



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**FACTORES QUE AFECTAN EL LARGO DE LA GESTACIÓN DE LA
CERDA: ESTUDIO DE REVISIÓN**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

DAVID BARRIOS TOBÓN

ASESORES: MVZ Miguel González Lozano, MVZ Oscar Gutiérrez Pérez



Ciudad Universitaria, CD. MX 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

Contenido

1. Introducción	3
1.1 Desarrollo embrionario	5
1.2 Desarrollo fetal	7
1.2.1 Maduración Fetal	8
1.3 Membranas extraembrionarias.....	10
1.3.1 Placenta difusa	11
1.4 Fisiología de la gestación.....	11
1.4.1 Reconocimiento de la gestación	13
1.5 Patología de la gestación.....	13
1.5.1 Brucelosis.....	14
1.5.2 Leptospirosis.....	15
1.5.3 Parvovirus porcino	16
1.5.4 Síndrome Respiratorio y Reproductivo porcino (PRRS).....	17
1.5.5 Micotoxinas	19
1.5.6 Zearalelona.....	20
1.5.7 Alcaloides del ergot	21
1.5.8 Tricotecenos.....	21
2. Justificación	21
3. Objetivo	22
3.1. Objetivos específicos	22
4. Material y métodos	23
4.1 Búsqueda bibliográfica para Meta-análisis y análisis de la duración de gestación en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP).....	23
5. Resultados y Discusión	24
5.1 Análisis de la duración de gestación en el CEIEPP	24
5.2 Meta-análisis.....	27
5.2.1 Factores principales que afectan la duración de la gestación de la cerda.....	30
5.2.2 Genética	30
5.2.3 Tamaño de la camada	33
5.2.4 Edad de la cerda.....	35
5.2.5 Número de partos.....	36
5.3 Factores secundarios que afectan la duración de la gestación	37
5.3.1 Nutrición	37

5.3.2 Estrés y bienestar animal	41
5.3.4 Instalaciones.....	43
5.3.5 Clima.....	45
6. Desempeño en el parto y tiempo de gestación	47
7. Consecuencias sobre la cerda cuando se altera la duración de la gestación.	49
8. Consecuencias sobre los lechones recién nacidos cuando se altera la duración de la gestación.....	50
9. Discusión	52
10. Conclusión	58
11. Bibliografía	59

Resumen

*Barrios D¹, González M², Gutiérrez O²

1.- *Estudiante de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.* 2.- *Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP), FMVZ-UNAM.*

Este estudio tiene como objetivo principal analizar y resumir, en base a la evidencia disponible, los factores que afectan el largo la de gestación de la cerda. Para ello se revisaron 134 artículos científicos, extraídos de diferentes buscadores científicos, se analizaron factores como tamaño de camada, genética, edad de la cerda, número de partos, nutrición, estrés. Un aumento o disminución en la duración de la gestación influye negativamente sobre los lechones, la cerda y la economía del productor. El promedio de duración de la gestación reportado en los artículos científicos varía en rangos que van desde los 112.1 hasta los 117 días de gestación. Por lo que pronosticar la duración de la gestación de las cerdas permite a los productores estar preparados para proporcionar asistencia en el parto. Se recomienda que los productores de cerdos mantengan registros de la duración de la gestación en cada parto de las cerdas, ya que en cada granja la media de duración de la gestación es distinta.

1. Introducción

La situación alimenticia por la que pasa gran parte de la población del planeta es alarmante aunado al incremento demográfico que año con año se suma a esta crisis nutricional. Un estudio realizado por la FAO (2013) señala que en los próximos 10 años la población mundial aumentará 956 millones de seres humanos y por consecuencia estos mismos se agregarán al sector que padece de hambre y desnutrición, puesto que los sistemas de la producción de proteína animal no se darán abasto para la alimentación de esta creciente población.

La carne de cerdo, es la carne que se produce en mayor cantidad en el mundo; ésta representa un 40% de la producción total de carnes rojas. En consecuencia, la producción de carne de cerdo es una actividad rentable que por sus características de prolificidad y rápido crecimiento de la especie puede tomar un papel importante ante una crisis de abasto de carne. Solo por poner un ejemplo; una cerda produce al año entre 1-1.5 toneladas de carne, superando lo que una vaca produce en el mismo lapso de tiempo. (Trollet, 2005)

En México la producción de carne de cerdo ocupa el tercer lugar después de la producción de carne de res y de pollo. Sin embargo, la porcicultura es afectada por diversos obstáculos que inciden de manera negativa en la productividad; como el precio elevado del grano y las fluctuaciones del precio del cerdo en el mercado. Lo anterior complica al productor en la recuperación de sus costos de producción y en casos más graves ha provocado el cierre de algunas unidades de producción. (Kraeling and Webel, 2015)

Lo anterior obliga a mejorar la eficiencia productiva, reproductiva y rentabilidad de las granjas, bajo sistemas apegados a las buenas prácticas de manejo que no alteren el bienestar animal, y que a su vez intenten obtener el máximo provecho y potencial de la cerda como productora de lechones. Por tal motivo, la eficiencia productiva y reproductiva que tiene cada cerda desempeña un papel importante en la rentabilidad de la producción porcina. (Kipper *et al.*, 2011; Kraeling and Webel, 2015)

Uno de los aspectos que ha recibido poca atención es la duración de la gestación de la cerda y sus consecuencias, además es necesario explorar los factores involucrados cuando esta duración de gestación se ve alterada, ya que jugará un papel importante en la salud de la cerda, su vida productiva y de sus lechones.

En la actualidad, generalmente en la literatura se maneja una duración de la gestación para la cerda con un promedio de 114 días (3 meses, 3 semanas y 3 días), y una variación que va desde los 108 y 122 días. El manejo durante este periodo, básicamente consiste en evitar al máximo la mortalidad embrionaria, la mortalidad fetal, los abortos, y de esta forma lograr el mayor número de lechones al parto, acortar el intervalo entre partos con la menor cantidad de consecuencias adversas tanto en la cerda como en sus lechones. Por todo ello, se ha realizado una revisión bibliográfica, con el fin de conocer los componentes involucrados en la duración de la gestación en la cerda, los mecanismos que la regulan, así como las consecuencias sobre la productividad, bienestar y salud de la madre, y los lechones recién nacidos.(Sasaki and Koketsu, 2007a; Mota-Rojas, Fierro, Roldan-Santiago, Orozco-Gregorio, González-Lozano, *et al.*, 2015)

1.1 Desarrollo embrionario

Al finalizar la fertilización, iniciará la etapa de cigoto (célula totipotencial diploide), los siguientes días se dividirá originando nuevas células denominadas blastómeros (Figura 1), en esta etapa no hay aumento del tamaño ni diferenciación celular. A este periodo de división celular sin crecimiento del embrión se le llama segmentación (Athorn *et al.*, 2013; Bormey *et al.*, 2015). En esta etapa las células embrionarias utilizan a la glucosa como fuente principal de energía (Town *et al.*, 2005). En el día 5 o 6 del ciclo el embrión posee de 16 a 32 blastómeros y comienza la compactación de sus células, desarrollándose uniones entre ellas para formar una unidad funcional llamada mórula (Figura 1) (Monterde and Gano, 2013). Ésta es de corta duración, ya que mientras se forma, inician procesos para la siguiente etapa conocida como blástula (Athorn *et al.*, 2013). En el día 8, se desarrolla una cavidad llena de líquido llamada blastocele gracias a bombas de Na⁺/K⁺, con esto se origina la etapa de blastocisto (Figura 1) (Brandão *et*

al., 2014) (Senger *et al.*, 2003), con aproximadamente 120 células, que se asocian y permiten al blastocito diferenciarse en dos poblaciones de células.

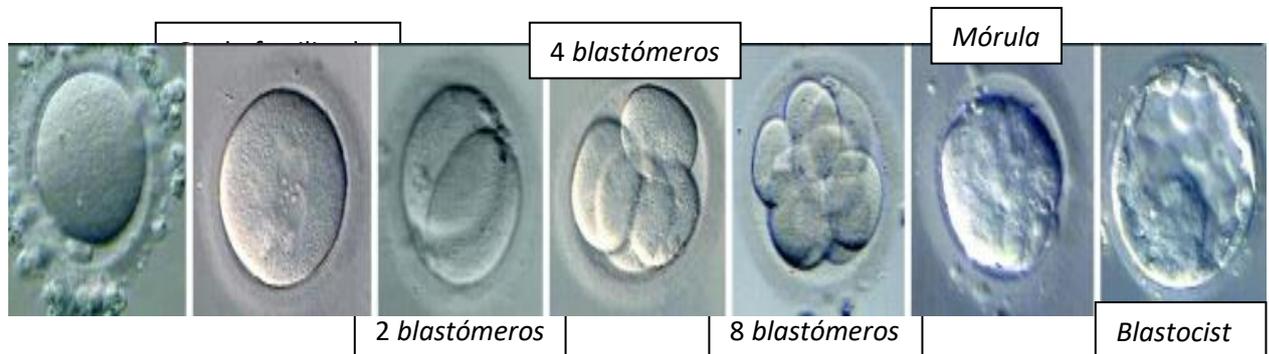


Figura 1. Desarrollo embrionario, etapa de *cigoto* a *blastocisto* día 1 al día 8 de gestación aproximadamente (B.M. Carlson. 2000)

Una de las poblaciones establece la masa de células internas y da origen al embrión (embrioblasto), en tanto que la otra origina al trofoectodermo o trofoblasto que forma al corion (Athorn *et al.*, 2013). Alrededor del día 9 o 10 y con cerca de 160 células, el blastocito eclosiona de la zona pelúcida y comienza a expandirse (Monterde and Gano, 2013). En los días 15 o 16 del ciclo ocurre el reconocimiento materno de la gestación en la cerda, la cual se da gracias a la producción de estradiol., (Melchior *et al.*, 2012). La adhesión del embrión ocurre alrededor del día 18 (Bench *et al.*, 2013).

La gastrulación es el proceso siguiente en el desarrollo embrionario y consta de una serie de migraciones de células que resultan en el reordenamiento celular (Figura 2). La gástrula final tendrá tres capas germinales embrionarias destinadas a dar lugar a todas las estructuras y sistemas del cuerpo (Senger *et al.*, 2003). El primer paso en la gastrulación es una invaginación en la blástula en un lugar conocido como labio dorsal. Las células comienzan a moverse sobre el labio y se colocan en el interior, formando el revestimiento de una nueva cavidad: el intestino primitivo (Monterde and Gano, 2013). Continúa el movimiento hacia dentro de las células y se forma una capa intermedia

entre las células externas y las internas que han caído por la abertura, o blastoporo. Las tres capas germinales embrionarias se han formado, y se les llama ectodermo, mesodermo y endodermo (Jessmon, Leach and Armant, 2009).

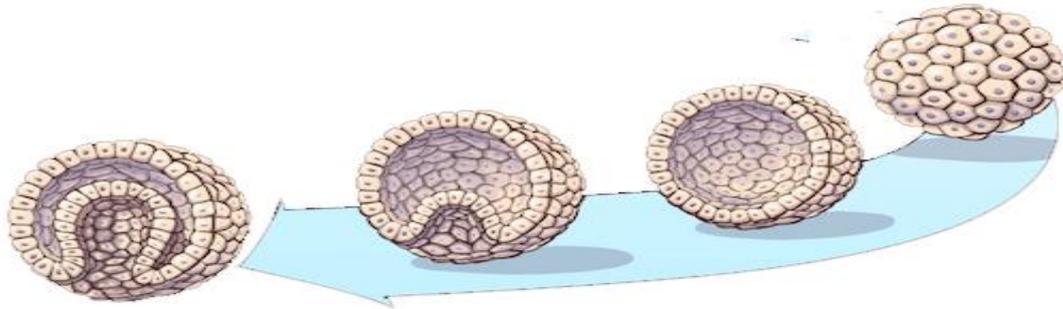


Figura 2. Gastrulación. División celular de la etapa de mórula a gástrula. (B.M. Carlson. 2000)

El ectodermo exterior está destinado a convertirse en la epidermis y el tejido nervioso. El endodermo interior formará glándulas digestivas y el revestimiento de los aparatos digestivo y respiratorio. La capa germinal media, el mesodermo, dará lugar a huesos, músculos, tejido conectivo y cardiovascular y sistema urinario (Monterde and Gano, 2013).

1.2 Desarrollo fetal

El desarrollo fetal es un proceso complejo y continuo del crecimiento de los tejidos y órganos, diferenciación y maduración, en donde intervienen procesos de transferencia de nutrientes de la madre al feto a través de la placenta, de la expresión de factores de crecimiento, tanto fetales como placentarios y que es determinada por el ambiente materno, las funciones útero-placentarias, y el correspondiente potencial de crecimiento genético del feto (Cuadro 1) (Price and Agustín Orihuela, 2014).

Cuadro 1. Desarrollo fetal

<i>Días de gestación</i>	<i>Evento</i>
<i>Días 30 y 35</i>	Desarrollo de la areola placentaria, que es el sitio por donde ocurre el intercambio de nutrientes entre el embrión/feto y el útero. (Towers <i>et al.</i> , 2014). También se comienza a llenar la región placentaria de líquidos, tanto amniótico como alantoideo (Sterle <i>et al.</i> , 1995).
<i>Días 30 al 49</i>	La longitud del feto es de unos 3 cm, y su peso de 2 g (Cohen <i>et al.</i> , 2010)
<i>Días 30 y 50</i>	Diferenciación sexual, competencia para ganar la ubicación dentro del espacio uterino (Monterde and Gano, 2013)
<i>Días 60 y 70</i>	Inicia el desarrollo de la capacidad de reaccionar frente a los agentes infecciosos transplacentarios (Ullrey <i>et al.</i> , 1965)

Después del día 90 hay un crecimiento rápido tanto del feto como de la placenta, que continuará hasta producirse el parto (Brużewicz et al., 2000).

1.2.1 Maduración Fetal

El cerdo es de los pocos animales que son capaces de dar a luz a camadas numerosas en donde los lechones nacen relativamente bien desarrollados. El desarrollo o maduración fetal importante se lleva a cabo en los últimos días de la gestación, (Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008). Durante este corto periodo, el cerebro de los lechones, pulmones e hígado se desarrollan rápidamente (Groenen *et al.*, 2012), por lo que se esperaría que las gestaciones prolongadas mejorarán la maduración fetal y con esto aumentará la supervivencia posnatal de los lechones (Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008).

Conforme la edad gestacional aumenta, existe una disminución de la mortalidad perinatal y un mejor desarrollo y madurez orgánica; en el caso de explotaciones porcinas, es de suma importancia tener un mayor número de lechones viables al nacimiento, por lo que el retrasar el parto podría traer múltiples beneficios.

En medicina humana, la información acerca de la madurez fetal y partos prematuros es mucho más amplia; en medicina humana se conocen complicaciones a corto y largo plazos asociadas a la prematurez, las cuales son: síndrome de dificultad respiratoria, enfermedad de membrana hialina, displasia broncopulmonar, hemorragia intraventricular, enterocolitis necrotizante, parálisis cerebral, deterioro intelectual, ceguera y sordera (Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008). En medicina veterinaria, y en especial en la especie de cerdos, no se cuenta con gran información al respecto.

Los fármacos que frecuentemente son utilizados en medicina humana para ayudar a la madurez fetal son: la betametasona y la dexametasona los cuales son los corticosteroides de elección porque cruzan fácilmente la placenta; su acción inmunodepresora es débil, carecen de actividad mineralocorticoide y tienen una acción más prolongada que el cortisol. Estos fármacos ayudan a la madurez pulmonar. Las aplicaciones de estos fármacos reducen de manera significativa mortalidad neonatal. (Dhakal, 2014)

Los tocolíticos, que inhiben las contracciones uterinas, han sido utilizados para prolongar el embarazo. Estos fármacos mejoran los resultados perinatales, ya que permiten al feto que logre mayor maduración antes de nacer y que se mejore la maduración pulmonar mediante la administración de corticosteroides prenatales (Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008). Los tocolíticos que se usan con mayor frecuencia son el sulfato de magnesio ($MgSO_4$), bloqueadores de los canales de calcio (nifedipina y nicardipina), antagonistas de los receptores de oxitocina (atosiban), betamiméticos (itodrina, terbutalina, albuterol, hexoprenalina, isoxsuprina, metaproterenol, nilidrin, fenoterol, salbutamol, orciprenalina) y antiinflamatorios no esteroideos (C. J. Morley, 1981).

Los tocolíticos prolongan el embarazo de dos a siete días; posterior a los 7 días del uso no se ha reportado ningún beneficio, al contrario, incrementan potencialmente los riesgos materno-fetales (Manzanares, 1991).

Una de las complicaciones más comunes que se presentan a presentar en los neonatos prematuros es el Síndrome de Dificultad Respiratoria (SDR); también se conoce como la enfermedad de membrana hialina o síndrome de insuficiencia respiratoria idiopática, provocado por la inmadurez de los pulmones (Jobe *et al.*, 1993). Este síndrome disminuye el intercambio gaseoso por falta de un agente tensoactivo, para mantener distendidos los alveolos al final de la espiración, por lo que es necesario disminuir la tensión superficial de las paredes, mediante el factor surfactante, producido por los neumocitos tipo II. Cuando no existe el surfactante los alveolos tienden al colapso (atelectasis), por lo que se necesita de un gran esfuerzo inspiratorio el cual es el origen de las manifestaciones clínicas (Raju, 1993).

1.3 Membranas extraembrionarias

Se forman a partir de tejido fuera del embrión para proporcionar oxígeno y nutrientes, y servir de almacenamiento de residuos. La gran mayoría proviene del trofoblasto (Senger *et al.*, 2003). El saco vitelino contiene una sustancia llamada vitelo, que se encarga de la nutrición del embrión. En los mamíferos, el corion desarrolla vellosidades que se conectan con las arterias espirales llamadas vellosidades coriónicas. El intercambio de nutrientes entre la madre y la cría, tienen lugar en la placenta (Sterle *et al.*, 1995). El amnios es una membrana doble que secreta líquido amniótico fundamental para la supervivencia tanto en el periodo embrionario como en el fetal, ya que sirve como vía de transmisión de nutrientes y amortiguador de movimientos. (Bauer *et al.*, 1998). El alantoides es un saco membranoso para contener las secreciones de desecho, aunque no

necesariamente sirva de almacenamiento de residuos, ya que no está bien desarrollado. El cordón umbilical está formado por dos arterias umbilicales que llevan sangre con poco oxígeno desde el embrión a la placenta, y una vena umbilical que lleva sangre oxigenada de la placenta al embrión. Para el día 42 de gestación termina el periodo embrionario al completarse la diferenciación. El producto es llamado entonces feto, etapa donde la mayoría de los tejidos, sistemas y órganos se encuentran ya formados (Senger *et al.*, 2003).

1.3.1 Placenta difusa

En el caso de la placenta difusa, la principal característica es que tiene muchos sitios de unión distribuidos en toda la membrana coriónica; en éstos se establece la unidad funcional materno-fetal. Desde el punto de vista histológico la placenta difusa se clasifica como endoteliocorial, lo que significa que los epitelios de las vellosidades coriónicas están en contacto con el endotelio de los capilares maternos (Watson, y Cross *et al.*, 2005).

1.4 Fisiología de la gestación

Los cambios fisiológicos que se generan una vez que la hembra está gestante son esenciales y ayudan a la hembra para que el desarrollo del feto sea seguro y también para preparar a la hembra para el parto (Tyler *et al.*, 2015); estos cambios son simultáneos a cambios hormonales, los cuales facilitan este proceso, la progesterona es la hormona que actúa en mayor medida para que se lleven a cabo estos cambios fisiológicos (Carlin y Alfirevic *et al.*, 2008).

Todas las especies dependen de estrógenos y progesterona durante la gestación. Inicialmente los estrógenos proveer las condiciones adecuadas para el transporte espermático al sitio de fecundación, posteriormente la progesterona se encarga de

mantener el desarrollo embrionario.(Williamson, D M1, 3 ;Yaful, G N2 ; Riesco, O F1 y Koncurat, 2008)

La gestación es mantenida por niveles altos de progesterona de origen lúteo o de origen placentario. La progesterona es indispensable para el desarrollo embrionario, ya que es responsable de regular la función de las glándulas uterinas encargadas de la secreción de sustancias que nutren al embrión (Gonzalez *et al.*, 2011). Además, esta hormona inhibe la respuesta inmune del útero, lo cual evita que el embrión sea rechazado; incrementa el flujo sanguíneo al útero y evita las contracciones uterinas. La progesterona retroalimenta negativamente sobre la secreción de GnRH y gonadotropinas inhibiendo el desarrollo folicular y la ovulación; es también la encargada de producir el cierre del cérvix. Durante la gestación la progesterona es producida por el cuerpo lúteo, así la luteólisis en cualquier etapa de la gestación ocasiona aborto (Soede *et al.*, 2012).

Durante la gestación también están presentes los estrógenos. El principal estrógeno en los mamíferos es el estradiol. (Williamson, D M1, 3 ;Yaful, G N2 ; Riesco, O F1 y Koncurat, 2008) Estas hormonas son producidas en la placenta y sus concentraciones se han asociado con el tamaño de la camada de la cerda, además, se han utilizado como un indicador de bienestar fetal (Franczak, Ciereszko and Kotwica, 2005). Los estrógenos aumentan al final de la gestación y su función principal consiste en el desarrollo mamario y en el mecanismo del parto, hipertrofia la musculatura lisa uterina, y facilita la deposición de glucógeno la musculatura lisa uterina y los vasos sanguíneos (Williamson, D M1, 3 ;Yaful, G N2 ; Riesco, O F1 y Koncurat, 2008). La relaxina es una hormona proteica producida por la placenta de la cerda, esta hormona participa en el parto, modificando las estructuras óseas y cartilagosas de la hembra en el trabajo del parto (Soede *et al.*, 2012).

Diversos estudios resaltan importancia de las hormonas hipofisarias en el mantenimiento de la gestación e inicio de la lactancia. La hormona LH y la hormona FSH actúan como factores luteotrópicos para garantizar la presencia de la progesterona y para la garantizar el desarrollo folicular en el periodo de gestación. (Williamson, D M1, 3 ;Yaful, G N2 ; Riesco, O F1 y Koncurat, 2008).

1.4.1 Reconocimiento de la gestación

En la cerda, el mecanismo de reconocimiento materno esta mediado por estradiol. Los embriones porcinos comienzan a secretar estradiol entre los días 11-12 después de la ovulación. Para evitar la regresión del cuerpo lúteo, la cerda gestante secreta a la luz del útero la prostaglandina F2 alfa, evitando de esta forma su pasó a la sangre (secreción exocrina), mientras que en la hembra no gestante la prostaglandina F2 alfa es secretada a la sangre lo que provoca la regresión del cuerpo lúteo (secreción endocrina) (Breen and Knox, 2012;)Knox *et al.*, 2014). El movimiento de los embriones en el tracto reproductor es un factor importante para que se lleve a cabo una gestación exitosa; en la cerda es necesario un número mínimo de embriones (más de 4), para que se ocupe un área lo bastante grande del endometrio. El resultado de esto puede ser para prolongar la vida del cuerpo lúteo y así se establezca la gestación en la hembra. (Breen and Knox, 2012)

1.5 Patología de la gestación

La reproducción porcina enfrenta múltiples obstáculos para que esta sea exitosa: entre ellos existen distintas enfermedades que llegan a afectar de manera significativa la productividad de la cerda.

Algunas de estas enfermedades reproductivas llegan a alterar de manera significativa la duración de la gestación; no de forma directa; si no, afectando a la camada, que es uno

de los indicadores que mayor influencia tiene sobre la duración de la gestación haciendo frecuentemente que la gestación se prolongue. (Sasaki and Koketsu, 2008)

1.5.1 Brucelosis

El género *Brucella* comprende siete especies: *B. abortus*, *melitensis*, *suis*, *canis*, *ovis*, *neotomae* y *maris*; las cuatro primeras son peligrosas para la salud pública (Dieste-Pérez, Barberán, *et al.*, 2015). La brucelosis es una enfermedad infectocontagiosa de distribución mundial que afecta tanto a animales domésticos como silvestres y a las personas. *Brucella suis* es el agente causal de la brucelosis porcina (Dieste-Pérez, Blasco, *et al.*, 2015).

La infección por *B. suis* en los cerdos domésticos en algunos países es considerada una enfermedad reemergente. (Pilo *et al.*, 2015)

Existen cinco biovariedades de *B. suis* aunque sólo las 1, 2 y 3 son capaces de infectar a cerdos, al mismo tiempo las biovariedades 1 y 3 son las más específicas de esta especie zoonótica (Dieste-Pérez *et al.*, 2015; Pilo, *et al.*, 2015).

La manifestación inicial más importante de la brucelosis en una piara son los abortos y el incremento de la mortalidad perinatal (Dieste-Pérez *et al.*, 2015). Sin embargo, no se observa una predilección por localizarse en el útero o la ubre, sino que la bacteria se encuentra en todos los tejidos produciendo una enfermedad similar a la fiebre ondulante producida por la *B. melitensis* o *B. abortus* en el hombre. Se observa una invasión generalizada inicial, y una bacteriemia que puede perdurar hasta dos meses (Samartino, 2001).

En los machos puede producir orquitis y eventualmente afectar las glándulas sexuales accesorias, ocasionando la eliminación seminal frecuente, incluso en ausencia de signos clínicos. (Dieste-Pérez *et al.*, 2015). La *Brucella* sp muestra un especial tropismo por las membranas fetales y el tejido mamario, por lo que su difusión se hace

principalmente durante el parto de animales enfermos o durante el aborto, donde se elimina gran cantidad de bacterias al medio ambiente (Tecnificadas, Tecnificadas and En, 2002). La enfermedad se transmite por el material infeccioso de los abortos, las secreciones uterinas o el semen infectado. La principal vía de infección es la oral, debido a la ingestión de fetos abortados, loquios y alimentos contaminados (Abdoel, *et al.*, 2007). En la difusión de la enfermedad adquiere importancia la transmisión venérea siendo el empleo de semen contaminado una fuente importante de infección, tanto en el proceso natural como en la inseminación artificial (PILO *et al.*, 2014).

Las hembras infectadas pueden transmitir la infección a sus lechones por vía transplacentaria o galactófora. Si bien la infección en estos casos suele ser temporal, algunos animales pueden permanecer como portadores crónicos. (Dieste-Pérez, Barberán, *et al.*, 2015)

1.5.2 Leptospirosis

La leptospirosis es una zoonosis causada por especies patógenas de *Leptospira*, es una enfermedad de importancia mundial. La leptospirosis afecta a los seres humanos y a más de 150 especies de animales, incluyendo perros, vacas, caballos y cerdos (Cisneros Puebla *et al.*, 2004). La leptospirosis es causada por espiroquetas bacterianas que se pueden visualizar por microscopía de campo oscuro; pueden atravesar filtros que retienen a otras bacterias. Las leptospiras persisten en los riñones de los animales y se eliminan en la orina. Los huéspedes don susceptibles a adquirir la infección tras la exposición a la orina de un animal infectado o el agua o el suelo (Verma *et al.*, 2015). Se reconocen dos especies: *Leptospira interrogans* y *L. biflexa*. La primera es patógena para el hombre y para los animales, mientras *L. biflexa*es de vida libre, se encuentra en aguas superficiales y raramente está asociada a infecciones en los mamíferos (Paho., 2003). La especie que interesa como agente zoonótico es *L. interrogans* la cual incluyen

más de 250 serovariedades patógenas. (Andersen, Vasdal and Pedersen, 2014). Las serovariedades que con más frecuencia se aíslan de cerdos son *Pomona*, *tarassovi*, *grippotyphosa*, *canicolaeicterohaemorrhagiae*, así como *bratislavay muenchendel* serogrupo *australis* (Paho., 2003).

El cerdo es un reservorio común de *pomona*. La infección puede ocurrir en forma subclínica, que produce abortos y lechones nacidos débiles. También se ha observado detención en el desarrollo de los lechones, ictericia, hemoglobinuria, convulsiones y trastornos gastrointestinales. En ocasiones se puede encontrar meningitis y sintomatología nerviosa (Cisneros Puebla *et al.*, 2004). El aborto suele producirse entre los 15 a 30 días después de la infección. La infección durante el último tercio de la gestación es la etapa más crítica para que la interrupción de la gestación se produzca. Las serovariedades causantes de abortos o nacimientos de lechones muertos son *pomona*, *tarassovi* *canicola*. Las serovariedades *bratislava* y *muenchen*, se alojan también en los órganos genitales de los porcinos (Paho., 2003).

1.5.3 Parvovirus porcino

Parvovirus porcino provoca defectos en la reproducción porcina, caracterizada por la infección embrionaria y fetal y la muerte, generalmente sin signos clínicos en la hembra. El parvovirus porcino está presente en los cerdos de todo el mundo y es endémica en la mayoría de las granjas. (Simpson *et al.*, 2002).

El virus del parvovirus porcino es capaz de provocar falla reproductiva en la cerda, especialmente si se infectan en el primer tercio de la gestación. Consecuencias de esta infección son la muerte embrionaria y fetal, seguida de reabsorción y la momificación, respectivamente. Si ocurre la muerte embrionaria, pero sobreviven cuatro o más embriones la gestación se mantiene. Si hay muerte embrionaria de toda la camada, la hembra se demora en regresar al estro, se puede demorar hasta el día 27

postservicio, o bien, se genera un estado de pseudopreñez y una vuelta al estro en un periodo largo (día 90) (Mengeling *et al.*, 2006; Jacobs *et al.*, 2015). Cuando el feto tiene más de 30 días, comienza la osificación; si muere, se produce la momificación. Las hembras afectadas presentan un parto distócico, ya que los fetos no elevan su nivel hormonal por lo que no estimulan su propio nacimiento (Simpson *et al.*, 2002); Straw y Zimmerman, 2006; Zhang y Shangiin, 2008). Cuando la infección se da en la segunda mitad de la gestación, la infección transplacentaria también se da, pero los fetos suelen sobrevivir sin efectos clínicos evidentes en el útero (Parrish, 2002). La infección transplacentaria requiere de 10 a 14 días en llevarse a cabo y puede haber infección intrauterina parcial de los lechones. El virus no afecta los tejidos maternos. Los fetos mueren por daño múltiple a tejidos, incluyendo la placenta (Mesonero *et al.*, 2011).

La infección aguda de las cerdas adultas antes y después del parto, suele ser subclínica. El virus se concentra especialmente en los tejidos linfoides. El virus del parvovirus porcino se ha identificado en las heces de los cerdos con diarrea, pero hay evidencia experimental que sugiera que el virus se replica en el epitelio de las criptas intestinales o provoca enfermedades entéricas, al igual que los parvovirus de varias otras especies. El virus del parvovirus porcino también se ha encontrado en vesículas, de las cuales no se ha descrito la etiología (Mengeling *et al.*, 2006). Se ha aislado el PPV en lechones con lesiones de miocarditis no supurativa. (Bolt, Hani, Muller, Waldvogel, 2007).

1.5.4 Síndrome Respiratorio y Reproductivo porcino (PRRS)

El Síndrome Respiratorio y Reproductivo Porcino (PRRS) fue descrito clínicamente por primera vez en Estados Unidos de América en 1987, nombrándola enfermedad misteriosa del cerdo o enfermedad de la oreja azul, posteriormente se reconoció en Canadá y en 1990 en países de Europa.

En México el PRRS fue clínicamente descrito por primera vez en 1992, coincidiendo como enfermedad pandémica, aunque se sospecha que pudo entrar en el país a finales de la década de 1980 y confundirse con enfermedades como ojo azul, influenza porcina A y Aujeszky.(Groenen *et al.*, 2012)

El PRRS es una enfermedad viral altamente devastadora, produce pérdidas de 664 millones de dólares en Estados Unidos anualmente (Galliher-Beckley *et al.*, 2015). La infección por el virus del PRRS produce dificultad respiratoria en cerdos de todas las edades y aumenta en gran medida el número de los abortos a término, nacidos muertos y cerdos débiles, disminución de las tasas de parición, altas tasas de mortalidad en cerdos destetados y retraso en el retorno al estro (Park *et al.*, 2014). Los cerdos infectados con PRRS pueden tener una mayor susceptibilidad a las infecciones microbianas secundarias (Galliher-Beckley *et al.*, 2015).

Hallazgos recientes han demostrado que el virus del PRRS se replica en los lugares de implantación del feto (endometrio/fetal, placenta) durante el final de la gestación y provoca apoptosis en las células infectadas y en los alrededores (Karniychuk *et al.*, 2012). Por tanto, la infección por PRRS en los sitios de implantación fetales podría ser una razón para la muerte fetal. Se puede transmitir directamente por semen, saliva, orina, leche, calostro, materia fecal. E indirectamente a través de alimento, agujas, fómites, botas, ropa, vehículos, insectos (moscas y mosquitos) y el aire (hasta una distancia de 4.7 km de acuerdo con las condiciones meteorológicas y vientos predominantes) (Galliher-Beckley *et al.*, 2015). Debido a que PRRS es endémica en la mayoría de los países productores de porcinos, la vacunación es un recurso clave en el control de la enfermedad (Schelkopf *et al.*, 2014). Las vacunas de virus vivo modificado tienen importantes ventajas sobre las vacunas inactivadas para inmunizar cerdos contra PRRS (Karniychuk *et al.*, 2012), ya que un estudio demostró

que la vacunación de cerdas primerizas genera una respuesta inmune más fuerte y más completa, incluyendo inmunidad mediada por células (Schelkopf *et al.*, 2014), no se ven alterados los parámetros reproductivos, se redujo la duración de la viremia materna, se redujo la replicación del virus en la placenta. Sin embargo, la infección congénita no pudo prevenirse totalmente (Karniychuk *et al.*, 2012).

Existen distintas cepas del virus del PRSS. La cepa norteamericana VR-2332, fue aislada en 1987 (Galliher-Beckley *et al.*, 2015). Los cerdos infectados experimentalmente con el VR-2332 mostraron pocos síntomas clínicos, sólo ligeros cambios patológicos en pulmón (Park *et al.*, 2014) (Galliher-Beckley *et al.*, 2015). En 2001, fue aislada la cepa NADC-20 y, en comparación con otras cepas del virus, NADC-20 es más virulenta ya que puede causar disnea, leve letargo, y la neumonía intersticial proliferativa moderada en cerdos infectados. (Galliher-Beckley *et al.*, 2015). En diagnóstico diferencial, las enfermedades a tomar en cuenta son: peste porcina clásica, peste porcina africana, leptospirosis, parvovirus porcina, enterovirus porcina, enfermedad de aujeszky, influenza porcina, neumonía enzoótica, neumonía proliferativa y necrotizante e infección por *haemophilus parasuis* (Han *et al.*, 2014) (Galliher-Beckley *et al.*, 2015).

1.5.5 Micotoxinas

Las micotoxinas son productos tóxicos producidos por el proceso metabólico natural de los hongos. Los cuatro principales géneros de hongos productores de micotoxinas son *Aspergillus spp*, *Fusarium spp*, *Penicillium spp* Y *Claviceps Spp*. El crecimiento del hongo y producción de micotoxinas puede ocurrir durante la cosecha de las materias primas, o durante el mal almacenamiento de éstas en la granja (Kanora and Maes, 2009).

La producción de micotoxinas se favorece por factores como la humedad del sustrato ($\geq 70\%$), la temperatura (0 a 50 °C, dependiendo del hongo) y la disponibilidad de oxígeno (K Obremski, M Gajecki, W Zwierzchowski, L Zielonka, I Otrocka-Domagała, T Rotkiewicz, A Mikołajczyk, M Gajecka, 2003) Las micotoxinas pueden causar varios efectos tóxicos o micotoxicosis. Los síntomas causados por las micotoxinas dependen de la concentración, tipo de micotoxinas, sexo del animal, ambiente, estado nutricional, etcétera.

Existen cinco clases importantes de micotoxinas: tricotecenos, zearalenona, ocratoxinas, aflatoxinas y fumonisinas, de las cuales las que afectan reproductivamente al cerdo son la zearalelona, alcaloides del cornezuelo del centeno y tricotecenos. Cada materia prima puede estar contaminada por varios tipos de micotoxinas, que causan más efectos adversos debido a la interacción sinérgica (A. Kanora, y D. Maes, 2009).

1.5.6 Zearalelona

La zearalenona es una micotoxina producida por *Fusarium graminearum* y *F. culmorum* principalmente. El maíz y al trigo son los alimentos más contaminados por este tipo de micotoxinas. En los cerdos la zearalenona tiene un efecto hiperestrogénico.(Xie *et al.*, 2015). Los efectos más comunes son anestro, aborto, aumento de la muerte embrionaria durante la implantación, muerte fetal, lo que ocasiona camadas más pequeñas y de bajo peso, el aumento en el número de lechones nacidos muertos y con *splay-legg*, las hembras muestran la vulva edematizada e hiperemica y cuando los piensos contienen 2.8 a 3.0 ppm de zearalelona puede producirse momificación de los fetos (Kanora y Maes 2009). Las cerdas primerizas son más sensibles, ya que en ellas produce inflamación y engrosamiento de la pared vaginal y vulvar, anestro y puede inducir la pubertad precoz (a los 70 días de edad); sin embargo, los primeros calores de estas cerdas son en su mayoría estériles sin ovulación. (Yin.*et al.*, 2014).

1.5.7 Alcaloides del ergot

Son producidos por *Claviceps fusiformis* y *papalli*. Estos hongos patógenos se encuentran principalmente en el centeno, el trigo y la cebada (Yin *et al.*, 2015).

Esta micotoxina ocasiona que las camadas sean pequeñas, causa parto prematuro, momificación, y cerdas repetidoras, además de metritis y mastitis. Esta micotoxina provoca la inhibición de la prolactina y por consecuencia agalactia (Kanora y Maes, 2009). Los lechones nacidos de cerdas afectadas desarrollan diarrea dentro de la primera semana. Algunas cerdas pueden desarrollar cojera, en particular en los miembros traseros, y con frecuencia necrosis en la cola, orejas y pezuñas (Kanora y Maes, 2009).

1.5.8 Tricotecenos

Los tricotecenos, son producidos por *Fusarium spp.* El T-2 es el tricoteceno más importante en cuanto a reproducción se refiere (Markovic, Sefer, Radulovic y Speranda, 2010). Esta micotoxina es una de las más tóxicas, está presente en el trigo, el centeno, el maíz y la soja. Es llamado *enfermedad de maíz mohoso*. En cerdos se caracteriza por múltiples hemorragias en la serosa del hígado, el estómago y el esófago. La micotoxina T-2 tiene un efecto inmunosupresor que produce pequeñas camadas con lechones de peso inferior al normal. Los lechones de estas cerdas intoxicadas padecen diarrea, emaciación y coma; el coma es propiciado por hipoglucemia debido a un descenso en glucógeno hepático (Kanora y Maes, 2009).

2. Justificación

El manejo realizado por los porcicultores durante la gestación o durante el parto, normalmente está encaminado a mejorar la vida productiva y reproductiva de la cerda; no obstante, no siempre es llevado a cabo en el momento adecuado. Por lo tanto, para

poder establecer los manejos adecuados que beneficien a la cerda durante la gestación o al final de esta, se requiere de evidencia bibliográfica sólida con respecto a los factores de riesgo que pueden llegar a alterar la duración de la gestación. Dicha información podría ser utilizada como una herramienta en la mejora del manejo durante estas dos importantes etapas fisiológicas de la cerda, y de esta manera evitar o prevenir los efectos negativos que podrían presentarse en la cerda y en los lechones recién nacidos. Así mismo, la información generada servirá como referentes en la consulta de temas relacionados con duración de la gestación en la cerda y como un tema de importancia para futuras investigaciones.

3. Objetivo

El objetivo principal del presente estudio consistió en: “Analizar y resumir, en base a la evidencia disponible, los factores que afectan el largo de duración de gestación de la cerda”

3.1. Objetivos específicos

- Recopilar la evidencia publicada hasta diciembre del 2016, sobre factores que afectan el largo en la duración de gestación de la cerda.
- Realizar un análisis de la información recabada mediante la realización de un meta-análisis.
- Crear un documento reciente que reúna información actualizada, analizada y resumida sobre los factores que modifican el largo de la gestación en la cerda y que permita un mejor entendimiento de las consecuencias que estos pueden llegar a tener sobre las cerdas, lechones y la producción en general.

4. Material y métodos

4.1 Búsqueda bibliográfica para Meta-análisis y análisis de la duración de gestación en el Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Porcina (CEIEPP).

En la búsqueda y obtención de la bibliografía se utilizó la revisión libros y revistas científicas que se publicaron hasta el año 2016, los cuales fueron consultados en la biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Se consultaron publicaciones científicas como: Preventive Veterinary Medicine, Veterinary Record, Research in Veterinary Science, The Veterinary Journal, Livestock Production Science, Pig News and Information y The Pig Journal, entre otras, estas revistas fueron consultadas por medio de buscadores especializados en la red como: ScienceDirect, PubMed, HighWire Press, SciELO, Scopus, Cab-Abstracts, ResearchGate y dgbiblio unam. También fue tomada en cuenta la información obtenida de memorias de congresos especializados en el tema y/o en la especie.

Las palabras clave que fueron empleadas son las siguientes: largo de gestación (gestation length), edad gestacional (gestation age), pregnancy (gestación), implantación (implantation), farrowing (parto), duración de gestación (duration of gestation), tamaño de camada (litter size); y fueron combinadas con las palabras: cerda múltipara (sow) y cerda primeriza (gilt).

La información que se incluyó fue aquella que tuvo mayor relevancia, tomando en cuenta los puntos más importantes y de acuerdo a ellos se organizó la información.

Además de la consulta bibliográfica, fue desarrollado un pequeño análisis de la duración de la gestación en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Porcina (C.E.I.E.P.P) de la FMVZ-UNAM. Para lo cual, se utilizaron registros de maternidad de cerdas reproductoras de la línea Landrace x Yorkshire, dicha información fue recabada del software PigCHAMP CARE versión 4.5.4 donde se lleva el control del inventario de la granja. Las variables analizadas fueron: duración de la gestación, número de parto, lechones nacidos vivos (LNV), lechones nacidos muertos (LNM), momias y tamaño de camada. En total fueron obtenidos 1692 registros de cerdas en un periodo que comprendió del año 2010 al 2015. Con la información generada fueron formados cinco grupos con respecto a la duración de la gestación (G1 \leq 110 días (n=18), G2 111-113 días (n=281), G3 114 días (n=730), G4 115 días (n=345), G5 \geq 116 días (n=318). Se realizó un análisis de varianza, seguido de la prueba de Tukey-b para observar diferencias entre grupos. Después fue realizada la prueba de correlación de Pearson para los grupos que mostraron diferencias significativas. Las diferencias se consideraron de acuerdo con una $P < 0.05$.

5. Resultados y Discusión

5.1 Análisis de la duración de gestación en el CEIEPP

La duración de la gestación en el presente estudio tiene un rango desde los 100 hasta los 122 días. El 1.06% correspondió al G1, 16.60% al G2, 18.79 al G5, 20.39 al G4 y 43.14% al G3, lo anterior significa que ni siquiera el 50% de las cerdas parieron en el día 114 como normalmente es sabido. Por otro lado, los lechones nacidos muertos fueron diferentes de forma significativa entre los grupos G3 y G5 ($P < 0,05$), siendo más alta la incidencia de muertos en el grupo 5, y numéricamente mayores en los grupos G1 y G5 (0.88 y 0.92 respectivamente). Este hecho puede deberse a que la placenta no es

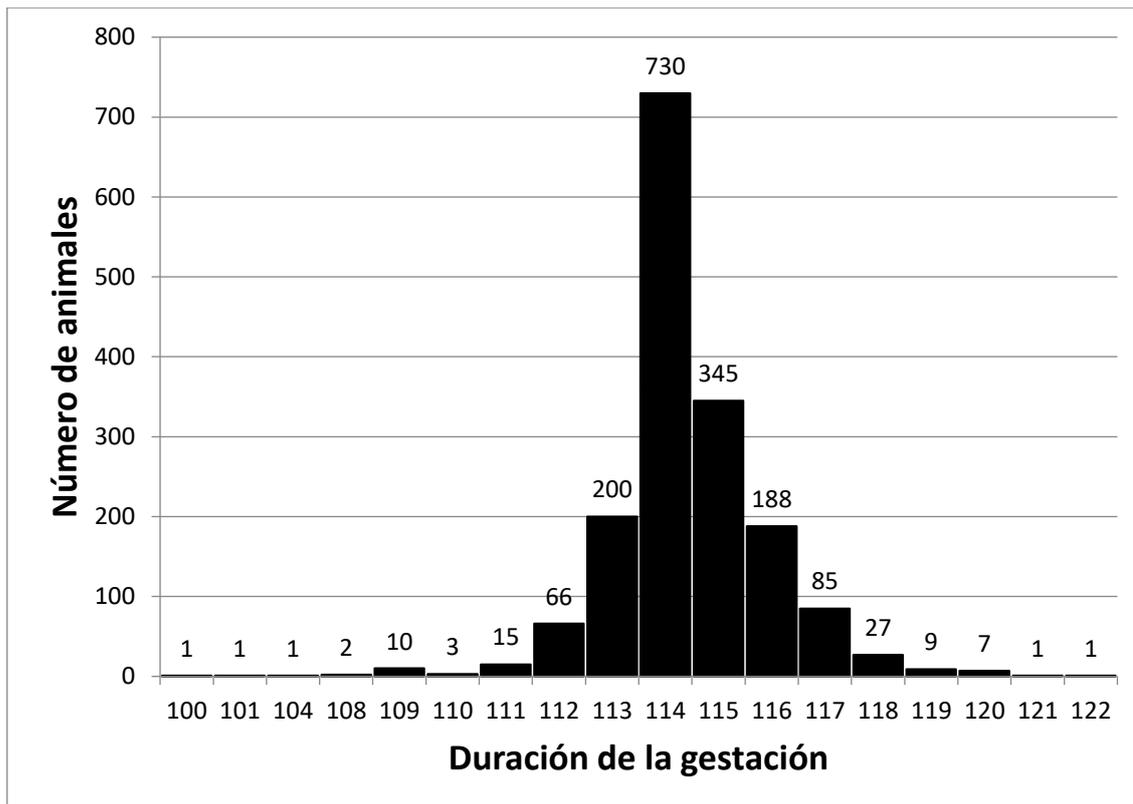
capaz de generar estrógenos suficientes para generar concentraciones elevadas de oxitocina y de prostaglandinas. No obstante, es sabido que la causa principal de las muertes intraparto es la asfixia perinatal. Por otro lado, el tamaño de camada es numéricamente mayor en los grupos G2 y G3 (12.73 y 12.44). De acuerdo con la prueba de correlación de Pearson, a medida que incrementa la duración de la gestación existe mayor probabilidad de que aumenten el número de lechones nacidos muertos (0.076).

La mayoría de partos se registraron con una duración de 114 días (730), sin embargo, un total de 935 partos se registraron en días distintos. (gráfica 1) lo cual representa el 56.15% de los partos registrados.

Cuadro 2. Promedios y errores estándar para número de parto, lechones nacidos vivos, lechones nacidos muertos, momias y tamaño de camada según la duración de la gestación.

^{AB}Literales distintas en la misma fila muestran diferencias significativas de acuerdo a la prueba de ANDEVA seguida de Tukey-b. La probabilidad fue calculada con una $P < 0.05$.

Grupo	G1	G2	G3	G4	G5
Duración Gestación	≤110	111 -113	114	115	≥ 116
N	18	281	730	345	318
Parto	3,33±0,6	3,46±0,1	4,02±0,0	3,99±0,1	3,76±0,1
LNV	10,00±0,7	11,55±0,1	11,26±0,1	11,12±0,1	10,61±0,3
LNM	0,88±0,3	0,67±0,0	0,67±0,0 ^A	0,71±0,0	0,92±0,0 ^B
Momias	0,27±0,1	0,49±0,0	0,49±0,0	0,46±0,0	0,60±0,0
Tamaño Camada	11,16±0,7	12,73±0,2	12,44±0,1	12,30±0,1	12,14±0,3



Gráfica 1. Histograma de la duración de gestación de cerdas en el periodo de 2010 al 2015 (Datos tomados de PigCHAMP CARE 4.5.4)

5.2 Meta-análisis

Cuadro 3: Duración de la gestación en la cerda.

Duración de la gestación promedio	Rango (días)	Año	Fuente	Genética	"n"	Como variable principal	Autor	País
113.46	104 - 120	1964	J. Reprod. Fertil.	Duroc y hampshire	1450	✓	Cox	EUA
114.3±1.6	-	1978	Anim. Prod.	Yorkshire, Landrace, Lacombe	113.00	✓	Kennedy y Moxley	Canadá
113.40	95 a 135	1981	Trop. Anim. Hlth Prod.	Large White, Duroc, Hampshire	432	✗	Leigh	Nigeria
115.50	-	1989	Liv. Prod. Sci.	larhe white, landrace	40	✗	Van der Heyde <i>et al.</i>	Holanda
115.2	105 - 125	2001	Liv. Prod. Sci.	Landrace Holandes	202,309	✗	Hanenberg <i>et al.</i>	Holanda
114.5	113.01±0.29 115.67±0.66	2002	J. Anim Sci.	Yorkshire, Landrace, Large White y Chester White	1733	✓	Cassady <i>et al.</i>	Estados Unidos
113.5±1.20	-	2003	J. Anim Sci.	Pietrain, Yorkshire, Large White	336	✗	Leenhouwers <i>et al.</i>	Holanda
113.9±1.4	112 - 117	2004	Theriogenology	F2 Large White Y Meishan	57	✗	van Rens y van der Lende	Holanda
116.10±0.98	106 - 124	2004	J. Anim Sci.	Yorkshire/Large White y Landrace	8432	✗	Moeller <i>et al.</i>	Estados Unidos
114.2	109-119	1965		Duroc, Hampshire	-	✓	I. T. Omtvedt	Estados Unidos
115.7	107 - 122	2008	Liv. Sci.	yorkshire	20791	✓	Rydhmer <i>et al.</i>	Suecia
115.632	100 - 125	2007	Liv. Sci.	Landrace y Large White	110,154	✓	Farkas <i>et al.</i>	Hungría
115.4-115.4	105 - 125	2007	Theriogenology	F1 large white y landrace	66,254	✓	Sasaki y Koketsu	Japon
112.16±0.08	111.38±0.20 112.81±0.18	2008	Animal	f2 Iberian y Meishan	855	✓	Casellas <i>et al.</i>	España

Cuadro 3: Duración de la gestación en la cerda (Continuación).

Duración de la gestación promedio	Rango (días)	Año	Fuente	Genética	"n"	Como variable principal	Autor	País
115	108 - 119	2008	J. of Swine Health and Prod.	-	508	✓	Straw <i>et al.</i>	Estados Unidos
113.84±0.13	106 - 125	2010	Animal	f2 erhualian y duroc	237	✓	Chen <i>et al.</i>	China
115.30±0.72	114 - 117	2010	Anim. Rep. Sci.	-	85	✗	Vanderhaeghe <i>et al.</i>	Belgica
116.96±1.68	106 - 125	2012	Thai J Vet Med.	Landrace y Large White	6955	✓	Imboonta y Kuhaaudomlarp	Tailandia
114.1	107-116	2013	Theriogenology	landrace, yorkshire	4193	✓	Deukhwan y Jihyun	Japon
115.2±1.59	114.7±1.55 - 115.5±1.5	2013	Anim. Prod. Sci.	Large White, Landrace, Duroc	76851	✓	Lewis y Hemesch	Nueva Inglaterra
113.7-113.9	113.7±9.1(prim) 113.9±6.7(mult)	2013	J. Anim Sci.	yorkshire	4200 16,223	✓	Bloemhof <i>et al.</i>	Holanda
117±1.4 *	**115.1±0.22 (VM)**	2013	Vlaams Dier Tijdschrift,	-	-	✗	Decaluwe <i>et al.</i>	Belgica
113-116	113 - 116	2015	J. Anim Sci.	5 diferentes cruzas con Landrace	100	✗	Declerck, <i>et al.</i>	Belgica
114-116	107 - 119	2015	Anim. Prod. Sci.	Yorkshire-Landrace	200	✓	Mota-Rojas, <i>et al.</i>	México
114.5	100 - 122	2016	AMVEC Congreso	Landrace x Yorkshire	1692	✓	Barrios-Tobon, <i>et al.</i>	México

Se muestran promedios y rangos de duración de la gestación mencionados en 23 artículos, en los cuales se aborda el tema como una variable central o de importancia para el escrito. Algunos autores no reportan desviación o error estándar, en tales casos solo fueron considerados los promedios. La búsqueda dio como resultado artículos desde el año 1964 hasta el 2016. En la mayoría de los estudios se hace referencia al número de registros consultados, por lo cual la columna "n", se refiere al número de ciclos de gestación y no precisamente al número de animales involucrados en cada caso. *Partos espontáneos, sin inducción. **Partos inducidos, vía vulvar (VM).

Durante la búsqueda bibliográfica se identificaron un total de 437 artículos en total. Después de excluir 303 publicaciones irrelevantes o duplicadas, 24 artículos de texto completo fueron recuperados para su evaluación; ya que contenían información específica sobre la duración de la gestación de la cerda. Por lo tanto, solo se evaluaron un total de 24 artículos que reportaban promedios de la duración de la gestación para la elaboración de un cuadro con el resumen de la información y para la discusión fueron empleados 110 artículos científicos debido a que fueron identificadas asociaciones de los factores que afectan la duración de la gestación.

De todos los artículos científicos, dieciocho publicaciones incluyeron la duración de la gestación como variable principal, y siete solo mencionaban el promedio de la duración de la gestación, pero sin evaluar este parámetro directamente en sus estudios

Por lo tanto, se obtuvo un total de 134 artículos, la mayoría escritos en inglés, publicados entre 1972 y 2016 (Cuadro 3).

Derivado del meta-análisis, a continuación, se resumen los principales factores identificados y que afectan a la duración de la gestación en la cerda de acuerdo a la importancia que tienen estos sobre la gestación. De acuerdo al resumen del cuadro 3, se lograron identificar algunos factores principales y otros secundarios que pueden afectar la duración de la gestación.

5.2.1 Factores principales que afectan la duración de la gestación de la cerda

En este apartado se han englobado una serie de factores que afectan la duración de la gestación directamente, ya que su influencia hace que la duración de la gestación se prolongue o se acorte. Generalmente estos factores afectan al tamaño de camada, que es uno de los factores que mayor influencia tiene en la duración de la gestación.

5.2.2 Genética

Las razas de cerdos más utilizadas en México se dividen de acuerdo con su finalidad en productiva o reproductiva. Las razas maternas tienen una buena producción láctea, habilidad materna y suelen tener camadas numerosas.

En una evaluación reproductiva de cada una de las razas tanto paternas como maternas, encontramos que cerdas de primer parto de las razas *Duroc*, *Hampshire*, *Landrace* y sus cruzas, tuvieron una diferencia significativa ($p < 0.05$) en el tamaño de camada, siendo mayor para las cerdas nacidas de cruzas de razas; lo mismo sucede con el número de lechones nacidos vivos, el cual fue mayor comparados con los parámetros de hembras de raza pura, (Kennedy and Moxley, 1978; Moeller *et al.*, 2004; Nagy *et al.*, 2009; Melo, Oliveira and Mathias, 2015). En este sentido, Hanenberg, Knol y Merks, (2001), reportó una longitud de gestación de 115.2 días en cerdas *Landrace*.

La variación entre las cerdas en cuanto a su longitud, gestación y habilidad materna es causada por efectos genéticos y ambientales. La duración de la gestación varía tanto en cerdas de raza pura (Kennedy y Moxley, 1978) y cerdas mestizas (Sasaki and Koketsu, 2007b). Por su parte, Sasaki y Koketsu (2007) mostraron que gestaciones cortas se encuentran asociadas con más lechones nacidos e incidencia de lechones nacidos muertos. Un aumento en la duración de la gestación se ha relacionado con la

mejora de la vitalidad de los lechones al nacer y menor cantidad de mortinatos (Hanenberg, Knol and Merks, 2001) (Knol, Leenhouders and Van der Lende, 2002)

En observaciones de Johansson y Rende (1972) se ha identificado que la duración media de la gestación de la raza *Large White* es de $114 + 2.4$ días, la *Landrace* de $115 + 1.5$ días. Otro autor reporta que la duración media es de 115.2 días, y considera como límites normales de 108 a 120 días (Walkowicz *et al.*, 2014). Hanenberg *et al.* (2001) informó una longitud de gestación de 115.2 días (de 1.5 días). Por otro lado, (Lee, (2013) reporta que en cerdas Landrace el promedio de la duración de la gestación es de 114.10 ± 1.26 días, teniendo rangos de 109 a 121 días; y en cerdas *Yorkshire* el promedio de la duración de gestación que reportó fue de 113.90 ± 1.20 con rangos que van de 106 a 120 días. Aunque no especifican raza, Rydhmer, Lundeheim y Canario, (2008) reportó en su estudio que la duración media de la gestación fue de 115.5 y 115.9 días y Knol 2001 encontró en uno de sus estudios que la duración media de gestación es de 113 a 114.2 días. Ambos estudios solo mencionan que fueron realizados en cerdas de raza materna.

De acuerdo con la heredabilidad de duración de la gestación en los cerdos, ésta oscila entre 0.47 a 0.13 (Leigh, 1981; Hanenberg *et al.*, 2001; Casellas *et al.*, 2008). Knol (2001) estimó una heredabilidad de 0.3 en cerdas.

También se ha reportado que existe una ligera variación individual respecto al largo de la gestación, puesto que ésta no cambió con los partos subsecuentes, es decir, la gestación duro lo mismo que un parto anterior (Hanenberg, Knol and Merks, 2001). Esto quiere decir que la duración de la gestación tiene una alta repetitividad. La repetitividad es mayor en cerdas mestizas (resultado de cruza), que, en cerdas de raza pura, explicado probablemente por la heterosis que existe en cerdas mestizas, y que el coeficiente de heredabilidad que tiene la duración de la gestación es bastante alto,

comparándolo con otros rasgos reproductivos. No obstante, son pocas las cerdas que presentan partos menores a los 114 días y mayores a los 116 (Sasaki y Koketsu, 2007).

Normalmente, el parto inicia gracias al efecto que causan los lechones (Hunter, 1980). Es por esta razón que la variación en la duración de la gestación no sólo depende de la hembra, sino que es un rasgo genético que también tiene que ver con la camada (Rydhmer, Lundeheim y Canario, 2008). Knol (2001) reportó que el verraco no puede influir en el preciso momento del parto, pero sí influye en los lechones para que nazcan en un determinado momento.

La duración de la gestación parece ser un buen criterio para iniciar una selección genética de pie de cría, ya que se ha reportado que tanto el genotipo de la madre como el de la camada tienen influencia en la duración de la gestación; realizar una selección genética de acuerdo a una duración de la gestación más prolongada beneficiaría la supervivencia de los lechones y disminuiría el número de lechones nacidos muertos (Rydhmer, Lundeheim y Canario, 2008; Sasaki y Koketsu, 2007). Sin embargo, seguir seleccionando para el aumento de tamaño de la camada provoca problemas con el aumento de la mortalidad de los lechones además de afectar el crecimiento (Rosendo *et al.*, 2007).

Se llevó a cabo un estudio en donde se exploró el genoma entero del cerdo para detectar un QLT responsable de la duración de la gestación, por lo que se pudieron detectar tres QTL para la duración de la gestación en SSC2, 8 y 12; y el QTL en SSC2 consigue 5% de nivel de significación genómica (Chen *et al.*, 2010). Estudios similares detectaron un QTL en el cromosoma 8, con un efecto aditivo favorable al alelo de la raza *Meishan* de aproximadamente la mitad de un día para el total de duración de la gestación (Casellas *et al.*, 2008).

5.2.3 Tamaño de la camada

El tamaño de la camada depende de varios factores, entre ellos encontramos la tasa de ovulación, la tasa de fertilización, supervivencia embrionaria y fetal, a su vez éstos son afectados por otros factores mencionados más adelante, (Mota-Rojas, Fierro, Roldan-Santiago, Orozco-Gregorio, González-Lozano, *et al.*, 2015)(González-Lozano *et al.*, 2010). El tamaño de la camada puede definirse como el número de lechones nacidos vivos, por lo que el lechón nacido muerto reduce el tamaño de la camada en gran medida (Nagy *et al.*, 2009). Debido a la selección genética, se ha conseguido aumentar en los últimos 10 años el tamaño de la camada en 1.8 lechones (Hanenberg, Knol and Merks, 2001; Degenstein *et al.*, 2008; Loisel *et al.*, 2015). Sin embargo, el número total de fetos que el útero puede mantener es limitado (Wolf, Žáková and Groeneveld, 2008). Cuando existen camadas numerosas se llega a presentar un problema de hacinamiento intrauterino fetal, el cual causa un severo retraso del crecimiento con la consecuente disminución promedio del peso de nacimiento de los lechones y estrés fetal (Degenstein *et al.*, 2008). Por tanto, algunos investigadores han reportado que un menor peso al nacer de los lechones se da cuando las camadas son bastante numerosas (>16); de igual manera se ha reportado un mayor peso de los lechones al nacer cuando las camadas son menores a 11 (Lund *et al.*, 2002; Tribout *et al.*, 2003; Foxcroft, 2008; Quesnel *et al.*, 2008). Esto ha favorecido a los lechones para que tengan más oportunidades de sobrevivir durante el destete (Vanderhaeghe *et al.*, 2010).

La selección genética de cerdas para que tengan un mayor número de lechones también ha tenido repercusiones en la gestación. Se ha encontrado que la duración de la gestación menor a 114 días está asociada a un número mayor de lechones nacidos totales(Sasaki and Koketsu, 2007b; Nagy *et al.*, 2009; Vanderhaeghe *et al.*, 2010, 2011), lo cual puede ser explicado de la siguiente manera: debido a que en camadas grandes

existe una masa de placenta mayor, ésta es capaz de aumentar la concentración de estrógenos en sangre, mismos que tienen la capacidad de incrementar la liberación de oxitócina y prostaglandinas, lo cual da como resultado que el día de parto se adelante (Nagy *et al.*, 2010; Dziuk, 1991). Por otra parte, también se ha reportado que una longitud de gestación menor a 114 días está asociada a un mayor número de lechones nacidos muertos (Leenhouders, Van Der Lende and Knol, 1999; Hanenberg, Knol and Merks, 2001; Sasaki and Koketsu, 2007b; Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008), causado probablemente por la pobre madurez que presentan los lechones. Por el contrario, un reducido número de lechones nacidos totales está asociado a las cerdas que presentan gestaciones más largas (>116 días), explicado de la misma manera, en donde la cantidad de fetos y de placenta no es capaz de generar una cantidad de estrógenos suficiente para generar concentraciones elevadas de oxitocina y de prostaglandinas postergando el momento del nacimiento (Dziuk, 1991; Sasaki y Koketsu, 2007; Farkas *et al.*, 2007; Nagy *et al.*, 2010; Vanderhaeghe *et al.*, 2010).

Por último, el tamaño de la camada puede verse reducido al siguiente parto debido al efecto de la duración de la lactancia, que es uno de los tantos factores que se ven involucrados para el tamaño de la camada (Wolf *et al.*, 2008). La lactancia es un manejo que depende de cada granja, llegando a durar entre tres a cuatro semanas, periodo suficiente para que la involución uterina se lleve a cabo (González *et al.*, 2002). Algunos estudios han reportado que lactancias menores a este tiempo se encuentran relacionada con una involución uterina incompleta y por tanto, mortalidad embrionaria (Dewey *et al.*, 1994). En este sentido, Babot *et al.*, (1994) reporta que por cada día de lactación en el parto anterior, la camada aumenta en una proporción que va de 0.03 a 0.04 de lechones nacidos vivos.

5.2.4 Edad de la cerda

La edad de las cerdas es uno de los factores que llegan a tener una repercusión importante en el largo de la gestación, ya que los parámetros reproductivos de la cerda varían de acuerdo con la edad de la hembra. El tamaño de camada y lechones nacidos vivos, son los parámetros que afectan la duración de la gestación y que varían a lo largo de la vida de la hembra (Leenhouwers, Van Der Lende and Knol, 1999). En cerdas primerizas, cuya edad al primer servicio es alrededor de los 210 o 240 días, es común que en su primer parto tengan un mayor número de lechones nacidos muertos y por consecuencia camadas pequeñas y gestaciones prolongadas (Brown *et al.*, 2008), además de que las cerdas más jóvenes tienden a ser más afectadas por factores externos, como el estrés, reduciendo de esta manera aún más el tamaño de la camada (Leenhouwers *et al.*, 2003) Groenen *et al.*, 2012) Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008). En las hembras primerizas, el tamaño de la camada aumenta con la edad, a consecuencia de un aumento en la tasa de ovulación (Brooks y Smith, 1980). Se reporta que después de un año el tamaño de la camada no aumenta, sino que se queda constante por un tiempo para después disminuir lentamente (Hoving *et al.*, 2011). Lo mismo pasa con las cerdas que tienen siete años o más: se empiezan a hacer notorios que los parámetros reproductivos comienzan a bajar de una manera significativa. Algunos autores mencionan que las cerdas que tienen más de tres partos tienden a tener un porcentaje más alto de lechones nacidos muertos (Borges *et al.*, 2005; Canario *et al.*, 2006).

El lechón nacido muerto de cerdas viejas puede deberse por la gordura excesiva y con el hecho de que los grupos de músculos responsables del llevar a cabo el trabajo de parto son mucho más largos, débiles y laxos en estos animales de edad avanzada (inglés y Morrison, 1984; Pejsak, 1984; Koketsu, 1997; Marois *et al.*, 2000).

5.2.5 Número de partos

Es importante tomar en cuenta que el número total de partos y el total de lechones nacidos vivos y destetados durante la vida de la cerda, son indicadores importantes acerca de la productividad reproductiva de la hembra y que éstos puede ir variando de acuerdo con la edad (Martinez, 1998) (G. Martínez *et al.*, 2005).

Se ha reportado que las cerdas de primer y segundo parto presentan menor prolificidad, siendo las de primer parto las que presentan camadas más pequeñas y un número menor de lechones nacidos vivos respecto de las hembras de segundo parto (Rydhmer *et al.*, 2008; Sasaki y Koketsu, 2007). Sin embargo, en este punto existen varias contradicciones las cuales no reportan ninguna variación respecto al tamaño de camada o lechones nacidos vivos (González *et al.*, 2002). Por otra parte, las cerdas de tercer al quinto parto presentan una mayor prolificidad, pero las hembras de cuarto y quinto partos es donde se alcanza un valor máximo de prolificidad y lechones nacidos vivos; sin embargo, en el sexto parto estas variables comienzan a bajar (Mota-Rojas, Fierro, Roldan-Santiago, Orozco-Gregorio, González-Lozano, *et al.*, 2015; Sánchez-Vizcaíno *et al.*, 2015), lo cual se responde ya que las hembras de primero y segundo parto tienen una mayor pérdida de grasa que los animales de séptimo parto (Llanes *et al.*, 2007; García *et al.*, 2011).

Si consideramos el número de parto como factor que modifica el largo de gestación, encontramos que las cerdas de primer parto generalmente presentan gestaciones más largas (>116). Conforme suceden los partos, el largo de la gestación tiende a disminuir y hay una estabilidad alrededor del parto número 3 (Mota-Rojas *et al.*, 2015).

Otros autores encontraron ligeras diferencias en cuanto al número de parto se refiere. Sasaki y Koketsu (2007), encontraron pequeñas variaciones entre el parto

número 2 y el 3 (Imboonta and Kuhaudomlarp, 2012). El porcentaje de lechones nacidos muertos aumenta cuando también aumenta el número de parto (Leenhouders, Van Der Lende and Knol, 1999; Rydhmer, Lundeheim and Canario, 2008). Cerdas con partos mayores al sexto presentaron un mayor número de lechones nacidos muertos en comparación con partos anteriores (Vanderhaeghe *et al.*, 2013)(Vanderhaeghe *et al.*, 2010) lo mismo se ha reportado por Lucía *et al.*, (2002) y Borges *et al.* (2005).

El hecho de que conforme aumenta el número de parto aumenta el número de lechones nacidos muertos puede deberse a un pobre tono de la musculatura uterina, lo que provoca una expulsión de los lechones mala, lenta y por consecuencia un parto prolongado (Farmer and Sørensen, 2001; Oliviero *et al.*, 2010; Bloemhof *et al.*, 2013; Loisel *et al.*, 2015). No obstante lo mencionado, otros autores insisten en que no existe relación alguna (van Dijk *et al.*, 2005; Oliviero *et al.*, 2009).

5.3 Factores secundarios que afectan la duración de la gestación

Los factores englobados en este apartado afectan a la gestación indirectamente, ya que su influencia afecta en primera instancia el bienestar de la cerda y como consecuencia de esta alteración se ve afectada la duración de la gestación, en donde se afecta principalmente el tamaño de camada.

5.3.1 Nutrición

Las deficiencias nutricionales en cerdas reproductoras pueden afectar los parámetros reproductivos, una de las consecuencias de este déficit provoca una disminución en la tasa de ovulación y por ende, una menor tasa de supervivencia embrionaria (Averós *et al.*, 2010; Jang *et al.*, 2015). Es por esto que la nutrición y alimentación juegan un papel importante en el mantenimiento de la gestación, la sobrevivencia embrionaria y en la duración de la gestación(Van Der Heyde *et al.*, 1989; Leenhouders, Van Der Lende and

Knol, 1999; Leenhouders *et al.*, 2003). Lo anterior, es el resultado del menor tamaño de camada o la supervivencia embrionaria provocadas por una mala nutrición, en tales casos la gestación se prolonga algunos días.

Por otra parte, algunos estudios mencionan que un alto consumo de alimento en la dieta durante los primeros días de la gestación de la cerda, reduce la concentración sistémica de progesterona, lo que podría reducir la supervivencia de embriones entre el 5 y el 15%, (Van der Lende *et al.*, 1994). Por lo cual, se recomienda suministrar al menos dos tipos de alimento: gestación y lactación (Ferguson *et al.*, 2006; Lawlor and Lynch, 2007; Groenen *et al.*, 2012). Sin embargo, existen otros estudios publicados en donde no reportan ningún efecto negativo sobre la supervivencia embrionaria durante el primer mes de gestación al consumir un exceso de alimento (Jindal *et al.*, 1996). También se indicó que el nivel de alimentación después del apareamiento no tenía ninguna influencia sobre el crecimiento embrionario, en cuanto a peso y longitud del embrión (Ashworth, Beattie y Antipatis, 1999; Cassar *et al.*, 1994).

Por su parte, Jindal, (2001) realizó un estudio en donde menciona que la alimentación excesiva (2.5 kg) durante el día siguiente a la aparición del estro se convierte en un periodo crítico para la supervivencia embrionaria. En particular, se debe tener precaución en la cantidad de alimento que se ofrece en el último tercio de la gestación, ya que si se sobrealimenta a la cerda en este corto periodo es común que durante la lactancia el consumo voluntario se reduzca, lo que podría resultar en una mayor pérdida de peso corporal y posteriormente conducir a diversos problemas reproductivos comunes, como un aumento del intervalo destete-estro, aumento de la incidencia de anestro después del destete y disminución de la tasa de concepción lo que aumentaría la duración de la gestación (Aherne and Kirkwood, 1985; De Rensis *et al.*, 2012).

Si bien la cantidad de alimento consumido no tiene un impacto negativo sobre la supervivencia embrionaria o la duración de la gestación, la cantidad de energía contenida en el alimento, si juega un papel importante. Las cerdas primíparas son particularmente sensibles a la cantidad de energía consumida durante la gestación, ya que siguen creciendo y utilizan nutrientes ingeridos para la maduración del cuerpo, el crecimiento del feto y el mantenimiento del cuerpo (Jang *et al.*, 2015). Además, altos niveles de energía en la dieta durante el período de ovulación pueden aumentar la tasa de ovulación y promover la secreción de progesterona para aumentar la supervivencia fetal. Pero no, durante el último tercio de la gestación, en donde esta energía aportada no debe provenir de grasa después del día 85 de gestación, ya que se ha observado que el nivel de resistencia a la insulina se incrementa, aumentando la mortalidad fetal, reduciendo la camada y muy probablemente la duración de la gestación se vería aumentada. (Loisel *et al.*, 2015). Recientemente, el NRC (2012) sugirió que una mayor ingesta de energía es buena para el desarrollo y crecimiento del feto, correspondiendo tejidos (placenta, útero y tejido mamario) y la deposición de lípidos y proteínas maternas. El requerimiento de energía de las cerdas jóvenes gestantes y cerdas debe estar entre 6,678 y 8,182 kcal de energía metabolizable (ME) / d

En cuanto a las deficiencias de algunos nutrientes, se resumen en el siguiente cuadro (Cuadro 4).

Cuadro 4. Deficiencias nutricionales durante la gestación.

Deficiencia	Consecuencia
Vitamina A	Endometrio queratinizado, lo cual impide la fijación del blastocisto. Asimismo, afecta la concentración de progesterona, provocando muerte embrionaria (Ayuso <i>et al.</i> , 2015)
Vitamina E y selenio calcio, potasio, fósforo	Insuficiencia endotelial y asincronía del embrión con respecto al ambiente uterino (Foxcroft, 1992). Deficiente osificación de los embriones, la cual inicia al final del primer tercio de la gestación (Mateos <i>et al.</i> , 1995), desmineralización y retardo en el crecimiento (Pacheco, 1996), y una baja fertilidad y disfunción ovárica (McPherson-McCassidy, 2003)(McDonald <i>et al.</i> , 1993).
Restricciones proteicas	Disminución del desarrollo muscular de los fetos, además de afectar la condición corporal de las hembras (Foxcroft, 1992).

En cuanto a las deficiencias de microminerales durante la gestación, éstas juegan un papel muy importante. Mateos, (1995) hacen referencia a la importancia que tiene la vitamina A para que la implantación pueda llevarse con éxito, ya que un déficit de esta vitamina queratiniza el endometrio, evitando así, que la implantación se realice. En este sentido, se han generado consecuencias similares con respecto a un déficit de vitamina E, el cual ayuda a que el endotelio uterino se encuentre en óptimas condiciones para sostener la gestación.

Las cerdas en gestación tienen unas necesidades proteicas muy reducidas, niveles inferiores al 8% permiten llevar gestaciones a término con sólo una ligera disminución del tamaño de la camada, los problemas que esto podría ocasionar se manifiestan de forma más acusada en gestaciones sucesivas (Foxcroft, 1992) (Cuadro 2).

El ácido fólico, es indispensable para el correcto desarrollo embrionario, ya que se ha observado que la administración de ácido fólico en la dieta incidió en el aumento de embriones, así como también provocó una disminución en la mortalidad embrionaria

(Cai *et al.*, 2015). Se demostró que el ácido fólico administrado en forma exógena en una dosis de 5 mg/kg, evita la muerte fetal.

5.3.2 Estrés y bienestar animal

El bienestar animal puede definirse como “estado de completa salud física y mental donde el animal se encuentra en armonía con su ambiente y es capaz de afrontar las condiciones de su entorno” (van Wettere, Herde and Hughes, 2012; Kirkden, Broom and Andersen, 2013) y se ve afectado por las condiciones ambientales y el comportamiento innato (Groenen *et al.*, 2012) (Dawkins, 1980).

Los problemas de bienestar en las cerdas gestantes surgen en situaciones tales como el ataque de otro cerdo cuando se encuentran varias cerdas en un corral, maltrato físico por parte de los operarios, alguna enfermedad, la elevada incidencia de estereotipias y el estrés social causado por la proximidad de otras cerdas con las que no puede establecerse una relación jerárquica clara. (Chapinal *et al.*, 2006; Broom, 2004).

La evaluación del bienestar animal puede valerse de varios indicadores individuales. Los indicadores que nos revelan un bajo nivel de bienestar animal pueden ser: la evasión cuando un individuo que se ve imposibilitado a adoptar una postura preferida, las estereotipias, automutilaciones, conductas obsesivas compulsivas e incremento en la agresión (Broom, 2004; (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005). La presencia de enfermedades, lesiones, movimiento alterado, crecimiento anormal. La mayoría de los indicadores de buen nivel de bienestar se obtienen de estudios sobre preferencia positiva por parte de los animales (Ison *et al.*, 2010).(Boddicker *et al.*, 2014)

Un nivel bajo de bienestar animal desencadena estrés. El estrés puede definirse como la incapacidad de un animal para hacer frente a su entorno debido a una respuesta biológica a un acontecimiento que el individuo percibe como una amenaza a su

homeostasis (Mota-Rojas *et al.*, 2011; González-lozano *et al.*, 2013; Mack *et al.*, 2014). Este evento se define como un factor de estrés. La percepción de los estímulos estresantes conduce a la activación del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, que secreta principalmente la hormona liberadora de corticotropina y vasopresina del hipotálamo. CRH estimula la secreción de adrenocorticotropina (ACTH) y proopiomelanocortina (POMC) (Mota-Rojas *et al.*, 2011).

La ACTH actúa sobre la corteza suprarrenal y provoca la secreción de hormonas glucocorticoides, como el cortisol y corticosterona. El estrés también implica la activación del sistema nervioso simpático y la médula suprarrenal. Esta provoca la liberación de catecolaminas, adrenalina y noradrenalina en el torrente sanguíneo, dando lugar a un incremento en el suministro de glucosa mediante la aceleración de la degradación de glucógeno en el hígado (Vellucci, 1997). Los glucocorticoides también suelen estimular la lipólisis y la gluconeogénesis (la conversión de aminoácidos en glucosa), lo que conduce a un aumento del metabolismo que promueve la capacidad de hacer frente a estrés.

Los factores fisiológicos tales como las diferencias de raza y factores no fisiológicos como el estrés durante los primeros meses de gestación, afectarán la tasa de mortalidad de embriones (Averós *et al.*, 2010; Athorn *et al.*, 2013). La mortalidad de embriones se produce cuando las secreciones uterinas se alteran de tal manera que el desarrollo del medio ambiente uterino entra en asincronía con el embrión en desarrollo. Algunos estudios señalan que un cambio anormal en los niveles de progesterona en plasma sanguíneo después de la ovulación, podría inducir una ligera asincronía entre embrión y el desarrollo uterino, lo que a su vez reducirá la viabilidad del embrión (Zhao *et al.*, 2013).

Cerdas a las cuales se les induce estrés, privándolas de alimento inmediatamente después de la ovulación, conducen a un aumento de la progesterona en plasma sanguíneo lo que se relaciona con un retraso en la tasa de división de los embriones y una disminución del número de espermatozoides en el depósito del oviducto (Óvilo *et al.*, 2014; Ayuso *et al.*, 2015).

El estrés por calor (estrés calórico) reduce el éxito de la implantación y pone en peligro el desarrollo del embrión en ovejas (Boro *et al.*, 2016) por ejemplo. Las cerdas primerizas son más sensibles al estrés por calor antes del día 15 de gestación que durante los días 15 a 30 después de la inseminación (Edwards *et al.*, 1968). Sin embargo, la activación del eje HPA es sólo uno de varios mecanismos implicado cuando los cerdos están expuestos a temperaturas elevadas.

El estrés de la cerda durante el parto puede ser la causa de un porcentaje elevado de muertes de lechones durante la fase neonatal (Kirkden, Broom and Andersen, 2013); Broom, 2004; Broom, 2007). Ya que el estrés aumenta el porcentaje de “amamantamientos falsos” (es decir, en los que la cerda no llega a expulsar leche y que pueden suponer hasta el 50% del total) y aumenta el tiempo hasta que los lechones ingieren calostro por primera vez (Alonso-Spilsbury, 2004; Arteaga-Castañeda *et al.*, 2007)

5.3.4 Instalaciones

Las instalaciones para hembras gestantes actualmente están diseñadas para asegurar que la gestación se lleve sin problema alguno, esto incluye asegurar un número importante de lechones al parto. Es por lo que para la etapa de gestación se diseñaron e implementaron alojamientos (jaulas de gestación) individuales para evitar agresiones entre las cerdas, tener un control estricto de la alimentación y una mejor higiene (Groenen *et al.*, 2012) (Groenen *et al.*, 2012). Hay autores que indican que este tipo de

alojamiento individual resulta benéfico para la supervivencia embrionaria y tamaño de la camada (Straw, Bates and May, 2008; Jensen *et al.*, 2012; Boddicker *et al.*, 2014; Stevens *et al.*, 2015). Sin embargo, hay algunos otros que indican todo lo contrario; que este tipo de alojamiento individual se asocia a estrés crónico, muerte embrionaria y bajo peso de la camada, y que el alojamiento en grupo o en un corral individual mejora en gran medida el bienestar al permitir la libertad de movimiento, el aumento de la sociabilidad y la espontaneidad de los comportamientos naturales (Stevens *et al.*, 2015). Sin embargo, hay una serie de aspectos negativos asociados con los sistemas de alojamiento en grupo incluyendo, la competencia por los recursos y una variación en el consumo de alimento (Kongsted, 2005). No hay información clara acerca de si este tipo de instalaciones en gestación es benéfico o no para las cerdas y sus camadas.

El tener cerdas gestantes aglomeradas antes y durante la implantación, puede reducir las tasas de concepción y tamaño de la camada (Edwards, 1998). Pero los estudios más recientes indican que el estrés producido durante las tres primeras semanas de gestación en cerdas primerizas tiene poco efecto sobre el rendimiento reproductivo (Razdan, 2003; van Wettere *et al.*, 2008; Condous, Kirkwood and van Wettere, 2014).

Van Wettere, 2007 aglomeró cerdas durante el pre y pre implantación, en ese estudio no observó ningún cambio perjudicial en cuanto a la supervivencia embrionaria o peso de la camada, pero sí observó un menor número de peleas cuando las cerdas son reagrupadas por tercera vez en la semana 20 de gestación. El espacio vital que se utilizó en este experimento y en el de Harris *et al.*, 2006, fue de 2.4 a 2 m²/ Cerda. Por tanto, basados en los datos actuales, se sugiere que la aglomeración de las cerdas jóvenes para formar grupos estables durante los primeros 10 días de la gestación no es perjudicial para el rendimiento reproductivo. (Harris and Gonyou, 1998; Brown *et al.*, 2008; Harris *et al.*, 2013). Sin embargo, tampoco existe información clara sobre los efectos de la

aglomeración de hembras para formar grupos estables durante el periodo de implantación.(Harris *et al.*, 2013)

5.3.5 Clima

El clima es uno de los factores que en menor medida influye sobre la productividad de la cerda,(Usui and Koketsu, 2015) Almond, (1992) menciona que actualmente la influencia de la estación tiende a ser mínima, gracias a las mejoras en las prácticas de manejo sobre las cerdas. Sin embargo, Ortíz, *et al.* (2004) encontró que las horas de luz, los valores de temperatura y humedades relativas, pueden influir en cambios hormonales, la elevación de la concentración de prolactina en sangre, es el cambio más importante. (Sánchez-Aparicio *et al.*, 2008)

Está comprobado que cuando la temperatura ambiente supera los 30 grados, la actividad ovárica disminuye, al igual que la manifestación del celo, a la vez que aumentan los abortos y disminuye el tamaño de la camada, en este respecto, Leman, (1992); Clowes, *et al.* (1994) y Marsteller, *et al.* (1997), han demostrado que el estrés provocado por las altas temperaturas ambientales, reduce el tamaño de la camada al nacimiento, debido a que éstas producen disturbios en la implantación y supervivencia embrionaria.

Muchas especies son influidas por un fotoperiodo, incluyendo al cerdo (Iida and Koketsu, 2015). Los cerdos son reproductores de días cortos, es decir, procrean con mayor facilidad y número a fines del verano. Los días largos favorecen el crecimiento de cerdos lactantes, porque se acercan a mamar con más frecuencia; por tanto, la reproducción en la cerda es mucho más eficiente durante los meses de invierno y primavera, y disminuye la fertilidad en los meses de verano y otoño. Esto se explica no sólo por influencia del fotoperiodo, sino también por las altas temperaturas que llegan a presentarse, por lo que cuando existe un aumento del fotoperiodo y de la temperatura

estos factores actúan desfavorablemente sobre su fertilidad. (Iida y Koketsu, 2014) (Tantasuparuk, Techakumphu and Dornin, 2005)

Estudios indican que la cantidad promedio de lechones totales a lo largo del año varía significativamente de acuerdo con las diferentes estaciones del año, siendo en primavera, otoño e invierno las estaciones del año que mostraron un mayor número de lechones nacidos totales; en la estación de verano es menor la cantidad de lechones nacidos totales, esto debido a las temperaturas altas en verano (Jindal *et al.*, 1996; Sánchez-Aparicio *et al.*, 2008; Bloemhof *et al.*, 2013; Kwit, Pomorska-Mól and Markowska-Daniel, 2014; Iida and Koketsu, 2015)

Se encontró que la tasa de ovulación en cerdas de raza pura en condiciones climáticas tropicales es menor en las cerdas Landrace que en cerdas Yorkshire, ya que la actividad ovárica (función lútea) y los niveles hormonales durante la gestación puede verse afectada por la alta temperatura y alta humedad que contribuyen a un aumento de la pérdida prenatal. Son necesarios más estudios antes de tener conclusiones decisivas (Sánchez-Aparicio *et al.*, 2008).

Es por eso que, en inseminaciones realizadas en los meses con mayor cantidad de luz y temperatura, se observa una pobre sintomatología del celo, aumento del intervalo destete-cubrición, aumento del porcentaje de abortos, mayor número de lechones nacidos muertos y fetos momificados, lo que provoca que la duración de la gestación se vea afectada aumentando los días de inseminación a parto.

La temperatura es uno de los factores ambientales que más pueden afectar a los cerdos (Turner y Tilbrook, 2006)(Ferguson *et al.*, 2006), ya que como se sabe el cerdo es un animal homeotérmico con una temperatura corporal de 39°C; cuando la temperatura ambiental es menor, el cerdo pierde calor por convección, radiación y evaporación; sin embargo, la capacidad de sudoración inadecuada de los cerdos limita el

enfriamiento por evaporación (Van der Lende *et al.*, 1994;(Leenhouders, Van Der Lende and Knol, 1999)

El estrés por calor o hipertermia gestacional experimentado en los primeros meses de gestación, influye gravemente produciendo anomalías fetales y posnatales; en parte debido a las alteraciones en el metabolismo y flujo sanguíneo uterino (Hausmann *et al.*, 2000). La selección genética que propicia un rápido crecimiento y la composición corporal magra ha resultado en un aumento de la susceptibilidad al estrés térmico (Welberg y Seckl, 2001). Los animales que están expuestos a la hipertermia gestacional reducen la ingesta de nutrientes, probablemente para reducir la producción de calor metabólico (Boddicker *et al.*, 2014). Estudios mencionan que la restricción de nutrientes durante la primera etapa de la gestación provocó alteraciones en el desarrollo de la fibra muscular de los fetos (Boddicker *et al.*, 2014; Tuchscherer *et al.*, 2002). Por el contrario, la restricción de nutrientes durante la gestación tardía provocó una disminución del peso muscular poco después del nacimiento. La formación de fibras musculares secundarias es más susceptible al estrés gestacional, y el número de fibras limita la capacidad de la masa muscular en la vida extrauterina (Boddicker *et al.*, 2014).

6. Desempeño en el parto y tiempo de gestación

Uno de los factores más importantes durante el parto es su duración. Se ha reportado que la duración del parto y el número de nacidos muertos están estrechamente relacionados (Van Rens and Van Der Lende, 2004), Van Dijk *et al.*, 2005), y se ha reportado también que cuando el parto se prolonga puede afectar la salud de la cerda hasta la lactancia (Bloemhof *et al.*, 2013); Van Dijk *et al.*, 2005). Factores como el número de parto, larga duración de la gestación y el alto número de lechones nacidos y algunas razas, influyen para que el parto se prolongue (Farmer and Sørensen, 2001). Las instalaciones también se han relacionado con la duración del parto. Las cerdas en jaulas

de maternidad presentaban una mayor duración del parto mostrando y tuvieron niveles bajos de oxitocina, comparados con las cerdas alojadas en corrales, los cuales no eran necesariamente muy grandes (2.2 m x 2.2 m)(Oliviero *et al.*, 2010). Un número mayor de lechones nacidos muertos está relacionado con partos que tuvieron una duración mayor de 300 minutos, mientras que las cerdas con una duración de parto más corto tuvieron menos lechones nacidos muertos. la duración media de parto en la producción porcina oscila entre 156 y 262 minutos por lo que partos que duran más de 300 minutos (cinco horas) son considerados un riesgo para el aumento de la mortalidad perinatal(Oliviero *et al.*, 2010; Mota-Rojas *et al.*, 2011; Mota-Rojas, Fierro, Roldan-Santiago, Orozco-Gregorio, González-Lozano, *et al.*, 2015). En cuanto a la duración de la gestación, se ha reportado que cuando las cerdas presentan gestaciones cortas (107 a 113 días) el desempeño de la cerda en el parto es malo y la duración de éste tiende a prolongarse, asociado a una baja concentración de oxitocina en la sangre, lo que provoca que las contracciones uterinas sean menos eficientes, se tiene una mayor duración en la fase de expulsión de los lechones, y con esto mayor cantidad de lechones muertos y de complicaciones para los lechones que nacen vivos (Oliviero *et al.*. 2010; Mota-Rojas *et al.*, 2015). Conforme la duración de la gestación se acerca a los 114 días o más, los partos se llevan a cabo sin tantas complicaciones, y hay intervalos entre nacimientos de los lechones más cortos; este fenómeno puede explicarse desde el punto de vista de madurez fetal, ya que los fetos son mucho más maduros y los estímulos que desencadenan son mucho más efectivos desde el punto de vista endocrinológico y fisiológico (Mota-Rojas *et al.*, 2015; Van der Haeghe *et al.*, 2013). Una baja concentración de oxitocina en sangre al momento del parto puede provocar que los partos se prolonguen más de lo normal (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005; Sánchez-Aparicio *et al.*, 2008).

Cuando se prolongan los partos se puede hacer uso de fármacos como los uterotónicos, ejemplo de estos fármacos pueden ser la oxitocina y el clorhidrato vetrabutin, los cuales son capaces de reducir los intervalos entre expulsión de los lechones y la duración del parto. Este tratamiento combinado durante el parto también reduce la tasa de mortalidad al nacer (33,4%), favorece la vitalidad de los lechones y reduce el número de cordones umbilicales rotos en comparación con el tratamiento en donde sólo se utiliza oxitocina (Knol *et al.*, 2002; Leenhouders *et al.*, 2003; González-Lozano *et al.*, 2009; Mota-Rojas, Fierro, Roldan-Santiago, Orozco-Gregorio, González-Lozano, *et al.*, 2015).

7. Consecuencias sobre la cerda cuando se altera la duración de la gestación.

Después del parto se pueden presentar algunas enfermedades que impiden a la cerda producir leche suficiente para sus lechones, con el fin de mejorar el crecimiento de los lechones y minimizar la tasa de mortalidad (Vanderhaeghe *et al.*, 2013; Cador *et al.*, 2014). Una de las consecuencias que presenta la cerda después del parto, es el síndrome disgalactia posparto o anteriormente llamado síndrome mastitis-metritis-agalactia. Se presenta generalmente 24 horas después del parto. Algunos de los signos observados son fiebre alta, disminución del apetito y la presencia de flujo vaginal anormal. Los agentes involucrados en el PDS son *Escherichia coli*, estafilococos, y estreptococos (Kemper y Gerjets, 2009).

El Síndrome disgalactia posparto (PDS) se caracteriza por una inadecuada e insuficiente producción de calostro y leche durante los primeros días después del parto (Martineau *et al.* 1992).es una enfermedad que causa grandes pérdidas económicas debido a la disminución del crecimiento y el aumento de la mortalidad de los lechones

durante los primeros días de lactancia (Van Gelder y Bilkei, 2005; Cede and Bilkei, 2004)

Los factores que facilitan la presencia de este síndrome incluyen la inducción del parto, y el momento de la introducción de la alimentación *ad libitum* antes y después del parto (Hoshino and Koketsu, 2008); Van Gelder y Bilkei, 2005). Se ha reportado que la incidencia del síndrome mastitis-metritis-agalactia es de 6.9% hasta 37.2% en partos mayores a un año esto en Estados Unidos (Papadopoulos *et al.* 2010).

8. Consecuencias sobre los lechones recién nacidos cuando se altera la duración de la gestación.

Lechones nacidos muertos representan una importante pérdida económica en la industria porcícola (Baxter *et al.*, 2011). A los animales que mueren durante el parto se les conoce como *muertos intraparto*; generalmente su muerte está vinculada a factores que conducen a asfixia, duración de la gestación, tamaño de la camada mayor a nueve lechones, incremento de la duración del parto, cerdas demasiado obesas y pobre oxigenación (Zaleski y Hacker, 1993), así como el uso de oxitócicos. De acuerdo con esta información, las cerdas que presentan una duración de la gestación menor a 112 días, tienen un mayor número de estas complicaciones en sus partos y camadas. Los estudios reportan que la tasa de lechones muertos intraparto en esta cerda fue de 2.4 a 10.5% cuando el parto se prolongó de una a ocho horas (Oliviero *et al.*, 2010; Lewis and Hermes, 2013). La duración de un parto normal es de aproximadamente cinco horas (Fraser y Rushen, 1997; Mota-Rojas *et al.*, 2002). Los fetos muertos pueden ser la causa que provoca un parto prolongado, o el parto prolongado puede ocasionar que haya mortinatos, y aproximadamente de 70 a 80% de las muertes intraparto ocurren en el último tercio de la camada, siendo la causa principal la asfixia perinatal (Alonso-

Spilsbury *et al.*, 2005; Mota-Rojas *et al.*, 2011). La asfixia perinatal se caracteriza por hipoxemia (presión arterial de oxígeno [pO₂] menor de 50 mm Hg), hipercapnia [pCO₂ mayor de 50 mm Hg], pH menor o igual a 7.10, y HCO₃ menor o igual a 8 mEq/L; siendo la hipoxemia y la acidosis metabólica, los cambios metabólicos más importantes. En el neonato humano el lactato en sangre se considera un signo temprano de hipoxia tisular (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005; Jessmon, Leach and Armant, 2009). Se han reportado también bajas concentraciones de glucosa en lechones recién nacidos, debido a las alteraciones metabólicas causadas por la asfixia perinatal, ya que los lechones que pasan por un periodo de asfixia tienen que utilizar sus reservas de energía (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005; Van der Lende y de Jager, 1991); sin embargo, las técnicas de evaluación de gases sanguíneos son exclusivos de medicina humana, por lo que el uso de estas técnicas en medicina veterinaria sería de gran ayuda para identificar a los neonatos que necesitan cuidado neonatal extra, y proporcionan una excelente herramienta para preservar la salud neonatal durante el nacimiento (Herpin *et al.*, 2001). Las secuelas que presentan los lechones debido a la asfixia afectan su viabilidad posnatal (Bracci *et al.*, 2001). Los lechones nacidos vivos después de un periodo de asfixia disminuyen su capacidad de adaptación a la vida extrauterina. Los lechones que tienen los niveles de lactato elevados mueren antes de las tres semanas de edad (Herpin *et al.*, 1996). Los lechones recién nacidos con una vitalidad muy baja tardan en hacer contacto con la teta para comenzar a mamar en comparación con los lechones nacidos en partos normales (Herpin *et al.*, 2001). Cuando el cerebro del feto o del neonato es expuesto a episodios severos de hipoxia e isquemia, se inicia una compleja serie de reacciones citotóxicas dentro de las neuronas hasta terminar en muerte celular (Ghidini y Spong, 2001). La asfixia además, origina relajación de las cuerdas vocales y estimula la respiración *in utero*, estableciéndose así el síndrome de

aspiración de meconio (Davis *et al.*, 1985) (van der Lende y De Jager, 1991), ya que la anoxia ocasiona peristalsis intestinal incrementada y relajación del tono del esfínter anal, permitiendo el paso de meconio al líquido amniótico (Ghidini y Spong, 2001; Mota *et al.*, 2002), por tanto, la presencia del meconio en el líquido amniótico es un indicador de hipoxia o acidosis fetal. La ruptura del cordón umbilical es otro factor que incrementa la muerte intraparto; la presencia de un cordón umbilical roto o dañado aumenta la posibilidad de que el lechón se asfixie (Mota-Rojas *et al.*, 2005). Se reportan que 93.6% de los muertos intraparto tuvieron ruptura del cordón umbilical en el proceso del parto y más de 80% de estas muertes ocurrieron en el último tercio (Bracci *et al.*, 2001) Asimismo, las cerdas que tienen gestaciones cortas (<109 días) presentan una fase de expulsión de lechones prolongada, lo que provoca un mayor número de contracciones uterinas, las cuales disminuyen el flujo sanguíneo del útero y a su vez, el intercambio gaseoso a través de la placenta facilitando que los lechones se asfixien dentro del útero (Mota-Rojas *et al.*, 2015; Tucker y Haut, 1990; Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005). Estas cerdas presentan también un menor número de lechones vivos. Además, los lechones nacidos en partos prematuros tienden a tener el peso más bajo. Por tanto, el rendimiento de las cerdas durante el parto mejora cuando el momento del nacimiento se acerca al día 114, mientras que más gestaciones prolongadas (GL > 117 días) también muestran un nivel aceptable de comportamiento durante el proceso de parto (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2005).

9. Discusión

El saber con exactitud la duración de la gestación de la cerda es complicado debido a los distintos factores que pueden llegar a influir sobre ella. El conocer la duración promedio de la gestación en cada unidad de producción primaria ha tomado

gran importancia debido al impacto que puede llegar a tener sobre la producción porcina en general.

Los resultados generados de esta investigación demuestran la gran variación que se puede llegar a presentar de acuerdo con los factores que puedan llegar a estar interviniendo. Información reportada por Vanderhaeghe *et al.* (2010) nos muestra que una duración de gestación normal en cerdas va de 114 a 116 días, con 10% de las cerdas pariendo antes del día 114 y 10% después de 116 días de gestación, así mismo Bloemhof *et al.* (2013) quien tomó en cuenta algunos parámetros productivos, comentan que la duración de la gestación es similar e independiente de la edad y número de parición de la cerda, no obstante la tasa de parición (79 vs 87%) y el número total de nacidos (11.3 vs 12.2) si difieren significativamente ($P < 0.01$) para cerdas primerizas y multíparas respectivamente.

Prestando atención a la genética, la cual es una variable común en todas las granjas y que desde 1964 es una situación descrita por Cox y colaboradores en donde se mencionan las diferencias de razas y la influencia que tienen sobre la duración de la gestación, tenemos que Casellas *et al.* (2008), reporta el caso de cerdos Ibéricos y Meishan los cuales presentan valores de duración de la gestación inclusive menores que algunas razas de cerdos asiáticos, ellos mencionan duraciones promedio de la gestación de 113.0 a 113.7 días vs los 112.16 que presentan las cruzas de Ibérico con Meishan. Por otro lado, las diferencias con razas mejoradas son evidentes, por ejemplo, en razas como Yorkshire/Large White y Landrace. si son comparados con los 116.1 días de duración de la gestación reportados por Moeller *et al.* (2004), las variaciones van desde los 0.67, 1.16 hasta los 3.45 días, y se observan variaciones adicionales de acuerdo a la genética, medioambiente o efectos residuales de estos. No obstante, Casellas *et al.*

(2008) en su trabajo, mencionan que al menos tres cromosomas mostraron evidencias de QTL que afectan la duración de la gestación en dichas razas.

En el estudio que realizaron Kennedy y Moxley (1978) en donde los factores incluidos en el estudio contabilizan en más del 44% de variación total en la duración de la gestación, y el resultado indica claramente que la duración de la gestación efectivamente puede ser alterada por medio de la manipulación genética. De igual manera, la gran variabilidad en los errores estándar estimados en el trabajo de Leigh (1981), se debe a la desproporcionalidad de los datos en particular en el número de hembras y camadas por tipo de raza. Comentan que, debido a estos enormes errores estándar los resultados de su trabajo deben ser tomados con cautela al realizar conclusiones categóricas basadas en su estudio, solo en cuanto a la proporción exacta de la varianza fenotípica en el periodo de gestación que es atribuida a efectos genéticos aditivos.

Aunque el promedio general incluido en el Cuadro 3 es de 114.5, en el estudio realizado por Cassidy *et al.* (2002), comentan sobre los efectos significativos que tienen los factores maternos, recombinaciones y heterosis de camadas, y la misma madre sobre las variables reproductivas. Por ejemplo, la heterosis directa incrementó la duración de la gestación entre otras variables y el rango fue de 113.39 a 115.17 días. Por otro lado, en el estudio realizado por Chen *et al.* (2010), se menciona que cerdas primerizas F2 (White Duroc & Urhualian) mostraron una gran variación en la duración de la gestación, la cual estuvo correlacionada de forma significativa con el número total de nacidos. Es decir, las cerdas con mayor número total de lechones nacidos, tuvieron duraciones de la gestación más cortas. Sin embargo, no observaron correlación de la duración de la gestación con el número de nacidos vivos, nacidos muertos, momias y peso promedio de lechones por camada.

En cuanto a Imboonta y Kuhaaudomlarp, (2012) mencionan que los cruzamientos de cerdos producen camadas grandes, menor muertos al nacimiento y gestaciones más cortas que cerdas de razas puras. Mencionan también que las heredabilidades para total de nacidos y nacidos muertos fue igual a cero y moderada (0.16) para duración de la gestación. Las correlaciones genéticas indican que la selección para incrementar el tamaño de camada, incrementara los nacidos muertos y disminuye la duración de la gestación. Un factor más tomado es cuenta, es mencionado en el estudio que realizó Farkas *et al.*, 2007, en donde la consanguinidad de las camadas aumentó la duración de la gestación para la raza Landrace húngara y las poblaciones húngaras blancas, pero la magnitud del efecto fue menor de 0,01 días por 10% de endogamia. Entonces se concluyó que los efectos de la consanguinidad en la duración de la gestación fueron insignificantes. En este sentido, Rydhmer *et al.* (2008) concluye que, en cerdos, la duración de la gestación está influenciada por los genotipos tanto de los lechones en donde se tiene influencia del padre y de la madre. Así que, la selección de reemplazos tomando en cuenta la variable de gestaciones largas, probablemente podría mejorar la supervivencia de lechones después del nacimiento, así como durante su crecimiento. Sin embargo, esto también podría resultar en más lechones nacidos muertos.

Se ha observado también que, existe una correlación positiva entre la producción de calostro en cerdas primerizas y gestaciones más largas, esto ha sido estudiado por Declerk *et al.* (2015), los cuales observaron que cerdas con duraciones de gestación de 113 días, producen menos calostro que cerdas con duraciones de la gestación de 114 a 115 días. Lo anterior puede ser complementado por Devillers *et al.* (2005), que mencionan que las cerdas que producen más calostro tienen camadas más pesadas al nacimiento.

Así mismo, la alta correlación entre la habilidad materna y duración de la gestación es interesante. Un incremento en la duración de la gestación conduce a una mejor oportunidad para los lechones de sobrevivir hasta el destete. Correlaciones similares han sido observadas por Knol (2000) entre el número total de nacidos, nacidos muertos, mortalidad de la camada y duración de la gestación. La baja correlación genética entre la duración de la gestación y el promedio de tamaño de camada significa que este no se ve afectado por la inclusión de la duración de gestación en los criterios de selección (Hanenberg *et al.*, 2001).

El estudio de Mota-Rojas *et al.* (2015), muestra que las gestaciones más cortas (GL 107–113 días) resultan en nacimientos (partos) prolongados (>226.26, 4.95 min) a pesar del tamaño de camada. También, los lechones nacidos en partos prematuros alcanzan bajos pesos al nacimiento y muestran una alta incidencia de apnea con severas alteraciones fisiometabólicas (hipercapnea, hiperlactemia e hipercalcemia), que después tienen repercusiones severas para ganancia diaria de peso. Esto mismo lo menciona el estudio realizado por Straw *et al.*, (2008) en el cual se realizó comparaciones de camadas con duraciones de la gestación ≤ 113 días con camadas de gestaciones ≥ 116 . Los cerdos nacidos de ≤ 113 días (peso promedio 1.46 ± 0.04 kg) fueron 8.4% más ligeros que cerdos nacidos de 116 días (peso promedio 1.59 ± 0.03 kg; $P < .05$). El peso promedio de cerdos nacidos en los días 114 a 115 de gestación (1.55 ± 0.04 kg) fue significativamente mayor que los cerdos nacidos de 113 días de gestación ($P < .05$), pero no fueron diferentes de cerdos nacidos de 116 días. Así mismo, el número de lechones nacidos muertos aumenta conforme la gestación se prolonga (>116 días) o se acorta (< 110 días). Así mismo, el número de nacidos muertos disminuye conforme la duración de la gestación se aproxima más al día 114 (Barrios-Tobon *et al.*, 2016).

A pesar del hecho de que en gestaciones cortas (GL <109 días) la actividad uterina es elevada, la duración del parto y los intervalos de expulsión son mayores, así como el número de contracciones en 10 minutos. Por lo tanto, el desempeño de la cerda durante el parto mejora conforme el momento del nacimiento se aproxime al día 114, efectos similares ocurren cuando la duración de la gestación se prolonga (GL >117 días) ya que se muestra un aceptable nivel de comportamiento durante el proceso de nacimiento. Esto mismo es reportado en el estudio realizado por Van Rens y Van Der Lende (2004), mencionando que una gestación larga se relaciona con duraciones cortas durante el parto. Sasaki y Koketsu (2007) publican un estudio donde recalando las diferencias individuales entre cerdas, mencionando que un mayor número de lechones nacidos totales se relaciona con gestaciones cortas. Ellos mencionan que cuando la gestación es corta, se asocia a elevadas concentraciones de estrógenos producidos por unidades feto-placentarias grandes encontradas en camadas numerosas. La elevada concentración de estrógenos producidas cercano al parto, incrementan a su vez la liberación de oxitocina y prostaglandinas. Mientras tanto, un número menor de cerdos nacidos vivos con gestaciones prolongadas han sido asociados con pequeñas unidades feto-placentarias y bajas concentraciones de estrógenos.

En base a lo anterior, es importante que la inducción del parto no deba realizarse de forma tan temprana. La duración de la gestación varía entre granjas y la inducción no debe ser realizada dos días antes del promedio de duración de la gestación en cada granja en particular. El protocolo de inducción ideal es específico de cada granja, al igual que su propósito (Decaluwe *et al.*, 2012).

10. Conclusión

En este documento se demostró que la duración de la gestación de la cerda no es siempre de 3 meses 3 semanas 3 días, sino que es muy variable y se ve afectada por distintos factores propios o no de la cerda, de hecho, las cerdas que parieron en el día 114 ni siquiera es el 50% de la muestra tomada para análisis.

En esta revisión bibliográfica la mayoría de las medias de duración de gestación de las cerdas fue distinta a 114 días, teniendo rangos que van desde los 112.1 hasta los 117 días.

La genética de la hembra, tamaño de camada o edad de la cerda, son los factores que pueden influir directamente sobre la duración de la gestación haciendo que esta se prolongue o adelante, lo cual complica el manejo reproductivo. Lo anterior, se traduce en un aumento de la mortalidad de los lechones.

Un manejo inadecuado durante la etapa de gestación que involucre la nutrición o provoque estrés, es capaz provocar muerte embrionaria o fetal, lo que también modifica la duración de gestación. El clima o temperatura del ambiente o algunas enfermedades reproductivas de las cuales no se tiene total control, son factores que de igual manera llegan a modificar la duración de gestación.

Por último, es importante implementar un seguimiento individual mediante registros sobre la duración de la gestación de cada granja en particular, para así poder programar adecuadamente los partos en días laborales y poder brindar un manejo y atención adecuados antes y después del parto para la hembra y para los lechones. Lo anterior, ayudará a reducir el número de mortinatos, o enfermedades del aparato reproductor de la hembra y así también reducir costos de producción evitando dar tratamientos innecesarios.

11. Bibliografía

Aherne, F. X. and Kirkwood, R. N. (1985) 'Nutrition and sow prolificacy', *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 33(1997), pp. 169–183.

Alonso-Spilsbury, M. *et al.* (2005) 'Perinatal asphyxia pathophysiology in pig and human: A review', *Animal Reproduction Science*, 90(1–2), pp. 1–30. doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.01.007.

Andersen, I. L., Vasdal, G. and Pedersen, L. J. (2014) 'Nest building and posture changes and activity budget of gilts housed in pens and crates', *Applied Animal Behaviour Science*. Elsevier B.V., 159, pp. 29–33. doi: 10.1016/j.applanim.2014.07.002.

Athorn, R. Z. *et al.* (2013) 'Feeding level and dietary energy source have no effect on embryo survival in gilts, despite changes in systemic progesterone levels', *Animal Production Science*, 53(1), pp. 30–37. doi: 10.1071/AN12004.

Averós, X. *et al.* (2010) 'A meta-analysis of the combined effect of housing and environmental enrichment characteristics on the behaviour and performance of pigs', *Applied Animal Behaviour Science*, 127(3–4), pp. 73–85. doi: 10.1016/j.applanim.2010.09.010.

Ayuso, M. *et al.* (2015) 'Dietary vitamin A restriction affects adipocyte differentiation and fatty acid composition of intramuscular fat in Iberian pigs', *Meat Science*. Elsevier Ltd, 108, pp. 9–16. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.04.017.

Bench, C. J. *et al.* (2013) 'Group gestation housing with individual feeding-I: How feeding regime, resource allocation, and genetic factors affect sow welfare', *Livestock Science*. Elsevier, 152(2–3), pp. 208–217. doi: 10.1016/j.livsci.2012.12.021.

-
- Bloemhof, S. *et al.* (2013) 'Effect of daily environmental temperature on farrowing rate and total born in dam line sows', *Journal of Animal Science*, 91(6), pp. 2667–2679. doi: 10.2527/jas.2012-5902.
- Boddicker, R. L. *et al.* (2014) 'Gestational heat stress alters postnatal offspring body composition indices and metabolic parameters in pigs', *PLoS ONE*, 9(11), pp. 1–12. doi: 10.1371/journal.pone.0110859.
- Bormey, V. *et al.* (2015) 'Los estadios embrionarios 20 , 22 y 23 de Carnegie : una perspectiva cuantitativa Carnegie Stages 20 , 22 and 23 : A Quantitative Perspective', pp. 406–416.
- Boro, P. *et al.* (2016) 'Productive and reproductive performances of desi pigs: A review', *Agricultural Reviews*, 37(3), pp. 228–233. doi: 10.18805/ag.v37i3.3538.
- Brandão, A. *et al.* (2014) 'Managing Voluntary Interruption of Pregnancy Using Data Mining', *Procedia Technology*. Elsevier B.V., 16, pp. 1297–1306. doi: 10.1016/j.protcy.2014.10.146.
- Breen, S. M. and Knox, R. V. (2012) 'The impact of dose of FSH (Folltropin) containing LH (Lutropin) on follicular development, estrus and ovulation responses in prepubertal gilts', *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 132(3–4), pp. 193–200. doi: 10.1016/j.anireprosci.2012.05.013.
- Brown, K. R. *et al.* (2008) 'Effects of feeding L-carnitine to gilts through day 70 of gestation on litter traits and the expression of insulin-like growth factor system components and L-carnitine concentration in foetal tissues', *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 92(6), pp. 660–667. doi: 10.1111/j.1439-0396.2007.00762.x.

Cador, C. *et al.* (2014) 'Risk factors associated with leg disorders of gestating sows in different group-housing systems: A cross-sectional study in 108 farrow-to-finish farms in France', *Preventive Veterinary Medicine*. Elsevier B.V., 116(1–2), pp. 102–110. doi: 10.1016/j.prevetmed.2014.05.004.

Cai, L. *et al.* (2015) 'The effects of human recombinant granulocyte-colony stimulating factor treatment during in vitro maturation of porcine oocyte on subsequent embryonic development', *Theriogenology*. Elsevier Inc, 84(7), pp. 1075–1087. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.06.008.

Casellas, J. *et al.* (2008) 'Empirical Bayes factor analyses of quantitative trait loci for gestation length in Iberian × Meishan F2 sows.', *Animal : an international journal of animal bioscience*, 2(2), pp. 177–83. doi: 10.1017/S1751731107001085.

Cede, P. and Bilkei, G. (2004) 'The effect of modified eros centre, outdoor raising or conventional group housing on breeding gilts and its effects on reproductive performance over four parities', *Theriogenology*, 61(1), pp. 185–194. doi: 10.1016/S0093-691X(03)00189-4.

Chen, C. Y. *et al.* (2010) 'A whole genome scan to detect quantitative trait loci for gestation length and sow maternal ability related traits in a White Duroc x Erhualian F2 resource population', *Animal*, 4(6), pp. 861–866. doi: 10.1017/S1751731110000169.

Cisneros Puebla, M. A. *et al.* (2004) 'Leptospirosis seroconversion during an abortion outbreak in a Mexican Hairless Swine herd', *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 3(1), pp. 24–27.

Cohen, S. *et al.* (2010) 'Fetal movements during late gestation in the pig: A longitudinal ultrasonographic study', *Theriogenology*. Elsevier Inc., 74(1), pp. 24–30. doi: 10.1016/j.theriogenology.2009.12.015.

Condous, P. C., Kirkwood, R. N. and van Wetters, W. H. E. J. (2014) 'The effect of pre- and post-mating dietary restriction on embryonic survival in gilts', *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 148(3–4), pp. 130–136. doi:

10.1016/j.anireprosci.2014.06.003.

Degenstein, K. L. *et al.* (2008) 'Synchronization of ovulation in cyclic gilts with porcine luteinizing hormone (pLH) and its effects on reproductive function', *Theriogenology*, 70(7), pp. 1075–1085. doi: 10.1016/j.theriogenology.2008.06.027.

Dhakal, S. (2014) 'Impact of uterine crowding on farrowing performance, postnatal performance and adrenal stress response', *University of Saskatchewan*, (1), pp. 1–5. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.

Dieste-Pérez, L., Barberán, M., *et al.* (2015) 'Clinical and histological features of brucellin skin test responses in *Brucella suis* biovar 2 infected pigs', *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 163(1–2), pp. 77–85. doi:

10.1016/j.vetimm.2014.11.009.

Dieste-Pérez, L., Blasco, J. M., *et al.* (2015) 'Diagnostic performance of serological tests for swine brucellosis in the presence of false positive serological reactions', *Journal of Microbiological Methods*. Elsevier B.V., 111, pp. 57–63. doi:

10.1016/j.mimet.2015.02.001.

Farmer, C. and Sørensen, M. T. (2001) 'Factors affecting mammary development in gilts', *Livestock Production Science*, 70(1–2), pp. 141–148. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00207-X.

Ferguson, E. M. *et al.* (2006) 'Effect of alterations in the quantity and composition of the pre-mating diet on embryo survival and foetal growth in the pig', *Animal Reproduction Science*, 96(1–2), pp. 89–103. doi: 10.1016/j.anireprosci.2005.11.007.

Franczak, A., Ciereszko, R. and Kotwica, G. (2005) 'Oxytocin (OT) action in uterine tissues of cyclic and early pregnant gilts: OT receptors concentration, prostaglandin F_{2α} secretion, and phosphoinositide hydrolysis', *Animal Reproduction Science*, 88(3–4), pp. 325–339. doi: 10.1016/j.anireprosci.2004.12.011.

Gallisher-Beckley, A. *et al.* (2015) 'Pigs immunized with Chinese highly pathogenic PRRS virus modified live vaccine are protected from challenge with North American PRRSV strain NADC-20', *Vaccine*. Elsevier Ltd, 33(30), pp. 3518–3525. doi: 10.1016/j.vaccine.2015.05.058.

González-lozano, M. *et al.* (2013) 'El estrés del cerdo a lo largo de su vida', (FEBRUARY).

González-Lozano, M. *et al.* (2009) 'Obstetric and fetal outcomes in dystocic and eutocic sows to an injection of exogenous oxytocin during farrowing', *Canadian Veterinary Journal*, 50(12), pp. 1273–1277.

González-Lozano, M. *et al.* (2010) 'Uterine activity and fetal electronic monitoring in parturient sows treated with vetrabutin chlorhydrate', *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics*, 33(1), pp. 28–34. doi: 10.1111/j.1365-2885.2009.01094.x.

Groenen, M. A. M. *et al.* (2012) 'Analyses of pig genomes provide insight into porcine demography and evolution.', *Nature*. Nature Publishing Group, 491(7424), pp. 393–8. doi: 10.1038/nature11622.

Hanenberg, E. H. A. T., Knol, E. F. and Merks, J. W. M. (2001) 'Estimates of genetic parameters for reproduction traits at different parities in Dutch Landrace pigs', *Livestock Production Science*, 69(2), pp. 179–186. doi: 10.1016/S0301-6226(00)00258-X.

-
- Harris, E. K. *et al.* (2013) 'Effect of maternal activity during gestation on maternal behavior, fetal growth, umbilical blood flow, and farrowing characteristics in pigs', *Journal of Animal Science*, 91(2), pp. 734–744. doi: 10.2527/jas.2012-5769.
- Harris, M. J. and Gonyou, H. W. (1998) 'Increasing available space in a farrowing crate does not facilitate postural changes or maternal responses in gilts', *Applied Animal Behaviour Science*, 59(4), pp. 285–296. doi: 10.1016/S0168-1591(98)00142-7.
- Van Der Heyde, H. *et al.* (1989) 'Influence of season, litter size, parity, gestation length, birth weight, sex and farrowing pen on frequency of congenital splayleg in piglets', *Livestock Production Science*, 21(2), pp. 143–155. doi: 10.1016/0301-6226(89)90045-6.
- Hoshino, Y. and Koketsu, Y. (2008) 'A repeatability assessment of sows mated 4-6 days after weaning in breeding herds', *Animal Reproduction Science*, 108(1–2), pp. 22–28. doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.06.029.
- Iida, R. and Koketsu, Y. (2015) 'Number of pigs born alive in parity 1 sows associated with lifetime performance and removal hazard in high- or low-performing herds in Japan', *Preventive Veterinary Medicine*. Elsevier B.V., 121(1–2), pp. 108–114. doi: 10.1016/j.prevetmed.2015.06.012.
- Imboonta, N. and Kuhaudomlarp, P. (2012) 'Genetic associations between stillbirth, total number of piglets born and gestation length in a commercial pig farm', *Thai Journal of Veterinary Medicine*, 42(2), pp. 165–172.
- Jacobs, A. A. C. *et al.* (2015) 'Safety and efficacy of a new octavalent combined Erysipelas, Parvo and Leptospira vaccine in gilts against *Leptospira interrogans* serovar Pomona associated disease and foetal death', *Vaccine*. Elsevier Ltd, 33(32), pp. 3963–3969. doi: 10.1016/j.vaccine.2015.06.048.

Jang, J. C. *et al.* (2015) 'The effects of gilts housed either in group with the electronic sow feeding system or conventional stall', *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(10), pp. 1512–1518. doi: 10.5713/ajas.14.0819.

Jensen, T. B. *et al.* (2012) 'Herd and sow-related risk factors for mortality in sows in group-housed systems', *Preventive Veterinary Medicine*, 103(1), pp. 31–37. doi: 10.1016/j.prevetmed.2011.09.009.

Jessmon, P., Leach, R. E. and Armant, D. R. (2009) 'Diverse Functions of HBEGF during Pregnancy', *Molecular Reproduction and Development*, 76(12), pp. 1116–1127. doi: 10.1002/mrd.21066.

Jindal, R. *et al.* (1996) 'Effect of Nutrition on Embryonal Mortality in Gilts: Association with Progesterone', *Journal of Animal Science*, 74(3), pp. 620–624. doi: 10.2527/1996.743620x.

Kanora, A. and Maes, D. (2009) 'The role of mycotoxins in pig reproduction: A review', *Veterinarni Medicina*, 54(12), pp. 565–576.

K Obremski, M Gajecki, W Zwierzchowski, L Zielonka, I Otrocka-Domagala, T Rotkiewicz, A Mikołajczyk, M Gajecka, M. P. (2003) 'Influence of zearalenone on reproductive system cell proliferation in gilts.', *Polish journal of veterinary sciences*, 6(4), pp. 239–45.

Karniychuk, U. U. *et al.* (2012) 'Impact of a novel inactivated PRRS virus vaccine on virus replication and virus-induced pathology in fetal implantation sites and fetuses upon challenge', *Theriogenology*. Elsevier Inc., 78(7), pp. 1527–1537. doi: 10.1016/j.theriogenology.2012.06.015.

Kennedy, B. W. and Moxley, J. E. (1978) 'Genetic and environmental factors

influencing litter size, sex ratio and gestation length in the pig', *Animal Production*, 27(1), pp. 35–42. doi: 10.1017/S0003356100035790.

Kipper, M. *et al.* (2011) 'Meta-analysis of the effects of endoparasites on pig performance', *Veterinary Parasitology*, 181(2–4), pp. 316–320. doi: 10.1016/j.vetpar.2011.04.029.

Kirkden, R. D., Broom, D. M. and Andersen, I. L. (2013) 'Piglet mortality: The impact of induction of farrowing using prostaglandins and oxytocin', *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 138(1–2), pp. 14–24. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.02.009.

Knol, E. F. *et al.* (2002) 'Direct, maternal and nurse sow genetic effects on farrowing-, pre-weaning- and total piglet survival', *Livestock Production Science*, 73(2–3), pp. 153–164. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00248-2.

Knol, E. F., Leenhouwers, J. I. and Van der Lende, T. (2002) 'Genetic aspects of piglet survival', *Livestock Production Science*, 78(1), pp. 47–55. doi: 10.1016/S0301-6226(02)00184-7.

Kraeling, R. R. and Webel, S. K. (2015) 'Current strategies for reproductive management of gilts and sows in North America', *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), p. 3. doi: 10.1186/2049-1891-6-3.

Kwit, K., Pomorska-Mól, M. and Markowska-Daniel, I. (2014) 'The influence of experimental infection of gilts with swine H1N2 influenza A virus during the second month of gestation on the course of pregnancy, reproduction parameters and clinical status.', *BMC veterinary research*, 10, p. 123. doi: 10.1186/1746-6148-10-123.

Lawlor, P. G. and Lynch, P. B. (2007) 'A review of factors influencing litter size in Irish sows.', *Irish veterinary journal*, 60(6), pp. 359–366. doi: 10.1186/2046-0481-60-

6-359.

Lee, D., Son, J. and Univerisity, H. N. (2013) ‘유전모수 추정 Estimation of Genetic Parameters for Gestation Length , Wean to First Service , Litter Size and Stillborn Piglets in a Closed Nucleus Swine Breeding Herd’, *55*(5), pp. 389–398.

Leenhouwers, J. I. *et al.* (2003) ‘Stillbirth in the pig in relation to genetic merit for farrowing survival’, *Journal of Animal Science*, *81*(10), pp. 2419–2424.

Leenhouwers, J. I., Van Der Lende, T. and Knol, E. F. (1999) ‘Analysis of stillbirth in different lines of pig’, *Livestock Production Science*, *57*(3), pp. 243–253. doi: 10.1016/S0301-6226(98)00171-7.

Lewis, C. R. G. and Hermesch, S. (2013) ‘Genetic parameters and phenotypic trends in the mean and variability of number of stillborn piglets and changes in their relationships with litter size and gestation length’, *Animal Production Science*, *53*(5), pp. 395–402. doi: 10.1071/AN12202.

Loisel, F. *et al.* (2015) ‘Relative prolactin-to-progesterone concentrations around farrowing influence colostrum yield in primiparous sows’, *Domestic Animal Endocrinology*. Elsevier Inc, *53*, pp. 35–41. doi: 10.1016/j.domaniend.2015.04.005.

Mack, L. A. *et al.* (2014) ‘Growth and reproductive development of male piglets are more vulnerable to midgestation maternal stress than that of female piglets 1 , 2’, *3272*(800), pp. 530–548. doi: 10.2527/jas2013-6773.

Martinez, R. G. (1998) ‘Principales factores que afectan la reproducción en el cerdo’, *Ciencia Veterinaria*, pp. 187–222.

McPherson-McCassidy, R. L. (2003) ‘Fetal growth and development of the pig’.

-
- Melchior, R. *et al.* (2012) 'Meta-analysis on the relationship among feeding characteristics, salivary and plasmatic cortisol levels, and performance of pregnant sows housed in different systems', *Livestock Science*. Elsevier, 150(1–3), pp. 310–315. doi: 10.1016/j.livsci.2012.09.020.
- Melo, E. C., Oliveira, R. R. De and Mathias, T. A. D. F. (2015) 'Factors associated with the quality of prenatal care: an approach to premature birth', *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 49(4), pp. 540–549. doi: 10.1590/S0080-623420150000400002.
- Moeller, S. J. *et al.* (2004) 'The National Pork Producers Council Maternal Line National Genetic Evaluation Program: A comparison of six maternal genetic lines for female productivity measures over four parities', *Journal of Animal Science*, 82(1), pp. 41–53.
- Monterde, J. G. and Gano, F. G. (2013) 'Etapas del Desarrollo Embrionario', *Universidad de Murcia*, pp. 1–2. Available at: <http://www.um.es/anatvet/Documentos/Curso0/desarrollo-embrionario.pdf>.
- Mota-Rojas, D. *et al.* (2011) 'Foetal and neonatal energy metabolism in pigs and humans: A review', *Veterinarni Medicina*, 56(5), pp. 215–225.
- Mota-Rojas, D., Fierro, R., Roldan-Santiago, P., Orozco-Gregorio, H., González-Lozano, M., *et al.* (2015) 'Outcomes of gestation length in relation to farrowing performance in sows and daily weight gain and metabolic profiles in piglets', *Animal Production Science*, 55(1), pp. 93–100. doi: 10.1071/AN13175.
- Mota-Rojas, D., Fierro, R., Roldan-Santiago, P., Orozco-Gregorio, H., González-Lozano, M., *et al.* (2015) 'Outcomes of gestation length in relation to farrowing performance in sows and daily weight gain and metabolic profiles in piglets', *Animal Production Science*, 55(1), pp. 93–100. doi: 10.1071/AN13175.

-
- Nagy, I. *et al.* (2009) 'Bayesian inference of genetic parameters on litter size and gestation length in Hungarian Landrace and Hungarian Large White pigs', *Italian Journal of Animal Science*, 8(SUPPL. 3), pp. 68–70. doi: 10.1016/j.livsci.2007.01.160.
- Oliviero, C. *et al.* (2010) 'Environmental and sow-related factors affecting the duration of farrowing', *Animal Reproduction Science*, 119(1–2), pp. 85–91. doi: 10.1016/j.anireprosci.2009.12.009.
- Óvilo, C. *et al.* (2014) 'Prenatal programming in an obese swine model: sex-related effects of maternal energy restriction on morphology, metabolism and hypothalamic gene expression', *British Journal of Nutrition*, 111(4), pp. 735–746. doi: 10.1017/S0007114513002948.
- Park, C. *et al.* (2014) 'Evaluation of the efficacy of a new modified live Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome Virus (PRRSV) vaccine (Fostera PRRS) against heterologous PRRSV challenge', *Veterinary Microbiology*. Elsevier B.V., 172(3–4), pp. 432–442. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.05.030.
- Pilo, C. *et al.* (2015) 'Brucella suis infection in domestic pigs in Sardinia (Italy).', *Epidemiology and Infection*, 143(10), pp. 2170–7. doi: 10.1017/S0950268814003513.
- Price, E. o. and Agustín Orihuela (2014) 'Conducta Animal. Aplicada al cuidado y producción pecuaria', p. 110.
- Razdan, P. (2003) *Stress and Early Pregnancy in Sows Effect on endocrinology , ova transport and embryo development.*
- Van Rens, B. T. T. M. and Van Der Lende, T. (2004) 'Parturition in gilts: Duration of farrowing, birth intervals and placenta expulsion in relation to maternal, piglet and placental traits', *Theriogenology*, 62(1–2), pp. 331–352. doi:

10.1016/j.theriogenology.2003.10.008.

De Rensis, F. *et al.* (2012) 'Prostaglandin F2 α and control of reproduction in female swine: A review', *Theriogenology*. Elsevier Inc., 77(1), pp. 1–11. doi:

10.1016/j.theriogenology.2011.07.035.

Rydhmer, L., Lundeheim, N. and Canario, L. (2008) 'Genetic correlations between gestation length, piglet survival and early growth', *Livestock Science*, 115(2–3), pp. 287–293. doi: 10.1016/j.livsci.2007.08.014.

Sánchez-Aparicio, P. *et al.* (2008) 'Effects of sildenafil on the fetal growth of guinea pigs and their ability to survive induced intrapartum asphyxia', *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 198(1), pp. 1–6. doi: 10.1016/j.ajog.2007.06.068.

Sánchez-Vizcaíno, J. M. *et al.* (2015) 'An update on the epidemiology and pathology of African swine fever', *Journal of Comparative Pathology*, 152(1), pp. 9–21. doi: 10.1016/j.jcpa.2014.09.003.

Sasaki, Y. and Koketsu, Y. (2007a) 'Variability and repeatability in gestation length related to litter performance in female pigs on commercial farms', *Theriogenology*, 68(2), pp. 123–127. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.04.021.

Sasaki, Y. and Koketsu, Y. (2007b) 'Variability and repeatability in gestation length related to litter performance in female pigs on commercial farms', *Theriogenology*, 68(2), pp. 123–127. doi: 10.1016/j.theriogenology.2007.04.021.

Sasaki, Y. and Koketsu, Y. (2008) 'Sows having high lifetime efficiency and high longevity associated with herd productivity in commercial herds', *Livestock Science*, 118(1–2), pp. 140–146. doi: 10.1016/j.livsci.2007.12.029.

Schelkopf, A. *et al.* (2014) 'Reproductive, productivity, and mortality outcomes in late-

gestation gilts and their litters following simulation of inadvertent exposure to a modified-live vaccine strain of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus', *Vaccine*. Elsevier Ltd, 32(36), pp. 4639–4643. doi:

10.1016/j.vaccine.2014.06.073.

Simpson, A. a *et al.* (2002) 'The structure of porcine parvovirus: comparison with related viruses.', *Journal of molecular biology*, 315(5), pp. 1189–98. doi:

10.1006/jmbi.2001.5319.

Stevens, B. *et al.* (2015) 'Effects of stage of gestation at mixing on aggression, injuries and stress in sows', *Applied Animal Behaviour Science*. Elsevier B.V., 165, pp. 40–46.

doi: 10.1016/j.applanim.2015.02.002.

Straw, B., Bates, R. and May, G. (2008) 'Influence of method of administration of prostaglandin on farrowing and relationship between gestation length and piglet performance', *Journal of Swine Health and Production*, 16(3), pp. 138–143.

Tantasuparuk, W., Techakumphu, M. and Dornin, S. (2005) 'Relationships between ovulation rate and litter size in purebred Landrace and Yorkshire gilts', *Theriogenology*, 63(4), pp. 1142–1148. doi: 10.1016/j.theriogenology.2004.06.005.

Tecnificadas, G., Tecnificadas, Y. N. O. and En, B. (2002) 'FRECUENCIA DE *Brucella* sp . EN PORCINOS , PROCEDENTES DE DOS MATADEROS DE LIMA', 13(2), pp. 72–77.

Towers, C. V. *et al.* (2014) 'The case for amniocentesis for fetal lung maturity in late-preterm and early-term gestations', *American Journal of Obstetrics and Gynecology*.

Mosby, Inc., 210(2), pp. 95–96. doi: 10.1016/j.ajog.2013.10.004.

Town, S. C. *et al.* (2005) 'Embryonic and fetal development in a commercial dam-line

genotype’, *Animal Reproduction Science*, 85(3–4), pp. 301–316. doi:

10.1016/j.anireprosci.2004.05.019.

Trolliet, J. C. (2005) ‘Productividad numérica de la cerda factores y componentes que la afectan’, *Sitio Argentino de Producción Animal*. Available at: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/09-productividad_numerica_cerda.pdf.

Tyler, K. (2015). Physiological Skin Changes During Pregnancy. *Clinical Obstetrics And Gynecology*, 58(1), 119-124. <http://dx.doi.org/10.1097/grf.0000000000000077>

Zaleski, H.M., Winn, R.J., Jennings, R.L., Sherwood, O.D., 1996. Effects of relaxin on lactational performance in ovariectomized gilts. *Biol. Reprod.* 55, 671–675.

Usui, S. and Koketsu, Y. (2015) ‘Climatic factors associated with reproductive performance in English Berkshire pigs and crossbred pigs between Landrace and Large White raised in a subtropical climate region of Japan’, *Tropical Animal Health and Production*, 47(8), pp. 1547–1552. doi: 10.1007/s11250-015-0896-2.

Vanderhaeghe, C. *et al.* (2010) ‘A cross-sectional study to collect risk factors associated with stillbirths in pig herds’, *Animal Reproduction Science*, 118(1), pp. 62–68. doi: 10.1016/j.anireprosci.2009.06.012.

Vanderhaeghe, C. *et al.* (2011) ‘Incidence and prevention of early parturition in sows’, *Reproduction in Domestic Animals*, 46(3), pp. 428–433. doi: 10.1111/j.1439-0531.2010.01685.x.

Vanderhaeghe, C. *et al.* (2013) ‘Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs: A review’, *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 139(1–4), pp. 76–88. doi: 10.1016/j.anireprosci.2013.03.007.

Verma, A. *et al.* (2015) ‘Detection and genotyping of *Leptospira* spp. From the kidneys of a seemingly healthy pig slaughtered for human consumption’, *Journal of Infection in Developing Countries*, 9(5), pp. 530–532. doi: 10.3855/jidc.5727.

Walkowicz, E. *et al.* (2014) ‘The effect of selected factors on the length of gestation period in Silesian mares’, *Animal Science Papers and Reports*, 32(1), pp. 55–64.

van Wettere, W. H. E. J. *et al.* (2008) ‘Mixing gilts in early pregnancy does not affect embryo survival’, *Animal Reproduction Science*, 104(2–4), pp. 382–388. doi: 10.1016/j.anireprosci.2007.07.004.

van Wettere, W. H. E. J., Herde, P. and Hughes, P. E. (2012) ‘Supplementing sow gestation diets with betaine during summer increases litter size of sows with greater numbers of parities’, *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 132(1–2), pp. 44–49. doi: 10.1016/j.anireprosci.2012.04.007.

Williamson, D M1, 3 ;Yaful, G N2 ; Riesco, O F1 y Koncurat, M. (2008) ‘Progesterona, Estrógenos Y Expresión De Integrinas En La Gestación Temprana Porcina’, *Ciencia Veterinaria*, 10, pp. 13–23.

Wolf, J., Žáková, E. and Groeneveld, E. (2008) ‘Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning’, *Livestock Science*, 115(2–3), pp. 195–205. doi: 10.1016/j.livsci.2007.07.009.

Xie, C. *et al.* (2015) ‘Supplementation of the sow diet with chitosan oligosaccharide during late gestation and lactation affects hepatic gluconeogenesis of suckling piglets’, *Animal Reproduction Science*. Elsevier B.V., 159, pp. 109–117. doi: 10.1016/j.anireprosci.2015.06.004.

Yin, S. *et al.* (2015) 'Alleviation of zearalenone toxicity by modified halloysite nanotubes in the immune response of swine', *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 32(1), pp. 87–99. doi: 10.1080/19440049.2014.987700.

Zhao, Y. *et al.* (2013) 'Effect of social ranks and gestation housing systems on oxidative stress status, reproductive performance, and immune status of sows¹', *Journal of Animal Science*, 91(12), pp. 5848–5858. doi: 10.2527/jas2013-6388.