

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

“EFECTO DEL CONSUMO DE UN PRODUCTO NATURAL A BASE DE  
EXTRACTOS VEGETALES (*Foeniculum vulgare*, *Carum carvi* y *Juniperus communis*)  
POR CERDAS LACTANTES SOBRE EL DESARROLLO DE LECHONES RECIÉN  
NACIDOS”

**TESIS**

como parte de los requisitos para obtener el grado de  
Maestría en Salud y Producción Animal Sustentable

**Presenta:**

I.A.Z Andrea Ruiz Campos

**Dirigido por:**

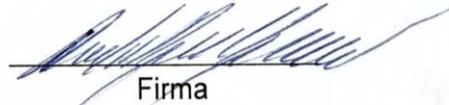
Dra. Tércia Cesária Reis de Souza

**SINODALES**

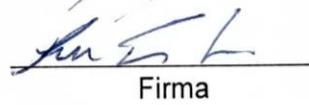
Dra. Tércia Cesária Reis de Souza  
Presidente

  
Firma

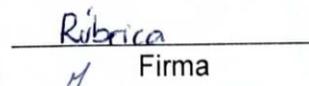
Dra. Araceli Aguilera Barreyro  
Secretaria

  
Firma

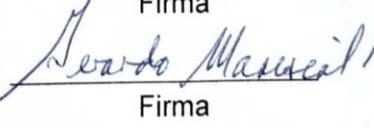
Dr. Konisgmar Escobar García  
Vocal

  
Firma

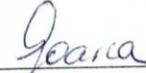
M.C. Gilberto Martínez Moreira  
Suplente

  
Firma

Dr. Gerardo Mariscal Landín  
Suplente

  
Firma

  
Dra. Juana Elizabeth Elton Puente  
Directora de la Facultad

  
Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña  
Directora de Investigación y Posgrado

Campus Juriquilla,  
Querétaro, Qro.  
Octubre 2018  
México

## RESUMEN

**Palabras clave:** Extracto vegetal, Cerdas lactantes, Lechones.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la adición de un galactógeno natural a base de *Foeniculum vulgare*, *Carum carvi* y *Juniperus communis* en la dieta de cerdas lactantes sobre la composición de leche, su desarrollo zootécnico y el de sus crías. El experimento se realizó en “Rancho los Limones”, ubicado en Camino a la Venta s/n, La Palma, Pedro Escobedo, Querétaro. Se utilizaron 80 hembras de la raza Landrace x Large White con 108 días de gestación (7 días antes del parto), con paridades de 1 a 5, un peso de  $232 \pm 34$  kg y un periodo de lactancia de  $21 \pm 1$  días. Se formó un grupo control (G-) y uno tratamiento (G+) con 40 hembras en cada uno. Al grupo G+ se adicionaron 30 gr del galactógeno a la ración de la mañana a partir del día 108 de gestación hasta el día 21 de lactación. Al grupo control se le ofreció el alimento sin la inclusión del galactógeno. Se pesaron individualmente los lechones de cada camada en ambos grupos a los 0, 7, 14 y 21 días, para determinar la ganancia diaria de peso y la uniformidad de los lechones durante la lactancia. Se seleccionaron al azar 30 hembras (3 por número de parto de 1 a 5 de cada grupo experimental) para coleccionar muestras de leche a los 3, 7, 14, y 21 días postparto para la determinación de su composición química (grasa, proteína, lactosa, vitaminas, minerales, sólidos no grasos y sólidos totales) por medio de espectrofotometría infrarroja. Las hembras se pesaron y visualmente se midió la condición corporal al inicio y al final de la lactancia, para determinar la pérdida de peso durante este periodo. Se registraron los días entre el destete y el próximo celo de la hembra para determinar el intervalo de destete celo fértil (IDCF). Durante la lactancia, la ganancia diaria de peso (GDP) de las camadas provenientes de cerdas del grupo G+ fue superior ( $P < 0.05$ ) a la GDP de las camadas del grupo G- (197 vs 180 g/d, para G+ y G-, respectivamente). También se observó un efecto ( $P < 0.001$ ) de la semana de lactancia sobre la GDP de los lechones. Durante el día 21 se observó un efecto tratamiento ( $P < 0.05$ ) sobre la homogeneidad de peso en los lechones. Los lechones provenientes de G+ presentaron una menor desviación estándar que los lechones del grupo G- (0.871 vs 0.742 gr, para G+ y G-, respectivamente). Para la composición de la leche no se encontraron diferencias significativas entre grupos ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, las hembras G+ tuvieron una pérdida menor de peso durante los 21 días (-0.77 vs -1.22 kg/d, para G+ y G- respectivamente). El IDCF registrado en las hembras de G+ fue más corto significativamente que las del grupo G- (4.91 vs 5.87 días, respectivamente). El galactógeno puede ser empleado como una alternativa natural para mejorar el desempeño productivo de las cerdas y de sus camadas durante la lactancia.

## SUMMARY

**Key words:** Vegetal extract, Lactating sows, Piglets.

The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of a natural plant-based galactogen (*Foeniculum vulgare*, *Carum carvi* y *Juniperus communis*) in the diet of lactating sows over milk composition, their productive performance and their litters. The experiment took place in “Rancho los Limones”, located in Camino a la Venta s/n, La Palma, Pedro Escobedo, Querétaro. 80 Landrace x Large White sows were used with 108 days of gestation (7 days before labor), parity between 1 to 5, an average weight of  $232 \pm 34$  kg and a lactating period of  $21 \pm 1$  days. A control (G-) and a treatment (G+) group was formed with 40 sows in each group. The G+ group received 30 gr of the galactogen added in the morning ration, starting from day 108 of gestation until day 21 of lactation. The control group was fed the same food but without the inclusion of the galactogen. To determine the average daily gain of piglets and the weight uniformity between groups, all the piglets were weighed at day 0, 7, 14 and 21 of lactation. To determine milk's composition by means of infra-red spectrophotometry (fat, protein, lactose, non-fatty solids, total solids and others), 30 lactating sows were randomly selected (3 sows per parity number from 1 to 5 of each experimental group) to collect milk samples at day 3, 7, 14, and 21 after farrowing. The sows were weighed and visually evaluated by body condition scoring at day 1 and 21 of lactation, to determine the weight loss during this period. The days between weaning and the first service were recorded to determine the Weaning to Service Interval. It was observed that the average daily gain (ADG) of the litters coming from sows of the G+ group was higher ( $P < 0.05$ ) than the ADG of litters coming from the G- group during the lactating period (197 vs 180 g/d, for G+ y G-, respectively). An effect ( $P < 0.001$ ) of the lactating week over the ADG of piglets was also confirmed. The piglets weight's homogeneity was affected ( $P < 0.05$ ) by the treatment at day 21 of lactation. The piglets coming from G+ showed a lower standard deviation (0.742 g) than the ones coming from G- (0.871 g). No significant differences were found between groups ( $P < 0.05$ ) for milk composition. However, there were significant differences between groups for sows's weight loss during the period. The G+ sows loss less weight (-0.77 g/d) than the G- sows (-1.22 g/d). The Weaning to Service Interval was significantly shorter in G+ sows (4.91 days) than in G- sows (5.87 days). This natural plant-based product can be used as an alternative to improve the productive performance of the sows and their litters during lactation.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a ustedes, mis padres que son una bendición en mi vida, por su amor, paciencia, comprensión, sacrificio, esfuerzo y dedicación que siempre me han demostrado, porque sin ustedes mi mundo sería completamente diferente. Gracias por brindarme cada día ese apoyo incondicional para seguir luchando por cumplir mis sueños. Este es un triunfo más en mi vida y que mejor que compartirlo con los seres que más quiero en el mundo. Por todo esto y mucho más, mil gracias.

Gracias hermana por todo el amor que siempre me has dado, por ser mi amiga, mi confidente y mi compañera. Por ser el mejor ejemplo a seguir que una hermana puede tener.

A mi única abuela que aún se encuentra conmigo, por el amor inmenso que siempre me demuestras y por tus benditas oraciones que me acompañan a lo largo de toda la vida.

Gracias a la Universidad Autónoma de Querétaro por brindarme la oportunidad de ser mejor profesionalista y persona. A mis maestros que me acompañaron durante este proceso de aprendizaje y de mejora continua.

Gracias al CONACYT por el apoyo económico durante toda la maestría, por que gracias a cuerpos de gobierno como este, los jóvenes de Mexico acceden a mejores oportunidades laborales y de vida.

## ÍNDICE

Tema	Página
Resumen	i
Summary	ii
Agradecimientos	iii
Índice	iv
Índice de cuadros	vi
Índice de figuras	vii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	2
1.Importancia de la carne de cerdo en México	2
2.Etnoveterinaria	3
2.1.Galactogogos	4
2.2. Hierbas Lactogénicas	5
2.2.1. <i>Foeniculum vulgare</i> (Hinojo)	5
2.2.2. <i>Carum carvi</i> (Alcaravea)	11
2.2.3. <i>Juniperus communis</i> (Bayas de enebro)	14
3. Glándula mamaria	17
3.1.Mamogénesis	18
3.1.1. Factores que afectan la mamogénesis	20
3.2. Lactogénesis	21
4. Producción láctea	23
4.1.Factores que afectan la producción láctea	23
5. Composición química de la leche de cerda	27
5.1. Agua y sólidos totales	28
5.2. Carbohidratos	29
5.3. Lípidos	30
5.4. Proteínas	31
5.5. Factores que afectan la composicion química de leche	32
6. Involución mamaria	34
7. Pérdida de peso en hembras durante la lactancia	35
8. Índice destete-celo fértil (IDCF)	35
8.1. Factores que afectan el índice destete-celo fértil (IDCF)	36
9. Alimentación durante la lactancia	38
10. Factores que afectan el crecimiento de los lechones durante la lactancia	39
<b>III. HIPÓTESIS</b>	41
<b>IV. OBJETIVOS</b>	41
4.1 Objetivo general	41
4.2. Objetivos específicos	41

<b>V. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	42
5.1. Fase Experimental (manejo experimental de los animales)	42
a) Selección de animales	42
b) Registro de pesos y evaluación de condición corporal	43
c) Acomodo de hembras en salas de maternidad	45
d) Alimentación de las hembras	45
e) Registro de pesos de lechones	46
f) Colecta de leche	46
g) Registro del primer estro en hembras recién destetadas	46
5.2. Fase analítica	47
a) Análisis de muestras en laboratorio	47
b) Análisis estadístico	47
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	47
a) Productividad de la cerda lactante	48
b) Productividad del lechón lactante.	51
c) Composición química de la leche	54
<b>VII. CONCLUSIÓN</b>	56
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b>	57

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Número</b>	<b>Descripción</b>	<b>Página</b>
1	Consumo de leche en relación al número de lechones por camada (Kyriazakis y Whittemore, 2006).	25
2	Producción de leche en cerdas dependiendo el número de parto (Whittemore, 1996).	26
3	Composición química de leche de cerda (Hansen <i>et al.</i> , 2012).	28
4	Descripción de las características a evaluar para condición corporal en hembras (Coffey <i>et al.</i> , 1999)	44
5	Dieta para hembras en fase de lactancia formulada por la empresa Nutram. El núcleo es proporcionado por la empresa DSM.	45
6	Distribución de hembras por grupos para la colección de leche.	46
7	Índices productivos de la hembra lactante.	48
8	Efecto del tratamiento sobre la pérdida de peso de la hembras durante el periodo de lactancia y el índice destete-celo fértil.	49
9	Efecto del tratamiento sobre la uniformidad de camadas a los 7 y 21 días.	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Número	Descripción	Página
1	Modo de acción de los Galactogogos.	4
2	Planta de <i>Foeniculum vulgare</i> (Grieve, 1994).	5
3	Estructura química del anetol y la dopamina	9
4	Planta de <i>Carum carvi</i> (Grieve, 1994).	11
5	Planta de <i>Juniperus communis</i> (Grieve, 1994).	14
6	Patrones de producción de leche de cerda en relación al tamaño de la camada de diferentes tamaños (Tilton <i>et al.</i> , 1999).	24
7	Relación entre el intervalo destete-celo y el espesor de la grasa dorsal en cerdas primíparas y multíparas (Whittemore, 1996).	38
8	Escala de evaluación corporal en cerdas (Coffey, <i>et al.</i> , 1999).	43
9	Efecto del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso en hembras durante la lactancia.	50
10	Efecto del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso de las camadas	51
11	Efecto de la semana y del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso de las camadas y su curva de crecimiento.	52
12	Efecto del día de lactancia sobre la composición química de la leche.	54

## I. INTRODUCCIÓN

La alta demanda de carne de cerdo en el país aunado al déficit de producción de esta especie ha llevado a los productores a buscar alternativas para incrementar la eficiencia en sus unidades pecuarias (SENASICA, 2004). Las hembras representan un gran potencial del valor de la granja, por lo tanto un manejo adecuado y la optimización de recursos mejoran la rentabilidad de la unidad productiva. La principal limitante en la actualidad, es la incapacidad de las cerdas en lactación de ingerir todo el alimento necesario para mantener su producción láctea. Por este motivo, las cerdas en este periodo entran en un balance energético y protéico negativo, lo cual induce la movilización de tejidos para cubrir sus requerimientos (Quiles y Hevia, 2007). Las cerdas primíparas tienen un estómago de menor volumen por lo que normalmente consumen menos alimento en comparación a las cerdas adultas durante este periodo, esto empeora la situación actual de la cerda (Sevillano, 2009).

Esta problemática descrita hace necesario el desarrollo de alternativas que permitan incrementar la eficiencia y la sustentabilidad de los procesos productivos durante el periodo de lactancia. Esta propuesta se sugiere como alternativa la utilización de un producto comercial natural a base de Hinojo (*Foeniculum vulgare*), Alcaravea (*Carum carvi*) y Bayas de enebro (*Juniperus communis*), que probablemente reuce la cantidad de microorganismos patógenos en la glándula mamaria y asegura el vaciado rítmico desde los alveolos, incrementando así la producción de leche en hembras lactantes, factor que repercute directamente sobre el peso del lechón al destete y el desarrollo de los animales durante toda su vida productiva. A través de esta alternativa se podrían obtener mejores pesos al destete en lechones recién nacidos, disminución en la tasa de mortalidad, disminución en la pérdida de peso de la cerda durante la lactancia y una disminución en la fase improductiva (destete-celo), obteniendo una mayor eficiencia productiva y una mayor rentabilidad para el productor.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1. Importancia de la carne de cerdo en Mexico.**

En México existen cerca de un millón de unidades de producción porcina, con una piara de más de 16.2 millones de cabezas. Alrededor de dos millones de familias dependen de la actividad porcícola en el país, la cual genera 350 mil empleos directos y más de 1.7 millones de indirectos. La producción de carne de cerdo participa con el 14.0% del valor de la producción pecuaria, después de la carne de pollo (26.0%), carne de bovino (22.9%), leche de bovino (18.8%) y huevo (15.5%) (SAGARPA, 2015). Dado que los consumidores son cada vez más conscientes de que los sistemas de producción porcina son tan fiables como los de carnes de ave y de res, el cerdo continúa ganando la confianza del consumidor como una fuente saludable de proteína animal (SNIIM, 2015). A pesar de que la situación de la producción mexicana de cerdo se encuentra en expansión, no se cuenta con el abasto suficiente para satisfacer la demanda de la población, por lo que se continúa importando producto, principalmente jamones y carne deshuesada proveniente de Estados Unidos. Es así como las importaciones mexicanas de carne de cerdo han ido en aumento desde el 2011. Durante el periodo 2006-2015, las importaciones crecieron a una tasa media anual de 9.4 %. Teniendo en cuenta que durante el 2006 se importaron alrededor de 321,700 toneladas, mientras que en el 2015 se importaron 722,600 (FIRA, 2015). Para enero del 2015 México presentaba un 45% de déficit en cuanto a la producción e importación de cerdo. Esto debido fundamentalmente a factores de tipo productivo, ya que existe la capacidad, pero se requiere incrementar la eficiencia dentro de las granjas (Hernández, 2015).

## **2. Etnoveterinaria**

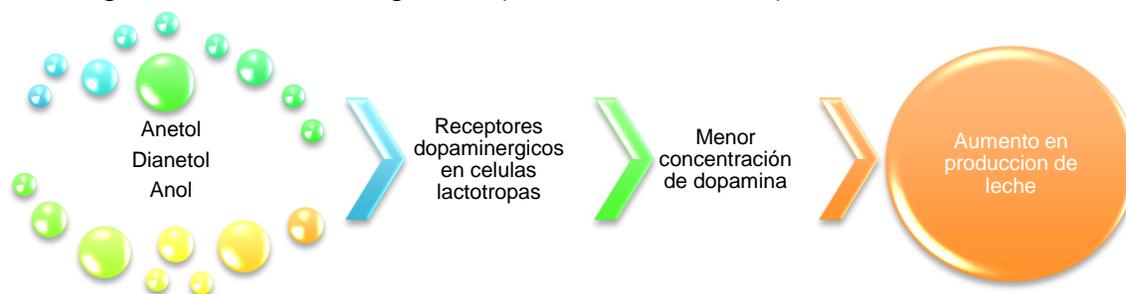
La Medicina Etnoveterinaria (MEV), a menudo entendida como el uso de plantas medicinales localmente disponibles, es un campo de estudio relativamente nuevo que cubre varios aspectos relacionados con las prácticas tradicionales relativas a los cuidados y la salud animal, incluidas la fitoterapia veterinaria o etnobotánica pero la MEV no es una nueva invención o descubrimiento científico, ha estado siempre ahí, junto a nosotros, y ha evolucionado durante siglos desde el comienzo de la domesticación de los animales en el Período Neolítico (McCorkle, 1986; Flores, 2004).

Durante los últimos 20 años, más y más profesionales están tomando en consideración las posibilidades que la MEV puede ofrecerles como una potencial herramienta en desarrollo y sustentabilidad de los procesos productivos utilizando lo que está a nuestro alcance. Por medio de la comprensión de prácticas y conocimientos locales puede ser posible encontrar soluciones adecuadas a problemas complejos en proyectos de desarrollo rural. Desafortunadamente, no todo es útil, y es tarea del profesional el desarrollo, la selección de prácticas y remedios más prometedores para probarlos, validarlos y finalmente promoverlos (McCorkle, 1986).

## 2.1. Galactogogos

Los galactogogos son moléculas sintéticas o vegetales utilizadas para inducir, mantener y aumentar la producción de leche, que median procesos complejos que implican interacción entre factores físicos y fisiológicos. Entre los factores más importantes se encuentran las hormonas como la prolactina (PRL). Sin embargo, la somatotropina, el cortisol, la insulina, la leptina, los estrógenos, la progesterona y la medroxiprogesterona, la oxitocina, la somatotropina bovina recombinante (rBST) y la hormona liberadora de tirotropina (TRH), también juegan un papel importante como galactogogos. Entre las moléculas sintéticas las más utilizadas para aumentar la lactancia son los antagonistas de la dopamina, como los antieméticos metoclopramida y domperidona, y como los antipsicóticos sulpirida y clorpromazina (Zuppa *et al.*, 2010; Mortel y Mehta, 2013).

Los galactogogos herbarios actúan a través de las interacciones con los receptores dopaminérgicos de las células lactotropas en la adenohipofisis, inhibiendo la unión de la dopamina a sus receptores debido a la similitud estructural de los compuestos galactogogos (anetol, dianetol y anol) al de la dopamina. Al llevarse a cabo esta unión, la dopamina (antagonista de la prolactina) baja su concentración en sangre y esto ocasiona una mejora en la concentración de prolactina (PRL), hormona principal de la producción de leche. El proceso se describe grosso modo en la figura 1. (Behera *et al.*, 2013).



**Figura 1.** Modo de acción de los galactogogos.

## 2.2. Hierbas Lactogénicas

Algunas plantas han sido utilizadas en muchas culturas para la estimulación de producción de leche en mujeres y en animales domésticos (Abascal y Yarnell, 2008). El efecto galactogénico de estas plantas ha sido estudiado y existe evidencia que la síntesis de leche puede aumentar debido a su uso. Es seguro utilizarlas en humanos, vacas, cabras y búfalos. En algunos casos el uso de estas hierbas presentan resultados en aumento de leche debido a una hiperplasia mamaria. El uso de plantas, ya sea de forma individual o en combinaciones como alternativas en la producción animal ha tenido buenos resultados con respecto a la restauración o mantenimiento de la salud y mejorando la eficiencia productiva de la especie (Penagos y Cortés, 2014).

### 2.2.1. *Foeniculum vulgare* (Hinojo)

El hinojo (*Foeniculum vulgare*) es la única especie del género *Foeniculum*. Se encuentra distribuida por las zonas templadas de todo el mundo, aunque nativa de la zona meridional de Europa, en especial la costa del mar Mediterráneo donde crece en estado silvestre. Es una hierba perenne y sumamente aromática, cultivada principalmente para su empleo en gastronomía (Chadwick, 1976).



**Figura 2.** Planta de *Foeniculum vulgare* (Grieve, 1994).

La planta es herbácea, de porte erecto y puede alcanzar los 2 metros de altura. Las hojas, de color verde intenso, son largas y delgadas, acabando en segmentos con forma de aguja, que se endurecen exteriormente en el verano para evitar la pérdida de agua. La inflorescencia es una umbela de pedúnculos largos y las flores están organizadas en umbélulas terminales de 10 a 40 florecillas, enteramente amarillas doradas, sobre pedúnculos cortos en el apex de los radios primarios. Tienen simetría pentámera, con pétalos inconspicuos, 5 estambres y gineceo bicarpelar con un par de estilos (uno por carpelo) divergentes y algo reflejos. El fruto es un esquizocarpio de 2 mericarpios claramente separados, de color pardo oscuro hasta negruzco, de unos 5 mm de largo, pentagonales y con 5 costillas más claras bien marcadas (Figura 2) (Grieve, 1994).

*F. vulgare* contiene 6.3% de humedad, 9.5% de proteína, 10% de grasa, 13.4% de minerales, 18.5% fibra cruda y 42.3% de carbohidratos no estructurales. Los minerales y las vitaminas presentes en esta planta son: calcio, potasio, sodio, hierro, fósforo, tiamina, riboflavina, niacina y vitamina C (Samir-Zaahkoug *et al.*, 2015).

Se han reportado diversos estudios que señalan las diferentes propiedades farmacológicas del hinojo. En 2014, Badgujar *et al.*, recopilaron datos de diferentes experimentos que demuestran que el hinojo posee actividades como: carminativa, antimicrobiana, antiviral, antiinflamatoria, antialérgica, hepatoprotectora, ansiolítica, potenciadora de la memoria, estrogénica, galactógena, expectorante, diurética, antihipertensiva, antitrombótica, antitumoral, hipolipemiente, hipoglucemiante, antiespasmódica, antienvjecimiento, broncodilatadora y antioxidante.

En el área de fitoterapia, se han empleado de forma tradicional las semillas del hinojo por sus propiedades carminativas para el tratamiento sistomático de desórdenes digestivos, tales como flatulencia, digestiones lentas, y en procesos dolorosos por trastornos digestivos (Bruneton, 2001).

*F. vulgare* se ha usado como un agente estrogénico durante décadas. Se ha reportado que la utilización de esta planta promueve la menstruación y alivia los síntomas de la menopausia, reduce la frecuencia de contracciones uterinas inducidas por la prostaglandina estrogénica (Badgujar, 2014). Uno de los mayores componentes del aceite extraído de esta planta es el anetol (compuesto orgánico aromático derivado del fenilpropeno), el cual ha sido considerado como el agente estrogénico activo. Algunos otros estudios señalan que los agentes activos son los polímeros de anetol como el dianetol y el fotoanetole (Albert-Puleo, 1980). En ratas machos, se experimentó con la administración oral del extracto acetona de la fruta de *F. vulgare* y se observó que la concentración total de proteína decreció significativamente en los testículos y en la glándula prostática. En ratas hembras la administración oral del mismo extracto por 10 días indujo una cornificación vaginal y al ciclo estral (Malini *et al.*, 1985). El mismo extracto de las semillas (50, 150 y 250  $\mu\text{g}/100$  g de peso vivo) fue empleado y la concentración total de ácidos nucleicos, de proteína y los pesos en las glándulas mamarias y oviductos se incrementaron significativamente (Devi *et al.*, 1985).

*F. vulgare* se ha usado como un remedio étnico para la cura de diferentes infecciones de origen bacteriano, fúngico y viral. En un estudio realizado por Dusko y Sukdolak (2006) donde se llevo a cabo una investigación en relación al efecto antibacteriano del extracto acuoso de 12 plantas medicinales de la familia *Apiaceae* incluyendo *F. vulgare*. se demostró que el extracto acuoso de la parte aérea de *F. vulgare* inhibió el crecimiento de *Agrobacterium radiobacter pv. tumefaciens*, *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas fluorescens*, y *Pseudomonas glycinea*. En algunos otros estudios se demostró que el extracto acuoso de las semillas inhibió el crecimiento de *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomona aeruginosa*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri*, y *Bacillus cereus* (Kaur y Arora, 2009; Manonmani y Abdul-Khadir, 2011).

En un experimento *in vitro*, los extractos acuosos y alcohólicos de las semillas mostraron una actividad antifúngica mayor en comparación al agente fungicida griseofulvina (Taie *et al.*, 2013). Se ha reportado que el aceite extraído de *F. vulgare* tiene efectos antifúngicos contra *Aspergillus niger* y *flavus*, *Mucor rouxii*, *Fusarium oxysporum* y *solani*, *Rhizopus solani*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* y *Candida albicans* teniendo una aplicación importante como aditivos en el alimento o bien como un agente antifúngico para candidiasis o otras enfermedades fúngicas (Park y Seong, 2010; Martins *et al.*, 2012; Thakur *et al.*, 2013).

El hinojo se ha utilizado como tratamiento para la ansiedad. Naga-Kishore *et al.* (2012) observaron una mejor respuesta ansiolítica en ratones a los que se les administró el extracto de la fruta de *F. vulgare* en una dosis de 100 a 200 mg por kilo de peso vivo en relación a animales tratados con un producto ansiolítico comercial (Diazepam).

Koppula y Kumar (2013) investigaron el efecto antiestrés de *F. vulgare* sobre ratas. El nivel de estrés fue evaluado mediante los niveles de ácido vanilil mandélico (AVM) y ácido ascórbico (AA) en la orina. El uso de *F. vulgare* en diferentes dosis (50, 100 y 200 mg/kg de peso vivo) mostró una disminución significativa en los niveles de AVM ( $P < 0.001$ ), y en las excreciones del AA ( $P < 0.001$ ) en animales tratados vs. los control.

El aceite esencial del hinojo regula la motilidad en músculos lisos del intestino, mientras que al mismo tiempo, reduce los gases intestinales. El hinojo solo o combinado con otras hierbas es recetado para trastornos gastrointestinales como: colitis crónica, dispepsia y atonía gastrointestinal. La adición de hinojo a preparaciones con componentes antraquidónicos reduce el dolor abdominal asociado con el de tipo laxante (Chakurski *et al.*, 1981).

Un estudio realizado con el extracto alcohólico (2.5 y 10.0 ml/L) de *F. vulgare* junto con otras plantas (*Melissa officinalis*, *Rosmarinus officinalis*, *Mentha piperita*, *Matricaria chamomilla*, *Carum carvi*, y *Citrus aurantium*) reveló que el extracto frutal

de estas plantas posee una actividad antiespasmódica, la cual inhibe la acetilcolina e induce la histamina para contracciones ileales (Forster *et al.*, 1980).

El hinojo (*Foeniculum vulgare*) ha tenido diversos usos durante el paso de los años, pero sin duda uno de los más interesantes es el empleo de esta hierba como galactógeno. Existen diversos estudios realizados en diferentes países como Sudáfrica, Italia, Bolivia entre otros, que determinan que el uso de esta planta (hojas en infusiones de té o ingestión del fruto) en mujeres embarazadas tiene un efecto como galactógeno incrementando la producción de leche en la madre (Macía *et al.*, 2005; Lewu y Afolayan, 2009; Guarrera y Savo, 2013).

La actividad galactógena de esta planta puede ser probablemente gracias a la similitud estructural del anetol (compuesto químico de la planta) con la dopamina (Figura 3). Es posible que el anetol se una a los receptores de dopamina responsables de la estimulación de la secreción de leche, impidiendo la acción antisecretora de la dopamina sobre tales receptores (Albert-Puleo, 1980). Se ha reportado que el anol (desmetilación del anetol) causa un crecimiento en el sistema lóbulo-alveolar de las glándulas mamarias de conejas inmaduras e induce a la menstruación en ratas (Badgujar *et al.*; 2014). Se midió el efecto del anol en cuyos por medio de la prueba de tetas de Jadassohn, la cual mide los cambios inducidos por medio de la aplicación cutánea de hormonas sexuales en las tetas, obteniendo un aumento en la producción láctea. Sin embargo, estudios actuales sugieren que los agentes farmacológicos responsables de la actividad galactogénica son polímeros del anetol, como el dianetol y el fotoanetol, en lugar del anol o el anetol en sí (Ostad *et al.*, 2001; Rahimi y Ardekani, 2013).



**Figura 3.** Estructura química del anetol y la dopamina.

La literatura revisada fundamenta y valida los usos tradicionales y medicinales de esta planta como galactógeno, antiviral, antimicrobiana y para

combatir: cólicos, artritis, conjuntivitis, constipación, diarrea, fiebre, flatulencias, gastritis, insomnio, úlceras bucales, desórdenes respiratorios, enfermedades de la piel, entre otros.

### 2.2.2. *Carum carvi* (Alcaravea)

*Carum carvi*, comúnmente llamada alcaravea, es una hierba de la familia Apiaceae nativa de Europa, Asia Occidental y África del norte. Hierba con hojas verde brillante, finamente divididas y de aspecto plumoso. Crece entre 15-40 cm. El tallo floral mide entre 40-60 cm de altura con pequeñas flores blancas que surgen en umbelas. Los frutos son aquenios de forma elipsoide de 3 a 6 mm de largo, con 5 pálidos surcos longitudinales (Figura 4). La raíz de esta planta tiene un sabor aromático utilizado en diversos platillos gastronómicos (Grieve, 1994).



**Figura 4.** Planta de *Carum carvi* (Grieve, 1994)

Durante muchas décadas se ha utilizado esta planta en terapias tradicionales por sus diversas propiedades estomacales, tónicas, analgésicas, carminativas, astringentes, digestivas, diuréticas, galactógenas, antisépticas, y antiespasmódicas. También ha sido usada en desórdenes broncopulmonares como un remedio para la tos. Se ha reportado que el vapor emitido al hervir las semillas de alcaravea provee alivio en pacientes que sufren de reumatismo y lumbago (Joshi, 2000). En la cultura marroquí se ha empleado como diurético (Lahlou *et al.*, 2007) y como tratamiento para la diabetes y la hipertensión (Tahraoui *et al.*, 2007). La extracción acuosa de la alcaravea se ha empleado como vehículo para medicamentos pediátricos (Sivarajan y Balachandran, 1994).

Su aceite esencial ha reportado una alta actividad antioxidante, la cual ha sido atribuida a la presencia de alcoholes monoterpenos, linalool, carveol y carvacrol, anetol y estragol, flavonoides y otros polifenoles (De Martino *et al.*, 2009; Samojlik *et al.*, 2010).

Numerosas investigaciones han reportado una actividad antimicrobial de los productos (aceites y extractos) de esta planta. La habilidad de la alcaravea para inhibir el crecimiento de hongos y bacteria se atribuye al compuesto carvona, limoneno y linalool (Kim *et al.*, 1995). La alcaravea tiene también una actividad antifúngica probada al inhibir el crecimiento de patógenos en la tierra, en alimentos, animales y algunos patógenos que afectan al humano, incluyendo dermatofitos, *Vibrio spp.*, levaduras, aflatoxinas y productores de micotoxinas. Sin embargo, el carvacrol ha presentado una mayor actividad contra *Penicillium citrinum* (Boyras *et al.*, 2005; De Martino *et al.*; 2009).

La alcaravea posee una actividad estrogénica, y se ha reportado un efecto en parámetros hormonales y reproductivos en ratas ovariectomizadas, probablemente debido a la presencia de isoflavonoides estrogénicos (luteolina y aigenina). En ratas hembras el extracto acuoso y etanólico de las semillas de alcaravea puede producir un efecto negativo en términos de fertilidad, por medio de la modulación de los niveles de concentración de la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona leuteinizante (LH), incrementando a la par los niveles de estrógeno. Como resultado se registró un aumento de peso en los ovarios, utero y peso vivo del animal (Thakur *et al.*, 2009).

Al-Essa *et al.* (2010) reportaron la actividad antiespasmódica del extracto etanólico de *C. carvi* en cuyos y observaron que el extracto tuvo un efecto inhibitorio en las contracciones del músculo liso inducidas por espasmógenos, la acetilcolina y la histamina. Esta respuesta ha sido evaluada para explicar el efecto benéfico de esta hierba para aliviar el malestar causado por síntomas gastrointestinales

asociados con dispepsia. En otro estudio realizado por Hawrelak *et al*, (2009) el aceite de *C. carvi* presentó un alto nivel de selectividad, inhibiendo el crecimiento de los patógenos potenciales aun estando en concentraciones que no afectaban las bacterias benéficas examinadas. Es por esto que aceite de alcaravea ha sido empleado para tratar la disbiosis asociada con una gran cantidad de desórdenes tanto gastrointestinales como sistémicos.

Dadkhah y Yeganehzad (2011) realizaron un estudio en Alemania con 6 vacas lecheras de la raza Holstein como grupo control y otras 6 como grupo tratado. Las vacas del grupo tratado recibieron una dieta a base de *Medicago sativa* con la adición del extracto vegetal de *Carum carvi* y *Trigonella foenum* 2 veces al día (mañana y noche) en el alimento ofrecido después de la ordeña. Se realizó un monitoreo de ambos grupos durante 8 semanas continuas. Se observó un aumento del 20-40% de la producción diaria de leche en las vacas tratadas y un aumento en el consumo de alimento.

### 2.2.3. *Juniperus communis* (Bayas de enebro)

El enebro común (*Juniperus communis*) es una especie de planta leñosa de la familia Cupressaceae. Se extiende desde las frías regiones del hemisferio norte hasta las zonas montañosas a 30° de latitud N en Norteamérica, Europa y Asia. Es un arbusto de 1 o 2 metros de altura de lento desarrollo que creciendo en condiciones óptimas puede llegar a alcanzar hasta los 10 metros. Sus hojas, con forma de aguja grande y reunidas en espirales de tres, son de color verde y presentan una única banda estomatal blanca en la cara exterior, acabadas en ápice puntiagudo con dureza. Es un arbusto dioico, por lo que las plantas se separan en miembros femeninos y masculinos (Figura 5) (Grieve, 1994).



**Figura 5.** Planta de *Juniperus. communis* (Grieve, 1994).

Se ha reportado que *J. communis* es una planta con diversos efectos: diuretica, antiinflamatoria, antifúngica, analgésica, antidiabética, antimicrobiana, antioxidante, actividad hepatoprotectora, antihiperlipidémica, antihipercolesterolémica, antibacteriana, anticataléptica y actividad neuroprotectora en la enfermedad de Parkinson (Souravh *et al.*, 2014)

La actividad hepatoprotectora se determinó en ratas a partir de una inducción de hepatotoxicidad al administrar CCl<sub>4</sub> durante 9 días. Los resultados obtenidos demostraron que *J. communis* redujo los niveles aumentados de la transaminasa glutámico-pirúvica sérica (SGPT) en suero; transaminasa glutámico-oxalacética sérica (SGOT), la bilirrubina total (TB) y la fosfatasa alcalina (ALP). Proporcionando así una protección contra las células hepáticas (Manvi y Garg, 2010).

El efecto antioxidante del aceite de esta planta se reportó por medio de un estudio *in vivo* donde esta planta actuó como bloqueador de algunos procesos oxidativos, eliminando radicales y previniendo su formación en células de levadura (Hoferl *et al.*, 2014).

El extracto de hojas en metanol, etanol, cloroformo y hexano fueron evaluadas contra 5 bacterias patógenas resistentes a múltiples fármacos (*Erwinia chrysanthemi*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Agrobacterium tumefaciens*, y *Xanthomonas phaseoli*), utilizando un método de difusión en disco. Se estimó que los extractos obtenidos a partir de las hojas de esta planta fueron efectivos contra las 5 bacterias patógenas resistentes. El extracto hexano acuoso fue el que mostró mayor actividad comparado con los demás (hexano > etanol > metanol > cloroformo). El extracto metanólico de *J. communis* fue muy efectivo comparado con los antibióticos: ampicilina (10 µg) y eritromicina (15 µg) (Sati y Joshi, 2010).

El aceite extraído de la parte aérea de la planta fue probado *in vitro* para su efecto antifúngico contra *Rhizoctonia solani* y *Rhizopus stolonifer*. Estos aceites mostraron actividad antifúngica contra ambos. Esta actividad se debe principalmente al alto contenido de monoterpenos oxigenados que la planta posee (Modnicki y Labeledzka, 2009).

Toda la literatura obtenida señala que *J. communis* es una planta medicinal importante debido a la cantidad de usos tradicionales y el contenido de sus componentes químicos activos, los cuales son responsables de diversas

propiedades farmacológicas y medicinales que pueden mejorar y favorecer el medio ambiente de la glándula mamaria y por ende incrementar la producción de leche en la cerda.

### 3. Glándula mamaria (GM)

La mayoría de los cerdos tienen ocho pares de glándulas mamarias, extendidos desde la región axilar hasta la inguinal (sistema mamario torácico-inguinal). Estos están fijos a las paredes torácica y abdominal por láminas fibrosas mediales y laterales, derivadas de la fascia externa del tronco. En conjunto constituyen la mama o glándula mamaria. Los complejos mamarios derechos e izquierdos presentan generalmente una ubicación asimétrica, lo que facilita el acceso a los pezones por parte de las crías. Los dos primeros pares de complejos mamarios (torácicos) drenan la linfa hacia los nódulos linfáticos cervicales superficiales ventrales y hacia los linfáticos esternales; los siguientes cinco pares (abdominales e inguinales) envían su linfa hacia los nódulos linfáticos inguinales superficiales. Estos nódulos linfáticos de forma alargada, se sitúan en la hembra en la cara caudodorsal de los complejos mamarios inguinales (Climent *et al.*, 2005).

Las glándulas están unidas a la pared ventral del cuerpo por medio de tejido conectivo y adiposo originado a partir de la fascia abdominal. Cada glándula mamaria normalmente tiene una teta o pezón. Existen diferentes anomalías en pezones, lo cual los hace no funcionales. Un claro ejemplo es cuando el esfínter del pezón no está visible (pezón invertido), este tipo de pezón tiene un 50% de probabilidad de quedarse ciego. Por otro lado, también se presentan casos como pezones pequeños supernumerarios y pezones no conectados al tejido glandular (Ji *et al.*, 2014).

En cerdas nulíparas, la glándulas mamarias consiste en brotes de células distribuidas entre tejido graso y conectivo, mientras que en las glándula lactante, el tejido conectivo esta reemplazado por el parénquima glandular (Farmer, 2013). Las GM de las cerdas lactantes están conformadas por un tejido tubuloalveolar con las unidades secretoras organizadas en lóbulos. Los lóbulos se encuentran alineados por células epiteliales, generalmente descritas como lactocitos, que sintetizan la leche. Estas unidades secretoras están conectadas por medio de un sistema de

ductos no secretores a la teta (Thodberg y Sorensen, 2006). Usualmente existen 2 sistemas de glándulas completos para cada GM de la cerda. El tejido glandular de un sistema generalmente se entrelaza con el otro, a pesar de que los componentes de los dos sistemas son independientes. Cada teta tiene dos entradas, una para cada sistema glandular, pero algunas veces una tercera entrada se puede presentar (Klopfenstein *et al.*, 2006). La circulación arterial, venosa y linfática de las GM es proporcionada en cada lado de la línea media ventral por medio de una red que se extiende longitudinalmente desde la región axilar hasta la inguinal. Además, existe una anastomosis venosa entre la GM derecha y la izquierda en cada par de glándulas. La red nerviosa que suministra a las GM craneales difiere de las glándulas inguinales, ya que las craneales reciben su inervación de los últimos 8 o 9 nervios torácicos mientras que las inguinales los reciben principalmente del nervio pudendo (Hovey y Aimo, 2010).

### **3.1. Mamogénesis**

El crecimiento de las GM empieza en la etapa fetal pero ocurre mayormente durante la etapa postparto, tomando en cuenta que la mayor extensión es durante el último tercio de la gestación y ocurre también durante la lactancia pero en menor medida (Hurley, 2001). Las GM de los lechones tienen un pobre desarrollo del sistema de ductos y están compuestas mayormente por tejido de soporte subcutáneo. La acumulación del tejido mamario y el DNA mamario (quien indica el número de células) se lleva a cabo lentamente durante los 90 días de vida, y es en esta etapa que se incrementa este tejido de 4 a 6 veces. Para el momento que la cerda es inseminada o montada, las GM aún tienen un tamaño pequeño y consisten en un extenso sistema de ductos con varios brotes de crecimiento (Sorensen *et al.*, 2006).

En cerdas gestantes, el desarrollo cuantitativo de la GM es lento durante los primeros dos tercios de la gestación. La mayor acumulación del tejido mamario y DNA se lleva a cabo durante el último tercio de la gestación (Sorensen *et al.*, 2002).

Mientras que las GM sufren grandes cambios histológicos, los tejidos de soporte y el tejido adiposo son reemplazados por un tejido tubuloalveolar y posterior a esto, se le podrá denominar aparato secretor de leche. El incremento de concentración de DNA en el tejido GM durante los 75 y 90 días de gestación indica el proceso de diferenciación de los tejidos mamarios, siendo más evidente y con una máxima concentración de DNA para el día 90 (Kensinger *et al.*, 1986). La diferenciación de células mamarias ocurre principalmente durante los últimos 10 días de la gestación y continúa durante la etapa de lactancia.

Farmer *et al.* (2010) reportaron que el promedio del peso húmedo de la GM en cerdas gestantes fue estable (aproximadamente 100 g) hasta el día 110 de la gestación y se incrementó hasta 373 g. por día para el día 112. El promedio del peso de las glándulas succionadas aumentaron linealmente de 381 g. en el día 5 de lactación hasta 593 g. en el día 21 (57% aumento). Otro estudio realizado por Marshall *et al.*, (2006) señaló que el peso húmedo de la GM aumentó en 70, 20 y 30% entre el día 113 de la gestación y el día 26 de lactancia, para cerdas de 1, 2 y 3 partos respectivamente. El incremento en el volumen de la GM durante la lactancia es principalmente por hiperplasia celular y no por hipertrofia.

El aumento de la masa de la GM ocurre rápidamente en el último tercio de la gestación y es regulado por ciertas hormonas mamogénicas, especialmente estrógeno proveniente de la placenta, progesterona y relaxina de los ovarios, prolactina y hormona del crecimiento de la glándula pituitaria (Kim *et al.*, 2000). Todas las glándulas mamarias son estimuladas para su crecimiento, sin embargo, las glándulas de en medio aumentan gran cantidad de masa antes del parto en comparación de las glándulas posteriores que llegan a ser las más pequeñas. Inmediatamente antes del parto, la glándula empieza a producir calostro rico en anticuerpos (Kensinger, 1982).

### 3.1.1. Factores que afectan la mamogénesis

El desarrollo de la GM está íntimamente relacionado con el inicio de la pubertad en cerdas, lo cual corrobora y sugiere que el temprano inicio de la pubertad puede ser beneficioso para la mamogénesis en esta especie. Durante la gestación, la formación de las células lobuloalveolares está relacionada al incremento en la concentración de estrógenos y progesterona en la circulación, mientras que la concentración de prolactina permanece baja (Farmer *et al.*, 2014; Sorensen *et al.*, 2006). Sin embargo, recientemente se ha demostrado que la prolactina tiene un gran impacto en el desarrollo mamario antes de la pubertad. En un estudio se vió reflejado que el uso de prolactina exógena inyectada en un periodo de 28 días, comenzando con un peso de 75 kg, mostró un estímulo en el desarrollo mamario mediante el incremento en el número de células secretoras de la leche (Farmer y Palin, 2005). La prolactina también es esencial para la mamogenesis en cerdas gestantes, esto posiblemente debido al efecto de la prolactina sobre el movimiento del agua hacia la glándula (Nielsen *et al.*, 2001). La inhibición de la prolactina durante el último tercio de la gestación, disminuye drásticamente el desarrollo glandular mamario. La acción necesaria de esta hormona para actuar sobre la mamogenesis se encuentra dentro del día 90 al 109 de la gestación (Farmer y Petitclerc, 2003).

Después del día 105 de la gestación, la disminución en la concentración de progesterona y el aumento de los estrógenos se han vinculado a un gran incremento en la actividad metabólica de la GM. Los estrógenos juegan un papel importante en la mamogénesis después del parto. Sin embargo, el mecanismo por el cual los estrógenos afectan el epitelio de la GM se desconoce. Es posible que estos induzcan a los receptores de prolactina en la GM (Farmer y Palin, 2005; Zuppa *et al.*, 2010).

Hurley *et al.* (1991) demostraron que un tratamiento con relaxina después de la ovariectomía restaura el desarrollo de la parénquima mamaria. Promoviendo así,

la mamogénesis durante el último tercio de la gestación, incrementando el crecimiento de la parénquima y disminuyendo el depósito de grasa en la GM.

La nutrición, el estado endócrino y el manejo de las hembras durante su desarrollo, gestación y lactancia son algunos factores que pueden afectar el desarrollo mamario. En hembras en desarrollo, la restricción de alimento a partir de los 90 días de edad detiene y dificulta el desarrollo mamario. El alto incremento de energía en la dieta de hembras gestantes causa un efecto negativo a la mamogénesis de ellas y de sus crías una vez que alcanzan la pubertad. Algunos factores de manejo como: tamaño de camada, intensidad de amamantamiento, el uso o no uso de una teta en una lactación previa, tendrán impacto en la cantidad de tejido mamario que se tenga para el final de la lactancia (Farmer, 2015).

### **3.2. Lactogénesis**

Al momento del parto, la GM pasa a través de dos etapas de lactogénesis. El primera etapa comienza con el desarrollo celular del aparato de la síntesis de leche, la expresión de genes asociados con la síntesis de los componentes de la leche (proteínas de la leche, grasas y lactosa) y la secreción de estos componentes. Este estado inicial ocurre unos cuantos días antes del parto y coincide hasta cierto punto con la formación del calostro (Atwood *et al.*, 2009). La segunda etapa de este proceso es la abundante secreción de leche e implica una expresión a gran escala de todos los genes y los procesos celulares asociados con la síntesis y la rápida secreción de grandes cantidades de todos los componentes de la leche. Esta segunda etapa comienza justo después del parto (Dehoff *et al.*, 1985).

La hormona más involucrada durante todo el proceso de lactogénesis es la prolactina proveniente de la pituitaria. La secreción de prolactina preparto comienza un par de días antes del parto y continúa varios días postparto, estimulando la glándula para que cambie la formación y acumulación de calostro a síntesis y secreción de componentes lácteos (Rowson *et al.*, 2012). Cualquier factor que

inhiba la secreción de prolactina durante el parto ocasiona una inhibición de lactancia (Farmer, 2001). Al momento del parto, cada una de las GM debe de estar completamente desarrollada tanto estructural como funcionalmente para la producción del calostro. Desde ese momento en adelante, los cambios funcionales que pueda tener cada glándula serán determinados por la frecuencia en el que lechón sea amamantado (Farmer *et al.*, 2016).

Generalmente cada lechón se amamantará de una sola glándula, sin embargo algunos lechones son capaces de mantener la función láctea en dos glándulas. Glándulas que no son estimuladas por amamantamiento sufren de regresión (Ford *et al.*, 2003). Si un lechón es removido de la camada, la glándula de donde él se alimentaba no será adoptada por ningún otro lechón de la camada y sufrirá regresión. El proceso mediante el cual los lechones establecen cuál será su glándula dura algunas horas postparto (Farmer *et al.*, 2006). Aproximadamente entre las 11 y 12 horas postparto la camada y la madre se sincronizan en cuanto a comportamiento e interactúan de una manera coordinada y repetida. La leche comienza a bajar en intervalos regulares, y los lechones aprenden a seguir estas señales de la madre. En este punto, la interacción de amamantamiento entre los lechones con la madre ocurre en intervalos que van desde 45 a 60 minutos. Aunado a esto, la GM de la cerda se rellena entre cada amamantamiento (Atwood *et al.*, 2009).

## **4. Producción láctea**

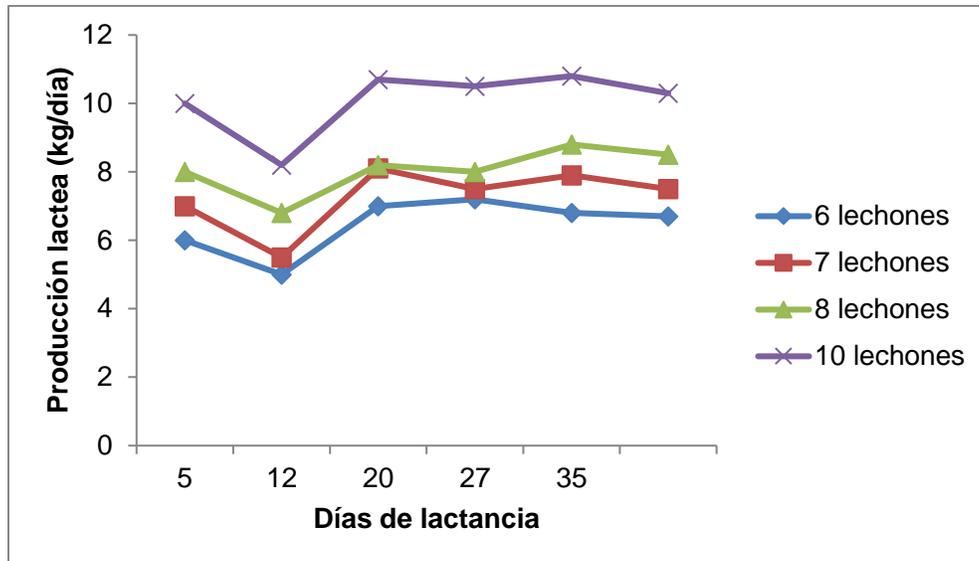
La manifestación máxima del potencial productivo de una cerda lactante, depende de una serie de factores intrínsecos al animal como son: raza, genotipo, edad y/o número de partos, número de mamas funcionales, tamaño de la camada y estado sanitario de la mama; y por otra lado depende de factores extrínsecos como la alimentación, época del año, régimen de manejo, etc (Quiles y Hevia, 2004).

La producción láctea en la cerda es un factor determinante para las ganancias diarias de peso de los lechones. Las cerdas no producen suficiente leche para el desarrollo óptimo de sus camadas y este problema se ha agravado con las nuevas líneas genéticas de cerdas altamente prolíficas (King, 2000). La producción láctea depende directamente del número de células secretoras de leche que están presentes en la glándula mamaria al inicio de la lactancia. Existe una correlación positiva entre el número de células mamarias y la tasa de crecimiento de los lechones (Farmer, 2015).

Existen diversos factores descritos por Farmer (2015) que recientemente ocasionan la baja producción láctea en las granjas, por ejemplo: el incremento de la productividad, las genéticas hiperprolíficas, un menor apetito voluntario (menor capacidad de ingesta) de las hembras lactantes, mayor pérdida de condición corporal de las cerdas destetadas por el aumento del número de lechones destetados y la duración de la lactancia.

### **4.1. Factores que afectan la producción láctea**

Auldrist (1998), encontró una fuerte relación entre la producción de leche de la cerda y el número de lechones en la camada (6 a 14 lechones) A medida que el número de lechones de la camada incrementa, la producción de leche también se ve afectada con un incremento (Figura 6).



**Figura 6.** Patrones de producción de leche de cerda en relación al tamaño de la camada (Tilton *et al.*, 1999).

El consumo por lechón incrementa en medida que las camadas tienen un menor número de lechones, esto debido al incremento en el tamaño de glándula y la disminución de la competitividad entre lechones. Los lechones de camadas pequeñas a menudo estimulan y tiene acceso a más de una glándula (Cuadro 1). Por el contrario, el consumo de leche de cada lechón disminuye a medida que las camadas tienen más lechones, el efecto que tiene el incremento del número de lechones en la camada incrementa el número de glándulas funcionales, lo cual compensa cualquier decremento de producción de leche que exista en glándulas alternas. Independientemente de cualquier disminución en la producción media de leche por glándula, el número de glándulas funcionales es el factor principal que influye en el rendimiento lechero de las cerdas (Milligan *et al.*, 2001).

**Cuadro 1.** Consumo de leche en relación al número de lechones por camada (Kyriazakis y Whittemore, 2006).

<b>Número de lechones</b>	<b>Producción de leche (kg/día)</b>	<b>Consumo de leche (kg/lechón/día)</b>
6	8.5	1.4
8	10.4	1.3
10	12.0	1.2
12	13.2	1.1

La frecuencia de amamantamiento difiere entre cerdas, el típico intervalo entre un amamantamiento y otro varía desde los 30 hasta los 70 min durante la primera semana de lactancia (Boe,1991; Jensen *et al.*, 1991). Un trabajo realizado por Spinka *et al.*, (1997) mostró que al incrementar el lapso de 43 min a 71 minutos entre los amamantamientos, el consumo de leche por succión incrementó en un 30%, mientras que el total de la producción diaria de leche presentó un decremento en un 21%. Sauber *et al.* (1994) incrementaron la demanda de leche formando 2 grupos de 14 lechones. A cada uno se les permitió succionar de las tetas de la cerda durante intervalos de 40 minutos. En base a los datos recaudados la capacidad de producción de leche de estas cerdas bajo una alta demanda de leche fue de 1.5 hasta 2 veces más alta que la estimada para cerdas con camadas de 7 a 9 lechones. Auldist *et al.*, (1995), redujeron el intervalo mediante 2 grupos de 6 lechones que fueron permitidos a mamar en intervalos de 30 minutos a partir del día 6 al día 27 postparto. Durante las primeras dos semanas de lactancia la producción láctea presentó un incremento del 14% en respuesta a una reducción del tiempo en los intervalos de amantamiento del 22% de 44.9 a 34.9 min. El incremento de la demanda de leche también resultó en un incremento proporcional con respecto al desarrollo del tejido mamario durante el periodo total. El peso total del tejido parenquimal al final de la cuarta semana incrementó en un 15% debido al incremento en la demanda láctea.

El vaciado de la glándula mamaria es de suma importancia para el mantenimiento de la secreción láctea. La secreción de leche total disponible para el lechón se completa después de los 35 min del amamantamiento anterior. Por lo tanto, los cerdos que mamen con mayor frecuencia tomarán esta dosis estándar que se forma cada 35 min y tendrán un mayor consumo (Spinka *et al.*, 1997). Kyriazakis y Whittemore (2006) sugieren que la producción de leche no está determinada por la velocidad de secreción de leche mediante las células secretoras, sino que está determinada por el volumen de los alveolos, la frecuencia y el vaciado en su totalidad. Además añadieron que entre más frecuentes los amamantamientos, con el objetivo de incrementar la leche secretada, también se puede obtener un retroalimentación positiva en el desarrollo de los alveolos, los cuales están relacionados directamente con la producción de leche en la cerda.

La edad, número de parto y el estado de la lactancia son factores que pueden afectar la producción láctea de la cerda. En casi todas las especies, pareciera que la paridad es uno de los factores más importantes para la determinación de la cantidad de leche producida en lactancias sucesivas. En general las hembras multíparas producen más leche y camadas más grandes que las primíparas, siendo el tercero, cuarto y quinto parto los más productivos como se describe en el cuadro 2 (Etienne *et al.*, 1998; Tilton *et al.*, 1999; Laws *et al.*, 2009).

**Cuadro 2.** Producción de leche en cerdas dependiendo el número de parto (Whittemore, 1996).

Número de parto	Producción láctea (kg/día)
1	8
2	10
4	11
6	12
8	10

El número de glándulas funcionales es un factor que influye directamente sobre la producción de leche de la cerda. La estimulación del número de lechones por camada sobre las glándulas mamarias es importante para asegurar la buena producción láctea de la cerda (Auldish *et al.*, 1998).

El aporte de agua es esencial para mantener una buena producción láctea y una ingesta de alimento adecuada. Las cerdas que deben alimentar a camadas numerosas necesitan ingerir entre 30 y 50 litros/día o más dependiendo de la temperatura ambiente. Una disminución en el consumo de agua repercute en una disminución en el consumo de alimento y, por ende una menor producción láctea (Etienne *et al.*, 1998).

## **5. Composición química de la leche de cerda.**

La leche de cerda es una solución acuosa compleja que contiene más de 100 diferentes componentes químicos. Los componentes mayores son la lactosa, proteínas (caseína, alfa-lactalbumina G y A), lípidos, lactocitos, leucocitos (neutrófilos, eosinófilos, linfocitos y macrófagos), iones bivalentes (calcio, fósforo y magnesio) y electrolitos (sodio, potasio y cloro). Las concentraciones de estos componentes varían de acuerdo a la etapa de lactación. Durante la etapa de calostro los contenidos protéicos incrementan rápidamente debido a las concentraciones de inmunoglobulinas (Straw *et al.*, 2006).

En un estudio realizado por Hansen *et al.* (2012) utilizando hembras con un promedio de 8.9 de lechones por camada y una dieta con 16% de proteína y un 4.96% de grasa se obtuvieron los resultados detallados en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Composición química de leche de cerda (Hansen *et al.*, 2012).

<b>Componente</b>	<b>%</b>
Grasa	6.06
Proteína	5.3
Lactosa	5.36

Existen algunos factores que modifican la composición química de la leche. Estos factores son de genética, nutrición, y uno de los más significativos es el efecto del día de lactancia sobre los componentes. A continuación se describen los componentes de la leche y como se ven modificados por el día de lactancia.

### **5.1. Agua y sólidos totales**

El agua es un componente sumamente importante en las secreciones mamarias. Es el medio en el cual los componentes se mezclan durante la síntesis y secreción de la leche, al mismo tiempo que este nutriente se provee a la cría. La secreción de agua como parte de la leche está relacionada estrechamente con la síntesis y la secreción del principal carbohidrato de la leche, la lactosa (Hurley, 2015 citado por Farmer, 2015). De acuerdo al conteo de sólidos totales de la leche, el agua es el 73% de la masa de secreción durante e inmediatamente después del parto. El contenido de agua se incrementa en un 80% para las 12 horas postparto y se mantiene en un rango de 77-81% durante toda la lactancia. El aumento del contenido de agua durante las primeras horas postparto ocurre como resultado de la rápida disminución del contenido protéico, principalmente inmunoglobulinas, el cual es compensado parcialmente por el aumento de lactosa durante el mismo periodo (Alston-Mills *et al.*, 2000).

El contenido de sólidos totales durante las primeras 4 a 6 horas postparto es muy alto y empieza a decaer en un 20% para las 12 horas después del parto. El aumento transitorio de los sólidos totales de un 22 a un 23% en el día 2 y 3

postparto, refleja el pico del porcentaje de grasa que ocurre durante ese momento. Los sólidos totales permanecen en un 19% aproximadamente durante el resto de la lactancia. Los sólidos no grasos (SNG) son determinados como la diferencia entre el porcentaje de sólidos totales y el porcentaje de grasa. El contenido de SNG provee una estimación a grosso modo de los componentes no grasos de la leche, básicamente representando proteína, lactosa y cenizas (Farmer, 2015).

## 5.2. Carbohidratos

La lactosa es el principal carbohidrato en la leche de cerda. Su síntesis en las células epiteliales de la GM es responsable del movimiento del agua hacia las vesículas secretorias (Peaker, 1983). La lactosa también es considerada el componente que menos varía en su concentración, ya que permanece dentro de un intervalo promedio. El contenido de lactosa tiene un bajo coeficiente de variación entre las cerdas en comparación a la grasa y la proteína (Atwood y Harmann, 1992). Las concentraciones de lactosa en el calostro de la cerda son bajas durante las primeras horas postparto comparado con la leche madura. Estas concentraciones aumentan gradualmente durante los primeros 2 a 3 días de la lactancia. Las concentraciones altas de la enzima lactasa en el lechón coinciden con este periodo para poder hidrolizar este carbohidrato. Sin embargo, las concentraciones de lactosa tienden a disminuir en lactancias extensas de 7 a 8 semanas, aunque para este periodo no existe mucha información (Le Huerou-Luron y Ferret-Bernard).

La concentración de glucosa es baja en las secreciones de la GM (18-35 µg/ml) (Atwood y Hartmann, 1992) en comparación a la concentración de lactosa (27 a 56 mg/ml). La concentración de glucosa aumenta llegando a su pico en el día 3 de la lactancia, antes de que disminuya de nuevo durante el día 5. La glucosa-6-fosfato incrementa rápidamente después del parto y permanece elevada hasta el día 5, mientras que la glucosa-1-fosfato disminuye rápidamente postparto. Las concentraciones de galactosa son las más altas en el calostro y disminuyen al día 5 de la lactancia (Atwood y Hartmann, 1992; Laws *et al.*, 2009).

La leche de cerda contiene carbohidratos complejos, incluyendo 29 oligosacáridos distintos. Las concentraciones de estos oligosacáridos son altas en el calostro y disminuyen durante la lactancia teniendo de nuevo un incremento durante el día 24 (Tao *et al.*, 2010).

### **5.3. Lípidos**

El contenido de grasa en las secreciones de la GM es considerado el componente con una mayor variación. La etapa de lactancia, dieta y algunos otros factores afectan directamente estos contenidos tanto en el calostro como en la leche. Diversos estudios reportan que el porcentaje de grasa en el calostro al momento del parto varía de 4.9 a 10.9% con un promedio de 6.4%. El promedio del contenido de grasa permanece en un nivel de 5.9 a un 6.4% hasta las 18 horas postparto y después aumenta a 8% a las 24 horas después del parto (Tilton *et al.*, 1999). Existe un pico transitorio de grasa que se ha observado en diferentes experimentos que ocurre durante las 24 horas post parto y el día 3 de la lactancia, sin embargo algunos otros estudios reportan un alto contenido de grasa hasta el día 7 de la lactancia. Las concentraciones más altas de grasa reportadas han sido de hasta un 13% para el día 3 (Csapo *et al.*, 1996). Esta elevada concentración de grasa coincide con la fase de transición de la leche que se identifica que ocurre en el periodo que existe entre la fase del calostro (del parto a 24 h postparto) y el día 4 de lactancia. El promedio de grasa es estable de un 7 a 7.6% del día 7 hasta las 6-8 semanas de lactancia, cuando la leche madura (3 días postparto) se presenta (Theil *et al.*, 2004).

#### 5.4. Proteínas

La proteína de la leche se reporta como proteína cruda o proteína total basada en el contenido de nitrógeno en la muestra. Las secreciones mamarias contienen también otras formas no proteínicas del nitrógenos como aminoácidos libres, péptidos, amino-azucares y nucleótidos. Las concentraciones más altas de proteína en las secreciones mamarias se presentan al momento del parto. Sin embargo concentraciones similares se han observado durante las 4 h postparto con una disminución de casi el 50% a las 24 horas después del parto. Estos cambios en las concentraciones totales de proteína son debido al cambio de las concentraciones de inmunoglobulinas (Dunshea *et al.*, 2005). Típicamente, el contenido total de proteínas es de 5.0 a 6.5%. Los estimados del porcentaje de caseína en el calostro varía de 9 a 32% (Brent *et al.*, 1973; Csapo *et al.*, 1996). Durante las primeras 24 horas postparto se observa un incremento en el porcentaje de caseína de 30 hasta 45%, cuando las concentraciones de inmunoglobulinas empiezan a disminuir significativamente (Brent *et al.*, 1973; Csapo *et al.*, 1996). La mayoría de los experimentos reportan un 50 a 55% de caseína en el total del porcentaje de proteína durante el resto de la lactancia. El otro principal componente proteico de la leche son las proteínas del suero de la leche. Las proteínas totales del suero comienza en un 90% al momento del parto, debido a que las inmunoglobulinas son la mayor parte de esta concentración. Después disminuye a un 70% a las 24 h postparto (Klobasa *et al.*, 1987; Csapo *et al.*, 1996). La  $\beta$ -lactoglobulina es la principal proteína del suero de la leche. Las concentraciones de esta proteína son relativamente constantes en la transición del calostro hasta los 7 días de lactancia, con una variación de 10–15 mg/ml (Hurley, 2015). Las concentraciones de  $\alpha$ -lactalbumina son bajas en el calostro, con 1.8 a 2.0 mg/ml aproximadamente, y gradualmente aumentan para el séptimo día de la lactancia a 3.3 mg/ml. Otra proteína del suero es la cisteína que aumenta aproximadamente de 0.3 mg/ml en el calostro a 0.9 mg/ml en la leche al día 7 de lactancia. Las concentraciones de lactoferrina en el calostro al momento del parto son de 1.2 mg/ml, y permanecen elevadas hasta el tercer día, después presentan una

disminución a 0.3 mg/ml al séptimo día, seguido de una lenta disminución en la concentración (Elliot *et al.*, 1984). Las concentraciones de albumina en el calostro al momento del parto son de 19 mg/ml, después se observa una disminución a 8 mg/ml a las 12 horas postparto, seguido de una disminución gradual adicional estabilizándose en 2.5 a 3.0 mg/ml durante la segunda y tercera semana de lactancia (Danielsen *et al.*, 2011).

### **5.5. Factores que afectan la composición química de la leche**

La alimentación de hembras gestantes es un factor importante en la modificación de los componentes de la leche de la cerda lactante. respecto a este tema. Las concentraciones de proteína en la leche puede ser modificadas mediante la alimentación. Dunshea *et al.* (2005) utilizaron 16 hembras lactantes de las cuales 8 fueron alimentadas con 162 g/kg de proteína cruda en la dieta , mientras que las otras 8 recibieron una dieta altamente protéica (230 g/kg de proteína cruda) suplementada con aminoácidos de cadena ramificada (leucina, isoleucina y valina). La leche proveniente de las cerdas alimentadas con una dieta altamente proteica y suplementadas con los aminoácidos ramificados mostró un mayor contenido de proteína en la leche (5.0 % vs 5.5 %,  $P=0.007$ ). Estos datos demuestran que el incremento de proteína dietaria aunado a la suplementación con aminoácidos ramificados puede incrementar el contenido de proteína en la leche pero no mejora la producción. Este incremento en la concentración de proteína en leche deriva en un mejor crecimiento de los lechones durante la lactancia.

El contenido de grasa y los perfiles de ácidos grasos son compuestos de fácil modificación a partir de la alimentación en hembras lactantes. En un experimento donde se formaron 2 grupos de 18 hembras se evaluaron los efectos de la suplementación de grasa en la dieta sobre la composición química de leche. Las hembras control fueron alimentadas con una dieta a base de maiz y sorgo y las hembras tratadas se les ofreció una dieta similar con la inclusión del 10% de sebo. No se encontraron diferencias entre los grupos para las variables: consumo, energía

metabolizable consumida ni la producción láctea ( $P > 0.10$ ). El porcentaje de los sólidos totales fue mayor ( $P < 0.05$ ) en hembras tratadas con sebo, debido al incremento ( $P < 0.05$ ) de grasa y cenizas en leche. Comparando los porcentajes de ácidos grasos en la leche de hembras control, los porcentajes de C10:0, C14:0, C16:0, C16:1, y C18:3 fueron menores y los porcentajes de C18:0 and C18:1 fueron mayores en la leche de hembras con tratamiento (Tilton *et al.*, 1999). El contenido de grasa en la leche de cerda tiene una alta correlación con la ganancia diaria de peso de los lechones y la modificación de la cantidad de grasa y los perfiles de ácidos grasos en la leche de la cerda dependerá del tipo de grasa, tipo de ácidos grasos y la cantidad que se ofrezcan en la dieta (Skrzypczak *et al.*, 2015).

Fahmy en 1972 comparó razas derivadas de razas europeas y encontró que el porcentaje de grasa en la leche se ve afectada por la raza. Un estudio posterior en donde se compararon las razas Duroc y Landrace no se encontraron diferencias significativas en el contenido de grasa en leche (Shurson e Irvin, 1992). El porcentaje de grasa es afectado por la selección genética de hembras con diferentes niveles de colesterol en la sangre. Las hembras con un colesterol bajo presentaron menor cantidad de grasa en su leche, al contrario de las hembras con un nivel de colesterol alto, presentando un mayor contenido de grasa en la leche (Kandeh *et al.*, 1993). Las hembras de raza Meishan tienen un mayor contenido de grasa en calostro y leche que las Yorkshire siendo el día 23 de lactancia donde se observa un mayor nivel de grasa en las hembras Meishan (Zou *et al.*, 1992).

## 6. Involución mamaria.

Las glándulas mamarias sufren un proceso llamado involución con una rápida regresión que ocurre durante los primeros 7 días post-destete (Ford *et al.*, 2003). Los cambios en el tejido mamario son bastante dramáticos en cuanto al peso húmedo y los contenidos de ADN del tejido parenquimal el cual tiene una disminución de más de dos tercios. Se presentan cambios significativos que se empiezan a notar a partir del día 2 post-destete. Hay un incremento en la grasa de la parénquima y una disminución correspondiente en la proteína parenquimal durante el segundo y tercer día post-destete, este cambio refleja una acumulación transitoria de lípido lácteo en las células epiteliales de la GM. Las GM que no fueron mamadas durante la lactancia no presentan una pérdida adicional del tejido parenquimal después del destete (Ford *et al.*, 2003). En un estudio donde las tetas fueron cegadas durante las 24 a 72 horas postparto para prevenir que los lechones fueran amamantados, se demostró que la regresión de GM no utilizadas durante la lactancia temprana es reversible (rescate de glándulas) durante las primeras 24 horas pero se convierte en irreversible a partir del día 3 (Theil *et al.*, 2005). La producción de leche de esas glándulas que no fueron utilizadas durante las primeras 24 horas pero fueron rescatadas, es mucho menor que la producción de las demás durante la lactancia. Kim *et al.* (2001) detectaron que las GM que fueron utilizadas durante la lactancia eran más grandes que las que no habían sido utilizadas al final del proceso de involución, sugiriendo así que existía un posible efecto benéfico en el desarrollo de la siguiente gestación.

## **7. Pérdida de peso en hembras durante la lactancia**

Con el paso de los años se han desarrollado nuevas líneas genéticas con el objetivo de obtener una mayor proporción de tejido magro en las canales. Esto ha impactado sobre la capacidad de consumo de alimento de una forma negativa. Las mejoras genéticas constantes traen consigo un aumento en la producción láctea por los incrementos en la prolificidad, sin embargo, las hembras presentan una capacidad menor de consumir el alimento necesario para soportar nutricionalmente la mayor expresión potencial del crecimiento de las camadas y por ende durante el periodo de lactancia se encuentran en una retroalimentación negativa proteica de sus reservas corporales (Farmer, 2015).

## **8. Índice destete-celo fértil (IDCF)**

Uno de los indicadores productivos con más importancia dentro de las granjas porcinas es el índice destete-celo fértil, ya que cada día de aumento del mismo impacta incrementando los costos de producción, ya sea por ciclo reproductivo, por lechón destetado o por kilogramo de carne producida. El intervalo real entre el destete y la próxima concepción está dado por el intervalo promedio desde el destete y la aparición del primer estro o celo y el intervalo primer estro - concepción o servicio efectivo, representado por el número de hembras que no retornan al estro tres semanas después de servidas (Kyriazakis y Whittemore, 2006). El tiempo que transcurre entre el destete y el servicio efectivo tiene una marcada importancia, ya que representa (selección–primera cubrición y último destete–venta), el único período en que la cerda no es productiva (días improductivos). La importancia se hace evidente cuando se considera la productividad en términos de días vacíos, ya que éstos la reducen gravemente (Trolliet, 2005). A pesar que el intervalo “destete–estro” ha disminuido en los últimos años, gracias a un mejor control y manejo de la reproducción de las cerdas, éste está influenciado por una serie de factores: como la alimentación de la hembra durante la gestación y lactancia, factores climáticos como el fotoperíodo y la temperatura, el número de parto, duración de la lactancia,

estado endocrino, número de lechones destetados, genotipo, alojamiento post-destete, edad a la pubertad (Kyriazakis y Whittemore, 2006).

### **8.1. Factores que afectan el Índice Destete Celo Fértil (IDCF)**

El buen desempeño de las hembras durante la lactancia depende directamente del trabajo que se realiza en relación a la alimentación durante la gestación. De la misma forma es importante que la hembra salga del período de lactancia con un buen peso y una buena condición corporal para lograr un inicio rápido de una nueva gestación (Troillet, 2005). Un manejo incorrecto de la alimentación durante este período, puede tener efectos negativos sobre diferentes aspectos reproductivos, entre ellos una prolongación del intervalo destete – celo (Farmer, 2015). Existe una correlación negativa entre el consumo de alimento en las fases de gestación y lactación. Durante la gestación se produce un fenómeno conocido como “anabolismo de la gestación”, es decir, que hay un aumento de la retención en el organismo de proteínas, energía, minerales y agua (fundamentalmente en el último tercio de la gestación) por encima de los niveles normalmente verificados (Tantasuparuk *et al.*, 2001). Durante esta fase, la cerda consigue guardar energía, proteína, vitaminas y minerales para la fase de lactación. Estas reservas acumuladas hacen que la cerda gane peso en el desarrollo de la gestación. Durante la lactación, estas reservas se consumirán y la pérdida de peso será más o menos pronunciada conforme con lo que ganó durante la gestación. Esto llevaría a suponer que la cerda debería ser súper alimentada durante esta etapa para que pueda soportar mejor la lactación (Einarsson, 2000). Sin embargo, en esta suposición, existen diferentes problemas que deben valorarse, por ejemplo: cerdas sobrealimentadas durante la gestación presentan debilidad uterina durante el parto aumentando el número de nacidos muertos y camadas más pequeñas por una mayor pérdida embrionaria, pero principalmente un exceso de consumo energético durante la gestación tiene un efecto negativo sobre los rendimientos en la fase de lactación, provocando menores consumos, disminuyendo la eficiencia

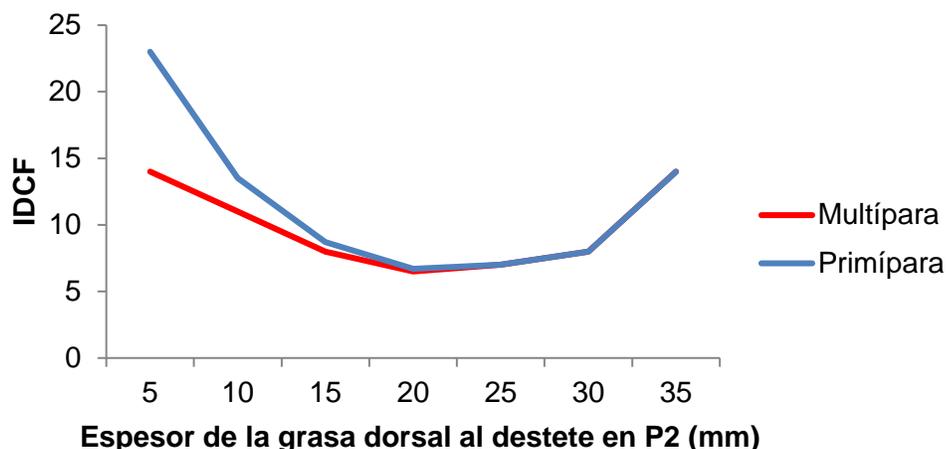
la producción láctea e incrementando el intervalo destete – celo (Knox y Rodríguez, 2001).

Dourmand (1991) estudió los efectos de tres niveles de ingestión en la fase de gestación (1,8; 2,25 y 2,7 kg de una ración de 3,16 Mcal/kg MS) sobre los rendimientos en la fase de lactación. Los resultados mostraron que una alimentación excesiva en la fase de gestación incrementa el peso de la cerda en el momento del parto pero durante la lactación las hembras consumen menos alimento y pierden más peso. Durante la gestación, la ingesta de alimento debe restringirse, pero una restricción excesiva especialmente en la última fase, puede ocasionar tantos problemas como un exceso. Cerdas con mayor restricción de alimento no fueron capaces de acumular suficientes reservas grasas y como la pérdida de la grasa dorsal durante la lactación fue similar para todos los tratamientos, su eficacia productiva se vio afectada y la aparición del celo antes de los 10 días posdestete fue menor (53 % vs. 80 %).

No se debe de considerar solo el peso vivo de la cerda, sino que también debe considerarse la composición corporal, ya que ésta también afecta la capacidad de consumo. Al comparar cerdas con alto contenido de grasa vs cerdas magras con 340 y 280 g de grasa/kg de peso vivo, respectivamente, y con pesos al parto similares, se observó una reducción del 30% en el consumo y una mayor pérdida de grasa dorsal en las cerdas con alto nivel de grasa, efectos que fueron acompañados por mayores niveles de ácidos grasos no esterificados (70%) y de glicerol (30%) en sangre (Revell et al., 1998).

Los días que pasan entre el destete y la concepción están relacionados de forma constante y negativa con el engrasamiento y peso vivo de la cerda al momento del destete. Este intervalo aumenta significativamente cuando las cerdas se destetan más delgadas y con espesores de grasa dorsal inferiores a 12 mm en P2 (espesor de la grasa dorsal en la última costilla a 65 mm de la línea media), siendo este efecto más marcado en primíparas (Whittemore, 1996). Esta relación

de espesor de grasa y el intervalo de destete-celo fértil se ve detallada en la figura 7 que se muestra a continuación.



**Figura 7.** Relación entre el intervalo destete-celo y el espesor de la grasa dorsal en cerdas primíparas y multíparas (Whittemore, 1996).

## 9. Alimentación durante la lactación

La alimentación durante la lactancia es un factor clave en la productividad de la hembra, ya que si las cerdas se destetan delgadas, lo más seguro es que tengan mas dificultad para presentar un estro nuevamente.

El objetivo de un buen manejo de alimentación durante la lactancia, es mantener a las hembras durante la lactancia y hasta el destete con una buena condición corporal y lograr un IDCF aceptable. Debido a las altas demandas de la producción láctea, las necesidades nutricionales de las cerdas son elevadas durante el periodo de lactación. Por lo general, durante la lactancia las cerdas son alimentadas a libre acceso, sin embargo, las hembras altas productoras de leche (> 8 kg/día) no logran consumir lo adecuado para cubrir sus necesidades nutricionales destinadas para la producción (Dourmand, 1991). Este tipo de comportamiento se presenta más a menudo en hembras primíparas, pues presentan un apetito menor que las multíparas y poseen una capacidad similar para producir leche. Debido a toda esta problemática, las cerdas tienen que remover sus reservas corporales para

continuar con su producción. Es inevitable que las hembras lactantes pierdan alrededor del 6% de su peso corporal durante este periodo, sin embargo, generalmente este porcentaje de pérdida no presenta ninguna repercusión en su reproducción (Farmer, 2015).

## **10. Factores que afectan el crecimiento de los lechones durante la lactancia**

Las primeras etapas de vida para los lechones son etapas clave para su buen desarrollo. Existen ciertos factores que pueden beneficiar o obstaculizar este proceso, es por esto que es importante el buen manejo de estos animales desde su nacimiento y durante toda su estadía en la unidad porcina. Ciertamente el factor más importante para el buen desarrollo de los lechones es el consumo de calostro y leche materna durante todo este periodo. Las ganancias diarias de peso de los lechones durante la lactancia están altamente correlacionadas con el consumo de leche materna (Castren, 1989; Skok *et al.*, 2008).

El redimiento de las ganancias diarias de peso de los lechones puede ser afectado por las interacciones que existen entre los individuos (Bouwman *et al.*, 2010). La competencia por los recursos (espacio y alimento) puede generar alteraciones en estas interacciones sociales y pueden verse comprometidas. En respuesta a esta problemática, los lechones no son capaces de desarrollarse y expresar su máximo potencial genético. Esta competencia se traduce en lechones más grandes con una mayor facilidad de acceso a la leche en comparación de sus compañeros de la camada que son más pequeños y esto resulta en la reducción del crecimiento, lesiones o muertes (Bouwman *et al.*, 2010; Canario *et al.*, 2010).

Estas interacciones sociales entre lechones o entre hermanos, afectan la ganancia diaria de peso (GDP) debido al factor supervivencia que existe en el predestete (Milligan *et al.*, 2001; Bouwman *et al.*, 2010). El principal alimento de los lechones durante la fase de lactancia es la leche. Sin embargo, la producción de leche de la cerda es un recurso limitante debido a la competencia generada por la jerarquización de los animales más pesados. Esta jerarquización se encamina a la selección de los pezones de la glándula mamaria más productores por parte de los

más grandes. Durante las primeras horas postparto los lechones empujan y muerden a los otros para capturar un pezón, pero una vez seleccionado cada pezón la competencia se ve reducida (Bouwman *et al.*, 2010).

Consecuentemente, los lechones de bajo peso al nacimiento pueden morir en los primeros días, por que no pueden establecer la propiedad de un pezón funcional. Al contrario de los lechones más pesados que son capaces de estimular su pezón para producir mas leche y así obtener una mayor cantidad de nutrientes disponibles (Milligan *et al.*, 2001).

Los lechones que nacen de bajo peso (BP) (lechones con porcentajes bajos de tejido muscular, de proteína y de grasa total, con un mayor porcentaje de órganos internos, piel, hueso y agua total). Es muy probable que su crecimiento sea más lento que los lechones con un peso al nacimiento mayor a 1 kg, esto debido a que con frecuencia son lentos para adaptarse a los alimentos sólidos durante varias semanas (Murphy *et al.*, 1997). Esta variable también se ha asociado con una mayor mortalidad postparto (Larriestra *et al.*, 2005; Beaulieu *et al.*, 2010), ya que los estudios indican que los lechones < 1 kg de peso al nacer tienen muy pocas posibilidades de estar vivos al destete o producir un cerdo estándar. Smith *et al.* (2008) concluyeron que el 86% de los lechones < 0.80 kg de peso, no sobreviven al destete. Las diferencias en el peso corporal al nacimiento persisten, de manera que los cerdos más ligeros al nacimiento, siguen siendo más ligeros a los 42 días post-destete.

Diversos estudios muestran que existe una diferencia entre la edad fisiológica y la cronológica en relación a la producción de enzimas digestivas en los lechones debido a que los cerdos de bajo peso tienen un consumo menor y por ende cantidades muy bajas de enzimas en la digestión (Mahan *et al.*, 1998, Roppa, 2002).

### **III. HIPÓTESIS**

Las cerdas cuya dieta sea adicionada con un producto vegetal a base de extractos vegetales mejorará su desempeño zootécnico y el de sus camadas, sin embargo, esta adición no tendrá efecto sobre la composición química de leche.

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1. Objetivo General**

Evaluar el efecto de la adición de un producto natural a base de extractos vegetales (galactógeno) en la dieta de cerdas lactantes sobre la composición química de la leche, el desempeño zootécnico de las cerdas y el de sus crías durante la lactancia.

#### **4.2. Objetivos Específicos**

Evaluar el efecto de la adición de un producto natural de extractos vegetales (galactógeno) en la dieta de cerdas lactantes sobre:

Las ganancias diarias de peso en cerdas durante la lactancia.

Porcentaje de pérdida del total de peso de las hembras durante la lactancia.

El índice destete-celo fértil de las hembras.

Las ganancias diarias de peso de lechones lactantes.

La curva de crecimiento en los lechones.

Uniformidad de peso en camadas por grupo.

Composición química de la leche.

## **V. MATERIAL Y MÉTODOS**

El trabajo se realizó en el “Rancho los Limones”, ubicado en Camino a la Venta s/n, La Palma. C.P. 76700. Pedro Escobedo, Querétaro, México. Coordenadas de latitud y longitud (20.4973518, -100.2044582) y con una altitud de 2180 metros. La granja tiene una población de 850 hembras en producción. Para este estudio se utilizaron 80 hembras de la raza Landrace x Large White. Se hicieron dos repeticiones (grupos) de la fase experimental del estudio con una duración de un mes cada uno. La primera repetición se realizó del 4 de abril al 3 de mayo de 2017 y la segunda repetición del 11 de abril al 10 de mayo del mismo año. La fase de laboratorio fue realizada durante el periodo de Junio a Septiembre de 2017.

### **5.1.Fase Experimental (manejo experimental de los animales)**

#### **a) Selección de animales**

Las unidades experimentales fueron seleccionados una semana antes del inicio del estudio. Se seleccionaron los animales de acuerdo a las siguientes características: cerdas con 107 días de gestación, con paridades de 1 a 5, raza Landrace x Large White, con aretes numerados (identificación). Se excluyeron cerdas enfermas, con partos distócicos, con problemas articulares o con una deficiente condición corporal.

Una vez seleccionadas las hembras se conformaron los grupos de 40 animales para cada una de las repeticiones, y en cada repetición se formaron 2 subgrupos: el grupo control (G-) y el grupo experimental (G+).

Grupo experimental (G+): A partir del día 107 de gestación hasta el día 21 de lactancia las 20 hembras del grupo experimental (G+) recibieron en la ración de las 7:00 a.m. 30 g del extracto vegetal comercial (galactógeno) mezclado con el alimento.

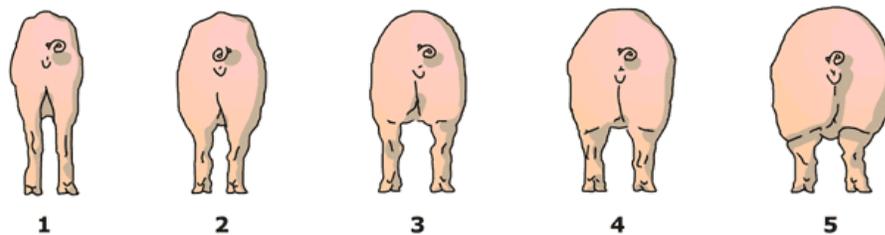
Grupo control (G-): Las 20 hembras restantes consumieron el mismo alimento que el grupo G+ pero sin la inclusión de extracto vegetal comercial (galactógeno) durante el mismo periodo.

El manejo zootécnico y experimental fue similar tanto para las repeticiones como para los subgrupos, excepto por la inclusión del extracto vegetal comercial (galactógeno) en el alimento del subgrupo G+ en ambas repeticiones.

### **b) Registro de pesos y evaluación de condición corporal**

Las 80 hembras seleccionadas para el estudio fueron pesadas por medio de una báscula industrial de 500 kg y evaluadas en cuanto a condición corporal antes de entrar a la maternidad (7 días preparto) y al finalizar la lactancia (21 días).

La condición corporal se determinó visualmente por medio de la escala que se muestra a continuación en la figura 8.



**Figura 8.** Escala de evaluación corporal en cerdas (Coffey, *et al.*, 1999).

Aunado a esta observación se tomaron en cuenta diversas características para evaluar adecuadamente a las hembras. A continuación se describen (Cuadro 5).

**Cuadro 4.** Descripción de las características a evaluar para condición corporal en hembras (Coffey *et al.*, 1999)

Calificación	Patatas y cola	Lomo	Columna vertebral	Costillas
<b>0 Emaciada</b>	Base de las patas muy prominentes. Cavidad profunda alrededor del nacimiento de la cola.	Lomo muy estrecho. Borde afilado en las apófisis espinales transversas. Costado muy hueco.	Vérttebras prominentes y afiladas a lo largo de la columna vertebral.	Costillas individuales muy visibles.
<b>1 Pobre</b>	Bases de las patas obvias, pero con leve cubierta. Cavidad alrededor del nacimiento de la cola.	Lomo estrecho. Solo una cubierta muy leve en los bordes de las apófisis espinales transversas. Costado más bien hueco.	Vérttebras prominentes.	Caja torácica menos visible. Dificultad para ver las costillas individuales.
<b>2 Moderada</b>	Bases de las patas cubiertas.	Los bordes de los apófisis espinales transversas cubiertos y redondos.	Vérttebras visibles sobre el hombro. Algo de cubierta más atrás.	Costillas cubiertas pero que se pueden sentir.
<b>3 Buena</b>	Bases de las patas que sólo se sienten con presión firme. Sin cavidad alrededor de la cola.	Bordes de los apófisis espinales transversas que sólo se sienten con presión firme. Costado lleno.	Vérttebras que solo se sienten con presión firme.	Caja torácica no visible. Muy difícil de sentir alguna costilla.
<b>4 Grasa</b>	Bases de las patas imposibles de sentir. El nacimiento de la cola inmerso en grasa que la rodea.	Imposible sentir los huesos. Costado lleno y redondo.	Imposible sentir las vértebras.	Costillas imposibles de sentir.
<b>5 Obesa</b>	Mayor deposición de grasas imposible de sentir.	Mayor deposición de grasa imposible de sentir.	Línea media aparece como una leve hendidura entre rollos de grasa.	Gruesa cubierta de grasa.

### c) Acomodo de hembras en salas de maternidad

Las salas de maternidad de Rancho los Limones tienen una capacidad de 20 hembras por sala. Al día 107 de gestación las hembras son recibidas en camas individuales y su acomodo es dependiendo la fecha de parto, llenando así las primeras camas con las hembras más próximas a parir. La sala se dividió por la mitad para delimitar ambos grupos (G+ y G-), es decir cada sala de maternidad tenía 10 animales tratados y 10 control .

### d) Alimentación de las hembras

Ambos grupos recibieron la misma dieta (Cuadro 5) de lactancia formulada por el nutriólogo de la granja a partir del día 107 de gestación (ingreso a la maternidad) hasta el día 21 de lactancia. Todas las hembras recibieron diariamente 3 raciones de 2.5 kg promedio en cada una de ellas (7:00 a.m., 12:00 p.m. y 4:00 p.m.). A excepción del grupo tratado que recibió en la ración de las 7:00 a.m. la inclusión de 30 gr de galactógeno mezclado con el alimento desde el día 107 de gestación hasta el día 21 de lactancia.

**Cuadro 5.** Dieta para hembras en fase de lactancia formulada por la empresa Nutram. El núcleo es proporcionado por la empresa DSM.

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad (kg)</b>
Sorgo	643.15
Soya 46.5 %	294.85
Aceite de Soya	35.75
Calcio 38%	9.83
Fosfato 21/17	6.48
Sal	3.95
Cloruro de Colina 60%	0.36
Núcleo gest/lact	5.00
<b>Total</b>	<b>1000</b>

### e) Registro de pesos de lechones

Para ambos grupos se pesaron individualmente los lechones de cada una de las camadas a los 0, 7, 14, y 21 días postparto con una báscula digital colgante.

### f) Colecta de leche

Se seleccionaron al azar 15 hembras por cada uno de los subgrupos (G+ y G-) para la colecta de leche de ambas repeticiones. De esas 15 hembras se seleccionaron 3 por cada número de parto incluyendo solo hembras con partos del 1 al 5 (Cuadro 6.). Posterior a una inyección de 5 ml de oxitocina vía intravenosa en la vena auricular medial (Ellendorff *et al.*, 1989) se procedió a la colección de 15 ml de leche por medio de una ordeña manual (Bowland *et al.* 1949). Las colectas de leche en todas las hembras seleccionadas se realizaron los días 3, 7, 14, y 21 posteriores al parto.

**Cuadro 6.** Distribución de hembras por grupos para la colección de leche.

Grupo	Número de parto					Total
	1	2	3	4	5	
G+	3	3	3	3	3	15
G-	3	3	3	3	3	15

### g) Registro del primer estro en hembras recién destetadas

Se mantuvo un monitoreo constante en los corrales de las hembras recién destetadas para registrar el primer estro después del destete.

Día 31± 2 días de estudio (cubrición): Se registro el intervalo destete-cubrición.

## **5.2. Fase analítica**

### **a) Análisis de muestras en laboratorio:**

Leche: Se determinó la composición química. Los valores de grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos (SNG) y sólidos totales (ST), mediante espectrofotometría infrarroja, utilizando el MilkoScan Minor (IDF, 1996).

### **b) Análisis estadístico**

Todas las variables de respuesta estudiadas en este trabajo se analizaron mediante el paquete estadístico SAS.

Para el análisis de la composición de la leche y de las ganancias diarias de peso de los lechones se empleó el modelo estadístico de medidas repetidas en el tiempo con un arreglo factorial de bloques al azar. El factor de bloqueo fue el número de parto de la hembra se empleó el procedimiento Proc Mixed

Para el análisis de ganancias diarias durante la lactancia de las hembras, la pérdida de peso de la hembra y el IDCF se utilizó un modelo mixto con el factor de bloqueo el número de parto y el procedimiento GLM.

Para el análisis de uniformidad de camadas se utilizo un ANOVA utilizando SAS empleando el procedimiento GLM.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a) Productividad de la cerda lactante

La productividad de la cerda puede ser medida a través de la evaluación de algunos indicadores productivos como: el número total de lechones nacidos, número de lechones nacidos vivos, peso de los lechones nacidos totales y vivos. En el presente trabajo el número de lechones nacidos totales (NNT), peso promedio de las camadas de nacidos totales (PCNT), número de lechones nacidos vivos (NNV), peso de las camadas de nacidos vivos (PCNV) lechones amamantados (LA) no varió ( $P>0.05$ ) entre los grupos experimentales (Cuadro 7). La literatura describe que existe una correlación positiva entre el número y peso de los lechones amamantados con respecto a la producción de leche de las cerdas, a mayor cantidad de lechones amamantados, mayor número de glándulas funcionales estimuladas, por ende mayor producción de leche (Auldist 1998). Por el contrario, el consumo de leche en los lechones se incrementa a medida que las camadas tienen un menor número de lechones, esto debido a una menor competitividad entre los lechones (Milligan *et al.*, 2001). El peso de nacimiento de los lechones está relacionado directamente con el peso al destete, a mayor peso al nacimiento, mayor peso al destete (Schinckel *et al.*, 2003). Por lo tanto, la homogeneidad de condiciones de ambos grupos experimentales al inicio del experimento indica que el experimento ha sido bien planteado y no influyeron en los resultados presentados posteriormente por las hembras.

**Cuadro 7.** Índices productivos de la hembra lactante.

<b>TTM</b>	<b>G-</b>	<b>G+</b>	<b>EE</b>	<b>P</b>
<b>NNT</b>	13.05	12.87	0.486	0.789
<b>PCNT</b>	17.73	17.31	0.581	0.47
<b>NNV</b>	12.07	11.89	0.503	0.809
<b>PCNV</b>	13.21	13.46	0.471	0.715
<b>LA</b>	10.69	10.72	0.221	0.696

<sup>ab</sup> filas con letras distintas representan diferencias significativa entre tratamientos.

NNT= Número de nacidos totales.

PCNT= Peso de la camada de nacidos totales.

NNV= Número de nacidos vivos.

PCNV= Peso de la camada de nacidos vivos.

A pesar de que al inicio de la lactancia las hembras del grupo G+ (Cuadro 8) tuvieron un peso (202.89 kg) menor ( $P<0.05$ ) que las del grupo G- (217.38 kg), su desarrollo fue mejor debido al efecto del tratamiento. Las hembras del grupo G+ perdieron 7.92% del total de su peso durante los 21 días de lactancia mientras que las del grupo G- perdieron el 11.49% del total de su peso. En promedio las hembras del grupo G+ tuvieron una ganancia diaria de peso de -0.77 kg en comparación con el grupo G- con una GDP de -1.22 kg representando diferencias significativas ( $P=0.019$ ) entre los tratamientos durante los 21 días de lactancia. (Figura 9).

**Cuadro 8.** Efecto del tratamiento sobre la pérdida de peso de la hembras durante el periodo de lactancia y el índice destete-celo fértil.

<b>TTM</b>	<b>G-</b>	<b>G+</b>	<b>EEM</b>	<b>P</b>
<b>PIL</b>	217.38 a	202.89 b	3.958	0.014
<b>PFL</b>	192.4 a	186.82 a	3.928	0.36
<b>DP</b>	24.97 a	16.07 b	1.705	0.0004
<b>%P</b>	11.49 a	7.92 b	0.774	0.0009
<b>GDPH</b>	-1.22 a	-0.77b	0.084	0.0003
<b>IDCF</b>	5.87 a	4.91 b	0.245	0.017

<sup>ab</sup> filas con letras distintas representan diferencias significativa entre tratamientos.

PIL=Peso de las hembras al inicio de la lactancia.

PFL= Peso de las hembras al final de la lactancia.

DP= Pérdida de peso durante la lactancia expresado en kg.

%P= Porcentaje de pérdida del total del peso de las hembras durante la lactancia.

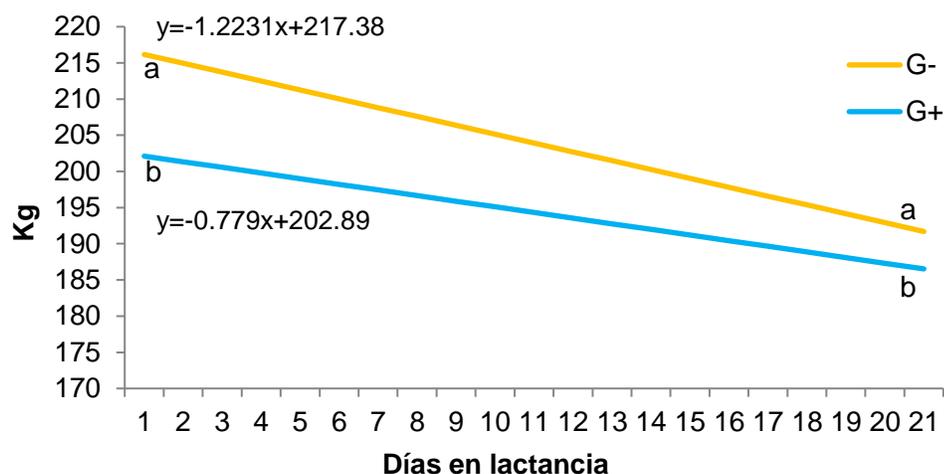
GDPH= Ganancia diaria de peso durante la lactancia.

IDCF= Índice destete-celo fértil.

También se observó un efecto tratamiento sobre los índices de destete-celo fértil (Cuadro 7) en el grupo G+, ya que las hembras de este grupo entraron en estro casi un día (0.96 día) antes que las hembras del grupo G- (4.91 vs 5.87 días para G+ y G-, respectivamente). Los resultados de IDFC obtenidos son similares a los reportados por Tantasuparuk *et al.*, (2001) en un hato con hembras de paridades 1 a 5 con un promedio de retorno al estro de 5.41 días desde el destete, sin embargo

los resultados obtenidos por efecto del tratamiento en el grupo G- mejoraron teniendo un retorno al estro mas rápido comparado con este estudio.

**Figura 9.** Efecto del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso en hembras durante la lactancia.



<sup>ab</sup> letras distintas en las líneas representan diferencias significativa entre los tratamientos.

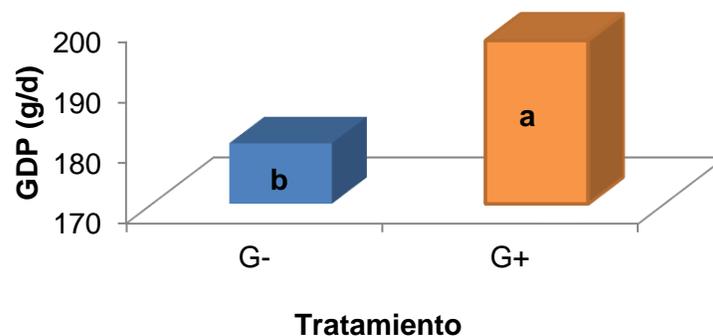
Los días que pasan entre el destete y el retorno al estro están relacionados de forma negativa con el peso vivo de la cerda al momento del destete, la pérdida de peso durante la lactancia, el número de lechones destetados y el consumo de alimento durante los 21 días. Este intervalo aumenta significativamente cuando las cerdas se destetan más delgadas, con mayor número de lechones destetados, menor consumo y una mayor pérdida de peso (Whittemore, 1996).

La variación de este intervalo también está influenciado por el estado metabólico, genética, estimulación social y física y la época (Einarsson *et al.*, 1998). En un hato donde las condiciones de manejo y alimentación son similares, también se presentó una variación del IDFC y de la pérdida de peso durante la lactancia (Sterning *et al.*, 1990). La pérdida de peso influye significativamente sobre la duración del IDCF (Tantasuparuk *et al.*, 2001). Esta pérdida está relacionada a la variación en el apetito de cada cerda y a la habilidad de la hembra de depositar sus reservas corporales antes del parto (suficientes para la producción de leche, pero no demasiadas para afectar su consumo durante la lactancia). Todos estos factores

afectan la pérdida de peso durante la lactancia y por ende al IDCF (Sterning *et al.*, 1997).

## b) Productividad del lechón lactante.

Durante el periodo total de la lactancia, la ganancia diaria de peso (GDP) de las camadas provenientes de las cerdas alimentadas con el tratamiento G+ fue superior ( $P<0.05$ ) a la GDP de las camadas del grupo G- (197 vs 180 g/d, para G+ y G-, respectivamente) (Figura 10).



<sup>ab</sup> barras con letras distintas representan diferencias significativa entre tratamientos.

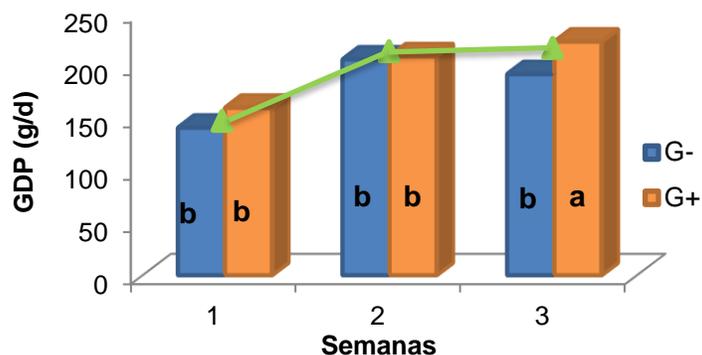
G- =Grupo Control

G+= Grupo Experimental

**Figura 10.** Efecto del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso de las camadas.

También se observó un efecto ( $P<0.001$ ) de la semana de lactancia sobre la GDP de los lechones. El peso de las camadas se incrementó entre la semana 1 y 2 estabilizándose posteriormente, lo que está representado por la línea verde de la figura 11. La diferencia entre los tratamientos en el periodo total de lactancia pudo atribuirse a la ganancia diaria de peso observada durante la tercera semana, una vez que en la semana 1 y 2 las diferencias entre los tratamientos no fueron significativas (Figura 11). Revisando la literatura no se ha encontrado trabajos que corroboren el efecto del galactógeno estudiado sobre el desarrollo de los lechones lactantes, sin embargo el sinfín de propiedades estudiadas en los extractos

naturales contenidos en este producto comercial podrían estar causando un efecto galactogénico, aumentando la producción de leche durante la última semana de lactancia en hembras tratadas, y por ende lechones más pesados al final del destete.



<sup>ab</sup> barras con letras distintas representan diferencias significativa entre tratamientos.

**Figura 11.** Efecto de la semana y del tratamiento sobre la ganancia diaria de peso de las camadas y su curva de crecimiento.

No se encontró un efecto tratamiento sobre la varianza, ni la desviación estándar (Cuadro 9) de los pesos de lechones en ambos grupos obtenidos el día 7 de lactancia, sin embargo el día 21, se puede observar una tendencia ( $P=0.11$ ) donde los pesos de lechones provenientes del grupo G+ presentan una mayor uniformidad en pesos con respecto al grupo G- (830 g vs 641 g, para G- y G+ respectivamente), esta tendencia se puede atribuir al decremento ( $P<0.05$ ) de la desviación estándar del grupo G+ ( $\pm 871$  g) comparado con el grupo G- (742 g).

**Cuadro 9.** Efecto del tratamiento sobre la uniformidad de camadas a los 7 y 21 días.

Variable de respuesta	Día 7				Día 21			
	Tratamiento				Tratamiento			
	G-	G+	EE	P	G-	G+	EE	P
<b>PP</b>	2.258 b	2.569 a	0.085	0.012	5.105 b	5.626 a	0.168	0.031
<b>NLC</b>	10.833 a	11.231 a	0.217	0.193	10.70 a	10.77 a	0.232	0.59
<b>Media</b>	2.365 a	2.436 a	0.067	0.476	5.073 b	5.443 a	0.108	0.018
<b>Varianza</b>	0.193 a	0.182 a	0.019	0.693	0.830 a	0.641 a	0.083	0.112
<b>DS</b>	0.417 a	0.408 a	0.021	0.771	0.871 a	0.742 b	0.045	0.046

<sup>ab</sup> columnas con letras distintas representan diferencias significativa entre tratamientos.

PP= Peso promedio.

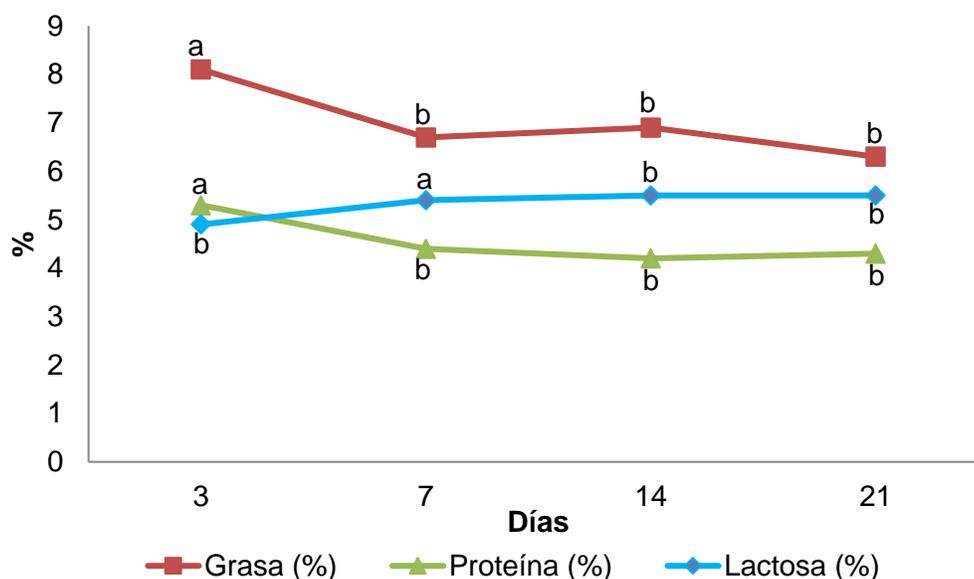
NLC= Número de lechones por camada.

DS= Desviación estándar.

Estos datos ilustran básicamente el mayor consumo y disponibilidad de leche (Nelssen *et al.*, 1998) que tuvieron los lechones del grupo G+ donde se registró una mayor uniformidad y mayores pesos durante el periodo de lactancia, con respecto a los de grupo G-. El estrés causado por el manejo, competencia y desuniformidad en las camadas en lechones, aunado a la disponibilidad de leche para su alimentación limita el máximo crecimiento de los lechones desde el nacimiento hasta el destete. Todos estos factores causan que cada cerdo se desvíe de su curva máxima de crecimiento, la cual puede incrementar la desviación estándar de los grupos. Entre más homogéneas sean las camadas durante este periodo mejorará el desarrollo durante las etapas siguientes de su vida. Cerdos más pesados al destete ganan más peso rápidamente y por ende logran un peso adecuado para su venta en un menor tiempo (Schinckel *et al.*, 2003).

### c) Composición química de la leche

Para la composición de la leche no se encontraron diferencias significativas con respecto al tratamiento ( $P>0.05$ ). De igual forma la interacción entre el día y el tratamiento no fue significativa. El porcentaje de grasa y de proteína decreció ( $P<0.001$ ) entre el día 3 y 7 de lactancia permaneciendo constante en los días 14 y 21, mientras que la cantidad de lactosa incrementó ( $P<0.001$ ) en el mismo periodo. La concentración de vitaminas y minerales permaneció constante durante el periodo experimental ( $P>0.05$ ). Como consecuencia de la variación en la composición de grasa, proteína y lactosa, los sólidos totales (21.3, 19.5, 19.5, 19.0 para días 3, 7, 14 y 21, respectivamente) y sólidos no grasos (13.2, 12.8, 12.6, 12.7 para días 3, 7, 14 y 21, respectivamente) disminuyeron ( $P<0.001$ ) entre el día 3 y el día 21 (Figura 12).



<sup>ab</sup> letras distintas sobre los puntos representan diferencias significativa entre los días.

**Figura 12.** Efecto del día de lactancia sobre la composición química de la leche.

Revisando la literatura no se ha encontrado trabajos que corroboren el efecto del galactógeno estudiado sobre la composición química de la leche de cerda. Sin embargo, los porcentajes de grasa y lactosa de la leche del presente trabajo son

similares a los de Klobasa *et al.* (1987) y Laws *et al.* (2009). El nivel de proteína fue ligeramente inferior al reportado en dichos trabajos.

## **VII. CONCLUSIÓN**

La adición del galactógeno a la dieta de hembras lactantes aumentó la ganancia diaria de peso de sus camadas, disminuyó la pérdida de peso de las hembras, mejoró la ganancia diaria de peso de las cerdas y el IDCF con respecto al grupo control. Sin embargo, no alteró la composición química de la leche de las cerdas.

Los resultados del presente estudio sugieren que la sinergia entre los componentes de las hierbas lactogénicas pueda ser la posible responsable de mejorar la productividad de las hembras y sus crías durante el periodo de lactancia, sin embargo, es necesario realizar más trabajos de investigación para corroborar los hallazgos del presente experimento.

## VII. LITERATURA CITADA

Abascal, K., Yarnell, E. 2008. Botanical galactagogues. A. Com.Thera. 14(6):288-294.

Albert-Puleo, M. 1980. Fennel and anise as estrogen agents. J. Ethnopharmacol. 2:337-344.

Al-Essa, M.K., Shafagoj, Y.A., Mohammed, F.I., Afifi, F.U. 2010. Relaxant effect of ethanol extract of *Carum carvi* on dispersed intestinal smooth muscle cells of the guinea pig. Pharm. Biol. 48:76–80.

Alston-Mills, B., Iverson, S.J., Thompson, M.P. 2000. A comparison of the composition of milks from Meishan and crossbred pigs. Livest. Prod. Sci. 63:85-91.

Anwar, F., Ali, M., Hussain, A.I., Shahid, M. 2009. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. Flavour. Fragr. J. 24:170–176.

Atwood, C.S., Hartmann, P.E. 1992. Collection of fore and hind milk from the sow and the changes in milk composition during suckling. J. Dairy. Res. 59:287-298.

Atwood, C.S., Toussaint, J.K., Hartmann, P.E. 2009. Assessment of mammary gland metabolism in the sow: Cellular metabolites in the mammary secretion and plasma during lactogenesis. J. Dai. Res. 62(2):207-220.

Auldish, D.E., Carlson, D., Morrish, L., Wakeford, C., King, R.H. 1995. Effect of increased suckling frequency on mammary development and milk yield of sows. En:Manipulating Pig Production. Ed. Cranwell. 5ta. Edición. Australia.P. 137.

Auldish, D.E., Morrish, L., King, H. 1998. The influence of litter size on milk production of sows. J. Anim. Sci. 67:333-337.

Badgujar, S.B., Patel, V.V., Bandivdekar, A.H. 2014. *Foeniculum vulgare*. Mill: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application and Toxicology. Bio. Med. Research International. Pp. 1-32.

Beaulieu, A.D., Aalhus, J.L., Williams, N.H., Patience, J. 2010. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. J. Anim. Sci. 88:2767-2778.

Behera, P. C., Tripathy, D. P., Parija, S. C. 2013. Shatavari: Potentials for galactagogue in dairy cows. Indian J. Tradit. Know. 12(1):9-17.

Boe, K. 1991. The process of weaning in pigs: When the sow decides. Appl. Anim. Behav. Sci. 30:47-59.

Bouwman, A.C., Bergsma, R., Duijvesteijn, N., Bijma P. 2010. Maternal and social genetic effects on average daily gain of piglets from birth until weaning. J. Anim. Sci. 88:2883-2892.

Bowland, J.P., Grummer R.H., Phillips P.H., Bohstedt G. 1949. Effect of lactation and ration on the fat and vitamin A level of sow's milk. J. Dairy. Sci. P. 32.

Boyraz, N., Ozcan, M. 2005. Antifungal effect of some spice hydrosols. Fitoterapia. 76:661-5

Brent, B.E., Miller, E.R., Ullrey, D.E., Kemp, K.E. 1973. Postpartum changes in nitrogenous constituents of sow milk. J. Anim. Sci. 36: 73-78.

Bruneton, J. 2001. Farmacognosia, Fitoquímica, Plantas medicinales. Editorial: Ed Acribia . 2da Edición. Zaragoza, España. P.34.

Canario, L., Lundgren, H., Haandlykken, M., Rydmer, L. 2010. Genetics of growth in piglets and the association with homogeneity of body weight within litters. *J. Anim. Sci.* 88:1240-1247.

Castren, H., Algers, B., Jensen, P., Saloniemi, H. 1989. Suckling behaviour and milk consumption in newborn piglets as a response to sow grunting. *App. Anim. Behav. Sci.* 24(3):227-238.

Chadwick, J. 1976. *The Myceanean World*. Cambridge University Press. United Kingdom. P.120

Chakurski, I., Matev, M., Koichev, A., Angelova, I., Stefanov, G. 1981. Treatment of chronic colitis with an herbal combination of *Taraxacum officinale*, *Hipericum perforatum*, *Melissa officinalis*, *Calendula officinalis* and *Foeniculum vulgare*. *J. Inte. Dis.* 6:51–54.

Climent, S., Sarasa, M., Muniesa, P., Latorre, R. 2005. *Manual de anatomía y embriología de los animales domésticos. Conceptos básicos y datos aplicativos*. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España. P.34.

Coffey, R.D., Parker, G.R., Laurent, K.M. 1999. *Assesing sow body condition*. Cooperative Extension Service. University of Kentucky. College of Agriculture. Kentucky. Pp 1-2.

Csapo, J., Martin, T.G., Csapo-Kiss, Z.S., Hazas, Z. 1996. Protein, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. *Int. Dairy J.* 6: 881-902.

Dadkhah, M.A., Yeganehzad, M. 2011. The effects of extracts of plants (*Medicago Sativa*, *Trigonella Foenum* and *Carum Carvi*) on milk production in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 5(10):3129-3134.

Danielsen, M., Pedersen, L.J., Bendixen, E. 2011. An in vivo characterization of colostrum protein uptake in porcine during early lactation. *J. Proteomics* 74:101-109.

De Martino, L., De Feo, V., Fratianni, F., Nazzaro, F. 2009. Chemistry, antioxidant, antibacterial and antifungal activities of volatile oils and their components. *Nat. Prod. Commu.* 4(12):1741–50.

Dehoff, M.H., Stoner, C.S., Bazer, F.W., Collier, R.J., Kraeling, R.R., Buonomo, F.C. 1985. Temporal changes in steroids, prolactin and growth hormone in pregnant and pseudopregnant gilts during mammogenesis and lactogenesis. *Dom. Anim. Endo.* 3(2):95-105.

Devi, K., Vanithakumari, G., Anusya, S., Mekala, N., Malini, T., Elango, V. 1985. Effect of *Foeniculum vulgare* seed extract on mammary glands and oviducts of ovariectomised rats. *Ancient. Sci. Life.* 5:129–132.

Dourmand, J.Y. 1991. Avances en la alimentación de porcinos: Reproductoras III. *Revista. Anaporc.*194:130-136.

Dunshea, F.R., Bauman, D.E., Nugent, E.A., Kerton, D.J., King, R.H., McCauley, I. 2005. Hyperinsulinaemia, supplemental protein and branched-chain amino acids when combined can increase milk protein yield in lactating sows. *Brit. J. Nutr.* 93: 325-332.

Dusko, B.L., Sukdolak, S. 2006. Antibacterial activity of some plants from family Apiaceae in relation to selected phytopathogenic bacteria. *J. Sci.* 28: 65–72.

Einarsson, A.S. 2000. Effects of lactation length and weaning-to-service interval on subsequent farrowing rate and litter size in Landrace and Yorkshire sows in Thailand. *Theriogenology* 54:1525–1536.

Einarsson, S., Madej, A., Sterning, M. 1998. Factors regulation initiation of oestrus in sows. *Reprod. Dom. Anim.* 33:119–123.

Ellendorff, F., Forsling, M.L., Poulain, D. 1989. The milk ejection reflex in the pig. *J. Physiol.* 94:333-577.

Elliot, J.L., Senft, B., Erhardt, G., Fraser, D. 1984. Isolation of lactoferrin and its concentration in sows colostrum and milk during a 21-day lactation. *J. Anim. Sci.* 59: 1080-1084.

Etienne, M., Dourmad, J.Y., Noblet, J. 1998. The influence of some sow and piglet characteristics and of environmental conditions on milk production. *J. Anim. Sci.* 23:345-349.

Fahmy, M.H. 1972. Comparative study of colostrum and milk composition of seven breeds of swine. *Can. J. Anim. Sci.* 52:621-627.

Farmer, C. 2001. The role of prolactin for mammogenesis and galactopoiesis in swine. *Lives. Prod. Sci.* 70:105-113.

Farmer, C. 2013. Review: Mammary development in swine: effects of hormonal status, nutrition and management. *Can. J. Anim. Sci.* 93:1-7.

Farmer, C. 2015. The gestating and lactating sow. Ed. Wageningen Academic Publishers. 1era. Edición. Países Bajos. P.p. 73-89.

Farmer, C., Devillers, N., Rooke, J.A., Le Dividich, J. 2006. Colostrum production in swine: From the mammary gland to the piglets. *Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources.* 1(3):16

Farmer, C., Duarte, C.A., Vignola, M., Palin, M.F. 2016. Body conditioning of gilts at the end of gestation affects their mammary development. *J. Anim. Sci.* 4(5):1897-1905.

Farmer, C., Palin, M.F. 2005. Exogenous prolactin stimulates mammary development and alters expression of prolactin-related genes in prepubertal gilts. *J. Anim. Sci.* 83:825-832.

Farmer, C., Palin, M.F., Martel-Kennes, Y. 2014. Impact of diet deprivation and subsequent overallowance during gestation on mammary gland development and lactation performance. *J. Anim. Sci.* 92(1):141-151.

Farmer, C., Palin, M.F., Gilani, G.S., Weiler, H., Vignola, M., Choudhary, R.K., Capuco, A.V. 2010. Dietary genistein stimulates mammary hyperplasia in gilts. *J. Anim. Sci.* 4: 454-465.

Farmer, C., Petitclerc, D. 2003. Specific window of prolactin inhibition in late gestation decreases mammary parenchymal tissue development in gilts. *J. Anim. Sci.* 81(7):1823-9.

Farmer, C., Petitclerc, D., Sorensen, M. T., Vignola, M., Dourmad, J. Y. 2004. Impacts of dietary protein level and feed restriction during prepuberty on mammary development in gilts. *J. Anim. Sci.* 82: 2343-2351.

Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA). 2015. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y Evaluación Económica y Sectorial. Carne de Porcino. México. Consultado el: 7 de noviembre de 2017.

Flores, M.B. 2004. Medicina Etnoveterinaria. Una síntesis bibliográfica. *Veterinaires sans frontieres*. P. 8. Lyon, Francia.

Ford, J.A., Kim, S.W., Rodríguez-Zas, S.L., Hurley, W.L. 2003. Quantification of mammary gland tissue size and composition changes after weaning in sows. *J. Anim. Sci.* 81:2583-2589.

Forster, H.B., Niklas, H., Lutz, S. 1980. Antispasmodic effects of some medicinal plants. *J. Plan. Med.* 4:309–319.

Grieve, M. 1994. A modern herbal. Fennel, *Foeniculum vulgare*. Consultado el 10/05/2017. Disponible en: <https://botanical.com/botanical/mgmh/f/fennel01.html#adu>

Guarrera, P.M., Savo, V. 2013. Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: A review. *J. Ethnopharmacol.* 146:659–680.

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. *J. Anim. Sci.* 34:2011-4788.

Hawrelak, J.A., Cattley, T., Myers, S.P. 2009. Essential oils in the treatment of intestinal dysbiosis: A preliminary in vitro study. *Altern. Med. Rev.* 14:380–4.

Hernández, H. H. 2015. Entrevista. Irapuato, Guanajuato. México.

Hoferl, M., Stoilova, I., Schmidt, E., Wanner, J., Jirovetz, L., Trifonova, D., Krastev, L., Krastanov, A. 2014. Chemical composition and antioxidant properties of Juniper Berry (*J. communis* L.) Essential oil. Action of the essential oil on the antioxidant protection of *Saccharomyces cerevisiae* model organism. *Antioxidants.* 3(1):81–98.

Hovey, R.C., Aimo, L. 2010. Diverse and active roles of adipocytes during mammary gland growth and function. *J. Mammary Gland Biol. Neoplasia.* 3:279–290.

Hurley, W. L. 2001. Mammary gland growth in the lactating sow. *Livest. Prod. Sci.* 70(149-157).

Hurley, W.L. 2015. Composition of sow colostrum and milk. Citado por: Farmer, C. 2015. *The gestating and lactating sow*. Ed. Wageningen Academic Publishers. Holand. P.p. 193-240.

Hurley, W.L., Doane, R.M., O'Day-Bowman, M.B., Winn, R.J., Mojonier, L.E., Sherwood, O.D. 1991. Effect of relaxin on mammary development in ovariectomized pregnant gilts. *J. Anim. Sci.* 128:1285-1290.

IDF Standard 141 B 1996. Whole milk. Determination of milkfat, protein and lactose content. Guía de operacion de medio- infra- rojo e instrumentos.

Jensen, P., Sangel, G., Algers, B. 1991. Nursing and sucking behaviour of semi-naturally kept pigs during the first 10 days post partum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31:195-203.

Ji, F., Hurley, W.L., Kim, S.W. 2014. Characterization of mammary gland development in pregnant gilts. *J. Anim. Sci.* 84:579-578.

Johnston, L. J., Pettigrew, J.E., Rust, J.W. 1993. Response of maternal-line sows to dietary protein concentration during lactation. *J. Anim. Sci.* 71:2151-2162.

Joshi, S.G. 2000. *Medicinal plants: Family Apiaceae*. Ed. Oxford and IBH Publishing Company. 1era. Edición. Nueva Dehli, India. P. 301.

Kandeh, M.M., Park, Y.W., Pond, W.G., Young, L.D. 1993. Milk cholesterol concentration in sows selected for three generations for high or low serum cholesterol. *J. Anim. Sci.* 71:1100-1123.

Kaur, G.J., Arora, D.S. 2009. Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi*. *BMC Complem. Altern. M.* 9:30-45.

Kensingler, R.S., Collier, R.J., Bazer, F.W. 1986. Effect of number of conceptuses on maternal mammary development during pregnancy in the pig. *Domest. Anim. Endocrinol.* 3:237-245.

Kensingler, R.S., Collier, R.J., Fuller, W.B., Ducsay, C.A., Becker, H.N. 1982. Nucleic Acid, Metabolic and Histological Changes in Gilt Mammary Tissue during Pregnancy and Lactogenesis. *54(6):1297-1308.*

Kim, J., Marshall, MR., Wei, C. 1995. Antibacterial activity of some essential oils components against the foodborne pathogens. *J. Agric. Food. Chem.* 43:2839–45.

Kim, S.W., Easter, R.A., Hurley, W.L. 2001. The regression of unsuckled mammary glands during lactation in sows: The influence of lactation stage, dietary nutrients, and litter size. *J. Anim. Sci.* 79: 2659-2668.

Kim, S.W., Hurley, W.L., Han, I.K., Easter, R.A. 2000. Growth of nursing pigs related to the characteristics of nursed mammary glands. *J. Anim. Sci.* 78:1313-1318.

Kim, S.W., Weaver, A.C., Shen, Y.B., Zhao, Y. 2014. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 4(1):26.

King, R.H. 2000. Factors that influence milk production in well-fed sows. *J. Ani. Sci.* 78(3):19-25.

Klobasa, F., Werhahn, E., Butler, J.E., 1987. Composition of sow milk during lactation. *J. Anim. Sci.* 64:1458–1466.

Klopfenstein, C., Farmer, C., Martineau, G.P. 2006. Mammary glands and lactation problems. 8va edición. Ed. Iowa State University Press. Iowa. P.833.

Knox, R.V., Rodriguez-Zas, S.L. 2001. Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. J. Anim. Sci. 79:2957-2963.

Koppula, S., Kumar, H. 2013. *Foeniculum vulgare* Mill (Umbelliferae) attenuates stress and improves memory in wister rats. Trop. J. Pharm. Res. 4:553–558.

Kyriazakis, I., Whittemore, C.T. 2006. Whittemore's Science and Practice of Pig Production. Ed. Blackwell Publishing. 3era. Edición. Australia P.p. 127-167.

Lahlou, S., Tahraoui, A., Israili, Z., Lyoussi, B. 2007. Diuretic activity of the aqueous extracts of *Carum carvi* and *Tanacetum vulgare* in normal rats. J. Ethnopharmacol. 110:458–63.

Larriestra, A.J., Morrison, R.B., Deen, J. 2005. A decision-making framework for evaluating interventions used at weaning to reduce mortality in lightweight pigs and improve weight gains in the nursery. J. Swine. Health. Prod: 13(3):143-149.

Laws, J., Amusquivar, E., Laws, A., Herrera, E., Lean, L.J., Dodds, P.F., Clarke, L. 2009. Supplementation of sows diets with oil during gestation: sow body condition, milk yield and milk composition. Livest. Prod. Sci. 123: 88-96.

Le Huerou-Luron, I., Ferret-Bernard, S. 2015. Development of gut and gut-associated lymphoid tissues in piglets. Role of maternal environment. Citado por: Farmer, C. 2015. The gestating and lactating sow. Ed. Wageningen Academic Publishers. Australia. Pp. 335-355.

Lewu, F.B., Afolayan, A.J. 2009. Ethnomedicine in South Africa: the role of weedy species. *Afr. J. Biotechnol.* 8:929–934.

Macía, M.J., García, E., Vidaurre, P.J. 2005. An ethnobotanical survey of medicinal plants commercialized in the markets of la Paz and El Alto, Bolivia. *J. Ethnopharmacol.* 97:337–350.

Mahan, D.C., Cromwell, G.L., Ewan, R.C., Hamilton, C.R., Yen, J.T. 1998. Evaluation of the feeding duration of a phase 1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. *J. Anim. Sci.* 76:578-583.

Malini, T., Vanithakumari, G., Megala, N., Anusya, S., Devi, K., Elango, V. 1985. Effect of *Foeniculum vulgare*. Mill seed extract on the genital organs of male and female rats. *Indian. J. Physiol. Pharmacol.* 29:21–26.

Manonmani, R., Abdul-Khadir, V.M. 2011. Antibacterial screening on *Foeniculum vulgare* Mill. *Inter. J. Pharma. Biol. Sci.* 2:390–394.

Manvi, H. Garg, G. P. 2010. Screening and evaluation of pharmacognostic, phytochemical and hepatoprotective activity of *J. communis* Linn. *Stems. Int. J. Pharma.Bio. Sci.* 1(3).

Marshall, K.M., Hurley, W.L., Shanks, R.D., Wheeler, M.B. 2006. Effects of suckling intensity on milk yield and piglet growth from lactation-enhanced gilts. *J. Anim. Sci.* 84:2346-2351.

Martins, M.R., Tinoco, M.T., Almeida, A.S., Cruz-Morais, J. 2012. Chemical composition, antioxidant and antimicrobial properties of three essential oils from Portuguese flora. *J. Pharmacog.* 3: 39–44.

McCorkle, C. 1986. An introduction to ethnoveterinary research and development. *J. Ethnobiol.*6:129-149.

Milligan, B.N., Fraser, D., Kramer, D.L. 2001. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. *J. Swine Health Prod.* 9(4):161-166.

Modnicki, D., Labedzka, J. 2009. Estimation of the total phenolic compounds in juniper sprouts (*Juniperus communis* L., Cupressaceae) from different places at the kujawsko-pomorskie province. *Herb. Pol. J.* 55(3)127-132.

Mortel, M., Mehta, S.D. 2013. Systematic review of the efficacy of herbal galactogogues. *J. Hum. Lact.* 29( 2):154–162.

Murphy, A. K., Amistad. R., Dewey, C.E. 1997. Effects of weaning age and dosage of supplemented iron on the hemoglobin concentrations and growth rate of piglets. *J. Swine. Health. Prod:* 5(4):135-138.

Naga-Kishore, R., Anjaneyulu, N., Naga-Ganesh, M., Sravya, N. 2012. Evaluation of anxiolytic activity of ethanolic extract of *Foeniculum vulgare* in mice model. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 4:584–586.

Nelssen, J. L., Goodband, R.D., Tokach, M.D. 1998. Weaning weight- Why it's more important than you think. *Swine Uptdate.* Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. *Animal Science and Industry.* (20):2.

Nielsen, O.L., Pederson, A.R., Sorensen, M.T. 2001. Relationships between piglet growth rate and mammary gland size of the sow. *Livest. Prod. Sci.* 67:273-279.

Ostad, S.N., Soodi, M., Shariffzadeh, M., Khorshidi, N, Marzban, H. 2001. The effect of fennel essential oil on uterine contraction as a model for dysmenorrhea, pharmacology and toxicology study. *J. Ethnopharmacol.* 762:99–304.

Park, S.H., Seong, I. 2010. Antifungal effects of the extracts and essential oils from *Foeniculum vulgare* and *Illicium verum* against *Candida albicans*. *Korean. J. Med. Mycol.* 15:157-164.

Peaker, M., 1983. Secretion of ions and water. In:Mepham. Ed. Elsevier Science Publishers. Amsterdam, Holanda. Pp. 285-305.

Penagos, F., Cortés, Z.T. 2014. Pharmacological Overview of Galactogogues. *Vet. Med. Int.* 3:1-20.

Quiles, S. A., Hevia, M. L. 2007. La nutrición como herramienta para superar el síndrome post destete porcino. *Revista producción animal.* 253:26–36.

Quiles, S.A., Hevia, M.L. 2004. Mortalidad neonatal en los lechones. *Producción animal. Rev. Prod. Anim.* 9:195-196.

Rahimi, R., Ardekani, M. R. 2013. Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy. *Chin. J. Integr. Med.* 19:73–79.

Revell, D.K., Williams, I.H., Mullan, B.P., Ranford, J.L., Smits, R.J. 1998. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites. *J. Anim. Sci.* 76:1729–1737.

Roehe, R, N., Shrestha, P., Mekawy, W., Baxter, E.M., Knap, P.W., Smurthwaite, K.M., Jarvis, S., Lawrence, A.B., Edwards, S. 2010. Genetic parameters of piglet

survival and birth weight from a twogeneration crossbreeding experiment under conditions designed to disentangle direct and maternal effects. J. Anim. Sci. 88:1276-1285.

Roppa, L. 2002. Manejo en porcinos. Nutrición de los lechones en la fase de destete. Argentina, Agrupación de Consultores en Tecnologías del Cerdo. Consultado el 20/07/2017. Disponible en: <http://www.vetefarm.com/nota.asp?not=5898sec=8###>

Rowson, A.R., Daniels, K.M., Ellis, S.E., Hovey, R.C. 2012. Growth and development of the mammary glands of livestock: A veritable barnyard of opportunities. J. Anim. Sci. 23(5):557-566.

Samir-Zaahkoug, A.M., Ezzat-Aboul, E.I., Ramadan, M.A., Sayed, B., Ahmed-Mhany, B.M. 2015. Anti carcinogenic activity of Methanolic Extract of Fennel Seeds (*Foeniculum vulgare*) against breast, colon, and liver cancer cells. Int. J. Adv. Res. 3(5):1525-1537.

Samojlik, I., Lakic, N., Mimica-Dukic, N., Dakovic-Svajcer, K., Bozin, B. 2010. Antioxidant and hepatoprotective potential of essential oils of coriander (*Coriandrum sativum* L.) and caraway (*Carum carvi* L.) (Apiaceae). J. Agric. Food. Chem. 58:8848–53.

Sati, S.C., Joshi, S. 2010. Antibacterial potential of leaf extracts of *Juniperus communis* L. from Kumaun Himalaya. Afr. J. Microbiol. Res. 4(12):1291–1294.

Sauber, T.E., Stahly, T.S., Ewan, R.C., Williams, N.H. 1994. Maximum lactational capacity of sows with a high and low genetic capacity for lean tissue growth. J. Anim. Sci. 72:364-368.

Schinckel, A.P., Li, N., Preckel, P.V., Einstein, M.E., Miller, D. 2003. Development of a stochastic pig compositional growth model. Prof. Anim. Sci. 19:255-260.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural (SAGARPA). Comunicado de prensa No. 357/15. Mayo de 2015.

Secretaría de Economía. Servicio de Información e Integración de Mercados (SNIIM) 2015. Reporte de situación actual y perspectiva de carne de cerdo en México 2015.

Servicio Nacional de Sanidad e Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) 2004. Manual de Buenas Prácticas de Producción en Granjas Porcícolas.

Sevillano, C. 2009. Evaluación reproductiva de tres diferentes cruces comerciales de cerdas en una granja comercial de Lima. Tesis para optar título de Ing. Zootecnista. UNALM. Lima-Perú.

Shurson, G.C., Irvin, K.M. 1992. Effects of genetic line and supplemental dietary fat on lactation performance of Duroc and Landrace sows. *J. Ani. Sci.* 70:2942-2949.

Sivarajan, V.V., Balachandran, I. 1994. *Ayurvedic Drugs and Their Plant Sources*. Ed. Oxford & IBH Publishing Company. 2da. Edición. Nueva Delhi, India. P. 249.

Skok, J., Brus, M., Skorjanc, D. 2008. Growth of piglets in relation to milk intake and anatomical location of mammary glands. *Acta Agriculturae Scand Section A.* 57:129-135

Skrzypczak, E., Waśkiewicz, A., Beszterda, M., Goliński, P., Szulc, K., Buczyński, J.T., Babick, M. 2015. Impact of fat and selected profiles of fatty acids contained in the colostrum and milk of sows of native breeds on piglet rearing. *J. Anim. Sci.* 86(1):83–91.

Smith, A.L., Stalder, K.J., Serenius, T.V., Baas, T.J., Mabry, J.W. 2008. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. J. Swine. Health. Prod: 15(4):213-218.

Sorensen, M.T., Farmer, C., Vestergaard, S., Sejrsen, K. 2006. Mammary development in prepubertal gilts fed restrictively or ad libitum in two sub periods between weaning and puberty. Livest. Prod. Sci . 99:249-255.

Sorensen, M.T., Sejrsen, K., Purup, S. 2002. Mammary gland development in gilts. Livest. Prod. Sci. 75:143-148.

Souravh, B., Naresh, S.G., Nitan, R., Shandeep, S. 2014. A Phytopharmacological Review on a Medicinal Plant: *Juniperus communis*. Int. Sch. Res. Notices. 63:47-23.

Spinka, M., Ilmann, G., Algers, B., Stetkova, Z. 1997. The role of nursing frequency in milk production in domestic pigs. J. Anim. Sci. 75:1223-1228.

Sterning, M., Rydhmer, L., Eliasson, L., Einarsson, S., Anderson, K., 1990. A study on primiparous sows of the ability to show standing oestrus and to ovulate after weaning. Influences of loss of body weight and backfat during lactation and of litter size, litter weight gain and season. Acta Vet. Scand. 31: 227– 236.

Sterning, M., Hulten, F., Holst, H., Einarsson, S., Anderson, K. 1997. Relationships between health and weight loss during lactation and between health and ability to return to oestrus after weaning in primiparous sows. J. Vet. Med. A 44, 301–311.

Straw, B.E., Zimmerman, J.J., D’Allaire, S., Taylor, D.J. 2006. Diseases of Swine. Composition of Sow Milk. Ed. Blackwell Publishing. 9ena Edición. Australia. P. 59.

Tahraoui, A., El-Hilay, J., Israili, Z.H., Lyoussi, B. 2007. Ethnopharmacological survey of plants used in the traditional treatment of hypertension and diabetes in south-eastern Morocco (Errachidia province). *J. Ethnopharmacol.* 110:105–17.

Taie, H.A., Hela, M.I., Helmy, W.A., Amer, H. 2013. Chemical composition and biological potentials of aqueous extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L). *J. Appl. Sci. Res.* 9:1759–1767.

Tantasuparuk, W., Lundeheim, N., Dalin, A.M., Kunavongkrit, A., Einarsson, S. 2001. Weaning-to-service interval in primiparous sows and its relationship with longevity and piglet production. *Lives. Prod. Sci.* 69:155-162.

Tao, N., Ochonicky, K.L., German, B., Donovan, S.M., Lebrilla, C.B. 2010. Structural determination and daily variations of porcine milk oligosaccharides. *J. Agr. Food. Chem.* 58:4653-4659.

Thakur, N., Sareen, N., Shama, B., Jagota, K. 2013. Studies on *in vitro* antifungal activity of *Foeniculum vulgare* Mill. Against spoilage fungi. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 2:427–430.

Thakur, S., Bawara, B., Dubey, A., Nandini, D., Chauhan, N., Saraf, D.K. 2009. Effect of *Carum carvi* and *Curcuma longa* on hormonal and reproductive parameter of female rats. *Int. J. Phytomed.* 1:31–8.

Theil, P.K., Jorgensen, H., Jakobsen, K. 2004. Energy and protein metabolism in lactating sows fed two levels of dietary fat. *Livest. Prod. Sci.* 89:265-276.

Theil, P.K., Labouriau, R., Seirsen, K., Thomsen, B., Sorensen, M.T. 2005. Expression of genes involved in regulation of cell turnover during milk stasis and lactation rescue in sow mammary tissue. *J. Anim. Sci.* 83:2349-2356.

Thodberg, K., Sorensen, M.T. 2006. Mammary development and milk production in the sow: Effects of udder massage, genotype and feeding in late gestation. *Livest. Sci.* 101: 116-125.

Tilton, S.L., Miller, P.S., Lewis, A.J., Reese, D.E., Erme, P.M. 1999. Addition of fat to the diets of lactating sows: Effects on milk production and composition and carcass composition of the litter at weaning. *J. Anim. Sci.* 77:2491-2500.

Trolliet, J.V. 2005. Productividad numérica de la cerda factores y componentes que afectan. Sitio Argentino de la Producción Animal. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. Consultado el 23/06/2017. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

Whittemore, C. 1996. Ciencia y Práctica de la Producción Porcina. Ed. Acribia S.A. 1era. Edición. Zaragoza, España. P.p. 349-390.

Zou, S., McLaren, D.G., Hurley, W.L. 1992. Pig colostrum and milk composition: comparisons between Chinese Meishan and US breeds. *Livest. Prod. Sci.* 30:115-127.

Zuppa, P., Sindico, C., Orchi, P., Carducci, C., Cardiello, V., Romagnoli, C. 2010. Safety and efficacy of galactogogues: substances that induce, maintain and increase breast milk production. *J.Pharm. Pharm. Sci.*13(2):162–174.