

Influencia de las fases de la luna y otros factores sobre el sexo de las crías en cerdos

Marion Solangel Padilla Ulloa

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

Influencia de las fases de la luna y otros factores sobre el sexo de las crías en cerdos

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Marion Solangel Padilla Ulloa

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2020

Influencia de las fases de la luna y otros factores sobre el sexo de las crías en cerdos

Presentado por:

Marion Solangel Padilla Ulloa

Aprobado:



Rogel Castillo, M.Sc.
Asesor Principal



Rogel Castillo, M.Sc.
Director
Departamento Ciencia y
Producción Agropecuaria



Alejandra Sierra (Nov 6, 2020 08:51 CST)

Alejandra Sierra, M.Sc.
Asesora



Luis Fernando Osorio, Ph.D.
Vicepresidente y Decano Académico

Influencia de las fases de la luna y otros factores sobre el sexo de las crías en cerdos

Marion Solangel Padilla Ulloa

Resumen. A nivel mundial el consumo y demanda de carne de cerdo ha aumentado, por lo que las granjas deben ser lo más eficientes posible. Según los objetivos productivos y manejo de cada granja, conviene tener camadas con más hembras o machos. Los objetivos de este proyecto fueron determinar si hay o no una influencia de las fases de la luna sobre el sexo de las crías en cerdos y presentar otros factores que podrían influenciar la proporción sexual de las camadas. Los datos hacen referencia a la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano desde el 15 de enero de 2019 hasta el 30 de abril de 2020 y se registraron 2,544 lechones nacidos. Se usaron los registros de parto para estimar la fecha de fecundación restándole los 114 de gestación y consecuentemente encontrar en qué fase lunar aproximada ocurrió la fecundación. El ciclo lunar tiene una duración de 29 días, 12 horas, 44 minutos y 2.8 segundos, se consideraron cuatro fases lunares, cada una con una duración aproximada de 7 días. La fase lunar en que ocurrieron la mayoría de las fecundaciones fue cuarto menguante pasando a luna nueva. Los porcentajes de fecundación de crías hembra fueron igual o menor que los de crías macho a lo largo del ciclo lunar. Durante el periodo evaluado no se observó una influencia de las fases de la luna sobre el sexo de la cría. Otros factores podrían estar relacionados con el sexo de las crías en cerdos.

Palabras clave: Fecundación, hembra, luminosidad, macho, proporción sexual.

Abstract. Globally, consumption and demand for pork has increased, so farms must be as efficient as possible. Depending on the production and management objectives of each farm, it is advisable to have litters with more females or males. The objectives of this project were to determine if there is an influence of the phases of the moon on the sex of the piglet and to mention some other factors that may influence the sex ration in litters. The data refers to the Educational Swine Farm of Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano from January 15, 2019 to April 30, 2020 and 2,544 piglets were born. The birth records were used to estimate the date of fertilization subtracting the 114 days of gestation and consequently find in which approximate moon phase fertilization occurred. The lunar cycle lasts 29 days, 12 hours, 44 minutes, and 2.8 seconds; four moon phases were considered each with an approximate duration of 7 days. The lunar phase in which the majority of fertilizations occurred was last quarter passing to the new moon. Fertilization rates of female offspring were equal to or less as those of male offspring throughout the lunar cycle. The results show that during the evaluated period, moon phases did not influence the sex of the offspring and that other factors could be related to the sex of the piglets.

Key words: Brightness, female, fertilization, male, sex ratio.

ÍNDICE GENERAL

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Índice General	iv
Índice de Cuadros, Figura y Anexos	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4. CONCLUSIONES.....	8
5. RECOMENDACIONES.....	9
6. LITERATURA CITADA	10
7. ANEXOS	13

ÍNDICE DE CUADROS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Sexo de las crías de cerdas de partos ocurridos en la Granja Porcina Educativa de Zamorano, entre los meses de enero 2019 a abril 2020	4
2. Sexo de las crías según fase de la luna en que ocurrió la fecundación	5
3. Fase lunar en la que se expresa la fecundidad de cada sexo	6

Anexos	Página
1. Separación de espermatozoides por citometría de flujo.....	13
2. Porcentaje de iluminación a lo largo del ciclo lunar	13
3. Crecimiento de cerdos según su sexo.....	14
4. Ejemplo de vista de la luna desde diferentes hemisferios de la tierra.....	14

1. INTRODUCCIÓN

La porcicultura se encarga de criar, producir y reproducir cerdos con el objetivo de proporcionar carne de calidad para el consumo humano. Contrario a las creencias populares sobre lo dañina que es la carne de cerdo para la salud humana, esta carne es rica en proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales y aporta un 60% de grasas insaturadas beneficiosas para la salud (El Patagónico 2016). Los cortes magros dependen de factores genéticos y dietas balanceadas, hay razas que desarrollan más músculo que grasa, así como dietas ricas en energía y carente proteína fomentan el desarrollo de grasa en la canal (Chaves 2018). Según Roppa (2012) el sexo también es un factor que influye en la deposición de carne magra y grasa.

A nivel mundial el consumo y consecuentemente la demanda de carne de cerdo ha aumentado, por lo que las granjas porcinas deben ser lo más eficientes posible. Para lograr esto se deben realizar mejoras en el manejo, la sanidad, reproducción y alimentación de los animales. Dentro de la población en engorde, los machos enteros son más eficientes en el desarrollo de la canal, ganancia de peso diaria (GPD), la conversión alimenticia (CA) y desarrollan menos grasa dorsal en comparación a los machos castrados y las hembras sin servicio (Roppa 2012).

Debido a la alta demanda mundial de carne de cerdo, es importante que las granjas porcinas trabajen con la mayor eficacia posible. La producción mundial de carne de cerdo para el 2019 se estima que fue de 109.8 millones de toneladas. Se pronostica que el comercio mundial de carnes incrementara en un 2.4% este 2020, para la carne de cerdo el pronóstico es un aumento en exportaciones, 11.2% más que el año 2019 (FAO 2020).

Actualmente la relación poblacional para el engorde no se controla por ningún método. La técnica que hasta el momento está científicamente respaldada para garantizar crías de sexo femenino o masculino según la preferencia de cada granja, es el semen sexado, el cual se obtiene mediante citometría de flujo, tecnología que somete el semen a procesos de identificación y separación gamética X-Y a través de teñido y fluorescencia bajo luz láser (Córdova Izquierdo *et al.* 2016). La separación ocurre al identificar aquellos espermatozoides con mayor cantidad de ADN, en cerdos el cromosoma X tiene 3.6% más ADN que el cromosoma Y (Arroyo 2008). Esta herramienta, además de garantizar al menos 90% de crías del género deseado, puede acelerar el mejoramiento genético y es eficiente para la repoblación (Ochoa 2017). A nivel de granjas comerciales resulta poco práctico, ya que requiere gran cantidad de espermatozoides para lograr una fertilización exitosa y el costo de procesamiento es muy elevado.

Existe una posible alternativa más natural y mucho menos costosa, la luna. Desde tiempos ancestrales los agricultores han tomado de referencia la luna para realizar sus prácticas culturales. La luna es un satélite natural que orbita el planeta tierra y lo ilumina durante las noches reflejando la luz del sol. La luminosidad de la luna sobre la tierra se identifica en ocho fases que componen el ciclo lunar: Nueva o novilunio, primera fase del cuarto creciente, cuarto creciente, luna gibosa creciente, luna llena o plenilunio, luna gibosa menguante, cuarto menguante y luna menguante. La luna revoluciona entorno a la Tierra en un ciclo denominado ciclo sinódico, que tiene una duración de 29 días, 12 horas, 44 minutos y 2.8 segundos (Torres 2012). La ubicación con respecto al

ecuador correspondiente al sitio de observación no influye en la luminosidad percibida, pero si en el hemisferio de la luna que se puede observar (Hernández Méndez 2019).

La luna en sus diferentes fases tiene efectos secundarios sobre la tierra, por ejemplo, el efecto ejercido sobre las mareas, la conducta en seres vivos, el movimiento de la savia en las plantas y sangre en animales y humanos. La razón de esta influencia recae en que la luna ejerce una atracción de masas de agua, de calidad de luz proyectada y cantidad de horas luz percibida (Aguirre Riofrio *et al.* 2019).

Uno de los propósitos principales de la Unidad Porcina de Zamorano es la ceba o engorde de cerdos para venta interna. En una granja porcina, los cerdos de engorde representan el 70% de la población (Roppa 2012), el resto está constituido por reemplazos y reproductores. Según Esteves *et al.* (1985) los machos castrados quirúrgicamente presentan mayor ganancia de peso que las hembras en un menor tiempo. Pero datos actualizados de Collell (2010) reflejan un crecimiento directamente relacionado con el sexo del animal, donde los machos enteros son más eficientes, seguido por las hembras y finalmente los machos castrados. Según sea la capacidad de inversión o leyes bajo las cuales se rige la granja será ventajoso tener más crías machos o hembras. En Zamorano se aplica castración quirúrgica e inmunocastración. Según Romat (2015), los machos inmunocastrados presentan un resultado económico superior al de criar cerdos castrados quirúrgicamente y cerdas hembras. En el caso de llegar a regirse por leyes que velen por el bienestar animal y prohíban la castración quirúrgica y no se desee aplicar la inmunocastración, se buscará que la mayoría de las crías sean hembras.

Este proyecto está enfocado a determinar la existencia o no de un efecto de la luna, en sus diferentes fases, sobre el sexo de la cría porcina. La finalidad del proyecto es sugerir una mejora en el manejo reproductivo de los cerdos aplicando prácticas más precisas en la unidad porcina de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, haciendo uso del historial animal. En producción vegetal este conocimiento sobre las fases lunares ha sido transmitido tradicionalmente entre generaciones de agricultores. Hasta ahora, la mayoría de los estudios que se han realizado en producción animal, han sido en bovinos, por la importancia de las vacas en la producción de leche. En bovinos ya se ha comprobado que efectivamente, la luna si ejerce una influencia en la determinación del sexo de la cría (Navarrete Patiño 2017) y la frecuencia de partos en vacas múltiparas relacionada con las fases entre cuarto creciente y luna llena (Yonezawa 2016). Los objetivos de la presente investigación fueron:

- Determinar el efecto de la fase lunar en que se realiza el servicio efectivo de la cerda sobre el sexo de las crías.
- Identificar otros factores que podrían influir en la proporción sexual en las crías porcinas.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto hace referencia a partos de la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm y temperatura promedio de 24 °C. Está ubicada a 14 °N y a 87 °O, en el km 30 de la carretera desde Tegucigalpa a Danlí, El Paraíso, Honduras.

La población animal en la unidad de cerdos de Zamorano está distribuida entre: hembras de reemplazo, cerdos reproductores, cerdas efectivas, cerdas de descarte, lechones lactantes, lechones destetados y engorde. La unidad cuenta con tres razas: Yorkshire, Landrace y Duroc.

Base de datos y tabulación

En este estudio observacional se usaron los datos históricos de partos registrados en la base de datos del software PigChamp® de la Granja Zamorano y se tabularon en Excel 2016. La evaluación se realizó en retrospectiva, los datos evaluados corresponden los partos desde el 15 de enero de 2019 hasta el 30 de abril de 2020. Durante este periodo, la luna realizó 16 ciclos completos en torno a la tierra y se registraron un total de 2,544 lechones nacidos en ese lapso. Todas las cerdas estuvieron bajo un mismo régimen alimenticio, manejo de preñez y ambiente en general.

Análisis de información

Para el análisis se usó estadística descriptiva, donde se consideraron las variables cualitativas (fases lunares) (Rendón *et al.* 2016). La frecuencia de los datos fue de 7 días. A pesar de que la luna marca ocho fases en su ciclo, se analizaron los datos con las fases que son más marcadas; cuarto creciente, llena, cuarto menguante y nueva.

Las fechas de parto fueron usadas para encontrar la fecha aproximada de fecundación. A partir de la fecha de parto se restaron 114 días ya que según el diccionario porcino de Comunidad Profesional Porcina (2020) el periodo de gestación de la cerda dura 114 días en promedio (3 meses, 3 semanas y 3 días). Al restar los 114 días se obtuvo la fecha aproximada de fecundación y consecuentemente la fase lunar que había en esa fecha. Las fases de la luna correspondientes a las fechas aproximadas de fecundación se obtuvieron de un calendario lunar en línea (IDEAL 2020).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crías nacidas

En cuanto al sexo de las crías de mamíferos sabemos que se hereda por un cromosoma Y o X paterno durante la fecundación. Para seres vivos que generalmente no tienen cromosomas sexuales, el género de los individuos es influenciado por el ambiente o por genes como es el caso de algunas plantas y hongos (Martínez Redondo 2015). “En los cerdos, los espermatozoides con cromosoma "X" tienen 3.6% más ADN que los espermatozoides con cromosoma "Y"” (Arroyo 2008) y según De Tena *et al.* (1976) en cerdos es 2% más probable ser macho que hembra. Entonces, los espermatozoides con cromosoma Y tienen ventaja, ya sea por cargar menos ADN y ser más ligeros para alcanzar los óvulos y fecundarlos o por ser producidos en mayor cantidad. Otra teoría considerada por De Tena *et al.* (1976) es “que exista mayor mortalidad embrionaria en el caso de las hembras”. Almiñana *et al.* (2014) con su estudio de inseminación laparoscópica intraoviductal han propuesto que el oviducto funciona como un sensor biológico de los espermatozoides y este influye en la proporción sexual de la población.

Durante todo el periodo evaluado los nacimientos de crías machos y hembras fueron muy similares (Cuadro 1). Resultados que coinciden con lo descrito por Ochoa (2017) en el estudio de semen bovino, donde al usar semen convencional ya sea por inseminación artificial o monta natural se producen hembras y machos en igual cantidad (50% / 50%). Según Abecia *et al.* (2016) en la mayoría de las especies ganaderas, la proporción macho: hembra en las crías es 1:1. La proporción sexual hace referencia a la cantidad de machos con respecto a hembras en una población, tiempo y espacio determinado, se dice que hay una proporción sexual positiva cuando hay más machos y negativa cuando hay menos con respecto al número de hembras. Las proporciones sexuales se clasifican desde primarias hasta cuaternaria según la etapa de vida de la población. En este caso se evaluó la proporción sexual secundaria, que abarca los periodos desde implantación hasta el nacimiento, la modificación de esta proporción se debe a pérdidas fetales por aborto o reabsorción (Laguna Bazarra 2014). De Tena *et al.* (1976) exponen que la proporción sexual dentro de una especie se ve modificada por factores ambientales y genéticos.

Cuadro 1. Sexo de las crías de cerdas en partos ocurridos en la Granja Porcina Educativa de Zamorano, entre los meses de enero 2019 a abril 2020.

Sexo de la cría	Número de lechones	% crías
Macho	1,302	51.1%
Hembra	1,242	48.8%
Total	2,544	100

Fases de fecundación

Al evaluar las proporciones sexuales y contrastar con su fase de fecundación, se observa que no hubo diferencia entre el número de crías hembra y macho nacidas a lo largo del periodo evaluado (Cuadro 2). El efecto que la luna pueda tener sobre el agro “depende de su luminosidad, acercamiento e incluso la radiación y gravedad” (Mera Andrade *et al.* 2017). A medida el ciclo lunar avanza, la luminosidad de la luna varía desde un 0% hasta un 100% dependiendo de su

posición con respecto a la tierra y el sol (LIADA 2018). En general se observó una mayor concepción (662 crías) durante la transición de fase cuarto menguante a luna nueva, seguido por la transición de cuarto creciente a luna llena. Hubo una mayor concepción durante los periodos de transición lumínica del 50%, es decir los días 7-14 y 22-29 del ciclo lunar. Por otro lado, se observó una menor concepción (614 crías) durante la transición de luna llena a cuarto menguante, seguido por la transición de luna nueva a cuarto creciente.

Se observó que los periodos en los que más fecundaciones hubo fueron aquellos en los que la luminosidad lunar cambiaba de ser media a nula o total. Según Correa y Fernández (2017) la luz es el factor ambiental principal que modula la conducta y cambios fisiológicos (reproducción) en ungulados, por medio de variaciones en la concentración de melatonina. La segregación de melatonina tiene relación con el fotoperiodo, la luz interrumpe su segregación. A pesar de que la luz de la luna es débil, durante luna llena da buen brillo y las noches son más claras en la tierra, quizá esto tiene relación con las fases de mayor fecundación y parición. Un estudio realizado por Onken *et al.* (2017) en humanos, sugiere que la determinación del sexo puede ser influenciado por el ciclo lunar, específicamente con la luz solar que es proporcional a la luz lunar. Sus resultados indican que es más probable concebir un varón cinco días después de luna llena y más probable concebir una hembra nueve días después de luna llena, es decir en cuarto menguante.

De acuerdo con el experimento de Abecia *et al.* (2016) en cerdas, cabras, ovejas y vacas ni las fases lunares ni las estaciones del año, tienen un efecto significativo sobre el sexo de las crías, pero que la proporción sexual en crías de cerdas y vacas si era significativamente diferente al 1:1 esperado. En equinos, Aguilar *et al.* (2015) concluyeron que las fases lunares no ejercen influencia alguna sobre la proporción sexual de las crías, pero también observaron que numéricamente las crías hembras eran más que las crías machos.

Cuadro 2. Sexo de las crías de cerdas según fase de la luna en que ocurrió la fecundación.

Sexo de la cría	Luna Nueva	%	Cuarto Creciente	%	Luna Llena	%	Cuarto Menguante	%
Macho	307	49.5%	340	52.5%	317	51.6%	338	51.1%
Hembra	313	50.5%	308	47.5%	297	48.4%	324	48.9%
Total	620		648		614		662	

El Cuadro 3 hace referencia a las crías de cada sexo independiente del otro a lo largo del ciclo lunar. La mayoría de las crías hembra fueron concebidas en cuarto menguante (26%), además se observó un patrón descendente a partir de las siguientes tres fases del nuevo ciclo. Se notó que la mayoría de las crías macho, así como las crías en general, fueron fecundadas durante fases de transición lumínica de cuarto menguante a luna nueva (50 a 0% de luminosidad) y de cuarto creciente a luna llena (de 50 a 100% de luminosidad) (Cuadro 3). Esto último concuerda con el estudio de Navarrete Patiño (2017) en bovinos, quien encontró que la mayoría de las crías macho habían sido fecundados en la transición de cuarto creciente a luna llena. Pero también encontró que si la fecundación ocurre entre el periodo de cuarto ménguate a luna nueva, predominan los nacimientos de hembras de menor tamaño en un parto fácil.

Otro estudio realizado por Hernández Hernández (2014) en vacas lecheras muestra que en la fase de cuarto menguante se producen la mayoría de las hembras. Para machos encontró que la mayor concepción ocurre en cuarto menguante y cuarto creciente y durante luna llena se producen menos, hallazgos que coincide con los obtenidos en este estudio para la especie porcina.

Cuadro 3. Fase lunar en la que se expresa la fecundidad de cada sexo.

Fase de la luna	Machos	% Machos	Hembras	% Hembras
Luna Nueva	307	23.6%	313	25.2%
Cuarto Creciente	340	26.1%	308	24.8%
Luna Llena	317	24.3%	297	23.9%
Cuarto Menguante	338	26.0%	324	26.1%
Total	1302	100%	1242	100%

Otros factores relacionados con la proporción sexual

De acuerdo con los resultados presentados por Abecia *et al.* (2016) hay múltiples factores que podrían afectar la proporción sexual al momento de concepción y el desarrollo fetal. También recomiendan la evaluación de factores relacionados con sanidad, alimentación, clima, edad de los padres, entre otros, que podrían explicar la influencia de la luna y las estaciones sobre la proporción sexual de las crías. Toro *et al.* (2006) en su estudio de cerdos ibéricos, explican que la proporción sexual difícilmente es susceptible a selección artificial, pero no niegan que puede ser afectada por una selección natural según las condiciones ambientales. Y respalda que la aplicación de semen sexado o inseminación con respecto al tiempo de ovulación serían técnicas de mayor valor para modificar la proporción sexual.

Tamaño de la camada, peso al nacimiento y condición física materna. Según las observaciones de Alfonso (2005) en granjas porcinas comerciales, en camadas grandes no se observó desviación sobre el 1:1 esperado, pero en camadas pequeñas, se encontraron más machos de lo esperado. Baxter *et al.* (2012) sugieren que las madres porcinas invierten más energía y recursos en el desarrollo de machos que de hembras durante la gestación, por eso los machos nacen con mayor peso y masa muscular. Esto se relaciona con la teoría de Trivers y Willard (1973) la cual dicta que, si el sexo está influenciado por la condición física de la madre, esta entregará más recursos a la cría que genere mayor retorno reproductivo.

Nutrición materna, glucosa y estrés social. El trabajo de Laguna Bazarra (2014) en roedores muestra que una dieta restringida al igual que una dieta baja en energía, reducen la ingesta de ácidos grasos esenciales y el resultado es una baja proporción de machos y camadas pequeñas. Los altos niveles de glucosa circulante se asocian con el estrés producido por la presencia de una hembra dominante en el grupo. Las hembras subordinadas suelen tener más crías hembras que machos ya que los machos son reabsorbidos en los primeros días de gestación.

Tiempo de servicio. Abecia *et al.* (2016) explican que la proporción del sexo de las crías puede ser afectado por muchos factores, uno de estos es el tiempo a inseminación desde el estro u ovulación en vacas y ovejas. En vacas y ovejas esto se asocia a la producción de glucosa y hormona

luteinizante, donde la mayoría de los machos se obtenían al haber una inseminación en la etapa tardía del estro (Laguna Bazarra 2014).

Niveles hormonales. En mamíferos, las hormonas influyen sobre la proporción de sexos dependiendo de las condiciones ambientales a la concepción, pre-implantación, estadios prenatales para la supervivencia embrionaria y fetal. Los niveles hormonales de los padres previo a la concepción afectan la proporción sexual. Los padres con altas dosis de gonadotropinas generan mayor nacimiento de hembras y altas concentraciones de testosterona favorece el desarrollo de más machos. Las madres con elevados niveles de estrógeno y andrógenos durante el tiempo de concepción favorecen la ocurrencia de más machos (Laguna Bazarra 2014).

Tecnologías. A pesar de que el semen porcino sexado se usó exitosamente por primera vez hace más de 15 años, esta tecnología no es de uso común en granjas comerciales. Como alternativa, EMLAB (2020) ofrece en su cartera de productos PIGPLUS Y BOARPLUS, una tecnología en presentación líquida que promete 80-90% de hembras o machos, según la preferencia del productor. El aditivo puede ser usado en semen fresco o congelado y dice aumentar la fertilidad en un 5-15%. Los productos, al ser mezclados con el semen, estimulan la fertilidad y motilidad de los espermatozoides portadores de un cromosoma sexual específico. A partir de la preocupación por el bienestar animal, Hendrix Genetics y Recombinetics/Acceligen han desarrollado una tecnología de precisión en la cual los lechones machos nacen castrados, el siguiente paso está en llevarlos a la pubertad y fertilidad conservando las características del alimento (Anaporc 2019).

4. CONCLUSIONES

- Se observó que los porcentajes de fecundación de crías hembra fueron similares que los de crías macho a lo largo del ciclo lunar. Para el periodo evaluado no se observó una influencia de las fases lunares sobre el sexo de las crías en cerdos.
- La literatura respalda que la proporción sexual se ve afectada por múltiples factores genéticos y ambientales.

5. RECOMENDACIONES

- Extender el periodo de evaluación y la especificidad de las fases lunares.
- Realizar un estudio económico para la Granja Porcina Educativa de Zamorano y la rentabilidad de engordar un sexo específico.

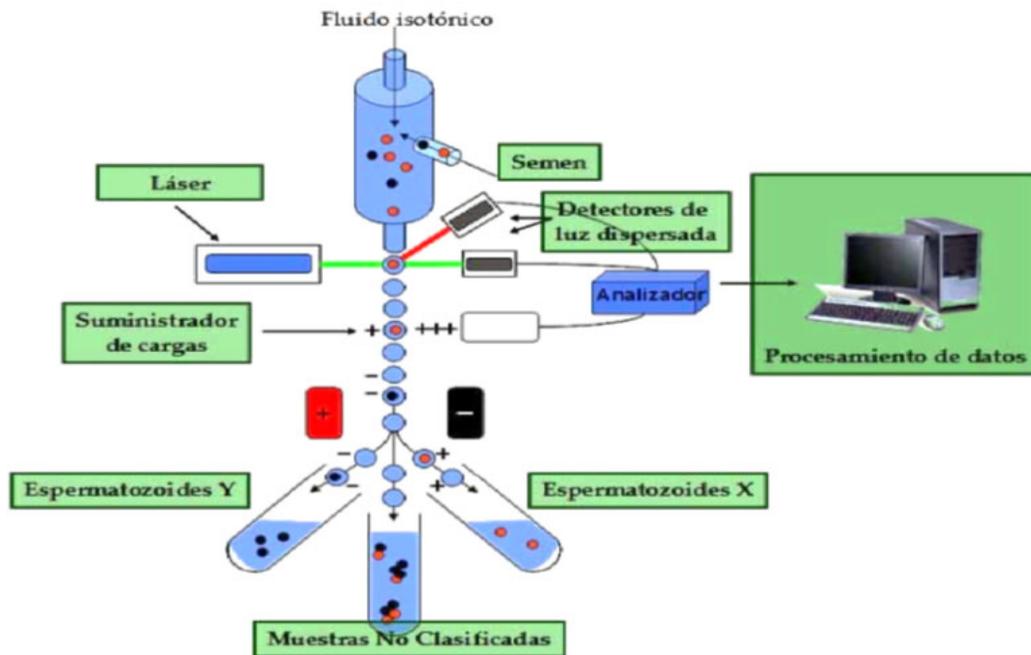
6. LITERATURA CITADA

- Abecia JA, Arrébola F, Palacios C. 2016. Offspring sex ratio in sheep, cattle, goats and pigs: influence of season and lunar phase at conception. *Biological Rhythm Research*. 48(3): 417-424. <http://dx.doi.org/10.1080/09291016.2016.1268325>
- Aguilar JJ, Cuervo Arango J, Santa Juliana L. 2015. Lunar cycles at mating do not influence sex ratio at birth in horses. *Chronobiology International*. 32(1): 43-47. doi: 10.3109/07420528.2014.950738
- Alfonso L. 2005. Sex ratio of offspring in pigs: farm variability and relationship with litter size and piglet birth weight. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 3(3): 287-295. doi: 10.5424/sjar/2005033-151
- Almiñana C, Caballero I, Heath PR, Maleki-Dizaji S, Parrilla I, Cuello C, Gil MA, Vazquez JM, Roca J, *et al.* 2014. The battle of the sexes starts in the oviduct: modulation of oviductal transcriptome by X and Y-bearing spermatozoa. *BMC Genomics*. 15(293). doi:10.1186/1471-2164-15-293
- [Anaporc] Asociación Nacional de Porcicultura Científica. 2019. La alianza para poner fin a la castración quirúrgica del cerdo anuncia éxitos en la cría de precisión. 8 p. [consultado el 12 de oct. de 2020]. <https://www.archivo-anaporc.com/2019/11/25/la-alianza-para-poner-fin-a-la-castraci%C3%B3n-quir%C3%B3rgica-del-cerdo-anuncia-%C3%A9xitos-en-la-cr%C3%ADa-de-precisi%C3%B3n/>
- Arroyo A. 2008. Sexado de semen una nueva herramienta para la producción de carne. *Revista AnGus*. Bs. As. 241: 37-39.
- Aguirre Riofrio EL, Uchuari Pauta ML, Ureña Ureña J, Rosillo Cueva C. 2019. Influencia de las fases lunares como una herramienta de medición de acontecimientos reproductivos. Primera aproximación. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. 6(2): 85-92.
- Baxter EM, Jarvis S, Palarea Albaladejo J, Edwards SA. 2012. The weaker sex? The propensity for male-biased piglet mortality. *PLoS ONE*. 7(1): e30318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030318>
- Chaves J. 2018. Calidad de carne de cerdo depende de varios factores. *Maiz y Soya*. [consultado el 30 de sept. de 2020]. <http://maizysoya.com/lector.php?id=20180612&tabla=articulos>
- Chen ZY, Dziuk PJ. 1993. Influence of initial length of uterus per embryo and gestation stage on prenatal survival, development and sex ratio in the pig. *Journal of Animal Science*. 71(7): 1895-1901. <https://doi.org/10.2527/1993.7171895x>
- Collell M. 2010. Manejo en cebo - Efectos de la dieta en los tres sexos (castrados, enteros hembras). [consultado el 30 de ago. de 2020]. https://www.3tres3.com/articulos/manejo-en-cebo-efectos-de-la-dieta-en-los-tres-sexos_4396/
- Córdova Izquierdo A, Iglesias Reyes A, Espinosa Cervantes R, Guerra Liera J, Inzunza Castro J, Juárez Mosqueda M, Rodríguez Denis B. 2016. Aplicación de la citometría de flujo en veterinaria. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*. 10(2): 60-73. doi: 10.5209/RCCV.54514

- Correa LM, Fernández JL. 2017. Influencia de la melatonina sobre la fisiología y la conducta de ungulados. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 19(3): 337-350. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.298>
- [CPP] Comunidad Profesional Porcina. 2020. Diccionario porcino. Argentina: 3tres3; [consultado el 26 de oct. de 2020]. https://www.3tres3.com/diccionario-porcino/G/gestacion_123/
- De Tena Andreu S, Porrás Castillo A, Lancho De León G. 1976. Sexo y estación del parto en porcinos. *Archivos de Zootecnia*. 25(97): 87-95.
- El Patagónico. 2016. Mitos y verdades sobre la carne de cerdo. Argentina: El Patagónico; [consultado el 29 de sept. de 2020]. <https://www.elpatagonico.com/mitos-y-verdades-la-carne-cerdo-n1482520>
- EMLAB. 2020. Porcine semen sexing agents. EEUU: EMLAB GENETICS; [consultado el 11 de oct. de 2020]. <https://www.emlabgenetics.com/pigs>
- Esteves R, Marcos ED, Cervellini JE. 1985. Tasa de crecimiento de cerdos capones y hembras sin servicio bajo un mismo régimen alimenticio alojados por diferencia de sexo. *Rev. Rac. Agronomía U.N.L. Pam.* 1(1-2): 1-2.
- [FAO] Food and Agriculture Organization . 2020. Perspectiva alimentaria. Informe semestral sobre los mercados mundiales de alimentos. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; [consultado el 30 de sept. de 2020]. <http://www.fao.org/3/ca9509en/CA9509EN.pdf>
- Hernández Hernández DE. 2014. Fases lunares y su influencia en la concepción, parto y sexo de las crías en vacas lecheras en la hacienda El Milagro, municipio de Caluco, departamento de Sonsonate, El Salvador. [Tesis]. El Salvador: Universidad de El Salvador. 73 p.
- Hernández Méndez. 2019. ¿Cómo se ve la luna desde distintos hemisferios terrestres? TEKCRISPY. [consultado el 15 de sept. de 2020]. <https://www.tekcrispy.com/2019/01/07/como-se-ve-la-luna-hemisferios/#:~:text=Desde%20la%20perspectiva%20de%20las,las%20personas%20del%20hemisferio%20Norte.&text=Por%20ejemplo%2C%20cerca%20del%20Ecuador,se%20observa%20de%20otra%20forma.>
- IDEAL. 2020. Calendario Lunar. España: IDEAL; [consultado el 27 de may. de 2020] <https://calendarios.ideal.es/calendario-lunar>
- Laguna Bazarra RA. 2014. Análisis de factores peri-concepcionales que influyen en la proporción del sexo en el ratón [Tesis]. España: Universidad de Murcia. 190 p.
- [LIADA] Liga Iberoamericana de Astronomía. 2018. Sección lunar, Fases lunares. España: LIADA; [consultado el 20 de jun. de 2020]. <https://observacionlunar.wordpress.com/fases-lunares/>
- Martínez Redondo GI. 2015. ¿Macho o hembra? El secreto de su determinación. 1º Genética; [consultado el 15 de sept. de 2020]. http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica_gen201516/portfolio/%C2%BFMacho%20o%20hembra2016_5_3P19_11_18.pdf

- Mera Andrade RI, Artieda Rojas J, Muñoz Espinoza M, Romero Viamonte K. 2017. Influencia lunar en cultivos, animales y ser humano. *Episteme*. 4(1): 37-47.
- Navarrete Patiño JM. 2017. Determinación de la influencia de las fases lunares en el sexo de crías bovinas en hatos lecheros [Tesis]. Ecuador: Universidad Central de Ecuador. 56 p.
- Ochoa RF. 2017. Evolución del semen sexado, herramienta indispensable en la ganadería moderna. EEUU: STGenetics; [consultado el 20 de may. de 2020]. <http://fz.uach.mx/noticias/2017/10/23/Evolucion%20Semen.pdf>
- Onken D, Marty E, Palomares R, Xie R, Zhang L, Arnold J, Gutierrez JB. 2017. The lunar cycle's influence on sex determination at conception in humans. EEUU: Cornell University. [consultado el 10 de oct. de 2020]. <https://arxiv.org/abs/1706.08151>
- Rendón Mancías M, Villasís Keever M, Miranda Novales M. 2016. Estadística Descriptiva. *Revista Alergia Mexico*. 63(4): 397-407.
- Romat D. 2015. Comparación de índices productivos y económicos de la inmunocastración frente a la castración quirúrgica tradicional y cerdas hembra [Tesis]. Argentina: Universidad de Buenos Aires. 25 p.
- Roppa L. 2012. Manejo y alimentación de los cerdos en la fase de crecimiento y terminación. Colombia: Solla Nutrición Animal; [consultado el 27 de may. de 2020]. <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Crecimiento%20y%20engorde.pdf>
- Toro MA, Fernández A, García Cortés LA, Rodrigáñez J, Silió L. 2006. Sex ratio variation in iberian pigs. *Genetics*. 173(2): 911-7.
- Torres A. 2012. Determinar la influencia de la luna en la agricultura [Tesis]. Ecuador: Universidad de Cuenca. 79 p.
- Trivers R, Willard D. 1973. Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science*. 1(4068): 90-92.
- Yonezawa T, Uchida M, Tomioka M, Matsuki N. 2016. Lunar cycle influences spontaneous delivery in cows. *PLoS ONE*. 11(8): e0161735.

7. ANEXOS

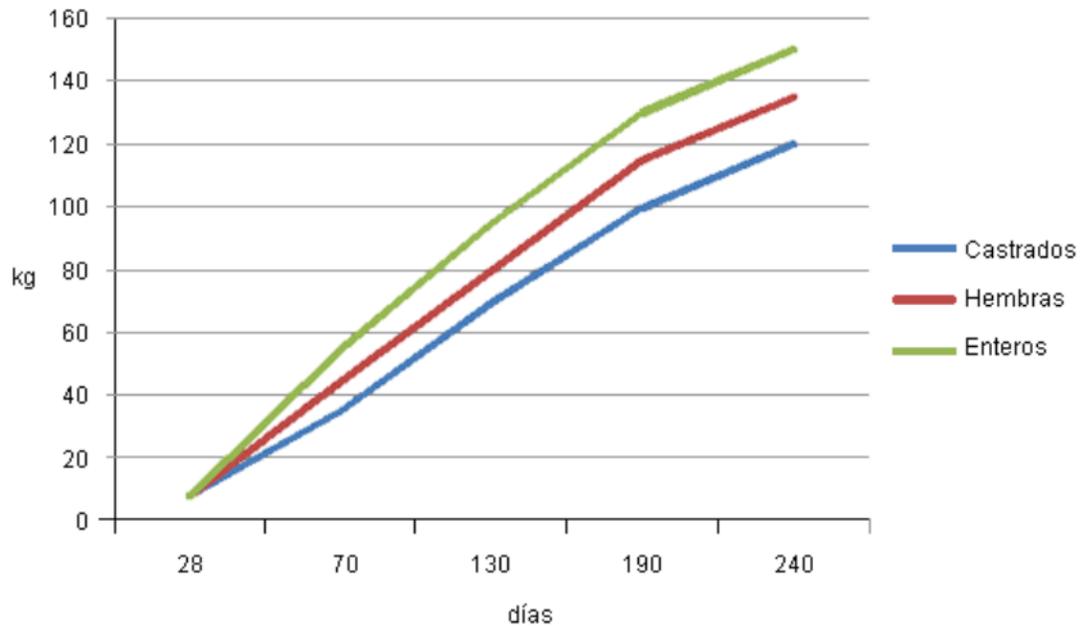


Anexo 1. Separación de espermatozoides por citometría de flujo.
Fuente: Córdova Izquierdo *et al.* 2016.

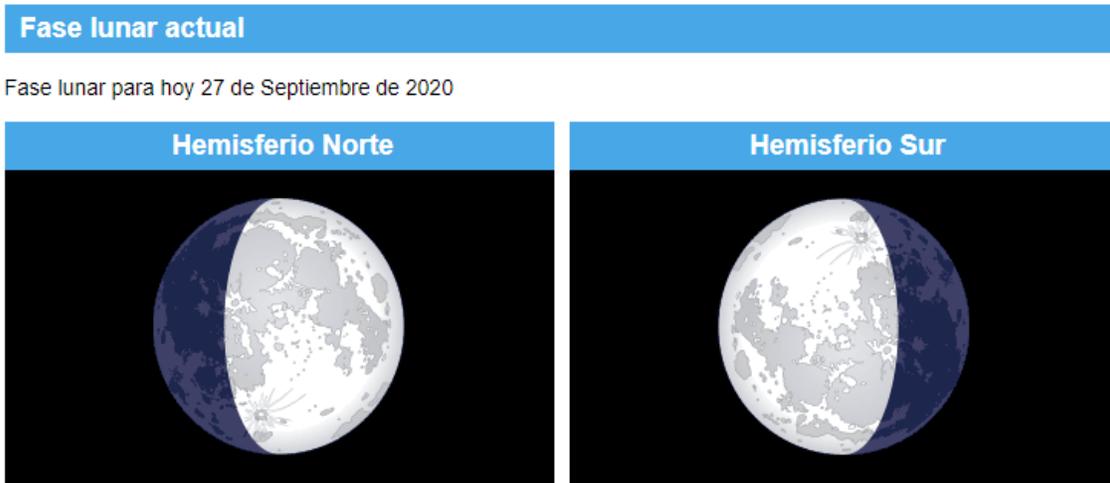
Anexo 2. Porcentaje de iluminación a lo largo del ciclo lunar.

Días desde Luna Nueva	% Iluminado	Nombre
0	0%	Luna Nueva
4	25%	Luna creciente o luna creciente cóncava
7	50%	Cuarto Creciente
10	75%	Luna creciente convexa o creciente gibosa
14	100%	Luna Llena
18	75%	Luna menguante convexa o menguante gibosa
22	50%	Cuarto Menguante
26	25%	Luna menguante o menguante cóncava

Modificado de: LIADA 2018.



Anexo 3. Crecimiento de cerdos según su sexo.
Fuente: Collen 2010.



Anexo 4. Ejemplo de vista de la luna desde diferentes hemisferios de la tierra.
Fuente: Tu Tiempo. 2020. Fases lunares. Fase lunar actual. [consultado el 27 de sept. de 2020].
<https://www.tutiempo.net/luna/fases.htm>