



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**“EFECTO DEL NIVEL DE GLUCOSA SANGUINEA  
SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO VOLUNTARIO  
EN CERDAS LACTANTES Y SU REPERCUSIÓN EN EL  
INTERVALO DESTETE-ESTRO”**

**T E S I S**

**QUE PRESENTA:**

**PMVZ. ALEJANDRO OROZCO GASPAR**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

**ASESOR:**

**MAESTRO EN CIENCIAS PECUARIAS VÍCTOR MANUEL  
SÁNCHEZ PARRA**

**CO-ASESOR:**

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS GERARDO  
ORDAZ OCHOA**

Morelia, Michoacán, México. Diciembre de 2014





**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS  
DE HIDALGO**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA**

**“EFECTO DEL NIVEL DE GLUCOSA SANGUINEA  
SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO VOLUNTARIO  
EN CERDAS LACTANTES Y SU REPERCUSIÓN EN EL  
INTERVALO DESTETE-ESTRO”**

**T E S I S**

**QUE PRESENTA:**

**PMVZ. ALEJANDRO OROZCO GASPAR**

**PARA OBTENER EL TITULO DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.**

Morelia, Michoacán, México. Diciembre de 2014



## *AGRADECIMIENTOS.*

*A dios por la vida y darme la familia que tengo, que me ha apoyado a pesar de los malos momentos.*

*A mi madre por brindarme su amor y apoyo, darme las palabras de aliento cuando más necesitaba, gracias madre por esforzarte y preocuparte por que siempre estuviera bien, por confiar en mí y mostrarme el camino de una persona de bien.*

*A mi padre, por su apoyo, su amor y por estar al pendiente de lo que necesitaba, y proporcionármelo en cuanto se podía, gracias padre por tu esfuerzo y confianza, gracias por enseñarme a esforzarme a lograr mis metas.*

*A mi hermana, por su amor y su apoyo en todo momento.*

*Gracias a mi asesor M. C. Víctor Manuel Sánchez Parra, por su apoyo en la elaboración de esta tesis, por su amabilidad y compromiso, y por nunca negarse a las peticiones solicitadas.*

*Gracias a mi asesor M. C. Gerardo Ordoz Ochoa por su apoyo incondicional, su valioso tiempo en la culminación de esta tesis, por su amabilidad, su paciencia y por compartir sus conocimientos.*

*Gracias al M. C. Ruy Ortiz Rodríguez por su apoyo en la elaboración y su preocupación para que se culminara rápidamente este proyecto, además, por su paciencia en el transcurso de la carrera al compartir sus conocimientos y habilidades.*

*A mis amigos y compañeros, que estuvieron de alguna manera brindándome su apoyo, en los buenos y en los malos momentos Deladier, Luis, Cristian, Julio*

*A Sandra Betania Gaytán Lemus que es parte importante de mi vida, por su apoyo para que saliera adelante.*

### DEDICATORIA.

Con mucho cariño a mi familia, mi madre Lucia Rebeca Gaspar Rodríguez, mi padre Alejandro Orozco Celis y mi hermana Liset Okibet Orozco Gaspar, que a pesar de nuestra situación y los momentos que hemos pasado, siempre han estado a mi lado apoyándome, dándome su amor y cariño, por esto les agradezco de todo corazón, a ellos les dedico este trabajo.

## ÍNDICE.

RESUMEN .....	i
ABSTRACT.....	j
1.0 INTRODUCCIÓN.....	1
2.0 ANTECEDENTES. ....	3
2.1 Importancia de la producción de alimento para la sociedad. ....	3
2.2 Perspectivas y situación actual de la porcicultura. ....	4
2.3 Importancia de la alimentación de la cerda. ....	6
2.4 Mecanismos de control del apetito. ....	9
2.4.1 Resistencia a la insulina.....	12
2.4.2 Hipofagia fisiológica lactacional. ....	13
2.4.3 Balance energético negativo. ....	14
2.5 Efecto del déficit alimenticio de las cerdas en lactancia sobre el intervalo destete-estro. ....	15
3.0 MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
5.0 CONCLUSIONES.....	30
6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS. ....	31

ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Análisis bromatológico del alimento suministrado a las cerdas durante la fase de lactancia.....	17
<b>Tabla 2.</b> Media de mínimos cuadrados para la glucosa sanguínea (mg/Dl) y consumo de alimento (kg) de las cerdas de acuerdo a la interacción semana de lactancia*tipo de cerda .....	20
<b>Tabla 3.</b> Modelos de regresión no lineal de acuerdo al tipo de cerda y a la variable .....	24
<b>Tabla 4.</b> Media de mínimos cuadrados para la pérdida de peso corporal de las cerdas de acuerdo al grupo.....	26
<b>Tabla 5.</b> Consumo de alimento ( $d^{-1}$ ) e intervalo destete-estro (d) de acuerdo a los niveles de glucosa sanguínea (mg/dl) .....	28

ÍNDICE DE FIGURAS.

<b>Figura 1.</b> Media de mínimos cuadrados para el consumo de alimento total (CAT) durante la lactancia de acuerdo al tipo de cerda. ....	22
<b>Figura 2.</b> Predicción del consumo de alimento (kg) durante la fase de lactación de acuerdo a los niveles de glucosa sanguínea (mg/Dl) y al tipo de cerda.....	23
<b>Figura 3.</b> Intervalo destete-estro (d) de acuerdo al consumo de alimento total de las cerdas.....	29

“EFECTO DEL NIVEL DE GLUCOSA SANGUÍNEA SOBRE EL CONSUMO DE ALIMENTO VOLUNTARIO DE CERDAS LACTANTES Y SU REPERCUSIÓN EN EL INTERVALO DESTETE-ESTRO”. TESIS QUE PRESENTA PMVZ ALEJANDRO OROZCO GASPAR, PARA OBTENER EL GRADO DE MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de los niveles de glucosa sanguínea (NGS) en el consumo de alimento voluntario (CAV) y su repercusión en el intervalo destete-estro (IDE). Para ello, se utilizaron 18 cerdas híbridas (Yorkshire x Landrace x Pietrain), con las que se formaron dos grupos (primíparas y multíparas). La glucosa se midió en ayunas (pre-prandial) a las 7:00 am, los días 3, 7, 10, 14, 17 y 21 de lactancia, además se midió: peso vivo de las cerdas de la siguiente manera: 5 días (d) pre-parto y a 21 d post-parto; CAV, pérdida de peso corporal (PPC) en la fase de lactación e IDE. Con la información recabada, se elaboró una base de datos para su análisis estadístico, mediante el método de los Modelos Lineales Generalizados (GLM, siglas en inglés). Las diferencias entre grupos se analizaron bajo el método de medias de mínimos cuadrados (LsMeans, siglas en inglés). Se encontró que, NGS fueron afectados ( $P < 0.001$ ) por el tipo de cerda (TC): primíparas y multíparas. El CAV fue afectado por TC ( $P < 0.001$ ). El incremento de glucosa durante la primera semana post-parto influyó en el  $CA d^{-1}$  de las cerdas y ello, se reflejó en el CAV ( $P < 0.001$ ): 4.138 y 4.857  $kg/d^{-1}$ , para cerdas primíparas y multíparas respectivamente, cuando estas presentaron NGS de 79.4 y 74.2 mg/Dl, respectivamente (en la primera semana de lactación). Mientras que en la tercera semana los valores fueron: 5.986 y 7.008  $kg/d^{-1}$  de CA y 73.9 y 66.1 mg/Dl de glucosa, para primíparas y multíparas respectivamente. El CA total (CAT) promedio por cerda durante el periodo de lactación (21 d) fue de 108.133 y 121.450 k; ambos promedios diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ). El porcentaje de PPC fue de 11.7 y 10.5 para primíparas y multíparas, respectivamente; porcentajes que fueron diferentes entre sí ( $P < 0.05$ ). Los modelos de predicción no lineales establecieron que, NGS de 65 mg/DL provocan un  $CA d^{-1}$  de 6.250  $kg$ ; CAV que, genera IDE de 4.6 d ( $P < 0.001$ ). Al respecto, se encontró que, el IDE de las primíparas fue mayor ( $P < 0.05$ ) al de las multíparas:  $7.0 \pm 0.13$  y  $4.5 \pm 0.3$  d, respectivamente. En conclusión, el incremento de NGS durante la primera semana de lactación disminuye el CAV en ambos tipos de cerdas, siendo su efecto mayor en primíparas, lo que genera una mayor PPC e incrementa el IDE. Aspectos que en su conjunto limitan la expresión reproductiva óptima de este tipo de cerdas.

Palabras clave: hipofagia, postparto, primíparas, multíparas.

## ABSTRACT.

The objective of the research was to determine the effect of blood glucose levels (NGS) in feed intake (CAV) and its impact on weaning-to-estrus interval (IDE). For this, were used bristles 18 hybrid (Yorkshire x Landrace x Pietrain), with which formed two groups (primiparous and multiparous). Glucose was measured in fasting (pre-mealtime) at 7:00 am, on days 3, 7, 10, 14, 17 and 21 of lactation, also was measured: body weight of sows in the following manner: 5 days (d) prepartum and 21 d postpartum; CAV, loss of body weight (PPC) at the stage of lactation and IDE. With the information gathered, a database for statistical analysis was prepared by the method of Generalized Linear Models (GLM, acronym in English). Differences between groups were made under the method of least squares means (LSMEANS, acronym in English). It was found that, NGS were affected ( $P < 0.001$ ) by the type of bristle (TC): primiparous and multiparous. The CAV was affected by TC ( $P < 0.001$ ). The increase of glucose during the first week postpartum influenced the  $CA_{d^{-1}}$  of the bristles and this was reflected in the CAV ( $P < 0.001$ ): 4.138 and 4.857 kg / d-1 for gilts and multiparous respectively when these had NGS 79.4 and 74.2 mg / DL, respectively (in the first week of lactation). While in the third week values were 4.138 and 4.857 kg / d-1 CA and 79.4 and 74.2 mg / DL glucose, for primiparous and multiparous respectively. The total average (CAT) sow during the lactation period (21 d) was 108133 and 121450 k; two different averages each other ( $P < 0.05$ ). The percentage of PPC was 11.7 and 10.5 for primiparous and multiparous, respectively; percentages were different from each other ( $P < 0.05$ ). The nonlinear prediction models established that, NGS 65 mg / DL cause an  $CA_{d^{-1}}$  6,250 kg; CAV that generates IDE 4.6 d ( $P < 0.001$ ). In this regard, it was found that the IDE gilts was higher ( $P < 0.05$ ) than multiparous:  $7.0 \pm 0.13$  and  $4.5 \pm 0.3$  d, respectively. In conclusion, increasing NGS during the first week of lactation CAV decreases in both types of bristles, and its effect is more drastic in primiparous, generating a higher PPC and increases the IDE. Aspects together limit reproductive optimal expression of such bristles.

Keywords: hipofagia, postpartum, primiparous, multiparous.

## 1.0 INTRODUCCIÓN.

Con la finalidad de disminuir la improductividad de los sistemas de producción porcina (SPP), se han implementado diversas alternativas, entre ellas: el mejoramiento genético, en donde se han seleccionado características tales como potencial para producir carne magra, mayor prolificidad, mayor producción láctea y mejor conversión alimenticia. No obstante, estas mejoras también han incidido negativamente en la productividad de las cerdas, debido a las características presentes en las cerdas actuales: 1) menor rusticidad, 2) mayor magrez y, 3) reducción del consumo de alimento voluntario (CAV) principalmente durante la lactancia; por mencionar algunos indicadores; características que inciden en una mayor pérdida de peso corporal al destete, asociada al balance energético negativo que presentan las cerdas durante la primera semana de lactancia.

La reducción del CAV, durante la primera semana de lactancia, generalmente se atribuye factores zootécnicos como lo es: el incremento en el suministro de alimento durante el último tercio de gestación, aspecto que, conlleva a la cerda a una mayor condición corporal al momento del parto e incremento de los niveles glucosa sanguínea así como a otras hormonas y metabolitos, que durante la primera semana de lactancia propician la disminución del CAV. A este fenómeno se le conoce como hipofagia fisiológica lactacional.

Durante la primera semana de lactación, las cerdas presentan elevadas concentraciones de glucosa sanguínea, que propician la disminución en la ingesta de alimento, sobre todo durante la primera semana post-parto y lo que inevitablemente incrementa la remoción de reservas corporales de las cerdas

(catabolismo) para mantener la síntesis de leche. Así, el incremento de la glucosa inevitablemente tiene un efecto sobre la regulación del apetito.

Aunado a los altos niveles de glucosa ( $> 70$  mg/DL), la leptina, durante la lactancia, inhibe la secreción de insulina. Pero, en un estado de hiperleptinemia, la secreción de insulina no se inhibe; ello provoca una hiperinsulinemia y resistencia de esta hormona. Al existir resistencia a la insulina los niveles de glucosa en sangre no descienden y por lo tanto, no se estimulan los centros del apetito. De esta manera, durante la primera semana postparto la concentración de leptina es alta y ello origina hipofagia en la cerda por dos vías: 1) a nivel gástrico bloqueando los receptores de grehelina y, 2) a nivel hipotalámico bloqueando la acción orexígena de los neuropéptidos Y y proteínas tipo arguti.

Los problemas endocrinos y metabólicos (Glucosa, Leptina y resistencia a la insulina) responsables de la hipofagia fisiológica lactacional y su efecto en la pérdida de peso corporal en cerdas al destete, ocasionan el incremento del intervalo destete-estro ( $>7$  d) y la deficiencia productiva del sistema; puesto que, un incremento del IDE está asociado a incremento en el porcentaje de servicios repetidos (o reducción de la fertilidad) y al decremento de la prolificidad del siguiente parto; lo que desencadena una serie de eventos tales como: incremento en los días no productivos, menor número de partos/cerda/año, menor cantidad de lechones destetados/cerda/año e incremento en los costos de producción. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de los niveles de glucosa sanguínea de cerdas en la fase de lactación sobre el consumo voluntario de alimento y su repercusión en el intervalo destete-estro

## 2.0 ANTECEDENTES.

### 2.1 Importancia de la producción de alimento para la sociedad.

Una necesidad esencial del hombre a través de su desarrollo evolutivo, ha sido la producción de alimentos para subsistir; dicha producción asumió mayor importancia en el momento que el hombre dejó de ser nómada y pasó a ser sedentario (Notario, 2011). De esta manera, se comenzó con la implementación de tecnologías primitivas para obtención de alimentos a través de la agricultura y la domesticación de animales (Leiva, 2014); tecnologías que se fueron perfeccionando a lo largo del tiempo. No obstante, a pesar de las evidencias que existen sobre conocimientos para la producción de alimentos (agricultura y domesticación) en la antigüedad, hay registros que establecen que, algunas civilizaciones Mesoamericanas desaparecieron por falta de alimentos para mantener a su población. De aquí la importancia que tiene la producción de alimentos como eslabón básico para que la sociedad perdure (Shimada, 2009).

Cabe mencionar, que en la antigüedad la producción de alimento únicamente era enfocada hacia una mayor cantidad, ya que su interés primordial era la supervivencia; mientras que, en la actualidad debido a la disposición de más recursos tecnológicos la producción de alimentos ha sido enfocada en base a su calidad, costumbres, tradiciones, creencias y el saber culinario (Bolaños, 2009). Por lo antes descrito, se observa como la alimentación ha cambiado drásticamente. Sin embargo, como consecuencia del cambio alimentario se han producido trastornos y patologías derivados de esta, como lo son la obesidad, anorexia, bulimia, entre otros

que son más comunes cada día. Aunado a ello, el incremento demográfico demandara mayor cantidad de alimentos para poder subsistir (Bolaños 2009).

Debido a lo antes descrito, es trascendental la búsqueda de nuevas alternativas alimenticias o, mejorar la eficiencia de las ya establecidas puesto que, con el incremento demográfico que se estima para el 2050 (9,600 millones de habitantes), crecerá la demanda de alimentos a nivel mundial, en 73% para subproductos cárnicos y 58% para lácteos; si no se satisface dicha producción de alimentos, se pueden generar serios problemas de hambruna (FAO, 2013). Por ello, con la finalidad de satisfacer la demanda de alimento, se han implementado diversas tecnologías en los sistemas de producción de alimentos (agrícolas y pecuarios), entre ellos los sistemas de producción porcina que son fuente importante de proteína para la alimentación humana, y a su vez, una forma de ingreso económico (Guerrero *et al.*, 2008).

## 2.2 Perspectivas y situación actual de la porcicultura.

La importancia de la porcicultura se ve reflejada en el incremento de su inventario en la última década, donde únicamente la avicultura lo supera (FAO, 2012). Aunado a ello, esta industria tiene amplia distribución mundial (Rivera, 2009), lo que ayuda a posicionarla como la carne roja de mayor consumo a nivel mundial, ello como consecuencia de los cambios en los patrones alimenticios derivados del aumento de ingresos económicos en países en desarrollo con capital de rápido crecimiento, y las mejoras en la calidad de los sub-productos de origen porcino, lo que ha contribuido a colocarla en dicho sitio (Schnettler, 2008).

Así mismo, la demanda de proteína de origen animal en los países en desarrollo como es el caso de México sigue en aumento, así como, economías emergentes, especialmente en China y otros países asiáticos con rápido crecimiento, mismos que han dirigido su producción cárnica hacia la porcicultura; debido a las bondades que presenta la especie (OCDE-FAO, 2013). Los Países donde la economía está sobresaliendo, el incremento de ingresos y la urbanización, están generando cambios del mercado alimenticio, aumentando la demanda de proteínas de origen animal, lo cual es importante; puesto que, se requerirá mayor volúmen de dichos productos para satisfacer la demanda mundial, lo que generara mayores ingresos para estos sectores, incluido el sector porcino (OCDE-FAO,2013)

Stephano (2012) señala que, para el año 2019 los principales países productores de carne de cerdo serán: China, Unión Europea y Estados Unidos. Mientras que, el principal importador será Japón seguido de México. Situación alarmante a nivel nacional, debido a que el incrementaran de las importaciones de carne de cerdo nacional ponen en riesgo la economía del país. Entre los factores que inciden en el aumento de las importaciones están las políticas comerciales que rigen a México (Tenorio *et al.*, 2011); políticas que incidirán el incremento de la importación de sub-productos de origen porcino en más del 30%, para satisfacer la demanda nacional (Bobadilla *et al.*, 2010).

A pesar de las economías que rigen a este sector a nivel nacional, la porcicultura como tal, representa una parte del sector pecuario nacional que detona distintas variables económicas en gran parte del país. Puesto que, su importancia radica en aspectos tales como: 1) gran número de productores involucrados; 2) aporte

nutricional a la dieta de la población de los estratos de bajos ingresos (sistemas de traspatio) y, 3) al gran número de empleos indirectos, ya sea por la producción de insumos para esta actividad (agrícola, agroindustrial, farmacéutica, obrajes, industrialización, entre otros) o por la incorporación de mano de obra calificada a este tipo de sistemas (Mazcorro y Trápaga, 2010)

Respecto al costo de producción, las variaciones están marcadas principalmente por el costo de los granos y el efecto global sobre éstos; aun así, esta industria se encuentra distribuida prácticamente en todo el país, siendo los principales Estados productores, Jalisco 19%, Sonora 18%, Puebla 10%, Guanajuato 10%, Yucatán 8%, Veracruz 6% y Michoacán 4% (Becerril, 2011). En síntesis, la producción de carne de cerdo a nivel mundial, nacional y estatal no solo está determinada por el crecimiento de este sector o por el cambio de los precios de los insumos o por la eficiencia en la producción de estos últimos, también estará determinada, en gran medida, por la productividad de las cerdas en los SPP.

### 2.3 Importancia de la alimentación de la cerda.

Con la finalidad de mitigar la improductividad de los SPP, se han implementado diversas alternativas, entre ellas: i) el mejoramiento genético de los cerdos, mismo que se ha enfocado en la selección de animales magros, prolíficos y con menor conversión alimenticia (Ávila, 2012) y; ii) implementación de tecnologías en la alimentación, para satisfacer las demandas nutricionales de los cerdos mejorados genéticamente e incidir en menores costos de producción del sistema, de aquí que la alimentación se han convertido en pilar fundamental de los SPP (Noblet, 2010).

La importancia de la alimentación de las cerdas reproductoras dentro de los SPP, se debe a que el consumo de alimento de las cerdas ésta en estrecha relación con la reproducción y la productividad del sistema (Shimada, 2009; Campabadal, 2012). Sin embargo, las cerdas a lo largo de toda su vida reproductiva, pasan por etapas de exigencia de requerimientos nutricionales y de la utilización de sus reservas corporales para mantener ya sea la gestación o la lactancia y la eficiencia reproductiva subsiguiente al destete (Manzano, 2011).

La fase de gestación es la más prolongada del ciclo reproductivo de las cerdas; en dicha fase las cerdas son alimentadas de forma restringida, según la etapa gestacional (1<sup>ro</sup>, 2<sup>do</sup> o 3<sup>er</sup> tercio) en que se encuentren (Noblet, 2010). En esta fase es importante el control del estado energético de las cerdas debido al efecto (positivo o negativo) posterior en el rendimiento de la lactancia (Santos, 2012). La alimentación en la etapa de gestación debe garantizar el desarrollo fetal, crecimiento de la cerda en caso de aun no tener la talla máxima y la recuperación de las reservas corporales movilizadas durante la lactancia anterior (Hartog y Smits, 2005).

Así, las técnicas alimenticias y la nutrición de la cerda durante el periodo de gestación tienen especial importancia, ya que afectan directamente la productividad (Hartog y Smits, 2005); las cerdas primíparas deben recibir de 2 a 2.5 kg d<sup>-1</sup> de alimento balanceado con un 12% de proteína y 3.2 Mcal d<sup>-1</sup>, mientras que las multíparas requieren de 1.5 a 2 kg de alimento d<sup>-1</sup> (Shimada, 2009; Espinoza y Rodríguez, 2012). No obstante, a partir del día 109 de la gestación las cerdas son alimentadas con 1 o 2 kg d<sup>-1</sup> de alimento que contiene 15% de proteína y 17% para

primerizas y 3.2 Mcal d<sup>-1</sup>. El día de parto no se ofrece alimento, pero, posteriormente se suministra alimento a libre acceso durante toda la lactancia, lo que puede representar un consumo de 6 o 7 kg d<sup>-1</sup> de alimento/cerda/d<sup>-1</sup> en promedio (Shimada, 2009).

Aun cuando teóricamente, se ha establecido que, el consumo voluntario de las cerdas debe ser entre 6.0 y 7.0 kg d<sup>-1</sup> en la fase de lactancia, se ha observado que este, solo se logra después de la segunda semana de lactación, ello debido a los cambios endocrinológicos por los que atraviesan las cerdas post-parto (Capdevila, 2006). La fase hipergonadotrópica, misma que ocurre inmediatamente después de parto, bloquea la hormona inhibidora de la prolactina, lo que estimula la síntesis y liberación de prolactina y otras hormonas lactógenas de la adenohipófisis, con lo que fisiológicamente da inicio la fase de lactación en las cerdas (Foisnet *et al.*, 2010).

Sin embargo, tanto la fase hipergonadotrópica como el inicio de la lactación son factores que, afectan el CAV de las cerdas durante la lactancia, específicamente durante la primera semana de lactación, fenómeno conocido como hipofagia fisiológica lactacional (Santoma, 2011). Este fenómeno se asocia con elevadas concentraciones de glucosa sanguínea que propician la disminución en CAV (Peré y Etienne 2007; Quesnel, *et al.*, 2009; Santoma, 2011) y lo que inevitablemente incrementa la remoción de reservas corporales de las cerdas (catabolismo) para mantener la síntesis de leche (Peré y Etienne, 2007).

Aunado a los cambios hormonales fisiológicos por los que pasa la cerda post-parto, durante los primeros 9-11 días post-parto, la producción de leche es de 3 a 4 litros/d<sup>1</sup> y entre los días 12 a 16 se incrementa hasta 10 a 12 litros/d<sup>1</sup>, ese periodo se le conoce como pico de lactancia. Por consecuencia, las necesidades de las cerdas lactantes se incrementan a medida que avanza la lactación. La leche de la cerda es más rica en energía y otros nutrientes que la leche de vaca (energía: 1150 vs 750 Kcal/litro y proteína: 5.5 vs 3.2 % respectivamente), hecho que explica las altas necesidades nutritivas de las cerdas durante la lactación y el rápido crecimiento del lechón (Fomos y Cerisuelo, 2008). No obstante, las altas concentraciones de glucosa que se necesita para la síntesis de lactosa en leche tienen una repercusión; puesto que, los niveles alto de glucosa provocan la reducción del CAV de las cerdas (Peré y Etienne, 2007).

Trolliet (2005); Fomos y Cerisuelo (2008), determinan que la alimentación durante la etapa de lactancia tiene como objetivo destetar 10-11.5 lechones con un peso de la camada de 70-75 kg a los 24-26 días de edad, con la mínima pérdida de peso y condición corporal de la cerda. Sin embargo, usualmente, las cerdas lactantes pierden proteínas corporales para alcanzar la producción de leche necesaria, lo que agrava el estado corporal de la cerda, afectando en última instancia el rendimiento reproductivo de los siguientes partos, incluyendo al IDE, tamaño de camada e incluso, fallas reproductivas (Vignola, 2012).

## 2.4 Mecanismos de control del apetito.

El tracto gastrointestinal de los cerdos así como de los demás monogástricos, no sólo es un sistema de almacenamiento y procesamiento de los alimentos; además

de ello, cumple con funciones de la regulación y control de la ingesta de alimento y del balance energético (Martinez *et al.*, 2013). Para llevar a cabo dichas funciones, existen diversos metabolitos y hormonas que son liberados desde el estómago e intestino delgado (yeyuno) mismas que participan en las saciedad o hambre de la cerda, a través de la vía neuronal, activan de diferentes regiones cerebrales, principalmente los núcleos dorsomedial y paraventricular del hipotálamo (Álvares *et al.*, 2009).

Estos factores antes descritos generan señales nerviosas y endocrinas, que desencadenan ajustes cuantitativos y cualitativos apropiados no solamente sobre la ingesta de nutrientes, sino también, sobre la secreción de enzimas digestivas, la digestión, absorción y el metabolismo energético (Martinez, 2002); dentro de los metabolitos que inciden en la regulación del apetito se encuentra la ghrelina hormona secretada por el estómago en periodos de ayuno o caquexia, su importancia radica en que es la hormona reguladora de la secreción de neuropéptidos Y y de proteínas relacionadas arguti; el primero tiene su acción en el núcleo paraventricular donde estimula la ingesta de alimentos; el segundo actúa en el mismo núcleo hipotalámico y tiene efecto antagonista en los receptores MC3 y MC4 de la hormona estimulante de melanocitos (Gonzales, 2012).

Una vez ingerido el alimento la mucosa del tracto gastrointestinal secreta péptido YY, que va a actuar inhibiendo la secreción de neuropéptido Y, y proteínas relacionadas arguti, de esta manera se activa la secreción de proopiomelanocortina (POMC), con el consecuente estímulo de la secreción de hormona estimulante de

melanocitos por el lóbulo intermedio de la hipófisis, induciendo la sensación de saciedad (Giménez, 2009).

Otro mecanismo que regula la ingesta de alimento es la leptina, su producción depende de los depósitos de grasa (adipocitos), entre más depósitos de grasa contenga la cerda al momento del parto, mayor síntesis de leptina se generara, incidiendo de esta manera en una reducción en el CAV de las cerdas; la leptina atraviesa la barrera hematoencefálica y su principal acción es en el núcleo arcuato, inhibiendo la síntesis de neuropeptido Y y estimula la síntesis de proopiomelanocortina (POMC) (Durazno y Capelíni, 2009).

Un metabolitos que también es asociado con la regulación del apetito es la glucosa (66.03- 99.09 mg/Dl; Nuñez y Bouda, 2007) que a su vez está regulada por la insulina. El mecanismo que desencadena el incremento de glucosa sanguíneo inicia en el último tercio de la gestación y está determinado por el factor de crecimiento insulinico tipo 1 (IGF-1), que propicia un aumento de la hormona de crecimiento (HC) y una mayor síntesis de glucosa para el desarrollo las fibras musculares secundarias (glucógeno) de los lechones entre el día 85 a 95 de gestación (Matthew, 2008).

Así mismo, durante el último tercio de gestación se observa un estadio de diabetes gestacional, el cual propicia aumento de la glucosa sanguínea por un efecto de resistencia a la insulina originado por el desarrollo del feto y la glándula mamaria (García, 2008). De esta manera la resistencia a la insulina, la cual propicia el aumento de glucosa en tejido mamario y la disminución de glucosa en tejido

periférico, incide en la reducción del CAV (Martínez *et al.*, 2013). Ello debido a que hay un mayor número de receptores de insulina en las células de la glándula mamaria para la síntesis de lactosa a partir de glucosa, lo que propicia que los tejidos periféricos queden desprovistos de receptores de insulina, incrementando los niveles sanguíneos de glucosa y estos a su vez incidan en una reducción en el CAV de las cerdas (Martínez *et al.*, 2013).

#### 2.4.1 Resistencia a la insulina.

Durante la gestación, ocurren cambios hormonales y metabólicos provocados por el aumento de nutrientes esenciales para el desarrollo del feto como lo son el incremento de hormonas tales como: estrógenos, prolactina, lactógeno placentario, progesterona y cortisol, mismos que son asociados con un estado de insulinoresistencia (Hernandez 2010). Puesto que, estas hormonas y metabolitos están ocupando la mayor parte de los receptores a insulina de los tejidos periféricos para proporcionar los nutrientes adecuados al feto; esto genera que la insulina no pueda ejercer su acción en la regulación de la glucosa, de esta manera aumenta su nivel sanguíneo (Martínez *et al.*, 2013).

Aunado a los metabolitos y hormonas ya mencionados, la leptina mantiene una relación con la insulina generando una homeostasis; la leptina inhibe la secreción de insulina mientras que esta, estimula la producción de leptina, en un estado de hiperleptinemia, con lo que deja de inhibir la secreción de insulina, provocando una hiperinsulinemia y resistencia de esta hormona. (Almanza, 2008). Se ha reportado que una elevada concentración de leptina origina hipofagia a la cerda por dos vías: 1) a nivel gástrico bloqueando los receptores de grehelin y, 2) a nivel hipotalámico

bloqueando la acción orexígena de los neuropéptidos Y y proteínas tipo arguti (Morales Y Carvajal, 2010).

En síntesis, la elevada concentración de leptina y glucosa en tejido mamario, causa resistencia a la insulina y a su vez una reducción en el CAV, ello provoca que los metabolitos orexigenos no pueden ejercer su efecto sobre la regulación normal del apetito (González, *et al.*, 2006; Matthew, 2008). Así mismo, la elevada concentración de gonadotropinas post-parto (Fase hipergonadotrópica) ejercen también una reducción del consumo de alimento a causa de la inhibición de la acción de los neuropéptidos Y a nivel hipotalámico (Carrión y Medel, 2002). De esta manera, la reducción en el consumo de alimento principalmente en la primera semana post-parto, se asocia con la hipofagia fisiológica lactacional de las cerdas, misma que es regulada por los mecanismos antes descritos y se ve reflejado en la alteración de los indicadores productivos y reproductivos posteriores (Quesnel *et al.*, 2009).

#### 2.4.2 Hipofagia fisiológica lactacional.

La hipofagia fisiológica lactacional, es originada por cambios en las concentraciones de metabolitos antes mencionados como la glucosa, colesterol, triglicéridos, lipoproteínas de alta y baja densidad, insulina, factor de crecimiento insulínico, así como, ciertas hormonas tales como la hormona del crecimiento, hormona folículo estimulante, hormona leutinizante y estrógenos (Galvis *et al.*, 2009).

La ruta metabólica de la hipofagia fisiológica lactacional se asocia con la elevada concentración de la hormona del crecimiento fetal (crecimiento logarítmico de los lechones durante la gestación tardía) en los días 85 a 114 de gestación (García,

2008). Esta hormona aumenta la gluconeogénesis hepática originando la disminución de glucosa en el tejido periférico, para canalizar mayor cantidad de glucosa a tejido mamario para la producción de lactosa, aunado a ello, se incrementa la lipólisis para la formación de ácidos grasos no esteroideos (grasa de la leche) precursores de la leptina (De Luca, 2003).

La hipofagia fisiológica lactacional afecta negativamente el peso corporal de la cerda al destete, incidiendo negativamente en la reactivación ovárica y, en consecuencia reduciendo la fertilidad y prolificidad del parto subsiguiente; lo que conlleva pérdidas económicas para el sistema, dado que a mayor pérdida de peso corporal de la cerda durante la fase de lactación incide en un mayor número de días no productivos, menor número de partos/cerda/año y menor número de lechones producidos (Santomá, 2012).

#### 2.4.3 Balance energético negativo.

Los cambios fisiológicos que experimentan las cerdas post-parto, tales como la hipofagia fisiológica lactacional, genera balance energético negativo (Malvasio, 2013). El balance energético negativo se define como la menor ingesta de alimento asociada a un mayor gasto de energético (Chiquete y Tolosa, 2013) para ejercer las funciones vitales según la etapa productiva del animal.

Durante el parto la cerda sufre cambios metabólicos que comienzan al final de la gestación y continúan en el inicio de la lactancia, mismos que se ven reflejados en dos aspectos importantes: i) disminución en el CAV y, ii) movilización de grasa para mantener la producción láctea (Villa *et al.*, 2011). Estos cambios en los patrones

alimenticios generan disminución de la condición corporal de las cerdas generando balance energético negativo por pérdida de las reservas corporales de la cerda (grasa). Ello es de importancia, puesto que el tejido graso funciona como un órgano endocrino, ya que dentro de sus productos de secreción se hallan gran variedad de hormonas, entre ellas la leptina, considerada una indicadora del estado metabólico y energético del animal (Montaño y Ruiz 2005).

Al inicio de la lactación la cerda expresa aumento de nutrientes como glucosa, aminoácidos y ácidos grasos, como precursores para la síntesis de leche. Al pico de la lactancia los requerimientos de energía para la síntesis de leche pueden acercarse al 80 % del consumo de energía neta y aproximadamente al 80 % del total de glucosa producida y es utilizada por la glándula mamaria (Glauber, 2007). Esta demanda de nutrientes para la producción láctea obliga a las cerdas a realizar un ajuste metabólico que conlleva a movilizar sus reservas corporales (grasa) (Jordan, *et al.*, 2009), lo que origina un déficit energético por el bajo consumo de alimento ( $< 5 \text{ kg d}^{-1}$ ) aunado a la demanda en la producción láctea (Ceballos, 2002).

## 2.5 Efecto del déficit alimenticio de las cerdas en lactancia sobre el intervalo destete-estro.

Como se ha venido describiendo en los párrafos anteriores, comprender los mecanismos endocrinos que regulan la alimentación de las cerdas en la lactancia es un aspecto esencial dentro de los SPP, debido el impacto que tienen dichas modificaciones endocrinas sobre el CAV de las cerdas, el balance energético negativo y la mayor pérdida de peso corporal (Santoma, 2012), esta última asociada

con variables reproductivas subsiguientes como lo es el IDE (Sosa, 2005; Baucells, 2006).

De aquí la importancia de la regulación endocrina sobre la alimentación y su efecto en el IDE, puesto que este (IDE) repercute en la cantidad de partos ocurridos en la vida reproductiva de la cerda y en los costos de producción; debido a que aun y cuando la cerda no esté generando producto, demandará insumos, alimento, medicinas (Malavé *et al.*, 2007). Es decir el incremento del IDE ocasionado con un menor consumo de alimento durante la lactación puede ocasionar fallas reproductivas específicamente en el incremento de los servicios repetidos lo que genera un menor número de partos al año. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de los niveles de glucosa sérica en cerdas durante la fase de lactación sobre el CAV y su repercusión en el intervalo destete-estro.

### 3.0 MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo experimental se llevó a cabo en la posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UMSNH, ubicada en la carretera Morelia–Zinapécuaro km 9.5, Tarímbaro Michoacán, México, situada a 1.860 msnm, a 19°46'24" norte y 101°7'08" oeste.

Se utilizaron 18 cerdas híbridas (Yorkshire x Landrace x Pietrain), mismas que se dividieron en dos grupos (G): G1 (n= 9) en el cual se evaluaron cerdas primíparas (1<sup>er</sup> y 2<sup>do</sup> parto) y G2 (n= 9) donde se evaluaron cerdas múltiparas (3<sup>er</sup>, 4<sup>to</sup> y 5<sup>to</sup> parto); ambos grupos fueron monitoreados durante la fase de lactancia (21 d) y sometidos a las mismas prácticas zootécnicas.

La alimentación suministrada a cada cerda consistió en alimento elaborado en la FMVZ para cerdas en etapa de lactancia y salvado de trigo (Tabla 1); previo al parto, se restringió el alimento a 2 kg/d<sup>-1</sup>. Una vez paridas las cerdas se suministró el alimento a libre acceso. La ración total de alimento cerda<sup>-1</sup> se dividió en dos porciones: 7:30 am y 2:00 pm. El rechazo de alimento se pesó diariamente por la mañana previa a la alimentación, durante la fase de lactancia, con una báscula digital (CRS5000, TOR REY®) con capacidad mínima de 100g y máxima de 500 kg.

**Tabla 1.** Análisis bromatológico del alimento suministrado a las cerdas durante la fase de lactancia

Contenido	Alimento Balanceado (%)*	Salvado de Trigo (%)&
Humedad	12.0	9.8
Cenizas	10.0	--
Fibra	6.0	42.8
Proteína Cruda	16.0	15.5
Grasa	5.5	4.5
E.L.N.	50.0	64.5

\*= alimento en forma de harina; &= Únicamente se suministra durante los primeros 3 d post-parto

En cada grupo se registró: peso vivo de las cerdas al momento de entrar a la sala de maternidad (5 d pre-parto) y al destete (21 d post-parto), con bascula para ganado (Anpesa®) con capacidad máxima de 1000 kg; así mismo, se calculó la pérdida de peso corporal en la fase de lactación, peso de la camada al nacimiento (PCN) y destete (PCD); estos pesos se determinaron con una báscula digital (CRS5000, TOR REY®) con capacidad mínima de 100g y máxima de 500 kg. El intervalo destete esto se midió en días. La cuantificación de glucosa sanguínea se realizó mediante un glucómetro para humanos (ACCU-CHEK®). La glucosa se midió en ayunas (pre-pradial) a las 7:00 am, los días 3, 7, 10, 14, 17 y 21 de lactancia, realizando una punción con aguja en la vena auricular posterior para extracción sanguínea, para su posterior análisis y registro.

Con la información recabada, se elaboró una base de datos para su análisis estadístico, mediante el método de los Modelos Lineales Generalizados (GLM, siglas en inglés) (SAS, 2002). Las diferencias entre grupos se realizó bajo el método de medias de mínimos cuadrados (LsMeans, siglas en inglés) (SAS, 2002). El modelo utilizado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + S_j + \beta_1(X_{ijk} - X) + \beta_2(X_{ijk} - X) + \beta_3(X_{ijk} - X) + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

Y<sub>i</sub>= Variable respuesta: glucosa sanguínea (GL), Consumo de alimento (CA),

Pérdida de peso durante la lactancia (PDL), intervalo destete esto (IDE).

μ= Promedio general.

G<sub>i</sub>= Grupo como efecto fijo con i= primerizas, multíparas.

S<sub>j</sub>= Semana como efecto fijo con j=1,2,3.

$\beta_1$  = Coeficientes de regresión parcial para el efecto cubico del día de lactancia;  $(X_{ijk} - \bar{X})$  = Efectos de la covariable cubica del consumo de alimento  $d^{-1}$ .

$\beta_2$  = Coeficientes de regresión parcial para el efecto cubico del día de lactancia;  $(X_{ijk} - \bar{X})$  = Efectos de la covariable cubica glucosa sanguínea.

$\beta_3$  = Coeficientes de regresión parcial para el efecto cuadrático del consumo de alimento total durante la lactancia;  $(X_{ijk} - \bar{X})$  = Efectos de la covariable cuadrática del intervalo destete-estro.

$\varepsilon_{ijk}$  = Error aleatorio asociado a cada observación ( $\sim NID=0, \sigma^2_e$ ).

#### 4.0 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se encontró que, los niveles séricos de glucosa fueron afectados ( $P < 0.001$ ) por el tipo de cerda (TC): primíparas y multíparas (Tabla 1), resultados que concuerdan con Pere y Etienne (2007) quienes indican que la concentración y vida media de la glucosa sanguínea, durante la lactancia, estará en función de la edad de la cerda, Además, se determinó que, altos niveles de glucosa sanguínea ( $\geq 79$  mg/Dl) afectaron el consumo de alimento diario ( $CA_{d^{-1}}$ ) de la cerda durante la lactancia ( $P < 0.001$ ). Aspecto que concuerda con Quesnel *et al.* (2009) quienes reportan que la mayor concentración de glucosa sanguínea ( $\geq 81.1$  mg/Dl) en la primera semana post-parto es una de las causas que propician disminución en el CA voluntario durante dicha semana.

**Tabla 2.** Media de mínimos cuadrados para la glucosa sanguínea (mg/Dl) y consumo de alimento (kg) de las cerdas de acuerdo a la interacción semana de lactancia\*tipo de cerda

Tipo de cerda.	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	$CA_{d^{-1}}$	Glucosa	$CA_{d^{-1}}$	Glucosa	$CA_{d^{-1}}$	Glucosa
Primíparas.	4.138 <sup>a1</sup>	79.4 <sup>a1</sup>	5.324 <sup>a2</sup>	76.8 <sup>a1</sup>	5.986 <sup>a3</sup>	73.9 <sup>a2</sup>
Multíparas.	4.857 <sup>b1</sup>	74.2 <sup>b1</sup>	5.986 <sup>b2</sup>	73.8 <sup>b1</sup>	7.008 <sup>b3</sup>	66.1 <sup>b2</sup>

<sup>a, b</sup> Literales diferentes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) en columna dentro de variables.

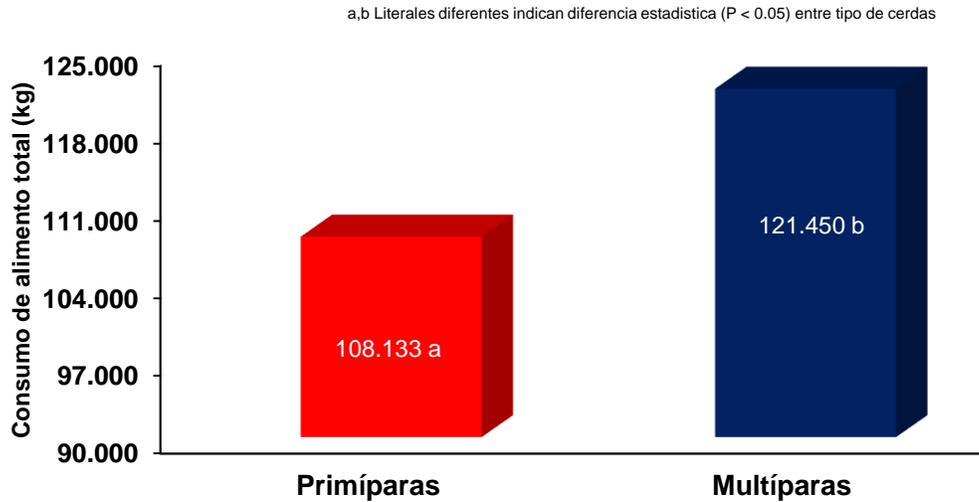
<sup>1,2</sup> Numerales diferentes indican diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) en fila dentro de variables.

El incremento de glucosa durante la primera semana postparto (Tabla 2) influyó en el  $CA_{d^{-1}}$  de las cerdas y esto se reflejó en el efecto del TC sobre el consumo de alimento voluntario ( $P < 0.001$ ), puesto que, independientemente de la semana de lactancia, las cerdas primíparas mostraron mayores niveles de glucosa sanguínea; propiciando reducción en el  $CA_{d^{-1}}$  con respecto a las cerdas multíparas (Tabla 2). Quesnel *et al.*, (2009) y Capdevila (2006) establecen que, la disminución del

consumo de alimento durante la primera semana de lactancia, está asociado con la edad de la cerda; así como, a los procesos metabólicos por los que atraviesa la cerda en el último tercio de la gestación y la primera semana post-parto: aumento de glucosa sanguínea, mismas que tiene efecto sobre la regulación del apetito (Angulo *et al.*, 2009; Echeverry *et al.*, 2012).

En relación con lo anterior, Ortiz *et al.*, (2014) observaron un incremento en los promedios de  $\text{CAd}^{-1}$  y CAT de cerdas en lactación ( $P < 0.05$ ), cuando se reducen los niveles de glucosa sanguínea a través de la adición de alimentos hipoglucémicos a la dieta de cerdas lactantes, como lo es el nopal. Ello pudo deberse, a las propiedades hipoglucémica del nopal (Laurenz *et al.*, 2003; Alarcón *et al.*, 2003). Puesto que, al disminuirse la glucosa sanguínea se incrementa la producción de glucagón y por lo tanto, se incrementa  $\text{CAd}^{-1}$  y CAT.

Los resultados encontrados sugieren que, el menor  $\text{CAd}^{-1}$  de las cerdas primíparas, durante la primera semana post-parto ( $0.719 \text{ kg d}^{-1}$ ), en comparación con las múltiparas (Tabla 2), afectó el CAT durante los 21 días de lactación (Figura 1).



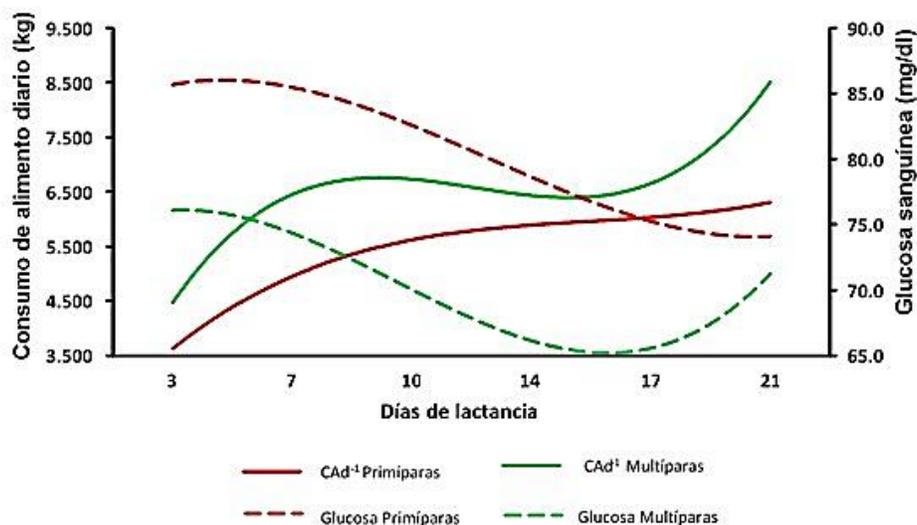
**Figura 1.** Media de mínimos cuadrados para el consumo de alimento total (CAT) durante la lactancia de acuerdo al tipo de cerda.

En lo referente a las diferencias en CAT de acuerdo al TC (Figura 1), es muy posible que, tanto los niveles de glucosa (83.5 mg/Dl) como la menor capacidad de ingestión, de las primíparas, hayan contribuido en un menor CAT en este tipo de cerdas. Ello en comparación con las múltiparas, quienes ya han alcanzado su máximo crecimiento y por ello, poseen mayor capacidad gástrica; es decir, pueden consumir mayor volumen de alimento (Coma y Gasa, 2007); pero, esta característica se presentó después de la 2ª semana de lactación (Tabla 2).

El CAT durante la lactancia (21 d) fue mayor en las múltiparas: 121.450 kg ( $P < 0.05$ ) con respecto a las primíparas (108.133 kg). Resultados inferiores a lo encontrado por Capdevilla (2006): 115.3 y 135.9 kg de alimento total consumido por múltiparas y primíparas, respectivamente; en lactancias de 21 d. Neill y Williams (2010 y 2011) establecen que, las cerdas logran su talla máxima en el 3<sup>er</sup> parto y esto les permite consumir entre 13 y 15 % más alimento que, las primíparas. Al

respecto, se encontró que, las primíparas consumieron 10.9% menos que, las multíparas (Figura 1).

Fomus y Cerisuelo (2010) señalan que, el consumo de alimento en la FL también está afectado por los siguientes factores: genotipo, CAd<sup>-1</sup> durante la gestación, condición corporal (CC) al parto, frecuencia de alimentación, temperatura ambiental y disponibilidad de agua. No obstante, en esta investigación se encontró que el CAT en lactancia se correlacionó negativamente con la 1<sup>a</sup> semana de lactancia ( $r = -0.71$ ;  $P < 0.001$ ); semana que, coincide con la presentación de la hipofagia fisiológica lactacional (Rigón *et al.*, 2007). Fenómeno que está directamente relacionado con una elevada concentración de glucosa sanguínea ( $\geq 81.1$  mg/Dl) (Quesnel *et al.*, 2009); concentración que tiene efecto detrimental sobre el consumo de alimento de las cerdas. Aspecto que también fue observado en la presente investigación (Figura 2).



**Figura 2.** Predicción del consumo de alimento (kg) durante la fase de lactación de acuerdo a los niveles de glucosa sanguínea (mg/Dl) y al tipo de cerda.

En la Figura 2, se observa que el  $CAd^{-1}$  depende de los niveles de glucosa sanguínea presentes en ambos TC; puesto que los estimadores de la regresión no lineal ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  y  $\beta_3$ ) para glucosa y consumo de alimento (Tabla 3) determinaron ( $R^2 \geq 0.64$ ) que conforme se incrementan los niveles de glucosa el consumo de alimento se deprime. No obstante, la predicción sugiere que este efecto es mayor en cerdas primíparas; tal como se encontró al analizar los promedios de glucosa/semana y el  $CAd^{-1}$ /semana (Tabla 1).

**Tabla 3.** Modelos de regresión no lineal de acuerdo al tipo de cerda y a la variable

Tipo de cerdas	Variable Y	Modelo	R <sup>2</sup>
Primíparas	Glucosa	$Y = 0.2716x^3 - 2.9709x^2 + 81.556x + 81.556$	0.97
Múltiparas	Glucosa	$Y = 0.4907x^3 - 4.2242x^2 + 7.4993x + 72.333$	0.64
Primíparas	$CAd^{-1}$	$Y = 0.0438x^3 - 0.5911x^2 + 2.7888x + 1.3889$	0.98
Múltiparas	$CAd^{-1}$	$Y = 0.1847x^3 - 1.9548x^2 + 6.5462x - 0.3$	0.96

El mecanismo que desencadena el incremento de glucosa sanguínea inicia en el último tercio de la gestación y está determinado por el factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1); mismo que, propicia un aumento de la hormona de crecimiento (HC) y una mayor síntesis de glucosa para el desarrollo las fibras musculares secundarias (glucógeno) de los lechones entre el día 85 a 95 de gestación (Matthew 2008). Así mismo, este aumento de IGF-1, glucosa e insulina a nivel sanguínea en el último tercio de la gestación propicia la diferenciación y proliferación de células mamarias y estimula la lactogénesis (Corino *et al.*, 2009).

García (2008), analizó el efecto del incremento de la glucosa y la resistencia a insulina en mujeres embarazadas, las cuales mostraron un estadio de diabetes

gestacional en el último tercio de gestación. Esta diabetes gestacional propicia aumento de la glucosa sanguínea por un efecto de resistencia a la insulina, el cual se origina debido al desarrollo del feto y la glándula mamaria. Este mecanismo finalmente tiene repercusiones detrimenales sobre el apetito de las mujeres al finalizar el embarazo y después del parto (Ramirez y Rebolledo, 2006). Es un hecho que el fenómeno antes descrito también se presenta en las cerdas durante el último tercio de gestación y postparto.

En la actualidad, las prácticas zootécnicas encaminadas a incrementar el consumo de alimento postparto es la reducción del suministro de alimento en el último periodo de gestación (Wu *et al.*, 2006), sin embargo, dicho fenómeno (incremento del consumo de alimento) no se ha observado. El interés por el incremento de CAd-1 se fundamenta en el aumento de los niveles de glucosa sanguínea durante la primera semana pos-parto (Tabla 2 y Figura 2); puesto que, estos están determinados por la demanda de lactosa y ácidos grasos en leche (Quintero *et al.*, 2011), debido a que, la leche de la cerda debe presentar una elevada concentración energética, a partir de carbohidratos (5.36%) y grasa (7.06%) (Hansen *et al.*, 2012).

La demanda energética en la producción láctea requiere de metabolizar mayor cantidad de glucosa y ácidos grasos, principalmente en la primera semana postparto, para la formación del calostro (Foisnet *et al.*, 2010). Sin embargo, el déficit en el consumo de alimento durante la primera semana de lactancia es cubierto por la remoción de grasa corporal y esto origina pérdida de peso corporal (PPC), cuyo efecto es una menor capacidad reproductiva de la cerda después del destete (Trolliet, 2005). Pére y Etienne (2007) establecen que, las cerdas multíparas poseen

mayor sensibilidad a receptores de insulina, lo cual propicia una remoción más rápida de glucosa sanguínea, y a su vez un menor efecto de este metabolito sobre el CAd<sup>-1</sup>, lo que ocasiona menor PPC (Tabla 4) y una mayor eficiencia reproductiva postdestete.

**Tabla 4.** Media de mínimos cuadrados para la pérdida de peso corporal de las cerdas de acuerdo al grupo.

Variable	Tipo de cerda			
	Primíparas		Multíparas	
	Prom.	E.E.	Prom.	E.E.
Peso pre-parto (Kg)	178.0 <sup>a</sup>	0.83	212.5 <sup>b</sup>	1.02
Peso post-destete (Kg)	156.8 <sup>a</sup>	0.79	190.0 <sup>b</sup>	0.97
Pérdida de peso (kg)	21.0 <sup>a</sup>	0.28	22.5 <sup>b</sup>	0.35
Pérdida de peso (%)	11.7 <sup>a</sup>	0.15	10.5 <sup>b</sup>	0.18
Intervalo Destete-estro (d)	7.0 <sup>a</sup>	0.13	4.5 <sup>b</sup>	0.13

<sup>a,b</sup> Literales diferentes indican diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) dentro de fila.

Al respecto, se puede observar en la Tabla 3, mayor PPC en las cerdas primíparas ( $P < 0.05$ ) con respecto a las multíparas: 11.9 y 10.5%, respectivamente. Esta mayor PPC en cerdas primíparas, posiblemente se debe, en primera instancia, al menor consumo de alimento durante la FL asociado a elevadas concentraciones de glucosa sanguínea (Tabla 2 y Figura 2) y, en menor grado, a la forma en que canalizan los nutrientes las primíparas (mantenimiento, crecimiento y producción láctea), en comparación con las cerdas multíparas (mantenimiento y producción láctea) (Coma y Gasa, 2007; Murillo *et al.*, 2007).

Murillo *et al.*, (2007), sugieren que, la mayor PPC de las cerdas primíparas, con respecto a las multíparas, se asocia a mayores requerimientos de energía en la fase de lactancia; lo que obliga, a este tipo de cerdas, a movilizar sus reservas de grasa. Carrion y Medel (2002) y Neil y Williams, (2010) establecen que, la PPC superior al 10%, afecta los indicadores productivos posteriores, como el incremento del IDE y

del porcentaje de servicios repetidos, lo que se asocia a una reducción del tamaño de camada en el siguiente parto. Las cerdas con PPC > 10% y con condición corporal (CC) < 2.5, ovulan de 2 a 4 óvulos menos después del destete, además de reducirse entre 10 y 20% la supervivencia embrionaria. Ello con respecto a las cerdas destetadas con menor PPC y una CC óptima (3 a 3.5) (Kemp *et al.*, 2011).

Son muchos los factores que se deben considerar para prevenir la PPC de las cerdas durante la FL, debido a que las líneas genéticas actuales han sido seleccionadas para mejorar ciertas características que repercuten en la PPC, como lo son: camadas más numerosas (>12 LD), lechones de mayor peso al destete y mayor producción láctea: >10 l d<sup>-1</sup> (Perez *et al.*, 2008; Stalder *et al.*, 2011). Aunado a ello, no se tiene control en los procesos metabólicos por los que atraviesa la cerda durante la lactancia como los son la fase hipergonadotrópica y la hipofagia fisiológica lactacional; fenómenos que afectan directamente el CA y ello a su vez la PPC (Rigon *et al.*, 2010).

La productividad eficiente de las cerdas está relacionada con un elevado CAD<sup>-1</sup> durante FL (> 6.0 kg d<sup>-1</sup>), mismo que se refleja en la producción láctea, PPC, CC, IDE, fertilidad y prolificidad (Capdevilla, 2006). Al respecto de los indicadores reproductivos subsecuentes a la fase de lactación se encontró que tanto el consumo de alimento y la PPC de las cerdas afectaron la presentación del IDE (P < 0.001) (Tabla 4). Resultados que coinciden con Andres *et al.* (2008) y Neill y Williams (2010), quienes encontraron que el IDE está en función del consumo de alimento y la PPC durante la FL.

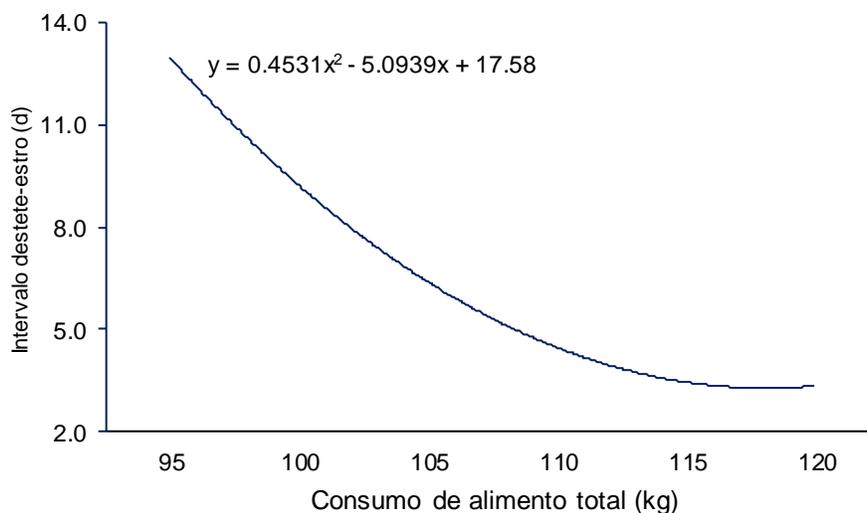
En relación a los resultados del efecto de la PPC sobre el IDE (Tabla 5), se encontró un menor IDE en multíparas respecto a las primíparas: 4.5 d y 7.0 d respectivamente. Un déficit en consumo de alimento de las cerdas durante la FL incrementa la PPC al destete, sobre todo en primíparas; debido que los procesos metabólicos (incremento de glucosa sanguínea) son más drásticos en estas cerdas (Carrión y Medel, 2002), de ésta manera, este déficit en el consumo de alimento – provocado por los mayores niveles de glucosa sanguínea- se relaciona con incremento del IDE (Capdevilla, 2006; Quesnel *et al.*, 2009); fenómeno observado en la presente investigación: a menores niveles de glucosa sanguíneos el consumo de alimento aumenta y, por lo tanto, el IDE disminuye (Figura 3).

**Tabla 5.** Consumo de alimento ( $d^{-1}$ ) e intervalo destete-estro (d) de acuerdo a los niveles de glucosa sanguínea (mg/dl)

Glucosa	CA $d^{-1}$	IDE estimado	Pr<F
65	6.250	4.6	0.001
70	5.500	4.7	0.001
75	5.250	5.0	0.001
80	5.000	5.5	0.001

Corino *et al.* (2009) quienes indican que la glucosa en conjunto con la insulina y el IGF-1 aumentan la expresión de leptina, hormona secretada por los adipocitos, con acción en el control del apetito; al disminuir en consumo de alimento la cerda se remueve mayor cantidad de tejido graso (Martínez *et al.*, 2013), por lo tanto, la asociación entre el incremento de leptina y la reducción en el consumo de alimento diario, principalmente en la primera semana post-parto incide en un menor CA $d^{-1}$  y

a su vez menor CAT de la cerda durante la fase de lactancia, repercutiendo negativamente en una mayor PPC e incremento en el IDE (Gonzales *et al.*, 2007).



**Figura 3.** Intervalo destete-estro (d) de acuerdo al consumo de alimento total de las cerdas.

Con respecto a la Figura 3, se observa que, un CAT inferior a 100 kg, durante la FL, las cerdas superan el IDE ideal ( $\leq 7$  d post-destete), lo que coincide con lo reportado por Patterson (2008) y Andrés *et al.* (2008), quienes indican una asociación entre el consumo de alimento y el intervalo destete-estro: a menor consumo total durante la lactancia se incrementa el intervalo destete-estro.

## 5.0 CONCLUSIONES.

- El incremento de los niveles de glucosa en la primera semana, disminuyen el CAV en ambos tipos de cerda durante la lactancia.
- El consumo de alimento diario durante la lactancia es menor durante la primera semana en ambos tipos de cerda; sin embargo, disminuye en mayor nivel en cerdas primíparas, debido a que los niveles de glucosa son mayores en este tipo de cerda.
- El menor consumo de alimento de las cerdas durante la primera semana de lactancia, obliga a estas a movilizar sus reservas grasas, lo que se ve reflejado en la pérdida de peso corporal, siendo esta, mayor en cerdas primíparas que en multíparas.
- El intervalo destete-estro se incrementa en cerdas primíparas, en comparación con las cerdas multíparas, debido a que tienen mayor pérdida de peso corporal.

## 6.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Almanza-Pérez, J.C., Blancas-Flores, G., García-Macedo, R., Alarcón-Aguilar, F.J., Cruz, M. (2008) "Leptina y su relación con la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2" *Medigraphic*. [En línea] Vol. 144 Pág. 535- 542 Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/gaceta/gm-2008/gm086m.pdf> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Álvarez, M.C., González L.C., Gil M.L., Fontans S.P., Romaní M.P., Vigo E.G., Mallo F.F. (2009) "Las hormonas gastrointestinales en el control de la ingesta de alimentos" *ELSEVIER Endocrinología y nutrición*. [En línea] Vol. 56 Pág. 317-330 Disponible en: <http://zl.elsevier.es/es/revista/endocrinologia-nutricion12/linkresolver/las-hormonas-gastrointestinales-el-control-13140289> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Andres, M.A., Aparicio, M., Piñeiro, C. "Intervalo destete-cubricion: qué le influye y cómo podemos controlarlo." *3tres3 la página del cerdo*. [En línea] Disponible en: [http://www.3tres3.com/datos\\_productivos/intervalo-destete-cubricion-que-le-influye-y-como-podemos-controlarlo\\_2174/](http://www.3tres3.com/datos_productivos/intervalo-destete-cubricion-que-le-influye-y-como-podemos-controlarlo_2174/) [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Angulo, A. J., Mahecha, L. L., Olivera, A. M. (2009) "SÍNTESIS, COMPOSICIÓN Y MODIFICACIÓN DE LA GRASA DE LA LECHE BOVINA: Un nutriente valioso para la salud humana" *Revista MVZ Córdoba*. Vol. 14 Pag. 1856- 1866.
- Ávila Valdez, J. E. (2012). *Mejoramiento genético y manejo de la hembra porcina*. Tesis de licenciatura. Xalapa, Veracruz, México. Facultad de ciencias agrícolas, Universidad Veracruzana.
- Baucells, A. F. (2006) "Alimentación de las primerizas" *3tres3 la página del cerdo*. [En línea] Disponible en: [http://www.3tres3.com/alimentacion\\_cerda/alimentacion-de-las-primerizas\\_1539/](http://www.3tres3.com/alimentacion_cerda/alimentacion-de-las-primerizas_1539/) [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Becerril, P. E. (2011) "Perspectivas de la porcicultura en México." *Acontecer porcino*. [En línea] Vol. 102 Pág. 62-63. Disponible en: <http://www.pagegangster.com/p/2GM6x/13/> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Bobadilla, E.E., Espinoza, A.O., Martínez, F.E. (2010) "Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008" *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. [En línea] Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v1n3/v1n3a5.pdf> [Último acceso: 18 de noviembre de 2014].
- Bolaños P.R. (2009) "Evolución de los hábitos alimentarios. De la salud a la enfermedad por medio de la alimentación." *Trastornos de la conducta alimentaria*. [En línea] Vol. 9 Pág. 956-972. Disponible en: [http://www.tcasevilla.com/archivos/evolucion\\_de\\_los\\_habitos\\_alimentarios.\\_de\\_la\\_salud\\_a\\_la\\_enfermedad\\_por\\_medio\\_de\\_la\\_alimentacion.pdf](http://www.tcasevilla.com/archivos/evolucion_de_los_habitos_alimentarios._de_la_salud_a_la_enfermedad_por_medio_de_la_alimentacion.pdf) [Ultimo acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Campabadal, C., (2012). "Nuevas tendencias en la alimentación de las cerdas gestantes y lactantes", [En línea] Disponible en: <http://1h6sjn1h2drrrzvb91xoz9916qy.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/sites/8/2013/08/SISTEMAS-DE-ALIMENTACION-DEL-GANADO-DE-LECHE.pdf> [Ultimo acceso: 24 de septiembre]
- Capdevila, P.J. (2006). Alimentación de cerdas lactantes I 2006. *3tres3 La página del cerdo*. España. [En línea] Disponible en: [http://www.3tres3.com/alimentacion\\_cerda/alimentacion-de-cerdas-lactantes-i\\_1636/](http://www.3tres3.com/alimentacion_cerda/alimentacion-de-cerdas-lactantes-i_1636/) [Ultimo acceso: 11 de noviembre de 2014].

- Carrión, D., & Medel, P. (2001). "Interacción nutrición reproducción en ganado porcino." *FEDNA*. [En línea] Disponible en: <http://www.acorex.es/PO/pienso/Interaccionnutricionreproduccionengadoporcino.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre]
- Ceballos, A., Gómez, P.M., Vélez, M.L., Villa, N.A., López, L.F. (2002) "Variación de los indicadores bioquímicos del balance de energía según el estado productivo en bovinos lecheros de Manizales, Colombia" *Revista colombiana de ciencias pecuarias* [En línea] Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/67/66> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Chiquete, E., Tolosa, P. (2013) "Conceptos tradicionales y emergentes sobre el balance energético" *Medigraphic* [En línea] Disponible en: <file:///C:/Users/alejandro/Documents/Glucosa%20en%20la%20cerdas/Bibliografia%20tesis/Chiquete.pdf> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Coma, J., Gasa, J. (2007) "Alimentación de la reposición y de la cerda primeriza" *Curso de especialización FEDNA* [En línea] Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/82-CAP\\_VIII.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/82-CAP_VIII.pdf) [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Corino, C., Pastorelli, G., Rosi, F., Bontempo, V., Rossi, R. (2009) "Effect of dietary conjugated linoleic acid supplementation in sows on performance and immunoglobulin concentration in piglets" *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 87 Pag. 2299- 2305 Disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/87/7/2299.full.pdf+html> [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- De Luca, L. (2003). Fisiopatología del hígado de las vacas de alta producción. *Buenos Aires, Argentina*. [En línea] Disponible en: <http://vaca.agro.uncor.edu/~pleche/material/Material%20II/A%20archivos%20internet/Alimentacion/Fisiopatolog%C3%ADa%20del%20H%C3%ADgado%20de%20las%20Vacas%20de%20Alta%20Producci%C3%B3n.doc> [Último acceso: 12 de noviembre de 2014]
- Durazno, F., Capelini, F. (2009) "Leptina y obesidad" *Medigraphic .Revista Mexicana de Patología clínica*. [En línea] Vol. 56 Pág. 262-264 Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/patol/pt-2009/pt094e.pdf> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Echeverry, D.M., Penagos, F., Ruiz-Cortés, Z.T. (2012) "Papel de la leptina y su receptor en la glándula mamaria bovina" *Revista colombiana de ciencias pecuarias*. [En línea] Vol. 25 Pág. 500-510 Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/809/867> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Espinoza, Y. y Rodríguez, Y. (2012). Ciclo sexual de la cerda y factores que influyen en el indicador reproductivo parto/cubriciones de esta especie. [En línea]. [http://www.ganaderia.com.mx/porcicultura/home/articulos\\_int.asp?cve\\_art=834](http://www.ganaderia.com.mx/porcicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=834). [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- FAO. (2012). "Cerdos y..." [En línea] Septiembre 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>. [Último acceso: 22 de Abril de 2014].
- FAO. (2013) "Cambio climático, la ganadería puede ser parte de la solución." [En línea] Noviembre 2013. Disponible en: <http://www.fao.org/agronoticias/agronoticias/detalle/es/c/207534/>. [Último acceso: 18 de Septiembre de 2014].
- FAO. (2013) Hacer frente al cambio climático a través de la ganadería. FAO, ROMA, ITALIA.

- Financiera rural (2012) "Monografías de ganado porcino" [En línea] Junio 2012 Disponible en: [http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaPorcinos\(jun2012\).pdf](http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADaPorcinos(jun2012).pdf) [Último Acceso: 23 de septiembre de 2014]
- Foisnet, A., Farmer, C., David, C., Quesnel, H. (2010). "Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition" *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 88 Pag. 1672 – 1683. Disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/88/5/1672.full.pdf+html> [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Fomos, J.; Cerisuelo, A. (2008) Alimentación en cerdas. *Ediporc*. Vol. 120 Pag. 28-33.
- Galvis, R. D., Correa, H. J., & Ramírez, N. (2009). "Interacciones entre el balance nutricional, los indicadores del metabolismo energético y proteico y las concentraciones plasmáticas de Insulina, e IGF-1 en vacas en lactancia temprana." *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, [En línea] 16, 237-248. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/129/126> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- García, C. (2008). "Diabetes mellitus gestacional." *Artemisa en línea* [En línea] 24:148-56. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/medintmex/mim-2008/mim082h.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Giménez, O. (2009) "Péptido YY: una nueva estrategia para el tratamiento de la obesidad" *ELSEVIER, Endocrinología y nutrición*. [En línea] Vol. 56 Pág. 1-3 Disponible en: <http://zl.elsevier.es/es/revista/endocrinologia-nutricion-12/peptido-yy-una-nueva-estrategia-tratamiento-obesidad-13132635-editorial-2009> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Glauber, C.E. (2007) "Fisiología de la lactación en la vaca lechera." *Produccion animal*. [En línea] Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/131-fisiologia.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/131-fisiologia.pdf) [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Gómez Tenorio, G., Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez, J., & Guzmán-Soria, E. (2011). "Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana". *Tropical and subtropical agroecosystems*, [En línea] 14, 537-542. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a40.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Gonzales, M.C., Bertolí, M., López, P., Morales, S., Arias, T. (2007) "Nota técnica sobre condición corporal e intervalo destete-celo en cerdas" *Revista computadorizada de producción porcícola*. Vol. 14 pag.118-120
- Gonzales-Jiménez, E., Rio-Valle, J. (2012) "Regulación de la ingesta alimentaria y del balance energético; factores y mecanismos implicados." *Nutricion hospitalaria*. [En línea] Vol. 27 Pág. 1850-1859. Disponible en: <http://www.aulamedica.es/gdcr/index.php/nh/article/viewFile/6099/609> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Guerrero, L. A., Villagómez, D. A. F., Zaitzeva, G., Lemus, C., Taylor, J. J., Galindo, J., & Guadalajara, G. (2008). *Respuesta inmune celular mediante técnicas de linfoproliferación y fagocitosis en cerdos Pelón Mexicano antes y después del destete*. *Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen*, 15(1).
- Hansen, A. V., Strathe, A. B., Kebreab, E., France, J., Theil, P. K. (2012) "Predicting milk yield and composition in lactating sows: a bayesian approach" *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 90 Pag. 2285-2298. Disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/90/7/2285.full.pdf+html> [Último acceso: 14 de noviembre de 2014].

- Hernández-Valencia, M., Hernández-Rosas, M., Zárate, A. (2010) "Atención de la resistencia a la insulina en el síndrome de ovarios poliquísticos" *Ginecología y Obstetricia de México*. [En línea] Vol. 78 Pág. 612-616. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/ginobsmex/gom-2010/gom1011f.pdf> [Último acceso: 18 de noviembre de 2014].
- Jordán, D., Villa, N. A., Gutiérrez, M., Gallego, Á. B., Ochoa, G. A., & Ceballos, A. (2009). "Indicadores bioquímicos sanguíneos en ganado de lidia mantenido en pastoreo en la cordillera central colombiana." *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, [En línea] 19, 18-26. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/29/28> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Kemp, B., Wintjes, J.G.M., Van leeuwen, J.J.J., Hoving, L.L., Soede, N.M. (2011) "Nutrition and maneja ment during lactation: effects on feature parity productivity." Wageningen University, Dep. Of Anim Sci. 85-97 pp. 2011.
- Kim, S. W., Hurley, W. L., Wu, G., & Ji, F. (2009). "Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation." *Journal of Animal Science*, [En línea] 87, E123-E132. Disponible en: [http://www.journalofanimalscience.org/content/87/14\\_suppl/E123.full.pdf+html](http://www.journalofanimalscience.org/content/87/14_suppl/E123.full.pdf+html) [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Leiva, C.S. (2014) "La agricultura y la ciencia." *IDESIA*. [En línea] Vol. 32 Pág. 3-5 Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292014000300001&script=sci\\_arttext&tIng=e](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34292014000300001&script=sci_arttext&tIng=e) [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Malavé, T., Alfaro, M., Hurtado, E. (2007) "Efecto del número de parto, tamaño y peso de la camada al destete sobre el intervalo destete-estro en cerdas" *Revista unellez de ciencia y tecnología* [En línea] Vol. 25 pág. 10-15 Disponible en: <http://app.vpa.unellez.edu.ve/revistas/index.php/rucyt/article/view/67/112> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014]
- Malvasio, M., Pimentel, S., De León, (2013) *Efecto de la fuente de carbohidratos en la dieta preparto sobre la producción y composición de leche de vacas holstein al inicio de la lactancia*. Tesis de Doctorado, Uruguay. Facultad de Veterinaria de la Universidad de la Republica.
- Manzano, A.I. (2011) Efecto de los cambios en la alimentación de la cerda durante la última etapa de gestación sobre el desempeño reproductivo. Tesis de licenciatura. Honduras. Carrera de ingeniería en agronomía, Zamorano, escuela agrícola panamericana.
- Martines, J.A., Moreno, M.J., Marques-Lopes, I., Martí, A. (2002) "Causas de obesidad." *Anales del sistema sanitario de Navarra*. [En línea] Vol. 25 Pág. 17-27 Disponible en: <http://recyt.fecyt.es/index.php/ASSN/article/view/5465/4523> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Martínez, S., Campos, C., Madrid, J., Cerón, J. J., Orengo, J., Tvarijonaviciute, A., Valera, L., Hernández, F. (2013) "Conocimiento actual de las hormonas reguladoras de la ingestión de alimentos en la especie porcina" Ediciones de la Universidad de Murcia Vol. 29 Pag. 7-22
- Martínez, S., Campos, C., Madrid, J., Cerón, J.J., Orengo, J., Tvarijonaviciute, A., Valera, L., Hernández, F. (2013) "Conocimiento actual de las hormonas reguladoras de la ingestión de alimentos en la especie porcina" *An. Vet. Murcia*. [En línea] Vol. 29 Pág. 7-22 Disponible en: [http://www.produccionbovina.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/140-hormonas.pdf](http://www.produccionbovina.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/140-hormonas.pdf) [Último acceso: 16 de noviembre de 2014]. Hartog, L.D., Smits, C. (2005) "Estrategias de alimentación y manejo

- para alcanzar la uniformidad y calidad deseadas en porcino” *FEDNA*. [En línea] Pág. 327-339 Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00produccion\\_porcina\\_general/44-alimentacion\\_y\\_manejo.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00produccion_porcina_general/44-alimentacion_y_manejo.pdf) [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Matthew, L.C. (2008) “Repartición de los nutrientes y función reproductiva en vacas lecheras” [En línea] Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/produccion\\_bovina\\_leche/29-reproduccion.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/29-reproduccion.pdf) [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Mazcorro, E. y Trápaga, Y. “La organización de productores. Una vía para dar continuidad al crecimiento de la porcicultura en México. El caso del estado de Jalisco”. *Ponencia presentada al VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural* [En línea] Disponible en: <http://www.alasru.org/wp-content/uploads/2011/09/GT15-Elvira-Mazcorro-Velarde.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Montaño, E.L., Ruiz, Z.T., (2005) “¿Por qué no ovulan los primeros folículos dominantes de las vacas cebú posparto en el trópico colombiano?” *Revista colombiana de ciencias pecuarias*. [En línea] Vol. 18 Pág. 127-135 Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/190/187> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Morales Clavijo, M., & Carvajal Garcés, C. F. (2010). “Obesidad y resistencia a la leptina.” *Gaceta Médica Boliviana*, [En línea] 33, 63-68. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/pdf/gmb/v33n1/a13.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Murillo, C.G., Herradora, M.A., Martínez R.G. (2007) “Relación entre la pérdida de grasa dorsal de cerdas lactantes con el consumo de alimento, tamaño de la camada, peso de los lechones al destete y días de lactancia.” *Revista científica*. Vol. XVII Pag. 380-385.
- Neill, C.; Williams, N.C. (2010) London swin conference-focus on the feature. March 31 – April 01. 23-32 pp.
- Neill, C., Williams, N.C. (2011) “Producción de leche y necesidades alimenticias en cerdas (I).” *3tres3 La página del cerdo*. [En línea] disponible en: [http://www.3tres3.com/nutricion/produccion-de-leche-y-necesidades-alimentarias-en-cerdas-i\\_3284/](http://www.3tres3.com/nutricion/produccion-de-leche-y-necesidades-alimentarias-en-cerdas-i_3284/). [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Noblet, J. (2010). “Desarrollos recientes y nuevas perspectivas en la valoración de alimentos para Ganado porcino”. *Memorias XXVI Curso de especialización FEDNA. Avances en Nutrición Animal*. [En línea] Madrid. Pág, 131-148. Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00-produccion\\_porcina\\_general/188-10CAP\\_V.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/188-10CAP_V.pdf) [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Notario, P.F. (2011) “perspectiva historiográfica de la alimentación en el mundo griego antiguo” *Universidad de Sevilla*. [En línea] Vol. 42 Pág. 65-82 Disponible en: [http://www.academia.edu/1112816/Perspectivas\\_historiograficas\\_de\\_la\\_alimentacion\\_en\\_el\\_mundo\\_griego\\_antiguo](http://www.academia.edu/1112816/Perspectivas_historiograficas_de_la_alimentacion_en_el_mundo_griego_antiguo) [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Núñez, L.O., Bouda, J. (2007) “Patología clínica veterinaria” *UNAM-FMVZ Departamento de patología*. 1ra edición. Pág. 135 México, D.F.
- OCDE/FAO (2013), “OCDE-FAO Perspectivas Agrícolas 2013-2022.” *Universidad Autónoma Chapingo* [En línea] Texcoco, Estado de México Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2013-es](http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2013-es). [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Patterson, J., Wellen, A., Hahn, M., Pasternak, A., Lowe, J., DeHaas, S., Kraus, D., Williams, N., Foxcroft, G. (2008) “Responses to delayed estrus after weaning in sows using

- oral progestagen treatment” *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 86 pag. 1996 – 2004 Disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/86/8/1996.full.pdf> [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Pérez, C.M. y Etienne, M. (2007). “Insulin sensitivity during pregnancy, lactation, and postweaning in primiparous gilts” *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 81 pag. 101 – 110. Disponible en: <http://www.journalofanimal science.org/content/85/1/101.full.pdf+html>, [Ultimo acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Pérez, R.E., Herrera, J., Gómez, B., Gutiérrez, E. (2008) “Estudios sobre el efecto del genotipo, peso de la cerda al destete y prolactina sanguínea en el intervalo destete-estro de cerdas sometidas a lactaciones de 15 días” *Revista computadorizada de producción porcina*. [En línea] Vol. 15 Pág. 227- 231. Disponible en: <http://pigtrop.cirad.fr/content/download/6626/39017/file/153%2006artREPerez.pdf>. [Último acceso: 17 de noviembre de 2014]
- Quesnel, H., Meunier-Salaün, M.-C., Hamard, A., Guillemet, R., Etienne, M., Farmer, C., Dourmad, J.-Y., Père, M.-C. (2009). “Dietary fiber for pregnant sows: Influence on sow physiology and performance during lactation” *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 87 pag. 532-543 Disponible en: <http://www.journalofanimalscience.org/content/87/2/532.full.pdf+html> [Último acceso: 11 de noviembre de 2014].
- Quintero, M.D., Olivera, M., Rosero, R.N. (2011) “Protected fat supplementation and energy metabolism in cows during early lactation” *Revista colombiana de ciencias pecuarias*. [En línea] Vol. 24 Pág. 74-82. Disponible en: <http://rccp.udea.edu.co/index.php/ojs/article/viewFile/656/620> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014]
- Ramírez, F.J., Rebolledo, A.F. (2006) “Diabetes mellitus y sus complicaciones. La epidemiología, las manifestaciones clínicas de la diabetes tipo 1 y 2. Diabetes gestacional. Parte 1” *Medigraphic*. [En línea] Vol. 5 Pág. 139-151. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/plasticidad/prn-2006/prn062e.pdf> [Último acceso: 18 de noviembre de 2014].
- Rigón, R.C.A.; Lovatto, P.A.; Weschenfelder, V.A.; Lehnen, CH.R.; Bruno, N.F.; Andretta, I.; Speroni, C.M. (2008). Metanálise da relação entre espessura de toicinho e variáveis nutricionais de porcas gestantes e lactantes. *Ciencia Rural*. Vol. 38 Pag. 1085-1091.
- Rivera, R. D. F., Carrasco, A. C., Esparza, L. E. B., Pablos, M. A. C., González, J. A. N., Ornelas, O. L. G., (2009) “Determinación del estado actual de los factores externos de competitividad del sector porcícola de Cajeme, Sonora.” *Instituto Tecnológico de Sonora*. [En línea] Disponible en: <http://incubadorabt.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no65/21.pdf> [Ultimo acceso: 24 de septiembre de 2014]
- SAGARPA (2012). “Informe de rendición de cuentas 2006-2012” [En línea] Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/irc/Memorias%20Documentales/SUBSR%C3%8DA.%20DESARROLLO%20RURAL%20-%20COMIT%C3%89S%20SISTEMA-PRODUCTO%20-2a.%20Parte.pdf> [Ultimo acceso: 23 de septiembre de 2014].
- Santomá, G. (2012). ¿Qué medidas nutricionales tomar ante la productividad de la cerda actual? 2ª parte: peri-parto y lactación. *FEDNA* [En línea] Disponible en: [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_porcina/00produccion\\_porcina\\_general/47-medidas\\_nutricionales.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00produccion_porcina_general/47-medidas_nutricionales.pdf) [Ultimo acceso: 24 de septiembre].

- Santos Silva, J., Williams, S., Barrales, H., Charneca, R., Tirapicos Nunes, J. L., García Artiga, C., & García Contreras, A. (2012). "Manejo de la Reproducción." *Red porcina Iberoamericana* [En línea] Disponible en: <http://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/7702/3/Capitulo.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Schnettler, B., Silva, R., & Sepúlveda, N. (2008). "Consumo de carne en el sur de Chile y su relación con las características sociodemográficas de los consumidores". *Revista chilena de nutrición*, [En línea] 35, 262-270. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v35s1/art02.pdf> [Último acceso: 24 de septiembre de 2014]
- Shimada Miyasaka, A. (2009) *Nutrición animal*. México, DF: Editorial Trillas.
- SIAP - SAGARPA (2014) "Población ganadera de porcino" *Sistema de información Agroalimentaria y pesquera*. [En línea] Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/resumen-nacional-pecuario/> [Último acceso: 01 Julio de 2014]
- Sosa, R. (2005) "Alimentación en de la cerda en gestación y lactancia". *Escuela centroamericana de ganadería. Atenas Costa Rica*. [En línea] Vol. 33 Pág. 23-25. Disponible en: <http://atenas.utn.ac.cr/images/revista/ecag33.pdf> [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Stalder, K.J., Lacy, R.C., Fitzgerald, R.F., Nikkila, R.T., Jhonson, A.K., Karriker L.A. (2011). "La perspectiva española sobre la longevidad de la cerda." *Departament of Animal Sci., Iowa State University Ames. Anaporc* Vol. 8 Pag. 36-40.
- Stephano, A. (2012) "Situación de la porcicultura mexicana" *Los porcicultores y su entorno*. [En línea] No. 86. Marzo – Abril de 2012. Disponible en: [http://www.porcicultura.com/porcicultura/home/articulos\\_int.asp?cve\\_art=865](http://www.porcicultura.com/porcicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=865) [Último acceso: 22 de septiembre de 2014].
- Tenorio, G.G., Rebollar-Rebollar, S., Hernández-Martínez J., Guzmán-Soria, E. (2011) "Efecto de los aranceles en la competitividad de la porcicultura mexicana." *Tropical and Subtropical Agroecosystems* [En línea] Vol. 14 Pág. 537- 542. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S187004622011000200040&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S187004622011000200040&script=sci_arttext&tlng=en) [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Trolliet J.C. (2005) "Productividad numérica de la cerda factores y componentes que la afectan." *Producción animal*. [En línea] disponible en: [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_porcina/00produccion\\_porcina\\_general/09-productividad\\_numerica\\_cerda.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_porcina/00produccion_porcina_general/09-productividad_numerica_cerda.pdf) [Último acceso: 16 de noviembre de 2014]
- Vignola, M. (2012) "Consumo en lactación (1/2): alimentación durante la gestación anterior" *3tres3 la página del cerdo* [En línea] Disponible en: [http://www.3tres3.com/alimentacion\\_cerda/consumo-en-lactacion-1-2-alimentacion-durante-la-gestacion-anterior\\_30502/](http://www.3tres3.com/alimentacion_cerda/consumo-en-lactacion-1-2-alimentacion-durante-la-gestacion-anterior_30502/) [Último acceso: 17 de noviembre de 2014].
- Villa, N.A., Osorio, J.M., Escobar, D., Ceballos, A. (2011) "Indicadores bioquímicos del balance energético en el parto de vacas brahman en pastoreo en el trópico colombiano" *Revista científica FCV-LUZ*. [En línea] Vol. XXI Pág. 353-359 Disponible en: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33585/1/articulo9.pdf> [Último acceso: 16 de noviembre de 2014].
- Wu, G., Bazer, F. W., Wallace, J. M., Spencer, T. E. (2006) "Board-invited review: Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences" *Journal of animal science*. [En línea] Vol. 84. Pag. 2316 – 2337 Disponible en:

<http://www.journalofanimalscience.org/content/84/9/2316.full.pdf+html> [Ultimo acceso: 11 de noviembre de 2014].

Ortiz-Rodríguez R., Ordaz-Ochoa G., Andrade-Hernández E.O., Saucedo P.A y Pérez-Sánchez R.E. (2014). El nopal (*O. ficus-indica*) como complemento de la dieta de cerdas lactantes sobre los niveles de glucosa sanguínea y consumo de alimento durante la fase de lactancia. Producción y aprovechamiento del Nopal y Maguey. Desarrollo y bienestar sustentables a través del nopal y maguey. XIII Simposium-Taller nacional y VI internacional. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. 9 y 10 de Octubre de 2014. Monterrey Nuevo León. México