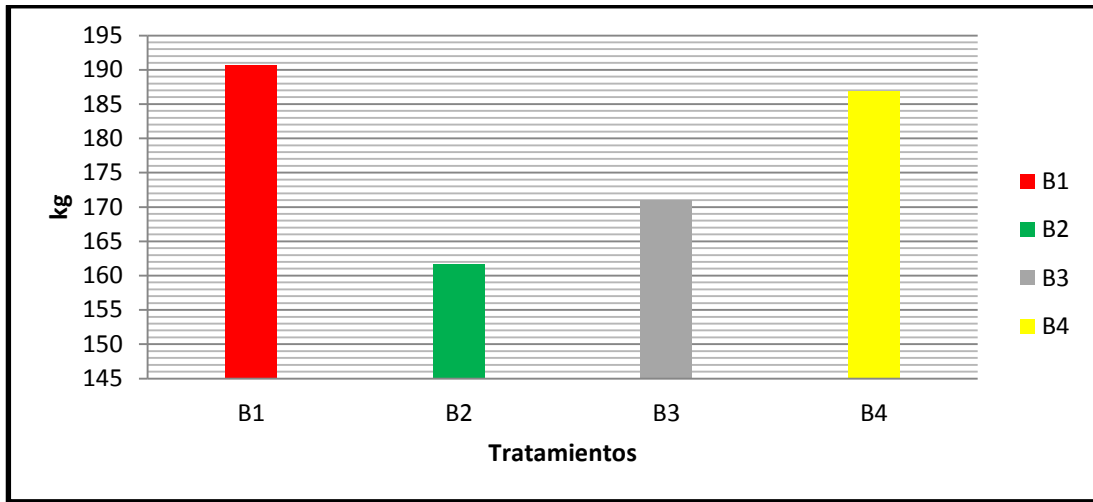


Figura 8. Consumo promedio de alimento de lactancia durante ciclo (CAL), con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.

Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas.

En la figura 9 se pueden observar las diferencias numéricas entre tratamientos para la variable KGD, las cerdas alimentadas con el tratamiento B1 generaron una mayor producción de kg de lechón destetados, seguido de B4, B2 y B3.

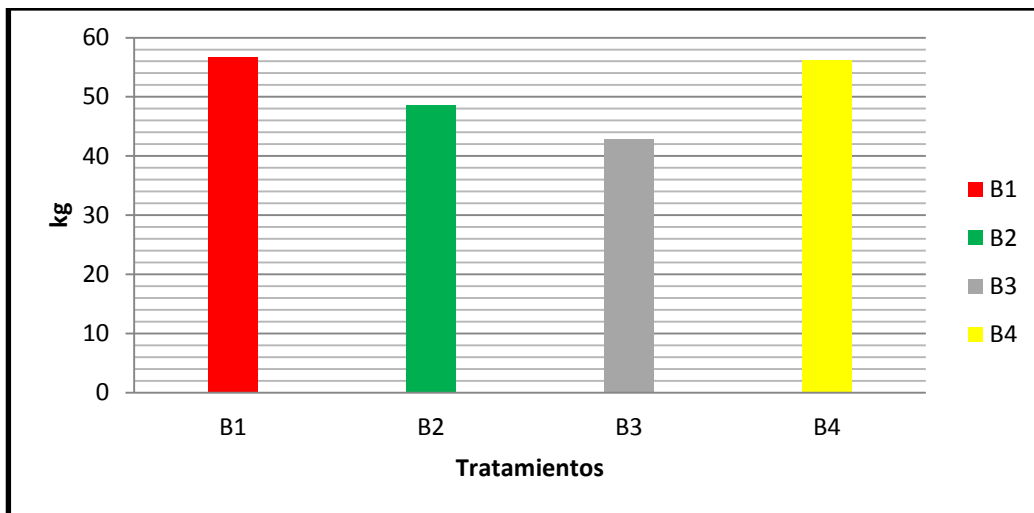


Figura 9. Promedio de kilogramos producidos al destete (KGD), con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima.

Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas.

7.2.2. Cálculo de costos y beneficios

En el cuadro 19 se presentan los costos e ingresos promedio que generaron las cerdas alimentadas con los diferentes tratamientos.

Los tratamientos de gestación (CTAG) B1 (\$758.92) y B2 (\$763.65) fueron los menos costosos y los tratamientos B4 (\$770.63) y B3 (\$766.8) los mas costosos. En el caso de CTAL, el tratamiento B3 (\$648.43) y B2 (\$687.54) mostraron ser los menos costosos y el B4 (\$747.29) y B1 (\$743.52) fueron los mas costosos.

Para la medición de costos de los tratamientos durante toda la prueba (CTAC), el B4 (\$1517.91) fue el que mas generó, seguido de B1 (\$1502.44), siendo los tratamientos; B2 (\$1451.19) y B3 (\$1415.23) los menos costosos.

En la medición de los ingresos producidos por las cerdas alimentadas con los diferentes tratamientos por concepto de kg de lechones al destete (IKGD), el tratamiento B1 (\$3397.2) fue el que mas generó, seguido de B4 (\$3358.2), siendo el tratamiento B2 (\$2906.1) y B3 (\$2563.9) los que menos ingresos significaron por este concepto.

Para los IDPC el tratamiento B1 (-\$215.4), B2 (-\$49) y B4 (-\$90.4) produjeron pérdidas, mientras que B3 (\$230.6) representó ingresos por este concepto.

El tratamiento que más utilidades directas (U) generó fue B4 (\$1749.89), seguido de B1 (\$1679.36) y B2 (\$1405.91), siendo el menor B3 (\$1378.67).

T	CTAG	CTAL	CTAC	IKGD	IDPC	U
B1	758.92	743.52	1502.44	3397.2	-215.4	1679.36
B2	763.65	687.54	1451.19	2906.1	-49	1405.91
B3	766.8	648.43	1415.23	2563.9	230.6	1378.67
B4	770.625	747.29	1517.91	3358.2	-90.4	1749.89

Cuadro19. Cálculo de costos, ingresos y utilidades promedio generados por cerdas alimentadas con tratamientos con diferentes niveles de proteína, con y sin enzimas. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja en proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzima, B4; dieta convencional con enzima. Costo total de alimento de gestación(CTAG), costo total de alimento de lactancia (CTAL), ingresos generados por kg de lechones destetados(IKGD), ingresos generados por diferencia de pesos durante el ciclo(IDPC), utilidades promedio generadas por la cerda durante el ciclo (U).

7.2.3. Comparación de costos e ingresos marginales

Después del análisis de varianza las variables consideradas como generadoras de costos e ingresos que mostraron diferencias significativas entre si, fueron; DP1, DP3, DPC y CTAC.

DP1						DP3					
T	q(kg)	YT (\$)	ΔQ (kg)	ΔYT (\$)	Img(\$)	T	q(kg)	YT (\$)	ΔQ (kg)	ΔYT (\$)	Img(\$)
B4	32.52	583.734	2.03	36.4385	17.95	B1	-18.86	-338.54	17.46	313.41	17.95
B2	34.55	620.1725				B3	-1.4	-25.13			
NA						B4	-14.65	-262.9675	13.25	237.84	17.95
						B3	-1.4	-25.13			

Cuadro20. Comparación de ingresos y costos marginales generados por tratamientos con diferentes niveles de proteína con y sin enzima. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Diferencia de peso promedio de la cerda de los 21 a los 90 días de gestación (DP1), diferencia de peso promedio de la cerda del parto al destete (DP3). Kilogramos producidos promedio (q), Ingresos totales (YT), diferencia de ganancia o pérdida de peso entre tratamientos (ΔQ), diferencia de ingresos totales entre tratamientos (ΔYT), Ingreso marginal entre tratamientos (Imgt). No se calculó el Imgt entre tratamientos que no mostraron diferencia significativa (NA).

DP1:

En esta variable los tratamientos; B1, B3 y B4 las cerda ganaron 32.52kg en promedio, en contraste con el promedio de los tratamientos B1, B2 y B3 el cual fue de 34.55kg, así el ingreso total promedio (YT) de B1, B2 y B4 fue de \$583.74 y de \$620.17 para B1,B2 y B3 . A partir del cálculo de la diferencia de ingresos totales (ΔYT) y de la diferencia de pesos (ΔQ), se calculó un ingreso marginal (Img) de \$17.95, cuando se utilizó el tratamiento B4 en contraste con B2.

DP3:

En esta variable los tratamientos; B1 y B2 mostraron perdidas peso en promedio por 18.86kg, el tratamiento B3 provocó que las cerdas perdieran en promedio 1.4kg, así el ingreso total promedio (YT) de B1 y B2 fue de -\$338.54 y de -\$25.13 para B3. A partir del cálculo de ΔYT y de ΔQ se calculó un Img de \$17.95, cuando se utilizó el tratamiento B3 en contraste con B1.

Debido a que en esta variable mas de dos tratamientos mostraron diferencias significativas entre si, se calculó también el Img entre B4 y B3, de tal forma que los tratamientos B4 y B2 significaron pérdidas de peso por 14.65kg, en contraste, el tratamiento B3 provocó que las cerdas perdieran en promedio 1.4kg, así el ingreso total promedio (YT) de B4 y B2 fue de -\$262.97 y de -\$25.13 para B3. A partir del cálculo de ΔYT y de ΔQ se calculó un Img de \$17.95, cuando se utilizó el tratamiento B3 en contraste con B4.

DPC						CAC					
T	q(kg)	YT (\$)	ΔQ (kg)	ΔYT (\$)	Img(\$)	T	q(kg)	CT (\$)	ΔQ (kg)	ΔCT (\$)	Cmg(\$)
B1	-6.6	-118.47	19.45	349.13	17.95	B2	391.36	1424.70	16.25	72.35	4.45
B3	12.85	230.66				B1	407.61	1497.05			

Cuadro 21. Comparación de ingresos y costos marginales generados por tratamientos

con diferentes niveles de proteína con y sin enzima. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzimas, B4; dieta convencional con enzimas. Diferencia de peso promedio de la cerda de los 21 días al destete (DPC), consumo de alimento durante el ciclo (CAC). Diferencia promedio de kilogramos producidos, en el caso de CAC, se refiere a los kg de alimento consumidos (q), Ingresos totales (YT), diferencia de ganancia o pérdida de peso entre tratamientos, en el caso de CAC, se refiere a la diferencia de consumos en kg entre tratamientos (ΔQ), diferencia de ingresos totales (ΔYT), (CT), diferencia de consumo total (ΔCT), Ingreso marginal entre tratamientos (Img), Costo marginal entre tratamientos (Cmg). No se calculó el Img entre tratamientos que no mostraron diferencia significativa (NA).

DPC:

En esta variable los tratamientos; B1, B2 y B4 generaron -6.6kg en promedio, en contraste con el tratamiento B3 el cual fue de 12.85kg, así el ingreso total promedio (YT) de B1, B2 y B4 fue de -\$118.47 y de \$230.66 para B3. A partir del cálculo de ΔYT y de ΔQ se calculó un Img de \$17.95, cuando se utilizó el tratamiento B3 en contraste con B1.

CAC:

Cuando se compararon los consumos de los tratamientos; B1, B3 y B4 generaron 407.61kg en promedio, en contraste con los tratamientos B2 y B3 los cuales generaron 391.36kg, lo cual significó un costo total de \$1424.7 para B2 y de \$1497.05 para B1, también se calculó la diferencia de consumo durante el ciclo de 16.25kg, que significó un costo marginal (Cmg) \$4.45.

7.2.4. Eficiencia alimenticia y relación costo beneficio

En el cuadro 22 se puede observar que después de analizar las diferentes variables productivas, el tratamiento B3 (0.03) fue el que generó en las cerdas la

mayor eficiencia alimenticia, seguido de B4 (-0.012), B1 (-0.029) y B2 (0.006), respectivamente. En la comparación de la relación costo beneficio (RCB), el tratamiento B3 fue el que generó el mayor índice (0.14), seguido de B2 (-0.03), B4 (-0.053) y B1 (-0.124), respectivamente. La variable considerada como generadora de ingresos o beneficios fue DPC, ya que KGD no encontró diferencia significativa entre tratamientos.

T	EAC	RCB
B1	-0.029	-0.124
B2	-0.006	-0.030
B3	0.030	0.143
B4	-0.012	-0.053

Cuadro22. Eficiencia alimenticia en la cerda y relación costo beneficio, generadas por el uso de tratamientos con diferentes niveles de proteína, con y sin enzima. Tratamientos: B1; dieta baja en proteína sin enzima, B2; dieta baja en proteína con enzima, B3; dieta convencional sin enzima, B4; dieta convencional con enzima. Eficiencia alimenticia (EA), Relación Costo Beneficio (RCB).

8. Discusión

Una de las mayores preocupaciones de la actualidad en las producciones pecuarias son los costos en la alimentación, ya que significan un alto porcentaje de los costos incurridos. (Dhuyvetter C. K et. Al. 2011; Acuña 2008) Es debido a esta situación que se desarrolla investigación constante para eficientar el aprovechamiento de los alimentos en el organismo de los animales, que se refleje en un menor desperdicio de los valiosos insumos. Una opción que ha sido investigada para mejorar el aprovechamiento de los alimentos en el subsector de

la producción porcina, es el uso de enzimas exógenas que ayuden al organismo del cerdo a digerir los complejos estructurales de los granos, los cuales son su principal fuente de alimentación (Jongbloend , A. W *et al.* 1992; Poulsen. H.D. *et al.* 1999; Omogbenigun. O.F *et al.* 2004).

8.1. Experimento A

A partir del análisis de los resultados obtenidos en el experimento A, se tiene que para conocer el efecto de la adición de enzimas en las dietas sobre su eficiencia productiva, inicialmente se analizaron las dietas formuladas para gestación y lactancia, siendo éstas congruentes con los niveles de energía y fósforo que aportaron.

Siendo la menos costosa la que incluía los niveles mas bajos en fósforo y energía sin adición de enzimas (A1), seguida de la fórmula A2, A3 y A4, respectivamente, lo que se debe al costo que significan la cantidad de insumos (sorgo, soya y aceite) incluidos para cubrir los requerimientos nutricionales para la prueba. Con la adición de enzimas se esperó que la dieta con menor inclusión de nutrientes cubriera las necesidades de las cerdas, con un menor costo, lo cual se cumple en el precio de las dietas, ya que tuvieron un precio más alto aquellas que contenían niveles convencionales en P y E, que aquellas que tenían niveles bajos, incluso con la adición de las enzimas. Sin embargo el hecho de que las dietas implicaran un menor precio, no significa que su costo productivo fuera menor, por lo que se analizó el efecto que generaron los diferentes tratamientos.

8.1.1. Comportamiento productivo

Respecto a las diferencias de peso en las cerdas alimentadas con diferentes niveles en P y E, se observaron diferencias estadísticas en las diferentes variables (DP1, DP3, y DPC). Para lo cual, la dieta que implicó una menor pérdida de peso en las cerdas, e incluso provocó que aumentaran de peso desde el inicio de su gestación y hasta el final de su lactancia, fue el tratamiento A3 (con aportes convencionales en P y E sin enzimas), esto debido a que el aporte de P y E es el

adecuado de acuerdo a lo recomendado por el NRC de 1998, situación que coincide con lo realizado por investigadores como Long H.F *et al* (2010), quién analizó lo que sucedía con cerdas alimentadas con diferentes niveles de energía, encontrando que cuando estos se administraban por debajo de lo recomendado por el NRC, las cerdas perdían peso. Sin embargo se presentaba la situación contraria cuando fueron alimentadas con los niveles recomendados. Cabe mencionar que al analizar las covariables, no se encontró ninguna que tuviera efecto sobre las variables analizadas. Por lo que se interpreta que el tratamiento convencional sin enzimas permite expresar el máximo potencial productivo de las cerdas, ya que aporta la cantidad de nutrientes que necesitan.

El tratamiento A2 (con aportes bajos en P y E, adicionados con enzimas), también produjo incremento de pesos en las cerdas y de acuerdo a la prueba de Tukey, no se encontró diferencia significativa con respecto al tratamiento A3, lo que se puede interpretar como el efecto que genera el uso de las enzimas como alternativa para poder aprovechar una mayor cantidad del P presente en el alimento, lo que pudo compensar el bajo aporte de P y E con respecto al tratamiento A3. De acuerdo a diversas investigaciones (Kemme P.A. *et al.* 1997; Z. Nasir *et al.* 2012; Torrallardona *et al.* 2012), las enzimas exógenas adicionadas en el alimento permiten que nutrientes presentes en las plantas y granos, como el P, Ca, Cu, Zn, Mg, Na y K sean liberados de manera más eficiente por los animales, aumentando su biodisponibilidad, situación que pudo incidir en la prueba, provocando que las cerdas alimentadas con el tratamiento A2 los aprovecharan de manera mas eficiente, cubriendo sus necesidades y logrando que su comportamiento productivo no se viera afectado por la baja inclusión de P y E.

Las cerdas del tratamiento que perdieron mayor peso desde la gestación y hasta el término de la prueba, fueron las agrupadas con el A1, situación asociada con la baja inclusión de P y E. De acuerdo a Pettigrew J.E *et al.* (1993), un menor aporte de energía en la dieta influye directamente en el comportamiento productivo de las cerdas durante la gestación y sobre todo en la lactancia, generando que las reservas sean removidas con la finalidad de mantener la gestación y producir la

leche con la que se alimentarán los lechones, por lo que se infiere que el bajo aporte de las dietas con respecto a este nutriente ocasionó la pérdida de peso que se confirma en los resultados. Con respecto al aporte de P, se encuentra bien documentada la importancia de dicho elemento (Mahan D.C. 1990; Mahan y Feeter 1982; Harmon *et al.* 1974), ya que es necesario para la formación del sistema esquelético del lechón durante la gestación y la producción de leche, por lo que su deficiencia en la dieta provoca que tenga que ser removido de las reservas óseas de la cerda, generando fragilidad del sistema esquelético, lo que puede derivar en futuras fracturas que conlleven a la eliminación del hato reproductivo. Con respecto al comportamiento de las cerdas alimentadas con el tratamiento A4, los resultados reflejan la pérdida de peso que sufrieron durante la prueba, comportándose como el segundo grupo que más peso perdió después del tratamiento A1. Así se demuestra mediante los análisis estadísticos, ya que no existió diferencia significativa entre ambos tratamientos. Este resultado parece contradictorio. Sin embargo la adición de enzimas al tratamiento pudo aumentar la disponibilidad de energía digestible presente en el alimento, así como la presencia de insulina y glucosa en el plasma de las cerdas, efectos que reporta Johnston *et al.* (2004).

Algunos investigadores como Long. H.F. *et al.* (2010) y Revell *et al.* (1994), analizaron el efecto de la adición de diferentes niveles de energía en el alimento de cerdas gestantes, encontrando que las que fueron alimentadas con niveles altos perdieron más peso y grasa durante la lactancia que aquellas que fueron alimentadas con niveles convencionales o bajos. Por otro lado Weldon *et al.* (1991) realizó una investigación manipulando el consumo de alimento de las cerdas durante la gestación y analizando su efecto en la lactancia relacionándolo con los niveles de glucosa e insulina en la sangre, obteniendo resultados que pueden explicar lo observado en la presente investigación, ya que cuando las cerdas tuvieron una mayor liberación de insulina durante la gestación provocada por un exceso de nutrientes y energía en su dieta, se afectó su capacidad para liberar la misma durante la lactancia, provocando que la energía necesaria para el

mantenimiento de los lechones fuera removida de las reservas presentes en el organismo. Lo hallado por estos investigadores explica los resultados obtenidos en el presente experimento, ya que las cerdas del tratamiento A4 que fueron alimentadas desde la gestación con un alimento que les proveía niveles de energía por encima de sus requerimientos, tuvieron que liberar mayor cantidad de insulina durante dicha etapa, repercutiendo en la lactancia al generar que la energía presente en el alimento no pudiera ser aprovechada y que esta se obtuviera de las reservas del organismo, provocando mayor pérdida de peso. Con respecto al efecto que la saturación de P en las dietas puede producir en cerdas gestantes y lactantes, no se encontró alguna investigación que reportara algún efecto en el comportamiento productivo de las cerdas, los diferentes investigadores que han analizado el efecto de la adición de fitasas en el alimento, reportan un incremento en la digestibilidad del P, sin embargo no reportan algún efecto sobre el comportamiento productivo de las cerdas.

8.1.2. Costos e ingresos

Al analizar los costos e ingresos que produjeron los diferentes tratamientos, con precios de enero del 2011, el costo que representó la alimentación de las cerdas, fue proporcional al precio de las dietas, ya que como se analizó en el apartado anterior, no hubo diferencia estadística significativa en los consumos de alimento. Sin embargo al analizar los ingresos que cada tratamiento significó por concepto de ganancia de peso de las cerdas, es decir, el ingreso que produciría vender las cerdas con los kg obtenidos durante el periodo de gestación y lactancia, así como por los kg de cerdos al destete que produjeron, se encontraron diferencias, reflejadas en utilidades. Así el tratamiento menos costoso y a la vez que mayores ingresos generó, resultó ser el A1, debido principalmente a los kg de cerdo destetado que produjo y a que su alimento significó un menor costo por su baja inclusión en P y E. Sin embargo, fue el que mostró mayor pérdida de peso en las cerdas durante toda la prueba, situación provocada por el desgaste que significa

el mantenimiento de mas lechones, lo que determina que sus necesidades en energía sean las mas altas, derivado de la necesidad de producir mas leche y mantener las funciones vitales propias, situación bien documentada por Shimada *et al.* (2009). Esta situación no repercute directamente en los costos tangibles e inmediatos del mantenimiento de las cerdas, pero repercute en su desgaste y por ende, obligue a sacarlas de la unidad productiva. Los efectos del desgaste durante la lactancia han sido ampliamente investigados por diversos autores con respecto a la deficiencia de P en la dieta (Hejazi *et al.* 2009, Kornegay *et al.* 1973, Harmon *et al.* 1975 y Mahann *et al.* 1982) reportaron que cuando los niveles de P y Ca son bajos, las cerdas obtienen el suministro de dichos minerales principalmente de las reservas presentes en el sistema esquelético, situación que repercute en su vida productiva, ya que provoca una predisposición a fracturas principalmente de fémur y parálisis posterior, estado que en un corto y mediano plazo puede significar la salida de la cerda de la unidad productiva y por ende pérdidas importantes para la empresa porcícola. Se encuentra ampliamente investigado el efecto que un bajo aporte de energía en la dieta genera en el comportamiento reproductivo de las cerdas (Brendhemul *et al.*1987, Koehler *et al.* 1996; Jonhston *et al.* 1989; Rodriguez Márquez y Cuarón, 1990; Clowes *et al.* 2003, Willis *et al.* 2003), inicialmente la pérdida de peso, situación demostrada en la presente investigación, lo que conlleva a un periodo más largo del intervalo destete estro, lo cual puede conducir a fallas reproductivas posteriores, como disminución de la fertilidad y camadas pequeñas que pueden implicar la necesidad de desechar a las cerdas afectadas del hato reproductor, impactando de manera significativa en la eficiencia económica de la empresa.

Por otro lado, al analizar como se comportaron las cerdas de los demás tratamientos se observa como las del A2 (con niveles bajos de P y E con enzimas), fueron las más equilibradas en su comportamiento productivo, y por ende las segundas en producir utilidades, ya que fueron las segundas que significaron menos costos por concepto de alimentación, además de ser las terceras en producir kg de lechón al destete y las segundas en ganar más peso. Al

no perder peso, se espera que puedan resistir de mejor manera el desgaste provocado por el mantenimiento de la lactancia durante los siguientes partos y consecuentemente seguir produciendo ingresos para la unidad productiva. Dicha situación coincide con lo reportado por investigadores como Harper *et al.* (1997) y Simons *et al.* (1990), quienes hallaron una mejora en la absorción de P de entre 24 y 30% en las dietas para cerdos de engorda, situación que refleja que es posible disminuir la inclusión de dicho elemento en las dietas sin provocar una disminución en el aporte de nutrientes que los cerdos requieren. Aunado a lo previamente señalado, se adiciona un efecto más; el reportado por Johnston *et al.* (2004) quien realizó un experimento en cerdos de engorda, alimentándolos con dietas con bajos aportes en P y calcio adicionadas con fitasas, encontrando un mayor aprovechamiento de la energía digestible presente en las dietas, con el consecuente efecto de un aumento en las concentraciones de glucosa e insulina en plasma.

Por otro lado, los tratamientos convencionales en P y E con y sin enzimas, fueron los menos eficientes. Ya que como muestran los resultados, las dietas resultan más costosas, sin embargo no se refleja en ganancias de peso de las cerdas ni en producción de cerdos al destete suficientes para cubrir los costos que implica el alimentar a las cerdas con los niveles recomendados por el NRC cuando se comparan con dietas que necesitan una menor cantidad de P y E.

Desde el punto de vista nutricional, como ya se ha abordado en el análisis del comportamiento productivo, las cerdas cubren sus requerimientos de acuerdo a lo recomendado por el NRC (1998), económicamente las dietas son más costosas con respecto a los tratamientos con niveles bajos de P y E, por la mayor adición de P y aceite de soya en la dieta. Esta situación contrasta con la investigación de Beaulieu A.D *et al.* (2009), quien estudió el efecto económico que tendría el aumento de los niveles de energía en dietas de cerdos de engorda, encontrando que el costo por cerdo no se veía afectado cuando se aumentaban los niveles de energía en su dieta. Si bien es cierto que se trata de otra etapa productiva en la empresa porcícola, la información económica al respecto es

limitada. Sin embargo en la actual investigación, además de variar los niveles de energía, se modificaron los niveles de P, el cual implica un gasto importante en la formulación de las dietas, así lo señala Dritz *et al* (2000) en un estudio de caso en el cual se analiza el efecto de las variaciones de P en las dietas de cerdos de engorda, encontrando que estas variaciones generaban repercusiones económicas tanto en el costo por kg, como en el beneficio neto que el porcicultor podía obtener a su salida a rastro. Por lo que se interpreta que el elemento que tuvo mayores repercusiones económicas en el comportamiento de las cerdas fue la variación en P, el cual tiene un alto costo y se comporta de manera variable con respecto a sus precios dependiendo de factores económicos externos a la porcicultura como lo señalan los análisis económicos citados en la presente investigación (Vaccari 2009, Zapata *et al.* 2007 Rosso 2011).

8.1.3. Costos e ingresos marginales

En este experimento no se calcularon los costos marginales, ya que no se encontró diferencia estadística significativa ($P>0.05$) entre tratamientos para las variables generadoras de costos (CAG, CAL y CAC).

Al analizar los ingresos marginales producidos por los diferentes tratamientos por concepto de ganancia o pérdida de peso de las cerdas durante el periodo de gestación y lactancia, se pueden corroborar los resultados obtenidos productiva y financieramente. Así los tratamientos A2 y A3 fueron los que mostraron menos pérdidas de peso en las cerdas, es decir, los promedios de ambos tratamientos resultaron marginalmente más eficientes que los tratamientos A1 y A4. Ya que al realizar los cálculos, ambos tratamientos (A2 y A3) fueron considerados para calcular los promedios que sirvieron de base para la comparación marginal, debido a que no presentaron diferencia significativa entre si. Por lo que ambos tratamientos produjeron una mayor ganancia de peso en DP1, en DP3 perdieron menos peso y al evaluar su comportamiento mediante la variable DPC, generaron ganancias de peso con respecto a los tratamientos A1 y A4. Por lo que se concluye que el tratamiento A2 (bajo en P y E con enzimas) resultó ser el mas

eficiente, ya que fue el que significó mayores ingresos junto con el tratamiento A3, sin embargo fue menos costoso debido a la menor inclusión de ingredientes que aportarían las cantidades necesarias de P y E en la formulación. Esta situación es posible gracias a la documentada y previamente citada acción de las enzimas para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes, que permiten resistir las altas demandas de P y E que requiere la cerda durante la etapa de gestación y lactancia y poder llevar a buen término sus productos y por ende producir ingresos en la empresa pecuaria.

La presente investigación consideró los beneficios tangibles obtenidos por los diferentes tratamientos, Sin embargo, no se puede soslayar la importancia que tienen los beneficios intangibles del uso de fitasas en las dietas reportados por distintos investigadores (Nasir Z. *et al.* 2012 y Acuña *et al.* 2008). Dichos autores reportan una disminución de entre el 25 y 50% en el contenido de P en el estiércol porcino. Por lo que además de los beneficios económicos y productivos que significa el uso de fitasas en el alimento, debe considerarse la disminución en el impacto ambiental.

8.2. Experimento B

De acuerdo a las fórmulas realizadas para alimentar a las cerdas en la etapa de gestación, el tratamiento que tuvo un menor precio fue el B1, seguido del B2, B3 y B4, lo cual se debe a la inclusión de los diferentes ingredientes utilizados para obtener los niveles de proteína determinados para cada tratamiento.

Con respecto al alimento formulado para la etapa de lactancia, el tratamiento de menor precio fue el B1 seguido de B2 y B4. Así el tratamiento de mayor precio fue el B3, con niveles convencionales en proteína sin enzimas, debido a la mayor inclusión de pasta de soya.

8.2.1. Comportamiento productivo

Al analizar el comportamiento productivo de las cerdas alimentadas con los diferentes tratamientos, se observa que B3 fue el único que provocó que las cerdas ganaran peso desde que se confirmó su gestación hasta el fin de su lactancia, lo cual es probable que se deba a que la cantidad de nutrientes que aporta son los recomendados por el NRC (1998).

Las cerdas agrupadas en los tratamientos B1, B2 y B4, perdieron peso. Mediante la Prueba de ANDEVA no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre dichos grupos. En el caso del tratamiento B1 la pérdida de peso se debió a la menor inclusión de proteína en la dieta, situación que puede derivar en un mayor desgaste de la cerda durante la lactancia por la producción de leche y el propio mantenimiento. Por lo que de acuerdo a investigadores como Guadarrama y Mejía (2002), Prunier *et al.* (1993) y Noblet *et al.* (1990), la deficiencia de proteína y aminoácidos provoca que las cerdas remuevan sus reservas corporales, lo cual puede repercutir en su futuro comportamiento reproductivo con un mayor intervalo de días de destete-estro y una menor producción de leche.

Sin embargo, es probable que en el presente estudio que la pérdida de peso no haya repercutido en la variable DDP, ni en la producción de leche, que se refleja en el peso de los lechones al destete, variables en las que no se observaron diferencias significativas. Quizá los resultados referidos se deban a la proporción porcentual de pérdida de peso, ya que Clowes *et al.* (2003) reporta que para que la pérdida de masa corporal durante la gestación y la lactancia afecten en el intervalo destete-estro, las cerdas deben de perder entre 9 y 12% de su masa corporal, situación que no se presentó en esta investigación. Sin embargo, Clowes refiere que la pérdida de masa corporal a partir de estos niveles, deriva en la presentación de variaciones en el tiempo de ovulación, situación que a la larga puede provocar el desecho de las cerdas de la explotación por considerárseles improductivas, además de la pérdida económica que significan de manera directa el hecho de que las cerdas pierdan peso.

Con respecto al tratamiento B2, parece que la adición de enzimas no fue suficiente para cubrir todas las necesidades de proteína que las cerdas requieren durante la etapa de gestación y lactancia, ya que se observó que las cerdas alimentadas con dicho tratamiento perdieron peso, si bien, es cierto que numéricamente fue el tratamiento que menor pérdida de peso reflejó con respecto a B1 y B4, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas, esto a pesar de las propiedades que los fabricantes y algunos investigadores como Klhebob *et al.* (2001) y Corona *et al.* (2009), quienes refieren que la adición de proteasas en el alimento disminuyen los efectos antinutricionales de la soya y permiten el mejor desdoblamiento de sus nutrientes, consecuentemente indican, que la utilización de soya puede ser disminuida produciendo disminución en los costos.

En contraposición a lo hallado por los investigadores citados en el párrafo anterior, Alpine M.C. *et al.* (2012), concluye tras su investigación, que las Xylanasas y Proteasa adicionadas al alimento de cerdos en engorda, no produjo ningún efecto positivo en el comportamiento productivo. Es importante mencionar que las investigaciones que se han realizado con respecto a la adición de proteasas en el alimento, se han desarrollado en cerdos de engorda, sin embargo en el caso específico de la investigación presente, las proteasas parecen no tener algún efecto compensatorio, cuando se utilizan en tratamientos con niveles bajos de proteína en cerdas gestantes y lactantes, con respecto a su comportamiento productivo.

Con respecto al efecto que el tratamiento B4 provocó en las cerdas durante toda la prueba y partiendo de la premisa de que las enzimas proteolíticas provocan una mayor liberación de proteínas en el intestino, se pudo inferir, que la pérdida de peso durante la prueba, se debió a que el hígado, los riñones y el páncreas de la cerda utilizaron gran parte de sus reservas energéticas en el proceso de degradación de aminoácidos y nitrógeno, lo que derivó en que la energía que pudo destinarse a incrementar el peso de las cerdas durante la gestación y a la producción de leche durante la lactancia, fueran utilizadas con otro fin, provocando

dichos resultados, efecto que describen investigadores como Chen *et al.* (1999), Chiba *et al.* (1995) y Crister *et al.* (1995).

Consumo de alimento

Se analizó el consumo de alimento de las cerdas agrupadas en los diferentes tratamientos durante la gestación y lactancia, observando que la inclusión de proteína y la adición de enzimas en el alimento influyeron directamente.

El consumo de alimento durante la lactancia (CAL) y durante toda la prueba (CAC), mostró las mismas diferencias entre tratamientos, debido á que durante la gestación a las cerdas de los cuatro tratamientos se les suministró la misma cantidad de alimento.

Las cerdas que más alimento consumieron durante toda la prueba fueron las cerdas que fueron alimentadas con el tratamiento bajo en proteína sin enzimas (B1). Este comportamiento parecería estar relacionado con la baja inclusión de proteína en el alimento, ya que en la presente investigación se observó que las cerdas que perdieron más peso, también fueron las que más alimento consumieron, es decir, existe una relación inversamente proporcional entre aprovechamiento de proteína y consumo de alimento. Situación que es coincidente con lo reportado por Yang *et al.* (2000), Chen *et al.* (1998 y 1999), quien observó que al incrementar el aporte de lisina y proteína cruda en cerdas gestantes, el consumo de alimento decrecía, es decir, reporta la misma relación inversamente proporcional entre proteína y consumo de alimento. Cabe mencionar que en investigaciones anteriores como la de Stahly *et al.* (1990), Jonhston *et al.* (1993), Richert *et al.* (1994), se obtuvieron resultados que no reportan ninguna relación entre lisina, proteína y consumo de alimento, e incluso algunos investigadores reportan lo contrario como O' Grady *et al.*(1985) y Schields *et al.*(1985).

Al contraponer el consumo de alimento con los resultados productivos en ganancia o pérdida de peso, se observa a lo largo de la prueba, que a pesar de consumir una mayor cantidad de alimento, las cerdas perdieron peso. Después del grupo alimentado con el tratamiento bajo en proteína sin enzimas, las cerdas que consumieron más alimento fueron las cerdas del tratamiento B4, quizá debido al poco aprovechamiento de proteína por la saturación descrita en párrafos anteriores.

En el caso del tratamiento B2 y B3, las cerdas consumieron una menor cantidad de alimento, consecuentemente fueron las cerdas de estos grupos, las que menos peso perdieron durante la etapa de gestación y lactancia e incluso en el caso del tratamiento B3, ganaron peso. Es decir, parece que mientras más proteína puedan aprovechar, menos peso perderán y consecuentemente necesitarán consumir una menor cantidad de alimento, situación que puede significar beneficios económicos para la unidad de producción.

8.2.2. Costos e ingresos

De acuerdo al análisis de los costos e ingresos directos que los diferentes tratamientos generaron, se encontró que el tratamiento más eficiente fue el B4, debido a que significó mayores utilidades, a pesar de ser el más costoso por concepto de alimentación derivado del alto consumo, fue el segundo en producir ingresos por el concepto de kg de lechón al destete, sin embargo fue el segundo en provocar mayor pérdida de peso en las cerdas, lo que puede significar que el alimento no cubrió el total de los requerimientos nutricionales, a pesar de contener los nutrientes recomendados por el NRC para la etapa de gestación y lactancia, además de incluir proteasas. En la unidad productiva, la pérdida de peso de las cerdas puede implicar pérdidas importantes, al provocar un desgaste prematuro de las mismas, que puede significar que sean candidatas al desecho, además de las implicaciones que conlleva un bajo peso al destete, como disminución de la fertilidad, aumento de los días a primer servicio (Clowes *et al.*, 2003; Willis *et al.*, 2003; Yang *et al.*, 2000). De manera similar se observó el comportamiento de las

cerdas del tratamiento B1, siendo las segundas en generar mayores utilidades promedio, sin embargo también se muestran como el grupo que mayor peso perdió durante toda la prueba, lo que puede ocasionar las consecuencias citadas para el tratamiento B4.

De manera contrastante se observa que los tratamientos B2 y B3, fueron los que menos utilidades produjeron, ya que generaron una menor cantidad de lechones al destete. Sin embargo también fueron los tratamientos que provocaron menores pérdidas de peso en las cerdas, situación que puede significar un mejor comportamiento productivo en los posteriores partos.

Un factor importante a destacar, es que, en los casos de medición de diferencia de peso, se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo no se presentó diferencia significativa en la producción de KLD, lo que muestra que la diferencia en utilidades entre tratamientos, es afectada por las tendencias numéricas, que desde luego son importantes para la empresa pecuaria, pero no se tiene la seguridad de repetitividad que ofrece una prueba estadística como el análisis de varianza, por lo que resultan importantes los resultados de ingresos y costos marginales sustentados en los resultados de las pruebas estadísticas, para asegurar la eficiencia económica de los tratamientos.

8.2.3. Costos e ingresos marginales

Con respecto al análisis de costos e ingresos marginales de la variable DP1, el tratamiento B2 generó I_{mg} al compararlo con el tratamiento B4, resultados congruentes con el comportamiento productivo durante toda la prueba, lo que puede implicar que nutricionalmente el tratamiento B2 cumple con los requerimientos necesarios para que las cerdas ganen peso durante el primer tercio de la gestación, situación que refleja el efecto compensatorio de la adición de enzimas en dietas con contenidos bajos en proteína.

Por otro lado se vuelve a corroborar que la adición de enzimas proteolíticas en dietas que contienen la proteína y aminoácidos necesarios para esta etapa se refleja negativamente en el comportamiento productivo.

Con respecto a los *Img* que generaron los tratamientos de la variable DP3, se encontraron diferencias significativas de B1 y B4 cuando se compararon con el tratamiento B3, en ambas comparaciones el tratamiento B3 resultó ser el más eficiente, ya que provocó menor pérdida de peso, lo que se reflejó en *Img*, situación que significa que el uso de enzimas en dietas bajas o convencionales en proteína no produce un efecto suficiente para superar los resultados productivos durante la lactancia de las dietas formuladas de forma convencional. Lo que implica que la adición de enzimas no sustituye la formulación recomendada, con lo que de manera concreta se contrapone con las investigaciones realizadas por Morales *et al.*, (1997), Pluzke *et al.* (2000) y Puaron *et al.* (1997), quienes reportan mejoras en la ganancia de peso y conversión alimenticia de la línea de producción con la adición de proteasas. Así los resultados reflejados en la variable DPC ilustran y complementan la tendencia observada en la variable DP3, ya que de manera más clara se observa como el tratamiento B3 produce *Img* con respecto a los tratamientos B1, B2 y B4, consecuentemente en esta variable, el grupo B3 se observa diferente estadísticamente.

Con respecto al consumo que tuvieron las cerdas de los diferentes tratamientos, se observó que las cerdas de los tratamientos B1 y B4, fueron las que más consumieron, consecuentemente las que generaron costos marginales al compararlos con el tratamiento B2. Es decir, productivamente resultaron más costosos los tratamientos B1 y B4, cabe mencionar que el tratamiento B3 no se diferencia estadísticamente de ninguno de los tratamientos. Lo que implica que el tratamiento convencional, no genera costos marginales, pero sí produce ingresos marginales.

A manera de conclusión, se confirma que las dietas formuladas con niveles convencionales en proteína, resultaron ser las más eficientes de la prueba, ya que son las únicas que reflejaron resultados positivos en la medición de eficiencia

alimenticia y la relación costo beneficio, además de generar lmg en comparación con los demás tratamientos. Por lo que se puede concluir que en esta investigación, la adición de enzimas proteolíticas no se justifica económicamente en la etapa de gestación y lactancia. Si bien, los beneficios del uso de enzimas proteolíticas, no se ve reflejado económica y productivamente, su uso implica otros beneficios que se pueden considerar intangibles como los reportados por Jongbloed *et al.* (1992), quien menciona que con su uso se puede disminuir hasta el 40% del contenido de Nitrógeno en las excretas, provocando menor contaminación por el proceso de eutroficación y acidificación de los suelos. Sin embargo el presente trabajo se enfocó en el comportamiento económico productivo, y desde esta perspectiva, las enzimas proteolíticas adicionadas al alimento, no significan beneficios económicos tangibles.

9. Referencias bibliográficas

1. Alonso Pesado Arturo, Alonso, P. F., Espinoza O, V., Beltrán, G., López, D., Meléndez, G., Reyes, C., Ruiz, G., Velázquez, P. Economía Agropecuaria. Gpo Vanchri. México. 2007;6.2, 217-218.
2. Dhuyvetter C. K. Swine finishing cost – return budget. Farm management guide. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Jan. 2011. Pp. 1-4.
3. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera .Estacionalidad de producción de carne en canal de porcino, producción mensual 1999-2008. SAGARPA, con información del INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.(Sitio del INEGI en Internet: www.inegi.gob.mx).

4. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto interno bruto trimestral por sector 2003-2011. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en internet: www.inegi.gob.mx).
5. García S. J.A, R. S., Rodríguez. L.G. Integración vertical y competitividad del sector porcino en México. Comercio exterior. 2005. vol 55. Num6. Bancomext. México.
6. Acuña Patricia. Insumos generando ahorro. LA Allzyme Series Team, Alltech, Junio 2008.
7. W. Allen Eduard. El mercado internacional del maíz. Foro Global Agroalimentario. México. 2010.
8. Grupo de trabajo de estadísticas de comercio exterior, integrado por el Banco de México, INEGI, Servicio de administración tributaria y la Secretaría de economía. enero 2012. Disponible en internet:
<http://www.inegi.org.mx/Sistemas/temasV2/Default.aspx?s=est&c=23824>
9. Omogbenigun. O.F, Nyachoty C.M, Slominsky B.A. Dietary supplementation with multienzyme preparations improves nutrient utilization and growth performance in weaned pigs. 2004. J. Anim. Sci 82:1053-1061
10. Tinoco Jaramillo José Luis. La porcicultura mexicana y el TLCAN. Universidad Nacional Autónoma de México. Colec Posgrado. México. 2004 pp 61-78.
11. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Cantidad de suministro de carne de cerdo en el mundo 2007. FAOstat, Disponible en internet:
<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>.

12. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Cantidad de suministro de carne de cerdo por persona en el mundo 2007.FAOstat, Disponible en internet:

<http://faostat.fao.org/site/610/DesktopDefault.aspx?PageID=610#ancor>

13. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Producción de carne de cerdo en el mundo 2010.FAOstat Disponible en internet:

<http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>

14. Subsecretaría de Fomento a los Negocios. Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011-2020.junio2011. SAGARPA pp:38-40.Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estudios/Paginas/estudios.aspx>

15. Licea R. G., Barrera M. E. Perspectivas del sector porcícola mexicano para 2010: recuperación de los efectos de la crisis económica y de la influenza (A)H1/N1. Rev. Trim de análisis de coyuntura económica.3; 2: 21-23.

16. Miramontes P. U., Cruz D. M.S., Gómez V. M., Ortiz P.M.E., Tadeo E.A., Hernández S. Y., Santillán M.V. Situación actual y perspectivas del maíz en México 2006-2012. S.I.A.P. SAGARPA. pp 79-86. Disponible en:

http://www.campomexicano.gob.mx/portal_siap/Integracion/EstadisticaDerivada/ComercioExterior/Estudios/Perspectivas/maiz96-12.pdf

17. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera .Porcino, producción, precio, valor y peso de ganado en pie por estado 2010. SAGARPA .Disponible en:

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=3

71

18. Coordinación general de ganadería SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de porcino en México 2009.SAGARPA. 2009.13-15.

Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/Lists/Estudios%20de%20situacin%20actual%20y%20perspectiva/Attachments/27/sitpor09a.pdf>

19. Sistema nacional de información e integración de mercados. Precios de granos y semillas en E.U.2012. Secretaria de economía. Disponible en:

<http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

20. Coordinación general de ganadería SAGARPA. Estimación de la demanda de insumos alimenticios para la ganadería 2002-2007. Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/13/Estimación%20de%20la%20demanda%20de%20insumos%20alimenticios%20para%20la%20ganadera%202002-2007%20Granos%20forrajeros.pdf>

21. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.2011. SAGARPA, con información de INEGI. Comercio exterior de productos sensibles. 2005-2010.

Sistema de Cuentas Nacionales de México. Disponible en: www.siap.gob.mx)

22. Barea. R, Dubois. S, Gilbert H., Sellier P., Van Milgen J. Noblet J. Energy utilization in pigs selected for high and low residual feed intake.2010. J. Anim. Sci. Vol 88:6; 2062-2072.

23. Bunter K.L., Cai W., Johnston. D.J., Dekkers M.C. Selection to reduce residual feed intake in pigs produces a correlated response in juvenile insulin-like growth factor-I concentration.2010. J. Anim.Sci. 88:1973-1981.

24. Shimada Miyazaka Armando. Nutrición animal, 2ª ed. Trillas. México. 2009. Pp. 192-193
25. Louis, G. F., A. J. Lewis, and E. R. Peo. Feeding value of grain sorghum for the lactating sow. J. Anim. Sci. 1991:69:223–229.
26. Mitzner, K. C., F. G. Owen, and R. J. Grants. Comparison of sorghum and corn grains in early and midlactation diets for dairy cows. J. Dairy Sci. 1994:77:1044–1051.
27. Elkin, R. G., C. M. Parsons, X. Wang, Y. Zhang, and B. R. Hamaker.. In vivo assessment of the protein quality of two highly digestible sorghum genotypes as compared to normal sorghum and corn. Poult. Sci. 1996:75(Suppl. 1):35.
28. Oria, M. P., B. R. Hamaker, and J. M. Schull. 1995. In vitro protein digestibility of developing and mature sorghum grain in relation to α - β - γ -kafirin disulfide crosslinking. J. Cereal Sci. 22:85–93.
29. Campabadal C. Guía técnica para la alimentación de cerdos.2009. Ministerio de agricultura y ganadería. Costa Rica. Imprenta Nacional. Pp. 18-20.
30. Church D.C., Pond W.G.,Pond K.R. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2010. 2ª ed. México. Limusa Wiley. Pp.89,90,340-345,482-490.
31. Guilbert H., Bidanel P, Gruand J., Caritez J., Billon Y., Guillouet P., Lagant H., Noblet J., Sellier P. Genetic parameters for residual feed intake in growing pigs, with emphasis on genetic relationships with carcass and meat quality traits.2007. J Anim Sci. 85:3182-3188.

32. Bunter K.L, Cai W., Johnston D.J., Dekkers J.C.M. Selection to reduce residual feed intake in pigs produces a correlated response in juvenile insulin-like growth factor-I concentration.2010. J Anim Sci, 88:1973-1981.
33. Noblet J., van Milgen J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system.2004. J Anim Sci, 82 E229-E28.
34. Noblet J., Shi X. S., Dubois S. Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. 1994. J Anim Sci.72:648-657.
35. Partridge G. G., Bedford M.R., Enzymes in Farm Animal Nutrition. 2001., ed. CABI, Oxon, U.K. Pp 161–197.
36. Johnston S.L., Williams S.B.Southern L.L., Bidner T.D., Bunting L.D., Matthews L.O., Olcott B.M .Effect of phytase addition and dietary calcium and phosphorus levels on plasma metabolites and ileal and total-tract nutrient digestibility in pigs. 2004. J Anim Sci. 82:705-714.
37. Lida C.L. Shock C.C. El dilema del fósforo. Técnicas para la agricultura sostenible.2009 Oregon State University.1-5.
38. Cordell D, Drangert O.J, W. S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought.2009. Global Environmental Change. vol 19:292-305.
39. Jasinski M. Stephen. Phosphate rock. U.S geological survey mineral yearbook 2005. E.U.A. August 2006.
40. Kees de Lange, Martin Nyachoti, Birkett S. Manipulation of diets to minimize the contribution to enviromental pollution. Pork. Prod. 1999;10, 173-186.

41. Leo den Hartog, Reinder Sijtsma, Estrategias nutricionales para reducir la contaminación ambiental en la producción de cerdos. Contaminación ambiental en la producción porcina. XIII Curso de especialización FEDNA. Madrid abril 2007; abr,19-41.
42. Vaccari. A. D. Phosphorus a looming crisis. Scientific American, junio 2009.
43. Zapata F., Roy N. R. Utilización de la roca fosfórica para una agricultura sostenible.2007. Boletín FAO fertilizantes y nutrición vegetal num.13.Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.pp:11-14.
44. Rosso P.M. El mercado de los fertilizantes en México. 2011. Instituto Español de comercio exterior. Oficina Económica y Comercial de la embajada Española en México. Pp8-11. Disponible en:
<http://www.icex.es/icex/cma/contentTypes/common/records/viewDocument/0,,00.bin?doc=4550162>
45. Williams P.E.V, Kelly J.M. Animal production and pollution problems. en Thacker, P. A., Ed.). Livestock production for the 21st century: Priorities and research needs.1994 Department of animal and Poultry Science, University of Saskatchewan. Pp 159-186.
46. Low, G., Longland, A. Digestion of diets containing molassed or plain sugar-bett pulp by growing pigs Feed comp. 1990;10, 37-42.
47. Latimier, P., Pointilard, A., Courlouer, A., Lacroix, C.. Influence de l'incorporation de phytase microbienne dans les aliments, sur les performances, la resistance osseuse et les rejets phosphorés chez le porc charcutier. J. Rech. Porcine Fr. 1994 ;26, 107-116.

48. Poulsen. H.D., Jongbloed. A.W., Latimier. P., Fernandez., J.A. Phosphorus consumption, utilisation and losses in pig production in France. The Netherlands and Denmark. *Livest. Prod. Sci.* 1999;58, 251-259.
49. Jongbloend , A. W., Lenis, N.P. Alteration of nutrition as a means to reduce environmental pollution by pigs. *Livest. Prod. Sci.*1992;31, 75-94.
50. Brookes G. The E.U animal feed sector: protein ingredient use and implication of the ban on use of meat and bone meal.EU animal feed sector: the meat and bone meal. Jan 2001. Pp: 2-12.
51. Kalter J.R., Milligan A.R. Protein synthesis regulation in animals: Mayor economic implications.1986. *J Anim Sci.*1986:100-113.
52. United States Department of Agriculture. Soybean meal production by Country. 2011.Index mundi. Disponible en:
<http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=soybean-meal&graph=production>.
53. International Trade Center. Trade balance for flour and meals of oil seeds.2010.Trade map-international trade statistics. Disponible en:
http://www.trademap.org/tradestat/Country_SelProduct_TS.aspx
54. Sistema nacional de información e integración de mercados. Precio de ingredientes para la formulación de raciones.2012 Secretaria de economía. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>

55. Cubas. D, S.M F, A.T.1998. Sustitución de la harina de pescado por un subproducto de camal de aves en la alimentación de cerdos en etapa de acabado. Inv Pecuarias.vol 1998. 9:1
56. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. The montly price and update, the oilseeds desk of the Trade and Markets Division of FAO.2010. disponible en <http://www.fao.org/economic/est/publications/oilcrops-publications/monthly-price-and-policy-update/en/>
57. Dourmad.J.Y., Séve.B., Latimier, P., Boisien, S., Fernandez., Van de Peet-Schwering., Jongbloed. A.W. 1999. Nitrogen consumption, utilisation and losses in pig production in France, Netherlans and Denmark. Livest. Prod. Sci. 58:199-211.
58. Yin.I.Y., Baidoo S.K, Jin .L.Z., Liu G.Y, Schulze, Simmins.P.H. The effect of different carbohydrase and protease supplementation on apparent (ileal and overall) digestibility of nutrients of five hulls barley varieties in young pigs.2001. Livest. Prod. Sci. 71;2-3: 109-120.
59. King. R.H, Dunkin A.C. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. 1986. Anim. Prod. 43:319-502.
60. King. R.H, Williams I.H. 1984. The effect of nutrition on the reproductive performance of first-litter sows. Anim. Prod. 38:249-256.
61. Church D.C., Pond W.G., and Pond K.R., Fundamentos de nutrición y alimentación de animales.2003. 2a ed. Limusa, México.
62. Kriazakis I., Whittemore T.C.,Nutritional Value of proteins and amino acids in fedd stuffs for pigs. Whittemore´s Science and Practice of Pig Production. 3a ed. Blackwell Publishing. Oxford UK.1999 Pp:343-350.

63. Dourmad J.Y., Jondreville C. Impact of nutrition on nitrogen, phosphorus, Cu and Zn in pig manure, and on emissions of ammonia and odours.2007. Livest. Sci. 112(2007):192-198.
64. Joseph E. Stiglitz, Carl E Walsh.2009. Microeconomía. 4ª ed. Editorial Ariel. España.
65. Wonnacott P., Wonnacott R. Economía.1992.4a ed.Mc Graw Hill. España. Pp 493-499.
66. Trueta Santiago Rafael. Proyectos ganaderos teoría y práctica. Elaboración del proyecto. Editorial Manual moderno. México DF.2009.pp46-50, 70-72.
67. Herrera A. Costo beneficio de programas de control del control integral de infecciones. Memorias del XLV Congreso Nacional de AMVEC, A.C., Acapulco Guerrero. Agosto 2010. Pp35-45
68. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. Nutrient Requirements of the swine. National Academy of Science. E.U.A.1998..10 Ed. P.p 6-18.
69. Long H.F., W.S. Ju, L.G.P., Y.Y.K., Effect of energy dietary levels of gestating sows on physiological parameters and reproductive performance. 2010. Asian-aust J. Anim.Sci.vol.23 .8:1080-1088.
70. Kemme P.A., Jongbloed, A.W., Mroz. The effect of sow parity on digestibility of proximate components and minerals during lactation as influenced by diet and microbial phytase supplementation.1997. J. Anim. Sci. 75:2147-2153.

71. Nasir. Z., J. Broz, R.T.Z., The effects of supplementation of a novel bacterial 6-phytase on mineral digestibility and plasma in lactating sows.2012. J. Anim. Sci.vol. 90.4:116-118.
72. Torrallardona. D., Llaurodo. L., B.R., The supplementation of low Pdiets with 6-Phytase expressed in aspergillus orizae improves P digestibility in sows. 2012. J. Anim. Sci. Vol90. 4:104-106.
73. Pettigrew J.E, Tokach M.D., Metabolics influences on sow reproduction.1993. Pig News Inf. 14:69-72.
74. Mahan D.C., Mineral nutrition of the sow: a review.1990. J.Anim.Sci. vol68:573-582.
75. Mahan D.C., Fetter. A.W., Dietary calcium and phosphorus levels for reproduction sows. 1982.J. Anim.Sci. 54:50-309.
76. Harmon B.G., Liu. C.T., J.H.A., B.H.D., Phosphorus requeriments of sows during lactation and gestation.1974. J. Anim.Sci. 40:660-664.
77. Johnston., S.B.W., L.L.S.,T.D.B., L.D.B., J.O.M., B.M.O., Effect of phytase adition and dietary calcium andh phosphorus levels on plasma metabolities and ileal and total-tract nutrientdigestibility in pigs. 2004. J. Anim. Sci. 82:705-714.
78. Revell. D.K., Williams I.H., M.B.P., R.J.S. Body fattnes influences voluntary feed intake and live weight loss during lactation in primiparous sows.1994 J. Anim Sci 72:389.

79. Weldon W.C., A.J.T., O.A.M., L.J.K. Postpartum hypophagia in primiparous sows: I Effects of gestation feeding level on feed intake, feeding behavior, and plasmametabolite concentrations during lactation. 1991. J. Anim. Sci 72:387.
80. Hejazi R., D.J.A. Epidemiological investigation on femoral fractures in market pigs and the associated economic implications. 2009. Can. Vet. J. 50(5):516-518.
81. Kornegay E.T., N.R.T., T.N.M. Evaluation of dietary calcium and phosphorus for reproducing sows housed in total confinement on concrete or in dirt lots. 1973. J. Anim. Sci. 37:493.
82. Brendhemuhl J.H., Lewis A.J., E.R. 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.
83. Koehler D.D., El-Kandelgy S.M., S.C.G., P.J.R. Utilization of dietary lysine for milk protein synthesis in the sow. J. Anim. Sci. vol 74 suppl (1) pp:64.
84. Jonhston L.J., F.L.R., W.C.W., N.K.A., U.D.E. Relationship between body fat and postweaning interval to estrus in primiparous sows. 1989. J. Anim. Sci. 67:943.
85. Rodríguez Márquez, M.C., J.A.C. Dietary energy source on ovulation in swine. 1990. J. Anim. Sci 74:1307.
86. Clowes E.J., F.X Aherne., A.L.S., G.R.F., V.B.E. Parturition body size and body and protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first parity sows. 2003. J. Anim. Sci 81:1517-1528.

87. Willis H.J., L.J.Z., G.R.F. Duration of lactation, endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows.2003. J. Anim. Sci 81:2010-2012.
88. Harper A.F., K.E.T., S.C.T. Phytase supplementation of low phosphorus growing- finishing pigs diets improves performance, phosphorus digestibility, and bone mineralization and reduces phosphorus excretion. 1997. J. Anim. Sci. 75:3174-3186.
89. Simons C.P. V.J.A.H., J.W.A., K.A.P., S.P., B.D.K.,W.E.G.M., B.F.R., V.J.G. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. 1990. British. Jou. of Nut. 64:02; 525-540.
90. Johnston L.S., W.B.S., S.L.L., B. D.T., B.D.L., M.O.J., O.M.B. Effect of phytase addition and phosphorus levels on plasma metabolites and ileal and total- tract nutrient digestibility in pigs.2004. J. Anim. Sci. 82:705-714
91. Beaulieu D.A., N.H.W., F.J. P. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain- based diets.2009. J. Anim. Sci.87:965-976.
92. Dritz S.S., M.D.T., J.M.S.,G.D.R., N.L.J.D. Lowearing dietary phosphorus results in a loss carcass value but not decreasedgrowyh performance.2000. Swine Healt and Prod. Vol 8 num 3:121-124.
93. Mejía G. C.A, P.A., D. A., A.P., Q.H. Protein (lisyne) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotropic axis, and reproductive performance afterweaning.2002. J. Anim. Sci 80:3286-3300.
94. Prunier A.C., C.M., A.M.M., M.B. Metabolic and endocrine changes associated with undernutrition in the peripubertal gilt. 1993. J. Anim. Sci. 87:1887-1894.
95. Noblet J., J.Y.D., M.E. Energy utilization in pregnant and lactating sows: Modeling of energy requirements.1990. J. Anim.Sci. 68:562-572.

96. Khlebov, V., S. N. Some internal traits in purebred and crossbred pigs. 2001. Sinovodstvo No. 4, 9-11.
97. Corona R.L., C.H.R., M.M.M. Evaluación de la enzima proteasa en la alimentación de los cerdos.2009. Engormix. <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/nutricion/articulos/evaluacion-enzima-proteasa-alimentacion-t2457/141-p0.htm>.
98. Alpine M.C., O.J.C., P.F.V., O.V.J. The effect of protease and xylanase enzymes on growth performance and nutrient digestibility in finisher pigs.2012. J. Anim. Sci:90:4375-4377.
99. Chen. Y.H., L.A.J., M.S.P., Y.T.J. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing barrows and gilts.1999. J.Anim Sci. 77:3238-3247.
100. Chiba L., H.W.I., C.A.K.,B.G.A. Effects pf hidrolyzed feather meal as a source of extra dietary nitrogen on growyh performance and carcass traits of finisher pigs. 1995. Anim. Feed. Sci. Technol. 53:1-16.
101. Crister D.J., M.P.S., L.J.A. The effects of dietary protein concentration on compensatory growth in barrows and gilts.1995. J. Anim Sci. 73:3376-3383.
102. Yang H., P.E.J., J.J.L., S.C.G., W.D.R. Lactational and subsecunt reproductive responses of lactating sows to dietary lysine (protein) concentration.2000. J. Anim.Sci. 78:348-357.

103. Chen J.H., M.S.P., L.A. The effect of protein intake on growth performance, plasma urea concentration, liver weight, and arginase activity on finish barrows and gilts. 1998. J. Anim. Sci. 76 Sup. 2:61.
104. Stahly. T.S., C.G.L., M.J.H. Lactational responses of sows nursing large litter to dietary lysine levels. 1990. J. Anim. Sci. 68. Sup. 1:369.
105. Jhonhston J.L., P.E., R.W.J. Response of maternal line sows to dietary concentration during lactation. 1993. J. Anim. Sci. 71:2151-2156.
106. Richert. T.B., G.D.R., T.D.M., L.J.K., C.R.G., K.S., B.A.S. The effect of lysin and valine fed during lactation on sow and litter lactation performance. 1994. Kansas State Univ. Swine Day pp: 15-22.,
107. O'Grady , F.J., L.B.P., K.A.P., Voluntary feed intake by lactating sows. 1985. Lives. Prod. Sci. 12:355- 365.
108. Shields R.G., C.D.J.M., M.F.P. Effect of dietary gestation and lactation protein levels on reproductive performance and body composition of first litter female swine. 1985. J. Anim. Sci. 60:179-189.
109. Willis H.J., Z.J.L., F.R.G. Duration of lactation endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. 2003. J. Anim. Sci. 81:2088-2102.
110. Morales M.M.A., M.R.C., V.M.F.G., A.P.V., C.R.M., T.O.N., Digestibilidad ileal de los aminoacidos y comportamiento productivo de cerdos alimentados con dietas a base de trigo adicionados con una proteasa fungal. 1996. Colegio de posgraduados. Agrociencia. 35:512-522.

111. Pluzke J.R. Efecto de Allyzime Vegpro sobre la digestión de las proteínas vegetales en cerdos. 2000. Massey University Palmerson. 12:54-97.

112. Puaron J., H.G. Evaluación de Allyzime Vegpro en lechones de una granja comercial.1997. Alltech México 98-102.

113. Jongbloed W.A., L.P.N. Alteration of nutrition as a means to reduce enviromental pollution by pigs. 1992. Live. Prod. Sci. 31:75-94.