



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ESTIMULACIÓN DEL CONSUMO DE ALIMENTO
EN CERDAS LACTANTES MEDIANTE
EL USO DE DIFERENTES ADITIVOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

ADRIAN RODRÍGUEZ ALTAMIRANO

ASESORES:

ARTURO GERMÁN BORBOLLA SOSA
ERANDI TOLEDO GARCÍA



MÉXICO, DF

2012



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

Con profundo cariño y agradecimiento dedico este trabajo a mis padres Arturo y Maru por estar conmigo en todo momento.

A mis abuelos David y Meche y a mi hermano Ángel, por brindarme siempre su apoyo, cariño y consejos.

A Carla, por tu apoyo, comprensión y cariño incondicionales.

A todas las personas que me han honrado con su sincera amistad, con quienes he compartido innumerables experiencias a lo largo de la vida y para quienes guardo un profundo aprecio.

AGRADECIMIENTOS

A mí querida Universidad Nacional Autónoma de México con profundo apego y amor por mi formación profesional.

A mis padres por su apoyo, cariño y comprensión durante todos los momentos de mi vida y quienes son el ejemplo y la motivación para siempre salir adelante.

A mis abuelos a quienes debo en gran medida mi formación personal y de quienes atesoro su ejemplo, consejos y enseñanzas.

A mi hermano por el apoyo, paciencia y tolerancia eternos, así como su amistad, confianza y aprecio.

A Carla por darme aliento para continuar en momentos de frustración y en los que existió la posibilidad de cambiar el rumbo.

A mis Asesores: Dr. German Borbolla Sosa y MVZ, M. en C. Erandi Toledo García, por su paciencia y ayuda para la realización de esta tesis; y por su influencia, determinante en mi orientación hacia la producción porcina.

A mis profesores a quienes agradezco el aprendizaje desde las primeras letras hasta mi preparación Universitaria.

A la dirección de “*Grupo RLA*” por las facilidades otorgadas para la realización de esta tesis, así como permitir mi crecimiento profesional al continuar adquiriendo y desarrollando conocimientos y habilidades prácticas en producción porcina.

A los MVZ Rubén Flores Álvarez, Luis Vázquez Hernández y Marcos Magaña Lemus por las facilidades y su valiosa ayuda para la realización del experimento que dio origen a este trabajo.

A mis estimados amigos y compañeros de trabajo en la granja C-88 por toda su ayuda y cooperación en las actividades necesarias para este trabajo.

A las Dras. Frida Salmerón Sosa y Ma. Guadalupe Sánchez González por su apoyo en el análisis estadístico de los datos obtenidos.

A los miembros del Departamento de Medicina y Zootecnia de Cerdo por su amistad y las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	16
HIPÓTESIS.....	17
OBJETIVOS.....	18
MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
RESULTADOS.....	35
DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES.....	48
REFERENCIAS.....	49
ÍNDICE DE FIGURAS.....	57
ÍNDICE DE CUADROS.....	58

RESUMEN

RODRÍGUEZ ALTAMIRANO ADRIAN. Estimulación del consumo de alimento en cerdas lactantes mediante el uso de diferentes aditivos (bajo la dirección de: M.V.Z. M.Sc. Ph. D. Arturo Germán Borbolla Sosa y M.V.Z. M. en C. Erandi Toledo García).

Las condiciones intensivas de producción y el avance genético de la especie porcina han dado como resultado un bajo consumo de alimento y una consecuente deficiencia en el aporte nutricional de la cerda durante la lactancia. La implementación de estrategias de manejo y la adición de aditivos enfocados a incrementar el consumo de alimento de la cerda lactante, son imprácticos en granjas porcinas con producción intensiva. Los objetivos del presente estudio fueron evaluar diferentes aditivos y su efecto sobre el consumo de alimento de la cerda durante la lactancia. Noventa cerdas lactantes y sus camadas fueron seleccionadas y reacomodadas dentro de las 24 h pos-parto, de acuerdo al peso de nacimiento del lechón, formando camadas homogéneas de 11 lechones. Las cerdas y sus camadas fueron distribuidas en un diseño de bloques al azar en donde el factor de bloqueo fue el número de parto y asignadas a cinco tratamientos experimentales, los cuales consisten en aditivos de diferente origen con propiedades estimulantes del consumo (18 cerdas por tratamiento): Control (C; dieta base), fitogénico 1 (F1, 1 kg/ton); fitogénico 2 (F2, 1 kg/ton); fitogénico 3 (F3, 5 Kg/ton); plasma deshidratado (PL; 5kg/ton). La lactancia duró 26 días. Se observaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en la variable peso al destete, entre el tratamiento F3 (7.35 ± 0.24 kg) y los tratamientos F1 (5.69 ± 0.27 kg), F2 (5.57 ± 0.27 kg) y PL (5.65 ± 0.24 kg); por su parte el grupo C (6.85 ± 0.27 kg) y el tratamiento F3 (7.35 ± 0.24 kg) fueron estadísticamente similares; en la variable GDP también se observaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre el tratamiento

F3 (0.236 ± 0.007 kg/día) y los tratamientos F1 (0.176 ± 0.007 kg/día), F2 (0.178 ± 0.018 kg/día) y PL (0.182 ± 0.006 kg/día); el grupo C (0.008 kg/día) y F3 (0.236 ± 0.007 kg/día) fueron similares. Las variables: consumo de alimento, pérdida de grasa dorsal, pérdida de peso, intervalo de retorno a estro y mortalidad pre-destete, no mostraron diferencias estadísticas respecto al grupo control ($P > 0.05$).

INTRODUCCIÓN

La producción porcina a nivel mundial ha mantenido un aumento constante durante los últimos 5 años (USDA, 2012; **Cuadro 1**). Esta tendencia parece que continuará durante la siguiente década, debido a una disminución en el costo de producción, lo cual es el resultado de importantes mejoras en la eficiencia con la que se produce esta especie, aunado a un incremento en los precios del cerdo, generando mayores márgenes de ganancia a los productores, lo que permitirá el incremento continuo en la producción (SFA-SAGARPA, 2011). De acuerdo a las proyecciones del 2012, la demanda de carne de cerdo en los próximos años continuará en aumento, por lo que los productores deberán mejorar su eficiencia productiva para hacer frente a la mayor demanda de este importante alimento para el ser humano (USDA, 2012).

Cuadro 1. Producción y consumo de carne de cerdo
en el mundo (miles de toneladas; USDA, 2012).

Año	2008	2009	2010	2011	2012 (pronóstico)	2012 (real)
Producción	97,826	100,547	102,902	101,662	103,433	104,357
Consumo	97,934	100,398	102,684	101,286	102,898	103,780

En México, la producción porcina ocupa el tercer lugar de importancia en cuanto al volumen de producción, precedido por la avicultura y la producción de ganado bovino (SIAP-SAGARPA, 2011). Según datos del INEGI (2011), el inventario nacional de porcinos fue de 15,435,412 cabezas y se alcanzó una producción de carne en canal de 1,174,581 toneladas en el 2010.

El consumo nacional aparente de carne de cerdo en México ha mantenido tendencias a la alza, pasando de poco más de 1.6 millones de toneladas en 2005 a 1.9 millones de toneladas en 2010 (SAGARPA, 2010; DAEC-FIRA, 2010). El consejo mexicano de la carne en 2010, estimó que del total de consumo nacional aparente de carnes, el 22% corresponde a carne de cerdo (COMECARNE 2011).

El consumo *per cápita* de carne de cerdo en México durante los últimos cinco años se ha mantenido alrededor de 14.0 kg/año, esto la ubica en el tercer lugar en cuanto a su consumo, antecedida por los 27.5 kg de consumo *per cápita* de carne de pollo y los 17.1 kg de consumo *per cápita* de bovino (**Figura 1**); en México estas tres especies constituyen de manera principal el consumo *per cápita* de carnes en general, que es de 58.5 kg/año (SAGARPA, 2009).

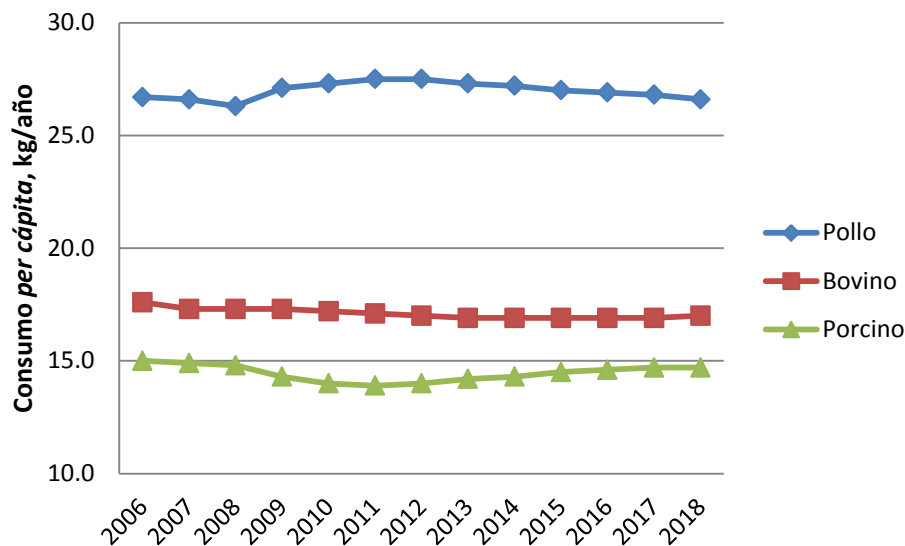


Figura 1. Consumo *per cápita* de carne por especie en México y proyección de su comportamiento (kg/año; SAGARPA, 2009).

De acuerdo a estimaciones gubernamentales (**Cuadro 2**), se espera que el inventario de cabezas de cerdos en México aumente a una tasa media anual de crecimiento del 1.03% durante el periodo comprendido del 2011 al 2020, aunado a esto, se prevé que la producción de carne en canal pase de 1.18 millones de toneladas en 2011 (INEGI 2011) a 1.42 millones de toneladas en 2020 (SFA-SAGARPA, 2011).

Cuadro 2. Perspectivas de producción y consumo de carne de cerdo en México 2011–2020, miles de toneladas (SFA-SAGARPA, 2011).

Año	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Producción	1,170.7	1,228.9	1,255.0	1,304.7	1,343.5	1,367.5	1,381.3	1,392.6	1,404.3	1,416.2
Importaciones	796.2	746.1	757.3	757.4	765.5	780.2	788.0	794.8	797.5	810.2
Oferta	1,966.9	1,974.9	2,012.3	2,062.1	2,109.0	2,147.7	2,169.3	2,187.4	2,201.8	2,226.4
Consumo	1,907.0	1,916.9	1,955.4	2,005.2	2,053.0	2,093.1	2,115.5	2,134.3	2,148.9	2,174.8
Exportaciones	60.0	58.0	57.0	57.0	56.0	55.0	54.0	53.0	53.0	52.0

El incremento estimado de la producción de carne de cerdo, no será suficiente para satisfacer la creciente demanda de productos de origen animal (**Figura 2**); esta situación obliga a los productores de cerdo a mejorar la eficiencia con la que se produce esta especie actualmente, incrementando la cantidad de cerdos de abasto producidos por granja, con el mismo número de madres e instalaciones (SAGARPA, 2011).

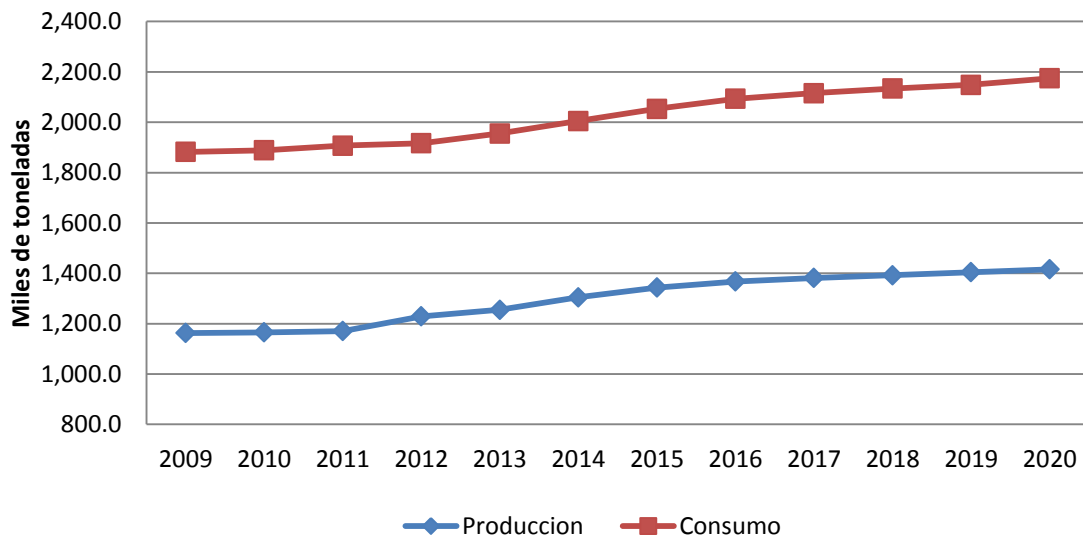


Figura 2. Estimación del futuro de la producción y el consumo de carne de cerdo en México (miles de toneladas; SAGARPA, 2011).

- Programas de selección genética en cerdos y sus efectos sobre el consumo de alimento.

Los especialistas en producción porcina han implementado diferentes estrategias para incrementar la eficiencia productiva de los cerdos bajo condiciones intensivas de producción. Entre las principales estrategias aplicadas en las últimas dos décadas se encuentran mejoras en manejo, sanidad, nutrición y programas genéticos (García *et al.*, 2004).

En el caso de la mejora genética, se han implementado programas de selección enfocados a mejorar los parámetros productivos y reproductivos de la especie porcina (Eissen *et al.*, 2000). Reproductivamente, el aumento en el número de lechones producidos por cerda al año, refleja el éxito de dicha estrategia (Bersgma *et al.*, 2008). En el caso de la producción, la reducción en el número de días necesarios para alcanzar el peso a mercado, aunado a una importante disminución en la deposición de grasa, así como la reducción en conversión alimenticia, son pruebas tangibles de los avances logrados mediante la aplicación de programas de selección genética (Whitemore, 1996).

Las anteriores, son las ventajas logradas por la selección de genes relacionados con el crecimiento y la reproducción. Sin embargo, existen desventajas asociadas con la implementación de estrategias genéticas encaminadas a aumentar la productividad de la especie porcina. Entre los principales cambios en el comportamiento natural del cerdo se observa una marcada disminución en su apetito (Schenkel *et al.*, 2010).

En el pasado, la gran capacidad de consumo de alimento de esta especie era la principal causa de la acumulación de grasa en su cuerpo (Hoque *et al.*, 2009). Sin embargo, la

continua selección de progenitores magros, con bajos índices de grasa corporal y por ende, mayor masa muscular, tuvo como resultado la selección de animales con menor apetito que la de sus contrapartes con mayores reservas grasas (Cai *et al.*, 2011). Este comportamiento neurofisiológico, a su vez se heredo a su progenie fijando esta característica en el cerdo criado actualmente (Suzuki *et al.*, 2009; Cameron *et al.*, 2002; Chen *et al.*, 2003). El apetito y capacidad de consumo de las especies productivas es una característica relevante ya que indicadores como la velocidad de crecimiento y la eficiencia productiva y reproductiva dependen de una ingesta adecuada de nutrientes (Boddicker *et al.*, 2011; Hoque *et al.*, 2009).

Un mayor número de lechones asociado a una incapacidad para ingerir una cantidad de alimento que satisfaga por completo sus requerimientos nutricionales en etapas clave como la lactancia, han conducido a que la cerda moderna pierda importantes cantidades de reservas corporales (tejido muscular y adiposo), debido a que son movilizados hacia la glándula mamaria activa, la cual demanda hasta el 90% de los nutrientes consumidos y movilizados por la cerda (Noblet y Etienne, 1987; Bergsma *et al.*, 2009 y Hoving *et al.*, 2010). Una vez descompuestas las biomoléculas en sus aminoácidos y ácidos grasos constituyentes son absorbidas y trasportadas en el torrente sanguíneo, para ser utilizados en funciones anabólicas encaminadas a la síntesis de los principales componentes de la leche (lactosa, albúminas y grasas lácteas) (Bergsma *et al.*, 2009).

Como consecuencia, la cerda pierde importantes cantidades de peso corporal, de hasta 18 % en el tejido graso y 16% de tejido muscular (Clowes *et al.* 2003). Esta pérdida tiene como objetivo fundamental el apoyar el crecimiento de sus crías para incrementar sus posibilidades de sobrevivencia, y con ello, preservar la especie. Sin embargo, se tiene un

límite el cual se alcanza cuando la cerda pone en riesgo su propia sobrevivencia, momento en el cual, su capacidad para producir leche disminuye notablemente, con la consecuente afectación de la camada (Eissen *et al.*, 2003; Hoving *et al.*, 2010 y Kruse *et al.*, 2011).

El inadecuado consumo de alimento en la cerda reproductora tiene consecuencias negativas sobre indicadores productivos como: la pérdida de peso durante la lactancia, la disminución del tamaño de camada subsecuente, incremento en el intervalo de destete a retorno a estro, y por lo tanto en la longevidad de la cerda, impactando de manera negativa en los parámetros productivos de la empresa porcina (Kruse *et al.*, 2011; Bergsma *et al.*, 2008).

El consumo de alimento en la cerda reproductora es determinante para mantener parámetros productivos apropiados en la granja, ya que es vital para mantener un peso corporal adecuado y mantener una actividad reproductiva apropiada durante su estancia en la pira reproductora (Bergsma *et al.*, 2009).

- Aditivos alimenticios estimulantes del consumo

En el cerdo, el consumo de alimento está influenciado por diferentes factores, por lo que su estimulación también presenta diversas vías, desde el uso de ingredientes como la melaza, hasta la inclusión de estimulantes de los centros de apetito para estimular el consumo de alimento (Eissen *et al.*, 2000).

Los estimulantes del consumo de alimento, se encuentran dentro del grupo de aditivos alimenticios. Estos productos son definidos como ingredientes no nutritivos que estimulan el crecimiento u otras funciones que mejoran la eficacia de la utilización del alimento o son benéficos para la salud o el metabolismo animal (Church, 2004). Dentro de los aditivos estimulantes del consumo existen alternativas, como son: el uso de extractos de vegetales y especias comunes, denominados productos fitogénicos (del griego "*phytón*": vegetal y "*genos*": origen) (Máthé, 2009), también llamados aceites esenciales (Burt, 2004).

Los aceites esenciales o fitogénicos, son compuestos químicos formados principalmente por carbono, hidrógeno y oxígeno. Los componentes aromáticos de los aceites esenciales se constituyen a partir de cadenas de hidrocarburos, siendo el precursor básico de muchos aceites esenciales una molécula de cinco carbonos llamada isopreno. Los principales grupos de componentes que se encuentran en los aceites esenciales son: a) alcoholes, b) aldehídos, c) esterres, d) éteres, e) cetonas, f) fenoles, g) terpenos. Cada uno de estos compuestos se pueden dividir en numerosos componentes más pequeños por ejemplo en mono-terpenos (C₁₀), di-terpenos (C₂₀) y sesquiterpenos (C₁₅) (Máthé, 2009).

Los aceites esenciales están contenidos en células secretoras especiales o en tejidos de plantas, por lo que deben ser aislados para su utilización, esto se logra de diversas maneras,

tales como: destilación por arrastre con vapor, extracción con solventes, absorción, presión y maceración. Los métodos de aislamiento influyen tanto en la cantidad y la calidad del aceite esencial obtenido (incluyendo la composición). Los principales métodos de obtención de aceites esenciales son: A) presión: utilizada generalmente con cítricos, donde los frutos o cascaras son prensados mecánicamente en frío obteniendo los aceites esenciales; B) destilación: el método más frecuentemente utilizado, la destilación por arrastre con vapor se para la obtención de aceites esenciales a partir de eucalipto y hojas de naranja agria. Otros métodos de destilación son la hidrodestilación de flores (por ejemplo rosa, jazmín o azahares) e hidro-difusión (donde el vapor de baja presión < 0.1 bar reemplaza los compuestos volátiles en las células vegetales); C) extracción: Este método se utiliza principalmente con flores que contienen cantidades muy pequeñas de aceites volátiles que someterse a la expresión o alta temperatura son fácilmente desnaturalizados; por lo que en su lugar, se utiliza un solvente como hexano o dióxido de carbono supercrítico se utiliza para extraer los aceites. (Okoh *et al.*, 2010; Máthé, 2009 y Benchaar *et al.*, 2008).

Los aceites esenciales o fitogénicos han sido utilizados en la alimentación animal, debido a que poseen efectos positivos sobre el consumo de alimento y la digestibilidad de los nutrientes, además de mostrar propiedades antioxidantes, desinflamatorias y antimicrobianas, actuando como promotores del crecimiento (Hua-wie *et al.*, 2011; Máthé, 2009; Allan y Bilkei, 2005).

Las propiedades de las especies vegetales de las cuales se obtienen los aceites esenciales o fitogénicos, tienen su origen en los compuestos químicos existentes en ellas y los cuales tienen efectos biológicos (**Cuadro 3**), dentro de estos compuestos se encuentran los

fitobióticos (fitogénicos con propiedades antimicrobianas), los cuales hacen atractiva su utilización como aditivos en nutrición animal (Máthé, 2009).

Cuadro 3. Número de compuestos químicos identificados en especies vegetales comunes con actividades biológicas conocidas (Máthé, 2009).

Nombre	Antioxidantes	Sedantes	Antidepresivos	Antivirales	Bactericidas
Laurel	3	5	-	5	-
Mostaza negra	4	-	-	4	5
Pimienta negra	4	7	-	-	14
Casia	3	-	-	3	3
Pimentón	9	7	7	6	8
Clavo	3	-	3	-	-
Cilantro	7	8	-	12	20
Comino	5	6	-	7	11
Ajo	9	5	5	5	13
Jengibre	6	11	5	6	17
Regaliz	10	6	-	8	20
Orégano	14	-	-	11	19
Semilla de amapola	3	-	5	-	-
Romero	12	6	-	10	19
Azafrán	2	-	-	-	-
Salvia	7	-	-	-	6
Ajonjolí	7	-	7	-	5
Tomillo	4	-	3	3	5
Cúrcuma	3	-	-	3	8
Vainilla	7	-	-	3	7

Los fitogénicos o aceites esenciales son considerados como saborizantes y mejoradores de la digestión (Hua-wei *et al.*, 2011; de Lange *et al.*, 2010; Máthé, 2009). De acuerdo con la legislación de la Unión Europea los compuestos fitogénicos se catalogan como elementos organolépticos o sensoriales, los cuales mejoran el aroma o el sabor de los alimentos (EC, 2003). Sin embargo un uso inadecuado o sobredosificación de estos productos, puede

generar cambios organolépticos indeseables (aroma y sabor) en detrimento del consumo de alimento (Burt, 2004).

La mejora de la digestión de los alimentos, causada por los fitogénicos, al parecer se basa en la estimulación de secreciones digestivas (Hua wei *et al.*, 2011), cambios en la morfología del tracto digestivo, que permiten una mejor absorción de nutrientes y la reducción en las oportunidades de adhesión de bacterias a la pared intestinal (Windisch *et al.*, 2009) y una disminución en la población microbiana intestinal debido a propiedades antibacterianas y antivirales (Brenes y Roura, 2010).

Un ingrediente no considerado como aditivo y que por 20 años se ha utilizado como estimulante del consumo en el cerdo es, es el plasma animal deshidratado y pulverizado (plasma animal). El plasma animal es un ingrediente utilizado en la alimentación de cerdos, generalmente en la etapa de destete con el objetivo de estimular el consumo de alimento y mejorar los parámetros de conversión alimenticia y velocidad de crecimiento (Pujols *et al.*, 2011; de Lange *et al.*, 2010; King *et al.*, 2008; van Dijk *et al.*, 2001). Además, el plasma animal adicionado en la dieta, ha mostrado estimular efectos inmunológicos benéficos en diversas especies como cerdos y ratas, por ejemplo la desinflamación de la mucosa intestinal y el desarrollo de una barrera inespecífica de defensa más efectiva del epitelio intestinal (Crenshaw *et al.*, 2007).

El plasma animal, es obtenido como un subproducto de las plantas de sacrificio o rastros, donde se agrega un anticoagulante (regularmente citrato de sodio) a la sangre para posteriormente separar el plasma de la fracción celular mediante centrifugación. A continuación el plasma es deshidratado por la exposición a aire caliente (> 200 °C), y

pulverizado (van Dijk *et al.*, 2001; Pujols *et al.*, 2011). La temperatura utilizada para la deshidratación del plasma reduce significativamente el riesgo de la presencia de patógenos y la transmisión de enfermedades en el producto final. En la mayoría de los casos la sangre proveniente de cerdos y bovinos es mezclada, dando origen al producto que comercialmente se utiliza en la actualidad (Pujols *et al.*, 2011).

- Consecuencias del aumento en el consumo de alimento de la cerda lactante

En la cerda lactante, la adición de aditivos como productos fitogénicos o ingredientes como el plasma animal busca la estimulación del apetito para satisfacer las demandas de nutrientes de la cerda y de la camada a través de la producción de leche. Un mayor consumo de alimento disminuye el desgaste corporal de la hembra y mejora la producción láctea y con ello los parámetros productivos. El menor desgaste a pesar de una mayor producción de leche, disminuye la tasa de desecho (longevidad productiva) de la cerda reproductora, mejorando consecuentemente la eficiencia de la explotación (Máthé, 2009; Allan y Bilkei, 2005).

Además, una mayor ingesta de alimento en la cerda lactante, tiene como consecuencia mejoras en importantes parámetros productivos y reproductivos, como: intervalo destete - retorno a estro; intervalo destete - servicio efectivo; peso de la camada al destete y tamaño de la siguiente camada. Esta mayor eficiencia en estos parámetros parece deberse a que no hay una excesiva pérdida de reservas corporales para la síntesis láctea (Koketsu, 1997).

Contrariamente, cuando el consumo de alimento de la cerda lactante es inadecuado, existe una excesiva disminución y movilización de las reservas corporales de la cerda, lo que

predispone a varias afecciones de diversa índole como: lesiones podales, abrasiones y úlceras en hombros; así como, la interrupción de la función ovárica, siendo esta última y las lesiones articulares, las principales causas de desecho en cerdas reproductoras en granjas (Knauer *et al.*, 2007).

JUSTIFICACIÓN

La necesidad de solucionar problemas asociados al bajo consumo de alimento de la cerda durante la lactancia, como lo son: el desgaste corporal de la cerda lactante, evidenciado por la pérdida de peso y del espesor de grasa dorsal; el incremento en días de retorno a estro; el bajo peso de la camada al destete y el porcentaje de mortalidad pre-destete, obliga a buscar alternativas de producción para contrarrestar estos efectos negativos. La estimulación del consumo de alimento a través de la inclusión de aditivos e ingredientes en la dieta, parece ser una estrategia viable para reducir los problemas asociados con el bajo consumo de la cerda lactante. El propósito de este estudio, por lo tanto, fue el de evaluar el efecto de diferentes aditivos e ingredientes desarrollados para incrementar el consumo de alimento en la cerda lactante, y su repercusión en la camada bajo las condiciones de una granja comercial en el Estado de Jalisco, México.

HIPÓTESIS

1. La inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma animal, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes aumentará el consumo de alimento durante el periodo de lactancia.
2. La inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma deshidratado, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes disminuirá la pérdida de peso corporal y la pérdida de grasa dorsal de la cerda durante la lactancia; y disminuirá el intervalo de días de retorna a estro.
3. La inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma animal, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes aumentará el peso promedio de la camada al destete, la ganancia diaria de peso y la mortalidad pre-destete.

OBJETIVOS

1. Evaluar el efecto de la inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma deshidratado, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes sobre la cantidad de alimento consumido.
2. Evaluar el efecto de la inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma deshidratado, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes sobre la pérdida de peso, disminución del espesor de grasa dorsal durante la lactancia y el intervalo destete - estro.
3. Determinar el efecto de la inclusión de aditivos comerciales estimulantes del apetito, basados en extractos vegetales; o plasma deshidratado, en cuatro diferentes dietas para cerdas lactantes sobre el peso de la camada al destete, la GDP y la mortalidad pre-destete.

MATERIALES Y MÉTODOS

- Ubicación

El presente trabajo se realizó en una granja comercial ubicada en localidad Ciénega de Galvanés, Municipio de Jesús María, Edo de Jalisco (**Figura 3**). El municipio se localiza al extremo oriente del estado de Jalisco, limita al norte y noroeste con Arandas; al sur y sureste con Degollado; al este con Manuel Doblado, Guanajuato; y al suroeste con Ayotlán, cuenta con una superficie de 569.88 kilómetros cuadrados (**H. Ayuntamiento de Jesús María Jalisco, 2005**). La localidad de la Ciénega de Galvanés se encuentra situada en el km 27 de la carretera Federal No. 37, en el tramo “La Piedad–Manuel Doblado”, se localiza a una altura de 1881 metros sobre el nivel del mar, sus coordenadas geográficas son Longitud: 20° 34' 30", Latitud: -101° 58' 12"; su clima se clasifica como semiseco y semicálido, el poblado cuenta con una población de 54 hombres y 60 mujeres (**INEGI 2010**).



Figura 3. Localidad de La Ciénega de Galvanés, Jalisco, México.

El estudio se realizó en una granja de ciclo completo con 400 vientres, la cual funciona bajo un sistema de producción intensiva, con un promedio de 18 a 20 partos por semana. La granja cuenta con siete salas de maternidad, de las cuales cuatro tienen capacidad para 18 cerdas y tres pueden alojar hasta 15 cerdas. Cada sala esta equipada con jaulas individuales ajustables de 179 a 187 cm de largo, 99 cm de altura y 90 cm de ancho. La jaula cuenta con barreras salva lechones, bebedero tipo chupón y comedero tipo canoa de acero inoxidable, están equipadas con fuentes de calor infrarrojas y tapetes de hule laterales para proveer un área de confort térmico a los lechones (**Figura 4**).



Figura 4. Instalaciones usadas en este estudio.

- Animales

Noventa cerdas reproductoras (Landrace x Yorkshire; Genetiporc, Canadá) y sus camadas (**Figura 5**) fueron utilizadas en el presente estudio. Las cerdas se organizaron en bloques de acuerdo al número de parto y fueron asignadas al azar en uno de cinco tratamientos experimentales (n = 18 cerdas / tratamiento).



Figura 5. Tipo de cerdas empleadas en el estudio.

Las camadas fueron reacomodadas dentro de las 24 hrs posteriores al parto de acuerdo al peso del lechón al nacimiento, procurando formar camadas homogéneas de 11 lechones. Los lechones más pesados y los más ligeros fueron colocados en camadas que no participaron en este estudio. Todos los lechones recibieron el manejo estándar de la granja desde el día del parto y hasta el destete (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Protocolo de manejos del lechón en granja durante la lactancia.

Días de vida	Procedimiento	Producto
1	Secado del lechón	Fibra secante
	Retiro manual de membranas fetales	---
	Ligado de cordón umbilical	---
	Desinfección de cordón umbilical	Oxitetraciclina spray
	Descolmillado	---
	Pesaje del lechón	---
3	Aplicación de coccidiostato	Toltrazuril 5%
5	Aplicación de hierro	Hierro dextrán (200mg)
7	Castración	---
	Aplicación de antibiótico	Amoxicilina 150 mg, gentamicina 40 mg
26	Destete	---

- Dietas y alimentación

La dieta base (**Cuadro 5**) fue formulada calculando un aporte energético de 3,320 Kcal/ EM/ kg MS y un aporte proteico de 19% PC, cubriendo las necesidades nutrimentales correspondientes a la etapa de lactancia (NRC, 1998).

Cuadro 5. Aporte nutricional calculado de la dieta de lactancia empleada.

Nutriente	Unidades	Aporte
Proteína	g/kg	19.15
Fibra	g/kg	37.21
Energía ME	Kcal	3,319.67
EE	g/kg	22.08
Lactosa	g/kg	0.00
Calcio	g/kg	8.80
Fosforo T	g/kg	7.71
Fosforo D	g/kg	4.30
Lisina	g/kg	10.74
Metionina	g/kg	3.13
Met + Cist	g/kg	6.40
Triptofano	g/kg	2.59
Treonina	g/kg	7.54
Isoleucina	g/kg	8.72
Arginina	g/kg	12.87
Valina	g/kg	9.59
Lisina digestible	g/kg	9.33
Metionina digestible	g/kg	2.82
Met + Cist digestible	g/kg	5.55
Triptofano digestible	g/kg	2.22
Treonina digestible	g/kg	6.38
Isoleucina digestible	g/kg	7.50
Arginina digestible	g/kg	10.65
Valina digestible	g/kg	7.15
Lisina/Mcal EM		3.11
Sodio	g/kg	2.50
Potasio	g/kg	8.90
Hierro	mg/kg	262.24
Cobre	mg/kg	40.60
Zinc	mg/kg	240.70
Colina ADI	mg/kg	558.00
Vit A	UI/kg	15,461.98
Vit D	UI/kg	2,242.02
Vit E	UI/kg	92.24
Vit B12	µg/kg	35.03
Vit B2	mg/kg	16.10
Ácido pantoténico	mg/kg	49.63
Niacina	mg/kg	85.76
Biotina	mg/kg	0.84
Acido Fólico	mg/kg	8.85

- Tratamientos

Los tratamientos experimentales consistieron en la inclusión de diferentes aditivos estimulantes del consumo de alimento a la dieta base siguiendo las especificaciones de cada fabricante en cuanto a la dosificación. El estudio estuvo formado por cinco tratamientos:

- A) Grupo control (C), dieta base de lactancia.
- B) Fitogénico 1 (F1), dieta base de lactancia adicionada con un aditivo comercial en polvo a base de aceites esenciales obtenidos del orégano (*Origanum vulgare*), anís (*Pimpinella anisum*), cáscaras de cítricos y fructooligosacáridos obtenidos de achicoria (*Cichorium intybus*) (BIOMIN P.E.P. 1000®).
- C) Fitogénico 2 (F2), dieta base de lactancia adicionada con un aditivo comercial en polvo a base de extractos de anís estrella (*Ilicum verum*), sábila (*Aloe vera*), pasionaria (*Passiflora sp.*), perejil (*Petroselinum sativum*), cebolla (*Allium cepa*), romero (*Rosmarinus officinalis*), avena (*Avena sativa*), yuca (*Yucca schidigera*), árnica (*Arnica longifolia*), crisantemo (*Chrysanthemum cinerariaefolium*), alcachofa (*Cynara scolymus*), somatotropina y extracto hipofisario (FORTIMAX®).
- D) Plasma animal (PL), dieta base de lactancia adicionada de plasma animal adicionado como aderezo a la ración.
- E) Fitogénico 3 (F3), dieta base de lactancia adicionada con un aditivo comercial en polvo a base de extractos naturales de plantas de la familia *Papaveraceae* (amapolas), incluyendo: celidonia mayor (*Chelidonium maius*), sanguinaria (*Sanguinaria canadensis*), amapola de penacho (*Macleaya cordata*) y la pluma de coral Kelway (*Macleaya microcarpa*) (Prisma Jet®).

Las dosis de inclusión para cada uno de los tratamientos siguieron las indicaciones de los fabricantes con excepción del plasma animal, el cual fue adicionado a una dosis seleccionada por experiencias de campo. En los tratamietos B y Cla dosis fue de 1 kg/ton; mientras que en los tratamientos D y E la dosis por tonelada fue de 5 kg.

Las dietas con los diferentes tratamientos fueron ofrecidas en tres tomas con los siguientes horarios: 7:00, 11:00 y 15:00 hrs. El consumo de alimento fue limitado los primeros tres días posparto, ofreciendo 1 kg el primer día, 2 kg el segundo día y 3 kg el tercer día, a partir del cuarto día se ofreció alimento a saciedad.

Los lechones de cada camada usada en el presente estudio recibieron alimento pre-iniciador comercial (fase 0), desde el día 10 hasta el destete (140 g/día) (**Cuadro 6**).

Cuadro 6. Aporte nutricional calculado en el alimento pre-iniciador.

Nutriente	Unidades	Aporte
E. Met.	Kcal	3600
Proteína	g/kg	22
Lisina	g/kg	1.7
Lactosa	g/kg	18 - 25
Calcio	g/kg	0.9
Fósforo Disponible	g/kg	0.6

- Consumo de alimento

El consumo de alimento durante el periodo experimental fue medido de manera diaria, registrando el alimento adicionado, al cual se le agrego 40% de agua (P/V) para estimular el consumo de alimento. Una hora después de servir cada ración se estimuló a las cerdas a levantarse para incentivar su consumo de alimento, transcurrido ese tiempo de consumo se recolectó el alimento rechazado, se escurrió el exceso de agua y se almacenó en una bolsa plástica identificando cada una con el número de sala y de jaula, además de la fecha de colección. El alimento rechazado y recolectado de un día fue secado mediante exposición directa al sol en tres periodos de 8 hrs (24 hrs en total) para después ser pesado y registrado.

(Figura 6).



Figura 6. Alimento rechazado colocado al sol para su deshidratación.

Finalmente el consumo de alimento de las cerdas en estudio se calculó sumando el peso del alimento ofrecido en cada ración y restando el peso del alimento rechazado mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo diario} = (\text{Alimento ración } 7:00 \text{ hrs (kg)} + \text{alimento ración } 11:00 \text{ hrs (kg)} + \text{alimento ración } 15:00 \text{ hrs (kg)}) - (\text{Alimento rechazado y secado al sol durante el día, kg})$$

El alimento rechazado y el alimento ofrecido fueron pesados en una báscula mecánica de banco (**Figura 7**) con capacidad de 160 kg (Torino®); y registrados diariamente a las 18:00 hrs. Al final de la lactancia se sumaron los consumos diarios de alimento durante los 26 días de la duración del estudio, este dato represento el consumo de alimento total.



Figura 7. Pesaje de alimento rechazado.

- Condición corporal de la cerda

La condición corporal de las cerdas se evaluó a través de dos indicadores:

- 1) Espesor de la grasa dorsal en el punto P-2 (6.5 cm de la línea media a la altura de la última costilla).
- 2) Pérdida de peso durante la lactancia.

La medición del espesor de grasa dorsal se realizó utilizando la técnica de ultrasonografía (RENCO Lean Metter®; **Figura 8**). Este parámetro fue medido el día anterior a la fecha probable de parto y los días 7, 14 y 26 de lactancia. El punto P-2 fue marcado con tinta indeleble para garantizar que la medición se realizó siempre en el mismo sitio. La medición se realizó a ambos lados de la línea media, por lo que los dos valores se promediaron para obtener el dato utilizado para el análisis:

$$\text{Espesor de grasa dorsal} = [(\text{medición lado izquierdo} + \text{medición lado derecho}) / 2]$$



Figura 8. Equipo de ultrasonido Renco Lean Metter®.

La cantidad de peso perdido durante la lactancia fue obtenido el peso al parto (**Figura 9**), para lo cual se realizó el pesaje de las cerdas 2 días antes del parto, este peso fue registrado, así como el peso de la camada y los lechones nacidos totales, para estimar el peso al parto se usó la fórmula (Cuarón y col., 2007):

$$\text{Peso al parto} = -5.39 + (0.975 * \text{Peso de ingreso}) - (1.281 * \text{peso de la camada}) + (0.962 * \text{nacidos totales})$$

El peso perdido durante la lactancia se obtuvo utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso perdido (\%)} = [((\text{peso al destete} - \text{peso al parto}) * 100) / \text{peso al parto}]$$



Figura 9. Pesaje de las cerdas a la entrada a la sala de maternidad.

- Intervalo destete - retorno a estro

A partir del tercer día posdestete se revisó constantemente la presencia de signos de estro, mediante la exposición a un macho celador y a la presión del área lumbar (**Figura 10**). Una cerda positiva a estro se identificó cuando con la presencia del macho permanecía inmóvil, en silencio, con las orejas elevadas, en lordosis y con signos visibles en vulva (eritematosis y edema). Estas revisiones se realizaron dos veces por día a las 7:00 y a las 16:00 hrs. y se registró el momento en que estos signos fueron evidentes, e iniciar el protocolo de inseminación artificial (0, 24 y 36 hrs posteriores a la aparición del estro).



Figura 10. Detección de estro pos-destete.

- Peso de la camada al nacer y reacomodo

Los lechones fueron pesados al nacer y reacomodados de acuerdo a su peso durante las primeras 12 horas posteriores al parto (**Figura 11**), manteniendo camadas homogéneas de 11 lechones y de pesos similares entre las cerdas del estudio. Los cerdos de mayor peso y los más ligeros fueron retirados de las camadas en estudio y enviados a otras cerdas que no participaron en el estudio.

El peso al nacer fue registrado y utilizado para conocer la ganancia de peso del lechón durante la lactancia.



Figura 11. Camadas reagrupadas al nacimiento.

- Peso de la camada al destete

Al día 26 los lechones fueron separados de la madre y el periodo experimental terminó. En este momento, los lechones se pesaron individualmente con ayuda de una báscula mecánica de banco (Torino®) de 160 kg de capacidad (**Figura 12 a y b**). El peso promedio de la

camada fue calculado sumando el peso de cada lechón y dividiéndolo entre el número total de lechones de la camada.

Para estimar el efecto sobre la producción de leche en la cerda, se calculó la Ganancia Diaria de Peso (GDP) de la camada, para lo cual se restó el peso promedio al nacimiento al peso promedio al destete dividiendo este resultado entre los 26 días de lactancia.

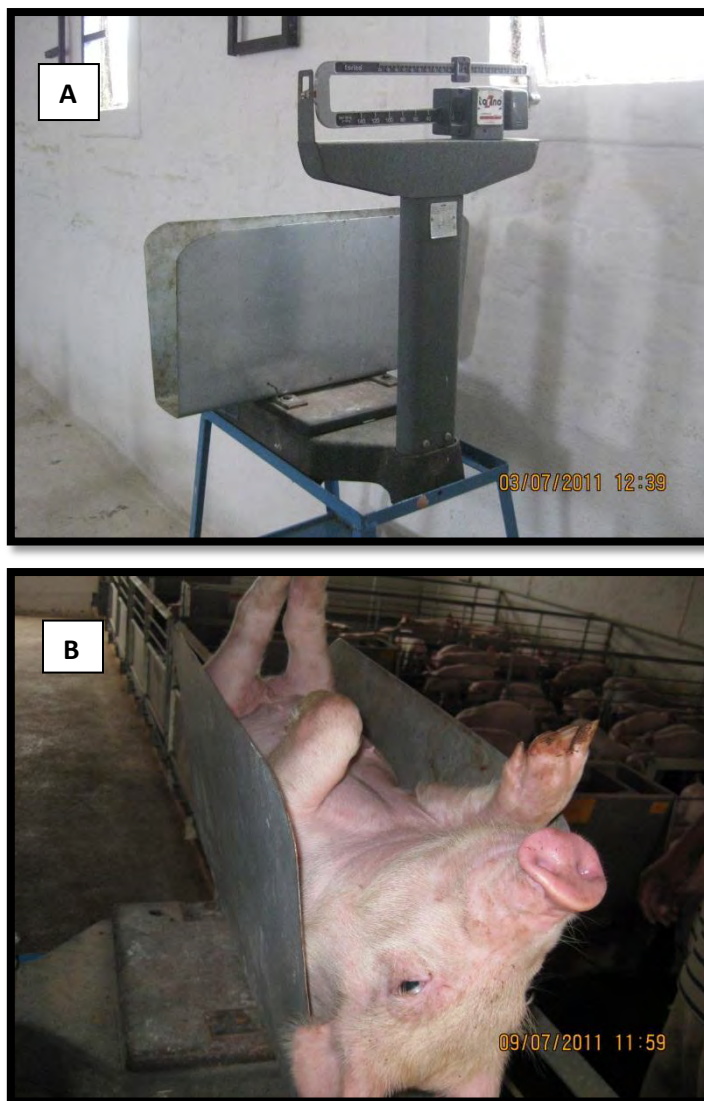


Figura 12. A) Báscula utilizada para el pesaje de lechones (Torino®).

B) Pesaje de los lechones al momento del destete.

- Porcentaje de mortalidad predestete

El porcentaje de mortalidad predestete se midió con base en el tamaño de camada después del reacomodo, es decir, el número de lechones reacomodados fue considerado el 100% (independientemente del número de lechones nacidos vivos), cada muerte de un lechón fue registrada, anotando el día, la camada a la que perteneció y la causa de muerte (**Figura 13**).

Para el cálculo de mortalidad pre-destete se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ mortalidad pre-destete} = (\text{Número de lechones muertos en lactancia} * 100) / \text{Número de lechones reacomodados}$$



Figura 13. Lechón aplastado durante el primer día de vida.

- Análisis estadístico

Las variables: consumo de alimento, porcentaje de peso perdido, pérdida de grasa dorsal, días de retorno a estro, peso de la camada al nacer, peso de la camada al destete, GDP y porcentaje de mortalidad pre-destete, fueron analizadas mediante un modelo de bloques al azar, donde el factor de bloqueo fue el número de parto, conformado por cinco tratamientos con 18 repeticiones cada uno. El nivel de significancia se estableció en $P < 0.05$, y el modelo estadístico usado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b; \text{ donde:}$$

Y_{ij} = variable de respuesta

μ = media general

τ_i = efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = efecto del j-ésimo bloque

ϵ_{ij} = error aleatorio experimental en el i-esimo tratamiento y en la j-esima observación.

La diferencia entre medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($P < 0.05$).

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SPSS© 20.0.

RESULTADOS

- Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento de las cerdas lactantes

El consumo total de alimento en lactancia, porcentaje de peso corporal perdido en lactancia, la pérdida de grasa dorsal y días de retorno a estro posdestete fueron similares ($P > 0.05$) para todos los tratamientos (**Cuadro 7**). Sin embargo, el consumo total de alimento durante lactancia de las cerdas bajo el tratamiento F3 fue 8.81% mayor que el grupo control (127.6 kg vs 117.22 kg; para tratamiento F3 y control, respectivamente) lo que repercutió en una menor pérdida de peso para las cerdas del tratamiento F3 en comparación con el resto de los tratamientos experimentales (**Cuadro 7** y **Figura 14**). En este estudio se observó que el tratamiento F3 consumo 8%, 15%, 18% y 19% más alimento respecto a los tratamientos control, F1, F2 y PL (127.6 kg vs 117.2 kg, 108.2 kg, 104.3 kg y 102.8 kg, respectivamente) (**Figura 14**) Obviamente el mismo patrón de consumo total fue seguido por la variable de consumo diario promedio.

Cuadro 7. Relación del consumo de alimento y la pérdida de peso, grasa dorsal y días de retorno a estro durante la lactancia de las cerdas en tratamiento.

Variable	Control	F1	F2	PL	F3	P
Alimento consumido total, kg	117.22 ± 5.77	108.17 ± 5.91	104.27 ± 5.67	102.80 ± 5.11	127.55 ± 5.42	.429
Consumo diario promedio, kg	5.02 ± 0.23	4.84 ± 0.28	4.70 ± 0.44	4.68 ± 0.30	5.28 ± 0.12	.589
Perdida de peso en lactancia, %	6.18 ± 0.91	8.16 ± 1.41	8.63 ± 1.42	11.24 ± 1.72	3.89 ± 0.45	.463
Perdida de grasa dorsal en lactancia, mm	2.54 ± 0.33	1.75 ± 0.25	2.00 ± 0.36	2.00 ± 0.21	2.58 ± 0.41	.330
Retorno a estro, d	5.22 ± 0.38	4.11 ± 0.11	4.20 ± 0.29	4.78 ± 0.28	5.50 ± 0.51	.446

Control (dieta base), F1: fitogénico 1 (1 kg/ton); F2: fitogénico 2 (1 kg/ton); F3: fitogénico 3 (5 kg/ton); PL: plasma deshidratado (5 kg/ton)

La pérdida de peso de las cerdas lactantes en los diferentes tratamientos experimentales se presenta en el cuadro 7. Las cerdas que recibieron el tratamiento F3 mostraron la menor pérdida de peso respecto al resto de los aditivos evaluados. El grupo F3 tuvo una pérdida que fue 37% inferior respecto al resto al grupo de animales que recibieron la dieta control (3.89 vs 6.18% para grupos F3 y control, respectivamente). La pérdida de peso de los animales que consumieron las dietas F1, F2 y PL fue considerablemente mayor ($P > 0.05$) respecto al registrado en el tratamiento F3; dicha diferencia fue de 110%, 122% y 189% superior respecto a la pérdida de las cerdas que consumieron la dieta F3.

La movilización de grasa dorsal durante la lactancia es un indicador de la incapacidad de la cerda para satisfacer la demanda de nutrientes de la glándula mamaria a través del consumo. Durante el periodo experimental las cerdas del grupo control y del F3 perdieron más grasa respecto al resto de los tratamientos experimentales. El tratamiento F1 presentó la menor pérdida de todos los grupos, la cual fue casi un 40% inferior al valor observado en los grupos control y F3; y 13% inferior respecto a los tratamientos F2 y PL (**Cuadro 7**).

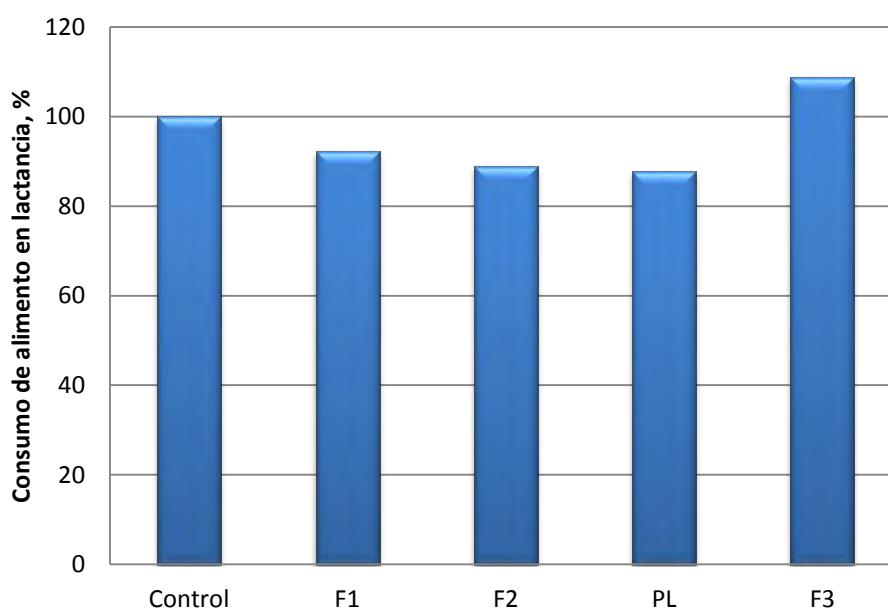


Figura 14. Comparación en porcentaje de alimento total consumido durante la lactancia entre grupo control y tratamientos.

El retorno al estro no pareció ser fuertemente afectado por la adición de aditivos destinados a estimular el consumo de alimento. Las cerdas que mostraron un retorno a estro más tardío fueron aquellas que recibieron las dietas con los tratamientos control y F3. Los tratamientos F1, F2 y PL tuvieron retornos a estro muy similares entre sí, y no muy diferentes al resto (**Cuadro 7**).

- Efecto de los tratamientos sobre el comportamiento productivo de la camada

El peso promedio de los lechones después del reacomodo, su ganancia diaria de peso y la mortalidad predestete se muestran en el cuadro 8. El mayor consumo de alimento de la madre se traduce en una mayor producción de leche, la cual incrementa el rendimiento y los principales parámetros productivos de la camada.

Cuadro 8. Relación del tratamiento con peso promedio del lechón al destete, ganancia diaria de peso y mortalidad pre-destete.

Variable	Control	F1	F2	PL	F3	P
Peso promedio al reacomodo, kg	1.69 ± 0.03	1.54 ± 0.05	1.3 ± 0.04	1.31 ± 0.05	1.57 ± 0.04	0.126
Peso promedio al destete, kg	6.85 ± 0.265 ^{A,B}	5.69 ± 0.265 ^A	5.57 ± 0.265 ^A	5.65 ± 0.237 ^A	7.35 ± 0.237 ^B	0.003
GDP, g	216 ± 8 ^{A,B}	176 ± 7 ^A	178 ± 18 ^A	182 ± 6 ^A	236 ± 7 ^B	0.006
Mortalidad predestete, %	16.2 ± 2.26	14.6 ± 2.64	20.2 ± 5.53	7.9 ± 4.31	11.7 ± 3.35	0.521

Control (dieta base), F1: fitogénico 1 (1 kg/ton); F2: fitogénico 2 (1 kg/ton); F3: fitogénico 3 (5 kg/ton); PL: plasma deshidratado (5 kg/ton).

GDP: Ganancia Diaria de peso.

Las medias dentro de la misma fila con letras distintas difieren significativamente (P < 0.05).

El peso promedio de la camada después del reacomodo se presenta en el cuadro 8. No se detectaron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos respecto al peso de las camadas con el que el estudio inició.

Al destete las camadas que recibieron el aditivo F3 tuvieron un peso al destete superior (P < 0.05), al de las camadas provenientes de cerdas que recibieron los tratamientos F1, F2, y

PL; y mejor ($P > 0.05$) al observado en el grupo control (7.35 vs 6.85, 5.69, 5.57 y 5.65 kg; para tratamientos F3, control, F1, F2 y PL, respectivamente).

La ganancia de peso individual desde el reacomodo y hasta el destete fue de 305, 270, 328, 331 y 368%; para los tratamientos control, F1, F2, PL y F3, respectivamente. Consecuentemente la GDP fue mayor para los lechones criados con las cerdas que recibieron el tratamiento F3, crecimiento que fue diferente ($P < 0.05$) respecto a los lechones de los tratamientos F1, F2 y PL. Este parámetro no fue estadísticamente diferente entre el grupo F3 y control (**Cuadro 8**); sin embargo, la diferencia matemática a favor del primero fue de 20 g ó casi 5% respecto a la GDP del grupo control.

La mortalidad predestete también registró importantes diferencias entre los diferentes tratamientos, aunque ninguna de estas fue estadísticamente diferente. La mayor mortalidad registrada durante el estudio, fue la correspondiente al tratamiento F2, valor que fue 20, 28, 39 y 58% superior respecto a los tratamientos control, F1, PL, y F3, respectivamente (**Figura 15** y **Cuadro 8**). La menor mortalidad de los lechones se observó en los alimentados por madres que recibieron plasma animal en la dieta (**Figura 15** y **Cuadro 8**).

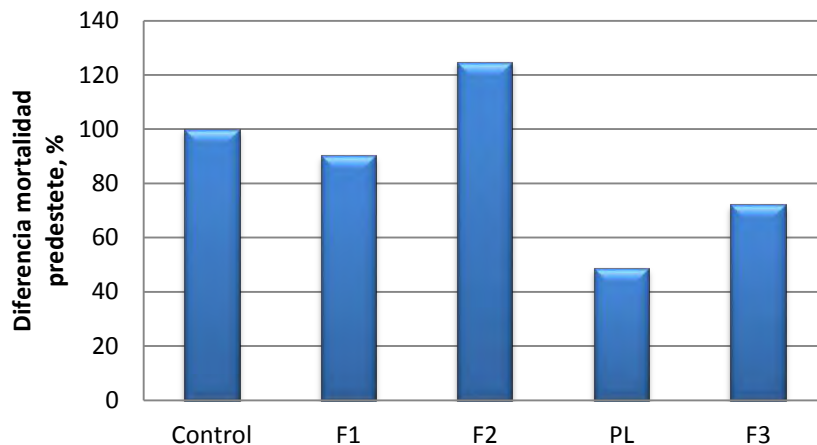


Figura 15. Comparación en porcentaje de mortalidad predestete entre grupos.

DISCUSIÓN

- Consumo de alimento de la cerda durante la lactancia

En el presente estudio no se observaron diferencias estadísticas en el consumo de alimento ($P > 0.05$) entre el grupo control y los tratamientos F1, F2, PL y F3 (5.02 ± 0.23 kg/día; 4.84 ± 0.28 kg/día; 4.70 ± 0.44 kg/día; 4.68 ± 0.30 kg/día; 5.28 ± 0.12 kg/día; respectivamente), estos resultados coinciden con los reportados por Hernández (2008), que en un estudio similar no obtuvo diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en el consumo de alimento diario de cerdas en lactancia entre un grupo control alimentado con dieta basal y un grupo alimentado con una dieta basal adicionada con 2 kg de estimulante del consumo por tonelada de alimento, a base de extractos de orégano (*Origanum vulgare*), anís (*Pimpinella anisum*), cáscaras de cítricos y achicoria (*Cichorium intybus*) (4.4 kg/día y 4.5 kg/día, respectivamente). Allan y Bilkei (2005) en otro estudio de alimentación en cerdas lactantes reportan que el consumo de alimento en cerdas de primer parto fue similar ($P > 0.05$) entre el grupo control y el grupo suplementado con 1000 ppm de extracto comercial de orégano (*Origanum vulgare*) (5.6 ± 0.71 kg contra 5.5 ± 0.80 kg); en cerdas multíparas los mismos investigadores observaron un mayor consumo de alimento ($P < 0.05$) para el grupo suplementado con extracto de orégano (*Origanum vulgare*) respecto al grupo control (7.7 ± 0.32 kg contra 7.0 ± 0.42 kg); Crenshaw (2007) reporta diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el consumo diario de alimento en cerdas lactantes de primer y segundo parto, durante el verano, alimentadas con una dieta base y dieta base adicionada de 0.25% de plasma animal (4.59 y 4.89 kg/día, respectivamente); en cerdas lactantes de primer y segundo parto, durante otoño e invierno, alimentadas con una dieta base y dieta base adicionada de 0.25% de plasma animal no observó diferencias estadísticas

significativas ($P > 0.05$) en su consumo de alimento (6.18 y 6.18 kg/día, respectivamente; con dietas adicionadas con 0.5% de plasma animal reporta diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el consumo diario de alimento en cerdas lactantes de primer parto (4.5 y 5.03 kg/día, respectivamente) mientras que en cerdas de más de tres partos observó un menor consumo de alimento (5.98 y 5.79 kg/día, respectivamente); finalmente en un experimento con cerdas lactantes de más de tres partos, durante el verano, alimentadas con una dieta base y dieta base adicionada de 0.5% de plasma animal reporta una disminución estadísticamente significativa ($P < 0.05$) en el consumo de alimento (5.32 y 5.11 kg/día, respectivamente).

Se debe tener en cuenta que son diversos los factores que intervienen en el consumo voluntario de alimento en la cerda lactante, y son los que se relacionan con la cerda: genotipo, peso y condición corporal, tamaño de camada y número de parto; el ambiente: temperatura, calidad del aire, manejo, densidad de población, estado inmunológico; y con el alimento: su digestibilidad, composición, presentación; además de la disponibilidad de agua y frecuencia de alimentación (Eissen, 2000). Otras posibles causas de variación en los resultados de los diferentes trabajos publicados pueden ser atribuidas a la composición de la dieta basal, el tipo de instalaciones utilizadas durante los estudios, el tipo de comedero, la presentación del alimento; el tipo, calidad y concentración de aditivo usado; las condiciones climáticas, entre otras (Hong *et al.*, 2012).

La diferencia entre los resultados obtenidos en el consumo de alimento de los diversos trabajos que han estudiado la inclusión de aditivos alimenticios de origen vegetal en dietas para cerdos, puede tener su origen en que los aceites esenciales extraídos de las especies

vegetales se forman por diversos compuestos químicos, cuyas concentraciones pueden variar, alterando sus efectos biológicos (Li *et al.*, 2012).

Las discordancias en resultados en consumo de alimento en estudios de aditivos estimulantes del apetito, no se restringen a estudios en cerdas lactantes; en cerdos de engorda se reportan resultados contradictorios, Yan *et al.* (2010) en un estudio con cerdos de engorda reporta que la adición de aceites esenciales en dietas con dos niveles de densidad de nutrientes (dieta de baja densidad, dieta baja densidad + 0.01% de aceites esenciales, dieta de alta densidad y dieta alta densidad + 0.01% de aceites esenciales) no tuvo un impacto significativo ($P > 0.05$) en el de consumo diario de alimento promedio (2.19 kg, 2.18 kg, 2.03 kg y 2.07 kg, respectivamente). Li *et al.* (2012) en un estudio en lechones destetados observó diferencias significativas ($P < 0.05$) en el consumo de alimento entre un grupo control al que se ofreció alimento sin antibióticos promotores de crecimiento (0.73 kg/d) y tres tratamientos suplementados con 50, 100 ó 150 g/t de un extracto comercial de aceites esenciales en las cuales se observó un consumo mayor (0.78 kg/d, 0.87 kg/d y 0.84 kg/d, respectivamente).

Clouard *et al.* (2012) sugiere que los productos fitogénicos no mejoran la palatabilidad de los alimentos, ya que observó una preferencia significativa ($P < 0.05$) por el consumo de la dieta control sobre las dietas que incluyeron este tipo de aditivos en un experimento en cerdos de engorda; y concluye que la inclusión de estos aditivos en la dieta durante transición de alimentos no influye a mediano plazo en el consumo voluntario de alimento o la ganancia de peso, pero podría permitir mantener un consumo adecuado durante las etapas de transición.

Parámetros productivos en la cerda lactante (pérdida de peso, grasa dorsal e intervalo destete - retorno a estro)

En el presente estudio no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre el grupo control y los alimentados con la adición de tratamientos F1, F2, PL y F3 para los parámetros productivos: porcentaje de peso perdido en lactancia ($6.18 \pm 0.91\%$, $8.16 \pm 1.41\%$, $8.63 \pm 1.42\%$, $11.24 \pm 1.72\%$ y $3.89 \pm 0.45\%$; $P > 0.05$), grasa dorsal perdida en lactancia (2.54 ± 0.33 mm, 1.75 ± 0.25 mm, 2.00 ± 0.36 mm, 2.00 ± 0.21 mm y 2.58 ± 0.41 mm; $P > 0.05$) y tiempo de retorno a estro pos-destete (5.22 ± 0.38 días, 4.11 ± 0.11 días, 4.20 ± 0.29 días, 4.78 ± 0.28 días y 5.50 ± 0.51 días; $P > 0.05$); estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hernández (2008) que no observó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre el grupo control alimentado con dieta basal y el grupo experimental adicionado de extractos de orégano (*Origanum vulgare*), anís (*Pimpinella anisum*), cascara de cítricos y achicoria (*Cichorium intybus*) en el intervalo de retorno a estro pos-destete (3.4 días y 4.0 días, respectivamente).

Las diferencias entre los resultados obtenidos en el presente trabajo y de otros trabajos, referentes a los parámetros productivos en la cerda, se pueden relacionar con el consumo de alimento ya que en los trabajos donde se ha observado un mayor consumo de alimento durante la lactancia ($P < 0.05$), se han encontrado diferencias significativas en la pérdida de peso de la cerda y sus parámetros productivos ($P < 0.05$); Kruse *et al.* (2011) reportó que un aumento en el consumo de agua y de alimento de las cerdas lactantes disminuyó la pérdida de peso durante esta etapa, lo cual mostró un efecto positivo sobre los parámetros reproductivos subsecuentes; Eissen *et al.* (2003) encontró que un mayor consumo de alimento de la cerda durante la lactancia disminuyó el desgaste corporal, con lo que se

redujeron los días de retorno a estro pos-destete (42% por cada kilogramo no perdido, $P < 0.05$), también observó que las cerdas de primer parto que tuvieron una menor pérdida de peso durante la lactancia aumentaron el tamaño de camada en el segundo parto (1.28 lechones/kg no perdido; $P < 0.05$), y la probabilidad de que se prolongara el intervalo destete-estro se redujo en un 61% por kilogramo no perdido.

Los trabajos que han asociado el desempeño reproductivo de las cerdas con la disminución en su condición corporal durante la etapa de lactancia, han establecido que al aumentar la pérdida de peso de las cerda los parámetros reproductivos en el subsecuente ciclo productivo disminuyen, como es el caso de Thaker y Bilkei (2005), quien reportó que el intervalo destete a primer servicio aumenta ($P < 0.05$) cuando la pérdida de peso corporal es superior a 5% para cerdas de primer parto; por otro lado Schenkel *et al.* (2010) propone que el tamaño de la segunda camada se ve afectado por las reservas corporales absolutas al destete y de su movilización durante la lactancia, al registrar un tamaño en la segunda camada menor ($P < 0.05$) en cerdas con una pérdida de peso $> 10\%$, $> 10\%$ de proteína corporal, $> 20\%$ de grasa o mas de 1.0 punto de condición corporal. Tantasuparuk *et al.* (2011) reportó que las cerdas de primer y segundo parto con una pérdida de peso corporal alta ($> 15\%$) tuvieron un intervalo de destete a primer servicio significativamente mayor ($P < 0.05$) que las cerdas con pérdida media o baja (8 – 15% y $< 8\%$, respectivamente), pero la perdida de peso no tiene efecto sobre la tasa de ovulación en el primer estro posterior al destete. Knauer *et al.* (2007) en un estudio en cerdas de desecho asoció la baja condición corporal con severas condiciones anormales en las cerdas (ovarios acíclicos, neumonía y lesiones en hombro).

Estos resultados obtenidos por diferentes autores son coincidentes con los obtenidos en el presente trabajo, donde no se observa diferencia significativa ($P > 0.05$) en los resultados obtenidos entre los diferentes tratamientos para la pérdida de peso en lactancia, la pérdida de grasa dorsal en lactancia y el tiempo de retorno a estro pos-destete, debido a que no existió diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0.05$) para el consumo de alimento.

- Parámetros productivos en la camada (mortalidad pre-destete, peso al nacer, peso al destete y GDP)

En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P > 0.05$) en los resultados obtenidos para la variable mortalidad pre-destete ($13.5 \pm 2.26\%$, $15.1 \pm 2.64\%$, $21.9 \pm 5.53\%$, $13.9 \pm 4.31\%$ y $13.2 \pm 3.35\%$; $P > 0.05$), estos resultados son similares a los obtenidos por Hernández (2008) quien no observó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en el tamaño de camada al destete entre el grupo control y el grupo de prueba (8.5 y 8.5 lechones destetados por camada, respectivamente) lo cual admite que la mortalidad pre-destete fue similar para ambos grupos.

En la variable peso al reacomodo, no se hallaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos (1.69 ± 0.03 kg, 1.54 ± 0.05 kg, 1.3 ± 0.04 kg, 1.31 ± 0.05 kg y 1.57 ± 0.04 kg, respectivamente) lo que valida los resultados de GDP y peso promedio al destete.

Sin embargo, si se observaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) para la variable peso promedio al destete, donde el tratamiento F3 fue mayor a los tratamientos F1,

F2 y PL (7.35 ± 0.14 kg contra 5.69 ± 0.13 kg, 5.57 ± 0.15 kg y 5.65 ± 0.15 kg, respectivamente), el tratamiento F3 fue similar al grupo control (7.35 ± 0.14 kg y 6.85 ± 0.12 kg, respectivamente) y a su vez el grupo control fue similar a los tratamientos F1, F2 y PL (6.85 ± 0.12 kg, 5.69 ± 0.13 kg, 5.57 ± 0.15 kg y 5.65 ± 0.15 kg, respectivamente).

La variable GDP de los lechones, tuvo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), donde el tratamiento F3 fue mayor a los tratamientos F1, F2 y PL (0.236 ± 0.007 kg/día contra 0.176 ± 0.007 kg/día, 0.178 ± 0.018 kg/día y 0.182 ± 0.006 kg/día, respectivamente), el tratamiento F3 fue similar al grupo control (0.236 ± 0.007 kg/día y 0.216 ± 0.008 kg/día, respectivamente) y a su vez el grupo control fue similar a los tratamientos F1, F2 y PL (0.216 ± 0.008 kg/día, 0.176 ± 0.007 kg/día, 0.178 ± 0.018 kg/día y 0.182 ± 0.006 kg/día, respectivamente).

Los resultados obtenidos en el presente estudio para las variables peso promedio del lechón al destete y GDP concuerdan con los obtenidos por Peng *et al.* (2007), que halló diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el peso al destete de lechones procedentes de cerdas alimentadas con un sistema que estimuló el consumo de alimento respecto a los provenientes de cerdas alimentadas con un sistema que logró un menor consumo de alimento (7.25 kg/día y 6.63 kg vs 6.83 kg/día y 6.12 kg; respectivamente); así mismo existieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en la GDP de lechones criados por cerdas con mayor consumo de alimento, comparado con la GDP de lechones criados por cerdas con menor consumo de alimento (296 kg/día vs 0.254 kg/día, respectivamente).

Eissen *et al.* (2003) utilizando cerdas primerizas de tres diferentes genotipos, encontró que al aumentar el consumo de alimento durante la lactancia ($G1 = 4.64$ kg/día, $G2 = 4.82$

kg/día y $G3 = 5.03$ kg/día) se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$) en el peso promedio del lechón al destete ($G1 = 7.42$ kg, $G2 = 7.61$ kg y $G3 = 7.78$ kg).

Kruse *et al.* (2011) en un estudio con cerdas clasificadas por número de parto en tres bloques, obtuvo resultados que muestran una relación entre el consumo de alimento de la madre (5.9 ± 0.12 kg/día, 6.1 ± 0.11 kg/día y 5.7 ± 0.10 kg/día) y el peso del lechón al destete (8.1 ± 0.17 kg, 9.2 ± 0.16 kg, 8.7 ± 0.15 kg), lo que indica que el consumo de alimento durante el segundo y el tercer tercio de la lactancia aumentó el peso al destete de los lechones; también ocurrió una relación positiva entre el peso al destete y la pérdida relativa de peso corporal ($r = 0.20$) lo que indica que la pérdida de peso corporal de las cerdas incrementó el peso al destete de los lechones.

Los resultados obtenidos en otros trabajos admiten considerar que a pesar de que en el presente trabajo no existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) para la variable consumo de alimento, la diferencia porcentual en el consumo de alimento entre tratamientos, fue suficiente para que existieran diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en el peso promedio del lechón al destete.

CONCLUSIONES

El consumo de alimento es una de las principales actividades de la cerda lactante. La producción de leche en esta especie depende hasta del 90% de los nutrientes que ingresan a través del consumo, por lo que un bajo consumo, conlleva a una pobre producción láctea, con el consecuente efecto sobre su camada.

El presente estudio demostró que es posible incrementar la ingesta de nutrientes por medio de la adición de aditivos en la dieta, e impactar positivamente el rendimiento productivo de la camada.

La inclusión de un fitogénico a base de extractos de plantas de la familia *Papaveraceae* (Grupo F3), incrementó el apetito de la cerda, lo que mejoró el peso de la camada al destete. Aunque la movilización de grasa corporal fue mayor en este grupo, también lo fue el peso al destete de su camada, lo que ayuda a que los lechones tengan mejores parámetros productivos hasta el momento de su envío a mercado.

Una mayor movilización de reservas corporales durante la lactancia, disminuye la eficiencia con la que la cerda retorna a la gestación, lo que se observó en las madres del grupo F3. Dicha movilización debió haber sido disminuida por el consumo de nutrientes de la cerda, lo cual no sucedió por lo que es necesaria una mayor profundización en el conocimiento de los eventos que conllevan a la movilización de reservas corporales para la síntesis de leche, y como estos son afectados por el consumo de alimento.

La adición del fitogénico a base de extractos de plantas de la familia *Papaveraceae* parece ser una buena estrategia para incrementar el consumo de alimento de la cerda lactante criada bajo condiciones intensivas.

REFERENCIAS

1. Allan P, Bilkei G. Oregano improves reproductive performance of sows. *Theriogenology* 2005;63:716–721.
2. Benchaar C, Calsamiglia S, Chaves AV, Fraser GR, Colombatto D, McAllister TA, Beauchemin KA. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Anim feed sci tech* 2008;145:209-228.
3. Bergsma R, Kanis E, Verstegen MWA, Knol EF. Genetic parameters and predicted selection results for maternal traits related to lactation efficiency in sows. *J Anim Sci* 2008;86:1067-1080.
4. Bergsma R, Kanis E, Verstegen MWA, van der Peet–Schwering CMC, Knol EF. Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. *Livest Sci* 2009;125:208–222.
5. Boddicker N, Gabler NK, Spurlock ME, Nettleton D, Dekkers JCM. Effects of ad libitum and restricted feed intake on growth performance and body composition of Yorkshire pigs selected for reduced residual feed intake. *J Anim Sci* 2011;89:40-51.
6. Brenes A, Roura E. Essential oils in poultry nutrition: Main effects and modes of action. *Anim Feed Sci Tech* 2010;158:1-14.
7. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int J Food Microbiol.* 2004;94:223-253.

8. Cai W, Kaiser MS, Dekkers JCM. Genetic analysis of longitudinal measurements of performance traits in selection lines for residual feed intake in Yorkshire swine. *J Anim Sci* 2011, 89:1270-1280.
9. Cameron ND, Kerr JC, GarthGB, Fenty R, Peacock A. Genetic and nutritional effects on lactational performance of gilts selected for components of efficient lean growth. *J Anim Sci* 2002;74:25-38.
10. Chen P, Baas TJ, Dekkers JCM, Koehler KJ, Mabry W. Evaluation of strategies for selection for lean growth rate in pigs. *J Anim Sci* 2003;81:1150-1157.
11. Church DC, Pond WG, Pond KR. *Fundamentos de la nutrición y alimentación de animales*. Segunda edición. Ed México: Limusa Wiley, 2004.
12. Clouard C, Meunier-Salaüna MC, Val-Laillet D. The effects of sensory functional ingredients on food preferences, intake and weight gain in juvenile pigs. *Appl Anim Behav Sci* 2012;138:36–46.
13. Clowes EJ, Aherne FX, Foxcroft GR, Baracos VE. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J Anim Sci* 2003;81:753-764.
14. Consejo Mexicano de la Carne (pagina en internet). Ciudad de México: COMECARNE© 1985-2012 (actualizada 2012 Feb 3; citada 2012 feb 21), COMECARNE El sector cárnico en la economía nacional 2010. Disponible en: <http://comecarne.org/estadisticas/>
15. Crenshaw JD, Boyd RD, Campbell JM, Russell LE, Moser LR, Wilson ME. Lactation feed disappearance and weaning to estrus interval for sows fed spray-dried plasma. *J Anim Sci* 2007;85:3442-3453.

16. Cuarón JA, Mejía CA, Rentería JA. Manejo y alimentación de la cerda en lactación. En: Mejía *et al.*, Alimentación del hato reproductor porcino. Querétaro, México: Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGRAPA, 2007;1:142.
17. de Lange CFM, Pluske J, Gong J, Nyachoti CM. Strategic use of feed ingredients and feed additives to stimulate gut health and development in young pigs. *Livest. Sci* 2010;134:124-134.
18. Dirección de Análisis Económico y Consultoría (DAEC). Carne de porcino, 2010-2011. Morelia (Mich.): FIRA. 2010.
19. EC Regulation no 1831/2003 of the European Parliament and of the Council (22 September 2003).
20. Eissen JJ, Apeldoorn EJ, Kanis E, Verstegen MWA, de Greef KH. The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *J Anim Sci* 2003;81:594-603.
21. Eissen JJ, Kanis E, Kemp B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livest Sci* 2000;64:147-165.
22. García R, del Villar FM, García JA, Mora, JS, García RC. Modelo econométrico para determinar los factores que afectan el mercado de la carne de porcino en México. *Interciencia* 2004;29(8):414-420.
23. H. Ayuntamiento de Jesús María Jalisco [pagina en internet] Jalisco: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal, Gobierno del Estado de Jalisco© 2005 [actualizada 2012 Mar 12; citada 2012 Jun 1]. H. Ayuntamiento

- Jesus Maria Jal. Monografía Municipal; [aproximadamente 2 pantallas].
Disponible en: <http://jesusmariajalisco.gob.mx/monografia/>
24. HERNÁNDEZ A. Efecto de la adición del fitobiótico (Biomín® P. E. P. 1000) en la dieta de cerdas lactantes (tesis de licenciatura). Zamorano Honduras: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 2008.
 25. Hong J-C, Steiner T, Aufy A, Lien T-F. Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers. *Livest Sci* 2012;144:253-262.
 26. Hoque MA, Kadowaki H, Shibata T, Oikawa T, Suzuki K. Genetic parameters for measures of residual feed intake and growth traits in seven generations of Duroc pigs. *Livest Sci* 2009;121:45-49.
 27. Hoving LL, Soedea NM, Graatc EAM, Feitsmad H, Kempa B. Effect of live weight development and reproduction in first parity on reproductive performance of second parity sows. *Anim. Reprod. Sci* 2010;122:82-89.
 28. Hua-wei L, Jian-ming T, Dao-wei Z.. Utilization of Chinese Herbal Feed Additives in Animal Production. *Agric. Sci. China*, 2011;10(8):1262-1272.
 29. IBM.Corp.© SPSS© Statistics (programa informatico) version 20.0.0 New York (USA): IBM Corporation, 2011.
 30. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [pagina en internet] Mexico: INEGI© 2011 [actualizada 2012 Jun 1; citada 2012 Jun 1]. Catálogo de claves de entidades federativas, municipios y localidades - consulta y descarga; [aproximadamente 3 pantallas]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/catalogoclaves.aspx>

31. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Serie estadísticas sectoriales. El sector alimentario en México 2011. INEGI 2011;80-85.
32. King MR, Morel PCH, Pluske JR, Hendriks WH. A comparison of the effects of dietary spray-dried bovine colostrum and animal plasma on growth and intestinal histology in weaner pigs. *Livest Sci* 2008;119:167-173.
33. Knauer M, Stalder KJ, Karriker L, Baas TJ, Johnson C, Serenius T, Layman L, McKean JD. A descriptive survey of lesions from cull sows harvested at two Midwestern U.S. facilities. *Prev Vet Med* 2007;82:198-212.
34. Koketsu Y, Dial GD. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. *Therlogenology* 1997;47:1445-1461.
35. Kruse S, Traulsen I, Krieter J. Analysis of water, feed intake and performance of lactating sows. *Livest. Sci* 2011;135:177-183.
36. Li SY, RucYJ, Liu M, Xu B, Péron A, Shi XG. The effect of essential oils on performance, immunity and gut microbial population in weaner pigs. *Livestock Science* 2012; doi:10.1016/j.livsci.2012.01.005
37. Máthé A., 2009 *Essencial Oils: Biochemistry, produccion and utilizacion*. In: Steiner T, editor. *Phytogenics in animal nutrition natural concepts to optimize gut healt and performance*. Nottingham (UK):Nottingham University Press, 2009:1-18.
38. National Research Council. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition. *Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition*. Washington, DC: The National Academies Press, 1998.

39. Noblet J, Etienne M. Metabolic Utilization of Energy and Maintenance Requirements in Lactating Sows. *J Anim Sci* 1987;64:774-781.
40. Okoh OO, Sadimenko AP, Afolayan AJ. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. *Food chem* 2010;120:308-312.
41. Peng JJ, Somes SA, Rozeboom DW. Effect of system of feeding and watering on performance of lactating sows. *J Anim Sci* 2007;85:853-860.
42. Pujols J, Lorca-Oró C, Díaz I, Russell LE, Campbell JM, Crenshaw JD, Polo J, Mateu E, Segalés J. Commercial spray-dried porcine plasma does not transmit porcine circovirus type 2 in weaned pigs challenged with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Vet J* 2011;190:e16-e20.
43. Schenkel AC, Bernardi ML, Bortolozzo FP, Wentz I. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. *Livest Sci* 2010;132:165–172.
44. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (pagina en internet). México DF: SAGARPA © 2010-2012 (actualizada 2010 nov 15; citada 2012 feb 21). Estadísticas; Estimación del Consumo Nacional Aparente Carne de porcino 1990-2005 (alrededor de 2 pantallas). Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Paginas/default.aspx>
45. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Proyecciones para el Sector Agropecuario en México. Escenario Base 2009-2018. SAGARPA 2009;48-60.

46. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (pagina en internet). México DF: SIAP c2010-2012 (actualizada 2011 nov 11; citada 2012 feb 21). Resumen nacional de la producción pecuaria. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=369
47. Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA). Perspectivas de largo plazo para el sector agropecuario de México 2011- 2020. SAGARPA 2011;38-39.
48. Suzuki K, Inomata K, Katoh K, Kadowaki H, Shibata T. Genetic correlations among carcass cross-sectional fat area ratios, production traits, intramuscular fat, and serum leptin concentration in Duroc pigs. *J Anim Sci* 2009;87:2209-2215.
49. Tantasuparuk W, Dalin AM, Lundeheim N, Kunavongkrit A, Einarsson S. Body weight loss during lactation and its influence on weaning-to-service interval and ovulation rate in Landrace and Yorkshire sows in the tropical environment of Thailand. *Anim Reprod Sci* 2001;65:273-281.
50. Thaker MYC, Bilkei G. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Anim Reprod Sci* 2005;88:309-318.
51. United States Department of Agriculture (USDA). Livestock and poultry: world markets and trade. USA: Foreign Agricultural Service, 2012.
52. van Dijk AJ, Everts H, Nabuurs MJA, Margry RJCF, Beynen AC. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. *Livest Prod Sci* 2001;68:263-274.
53. Whittemore CT. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Livest Sci* 1996;46:65-83.

54. Windisch W, Rohrer E, Schedle K. 2009. Phytogenic Feed Additives to Young Piglets and Poultry. In: Steiner T, editor. Phytogenics in animal nutrition natural concepts to optimize gut health and performance. Nottingham (UK): Nottingham University Press, 2009:1-18.
55. Yan L, Wang JP, Kim HJ, Meng QW, Ao X, Hong SM, Kim IH. Influence of essential oil supplementation and diets with different nutrient densities on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, meat quality and fecal noxious gas content in grower–finisher pigs. *Livest Sci* 2010;128:115-122.

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1.- Consumo <i>per cápita</i> de carne por especie en México y proyección de su comportamiento (kg/año; SAGARPA, 2009).....	5
2.- Estimación del futuro de la producción y el consumo de carne de cerdo en México (miles de toneladas; SAGARPA, 2011).....	6
3.- Localidad de La Ciénega de Galvanes, Jalisco, México.....	19
4.- Instalaciones usadas en este estudio.....	20
5.- Tipo de cerdas empleadas en el estudio.....	21
6.- Alimento rechazado colocado al sol para su deshidratación.....	26
7.- Pesaje de alimento rechazado.....	27
8.- Equipo de ultrasonido Renco Lean Metter®.....	28
9.- Pesaje de las cerdas a la entrada a la sala de maternidad.....	29
10.- Detección de estro pos-destete.....	30
11.- Camadas reagrupadas al nacimiento.....	31
12A.- Báscula utilizada para el pesaje de lechones (Torino®).....	32
12B.- Pesaje de los lechones al momento del destete.....	32
13.- Lechón aplastado durante el primer día de vida.....	33
14.- Comparación en porcentaje de alimento total consumido durante la lactancia entre grupo control y tratamientos.....	37
15.- Comparación en porcentaje de mortalidad predestete entre grupos.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
1.- Producción y consumo de carne de cerdo en el mundo (miles de toneladas; USDA, 2012).....	3
2.- Perspectivas de producción y consumo de carne de cerdo en México 2011–2020, miles de toneladas (SFA-SAGARPA, 2011).....	5
3.- Número de compuestos químicos identificados en especies vegetales comunes con actividades biológicas conocidas (Máthé, 2009).....	12
4.- Protocolo de manejos del lechón en granja durante la lactancia.....	22
5.- Aporte nutricional calculado de la dieta de lactancia empleada.....	23
6.- Aporte nutricional calculado en el alimento pre-iniciador.....	25
7.- Relación del consumo de alimento y la pérdida de peso, grasa dorsal y días de retorno a estro durante la lactancia de las cerdas en tratamiento.....	36
8.- Relación del tratamiento con peso promedio del lechón al destete, ganancia diaria de peso y mortalidad pre-destete.....	38