

Estrategias zootécnicas para reducir la mortalidad de lechones lactantes

Trabajo de grado para optar por el título de Zootecnista

Andrés David Mira Loaiza

Asesor

Juan David Roldán Jaramillo

Industrial Pecuario

Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias

Zootecnia

Corporación Universitaria Lasallista

Caldas – Antioquia

2017

Contenido

Glosario.....	3
Resumen	6
Introducción.....	8
Justificación.....	10
Objetivos.....	11
Marco Teórico.....	12
Contexto Empresarial	29
Estrategias para el control de la mortalidad en lechones	56
Recomendaciones	58
Conclusiones.....	59
Referencias	60

Glosario

Bienestar animal: Engloba todas aquellas condiciones que se consideran importantes para garantizar la ausencia de sufrimiento de los animales de granja y las condiciones que propicien la expresión de su comportamiento natural.

Camada: En el parto de un animal, es el conjunto de seres nacidos del mismo padre (mismos progenitores).

Calostro: Es la primera leche que produce la madre después del parto. Se trata de una especie de leche más concentrada; contiene más energía y nutrientes que contiene inmunoglobulinas.

Cortisol: Hormona esteroidea, producida por la glándula suprarrenal. Se libera como respuesta al estrés y a un nivel bajo de glucocorticoides en la sangre.

Destete: Momento en el que el animal deja de alimentarse de leche materna y empieza a ingerir otro tipo de alimentos (concentrado). En el destete los lechones son separados de la madre.

Embrión: Es el organismo multicelular que se desarrolla en el útero después de la fertilización del óvulo por un espermatozoide.

Estrategia: Planificación de acciones que se propone un individuo o grupo que alinean las metas y objetivos.

Estrés: Se presenta en animales cuando se enfrentan a un manejo adverso o un ambiente inadecuado. El estrés hace a los animales más susceptibles a enfermedades y reduce su productividad.

Hipotermia: Pérdida de temperatura. Es frecuente en los lechones recién nacidos y puede conducirlos a la muerte.

Inanición: Estado de extrema debilidad y desnutrición que afecta el organismo y es consecuencia de la ausencia de ingesta de nutrientes.

Jerarquía: Dentro de un grupo de cerdos se establece un orden de superioridad o de subordinación. Para establecer el orden jerárquico los animales se pelean.

Lactancia: Período en el que el recién nacido se alimenta de leche materna, en este caso, período en que el lechón lacta.

Lactosa: Hidrato de carbono que contiene la leche, formado por glucosa y galactosa, y que es muy digestible para el lechón.

Lechón: Animal recién nacido proveniente de la cerda, se le denomina lechón hasta que es destetado.

Lisina: Es un aminoácido esencial que suele ser uno de los más importantes en las dietas de cerdos porque tiende a ser deficiente.

Mortalidad pre-destete: Lechones nacidos que no logran llegar al destete, mueren durante la fase de lactancia.

Nacido vivo: Lechón que ha nacido con signos vitales.

Nacido muerto: Lechón que no alcanza a respirar, muere en el canal del parto, por hipoxia, ruptura del cordón umbilical o días antes del nacimiento.

Paridera: Lugar en el que se aloja la cerda, donde se presenta el parto y se da toda la fase de lactancia.

Placenta: Es una membrana que envuelve al feto durante toda la gestación, a través de la cual se establece el intercambio nutritivo entre el feto y la madre. Cada lechón está rodeado por una membrana placentaria independiente.

Sanidad: La sanidad abarca todas aquellas prácticas que podemos llevar a cabo para preservar la salud de los animales.

Splay-leg: Defecto congénito en lechones durante los primeros días después del nacimiento. Los lechones que lo padecen muestran un defecto en el desarrollo que causa cierta debilidad en las patas por lo que quedan abiertas de patas.

Ubre: Es el conjunto de todas las mamas o pezones de la madre. También se denomina línea mamaria, porque las mamas se encuentran alineadas formando los complejos mamarios derecho e izquierdo.

Resumen

La zootecnia es una ciencia que estudia diversos parámetros para el mejor aprovechamiento de los animales domésticos y silvestres, pero siempre teniendo en cuenta el bienestar animal, siendo estos útiles al hombre, con la finalidad de obtener el máximo rendimiento, administrando los recursos adecuadamente bajo criterios de sostenibilidad.

Se ocupa del estudio de la producción de animales, así como de sus derivados (carne, huevo, leche, piel, etc.) y subproductos, sin detrimento del bienestar animal. El objetivo general ha de ser la obtención del óptimo rendimiento de las explotaciones pecuarias existentes.

Uno de los sistemas de producción es la porcicultura, basándose en la crianza, levante y finalización de cerdos, con el objetivo de aprovechar su carne para el consumo humano. La etapa de lactancia en los lechones es una de las más críticas y en la que ocurre mayor número de muertes, dificultando la productividad de una granja. La mortalidad pre-destete es un fenómeno que causa una importante reducción en la productividad de las granjas porcinas y está directamente relacionada con la calidad del manejo brindado al lechón. Las prácticas en el manejo del lechón en esta etapa conllevan el bienestar o no del mismo (Pérez, 2010).

Algunas prácticas del manejo del lechón son vitales, tales como limpieza y secado, corte y desinfección del ombligo, provisión de calor suplementario, propiciar el amamantamiento de lechones, transferencia de los mismos, crianza con calostro o

alimento artificial, sacrificio de lechones nacidos con bajo peso, corte de cola, identificación, suplementación de hierro, prevención de diarreas, suministro de la primera ración, castración de lechones y síndrome de abducción de las patas o “splay leg”; todo esto con el fin de mejorar la productividad y disminuir la mortalidad de lechones lactantes (Pérez, 2010).

Introducción

En la porcicultura se ha venido creando métodos basados en la producción en cadena, donde se garantiza la obtención continua y uniforme de partos de las hembras comunes y de reemplazos. Los lechones nacidos de las reproductoras tienen grandes diferencias en el peso vivo, lo que puede depender del peso y tamaño de la camada, edad de la cerda y duración del parto. El interés de reducir cada vez más la mortalidad en lechones lactantes crece día a día, gracias a los resultados positivos de la reducción en pérdidas de lechones, lo que motiva a seguir innovando, creando estrategias y así mejorar la productividad tanto de la cerda como de la granja (Pérez Pineda, Velázquez Rodríguez, Pérez Freeman, & Valdés Carrazana, 2002).

La Asociación Colombiana de Porcicultura y el fondo Nacional de Porcicultores de Colombia en su informe técnico en el 2016 reportaron una mejoría en los parámetros reproductivos y productivos de sus granjas, con una reducción en los indicadores de mortalidad pre-destete y un aumento en los nacidos totales y nacidos vivos ("Análisis de la industria porcícola en Colombia N° 4," 2016).

La mortalidad en los lechones está influenciada principalmente por las condiciones gestacionales de la nutrición de la cerda, el tamaño y la transferencia placentaria de nutrientes, el peso al nacer, la atención en el parto y las condiciones de bienestar tanto de la hembra como del lechón (Alonso-Spilsbury, Ramirez-Necoechea, Gonzalez-Lozano, Mota-Rojas, & Trujillo-Ortega, 2007; Baxter et al., 2009).

El número de lechones destetados por cerda es un indicador importante para medir la productividad en la granja. Por ello, controlar los factores que inciden en la mortalidad de los lechones, tales como traumas, aplastamientos, baja viabilidad de los animales por su bajo peso al nacimiento, deficiencias en la alimentación, baja aptitud materna y baja respuesta ante los percances de los lechones, son el objetivo de todo profesional que desea mejorar la productividad.

Justificación

Para seguir siendo competitivos en el mercado de la carne de cerdo, esta industria debe hacer frente a problemas de urgente solución, si se quiere mejorar la productividad, rentabilidad y la aceptación de parte del consumidor, ya que está inmersa en un mercado altamente competitivo y global.

La eficiencia porcina está relacionada con el control de los factores asociados a la mortalidad neonatal. De ella se deriva la disminución en el rendimiento de la cerda y mayores pérdidas económicas (Houška, Wolfová, Nagy, Csörnyei, & Komlósii, 2010). Sin embargo, aunque la mortalidad de porcinos es mayor que las de otras especies como equinos y bovinos, algunos productores han considerado permisibles las cifras altas de incidencia de mortalidad, por considerarlas normales (Pérez, 2010). El problema sólo es visualizado por el productor, cuando se hacen análisis comparativos de indicadores de producción con otras granjas.

Por lo anterior, es fundamental conocer los factores que afectan la mortalidad en lechones lactantes, dado que la muerte es una pérdida para la industria porcícola, toda vez que los lechones con más riesgo de morir requieren costos extras, producen menos carne y demandan más cuidado (Quiles, 2006).

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un plan estratégico para reducir la mortalidad en lechones lactantes de la granja Chaquiro de la empresa Antioqueña de Porcinos.

Objetivos Específicos

- Conocer los factores de riesgo asociados a la mortalidad de lechones.
- Identificar las causas de mortalidad de lechones nacidos en la granja.
- Diseñar estrategias de control de la mortalidad de los lechones nacidos en la granja.
- Evaluar los resultados de la ejecución del plan estratégico para el control de la mortalidad de lechones en la granja.

Marco Teórico

Causas de mortalidad en lechones lactantes

La supervivencia de los lechones es uno de los objetivos más importantes en una granja comercial. Si bien la manipulación genética ha permitido lograr mejores resultados, aún el número de cerdas altamente productivas no es muy alto y la mortalidad de lechones en países desarrollados continúa siendo importante y oscila entre el 10 y 20%.(KilBride et al., 2012; Kirkden, Broom, & Andersen, 2012; Koketsu, Takenobu, & Nakamura, 2006; Marantidis, Papadopoulos, Michailidis, & Avdi, 2013). El periodo de mayor vulnerabilidad para el lechón son las primeras 24 horas y es en la primera semana de vida donde se registra aproximadamente el 50% de las muertes de los lechones lactantes (O'Reilly et al., 2006).

Respecto a la productividad, la Meat and Livestock Commission en uno de sus reportes refiere para Gran Bretaña un promedio de 10-12 lechones por camada, considerando entre 2 y 2.4 partos/año (O'Reilly et al., 2006). En la industria porcícola moderna un objetivo deseable de lechones destetados por cerda/año es de 30. (Knox, 2005). Adicionalmente, es importante considerar como limitante para lograr este objetivo el número significativo de nacidos muertos y sus causas. Algunos estudios han reportado cifras de éstos entre el 6.5 y 11.5 % (Ibanez-Escriche, Varona, Casellas, Quintanilla, & Noguera, 2009; KilBride et al., 2012; Strange, Ask, & Nielsen, 2013).

La mortalidad de los lechones está determinada principalmente por la relación de tres aspectos: condiciones propias del lechón, las de la cerda y las propias del ambiente

(Alonso-Spilsbury et al., 2007; Baxter et al., 2009). Respecto al lechón se debe considerar una mayor supervivencia de los que nacen con mayor peso; aquellos que preservan mejor su temperatura corporal y aunque no hay una significancia estadística en algunos estudios, se reporta mayor tendencia a nacer muertos si se es hembra. Se observa una correlación positiva entre los lechones de mayor peso y su capacidad de termorregulación, succión más temprana y reacción corporal al nacimiento (Baxter et al., 2009).

La mortalidad posnatal puede ser causada por factores infecciosos y no infecciosos. Entre los factores infecciosos predominan las causas de origen respiratorio y cuadros diarreicos, esta última con reportes de mortalidad de un 10% (KilBride et al., 2012; Muns, Nuntapaitoon, & Tummaruk, 2016). Entre las causas de mortalidad de naturaleza no infecciosa, predominantemente se encuentra el aplastamiento del lechón por la cerda, y las cifras oscilan entre un 19 y 58% de los nacidos vivos; baja viabilidad 2-30% e inanición del 5-20% (KilBride et al., 2012; Westin et al., 2015).

Uno de los factores asociados a la inanición es la baja producción de leche en los primeros días postparto y el alto número de la camada, ello limita el crecimiento de los lechones más pequeños y aumenta la mortalidad. La hipoglicemia es un reflejo del bajo consumo de leche por parte del lechón, bien sea debido a la baja producción de leche de la cerda, por competitividad o por la deficiente succión. Por lo anterior es fundamental optimizar la calidad de la alimentación de la cerda y con ello su producción de leche, a fin de mejorar su volumen y el contenido de sólidos, contribuyendo así a la supervivencia, vitalidad y la evolución de su peso, tanto global como de la calidad del tejido ganado en los lechones. Además, protege la excesiva pérdida de peso de la cerda y su ciclo

reproductivo (de Passillé & Rushen, 1989; Duan et al., 2016; Feyera & Theil, 2017; Huang, Liu, Sun, & Peng, 2013; King, Mullan, Dunshea, & Dove, 1997; Pedersen, Bruun, Feyera, Larsen, & Theil, 2016; Hélène Quesnel, Chantal Farmer, & Nicolas Devillers, 2012; Rosero, Boyd, McCulley, Odle, & van Heugten, 2016).

La mortalidad perinatal también es influenciada por camadas numerosas, la hipoxia, el peso al nacer, la conformación corporal, lechones delgados, largos y los de menor peso presentan cifras de mortalidad mayores (Baxter et al., 2009; Milligan, Dewey, & de Grau, 2002). Además, el estrés sufrido por la cerda durante la gestación y el parto pueden influenciar tanto la mortalidad al nacer, como la viabilidad de los lechones y la muerte de los mismos. El limitado espacio de la celda durante la lactancia afecta directamente la mortalidad de lechones, toda vez que el confinamiento limita la actividad natural de la cerda, reflejado en el aumento del nivel de cortisol (KilBride et al., 2012). Respecto a los lechones se ha reportado como causa de estrés su destete abrupto, lo cual puede comprometer el consumo de alimentos y la evolución, por lo cual se torna beneficioso hacer un destete gradual de los mismos (de Ruyter, van Wetter, Lines, & Plush, 2017).

El bienestar animal actualmente es un área de interés importante en el cuidado de los animales, porque la percepción, por parte del consumidor, del entorno en el que se desarrollan los animales est  tomando relevancia y condiciona la demanda. En el año 2012, la Organización Mundial de Sanidad Animal, adoptó principios generales del bienestar de los animales ha ser considerados en los sistemas de producción, dado que afectan principalmente la supervivencia y la mortalidad. Consideran 10 aspectos, de los cuales se resaltan : la selección genética, el ambiente y su influencia en la transmisión de

enfermedades, la movilidad en su ambiente y el descanso; condiciones medioambientales y nutricionales favorables; homogenización de camadas, prevención y control de enfermedades y capacitación de los operarios para el adecuado manejo del animal (Fraser et al., 2013).

Entre otras causas de mortalidad reportadas en algunos estudios están el destete tardío. O'Reilly y cols. reportaron un mayor riesgo de mortalidad en los lechones destetados a los 36 días respecto al destete a los 27 días. Asociaron otras causas tales como el uso de lámparas infrarrojas, frente a otros medios, para producir calor (O'Reilly et al., 2006). Así también, múltiples cruces genéticos continuos con resultados negativos en el lechón, bajo número de mamas funcionales por deficiente estímulo y pérdida de peso o muerte causada por la competencia heterogénea (Cumbe-Nacipucha, 2014).

Entre las medidas practicadas a fin de reducir la mortalidad se han reportado: suplemento de hierro, ello se asocia con mejores curvas de ganancia de peso y menor riesgo de enfermar, sumersión de ombligos, uso de luz artificial para calentamiento a efecto de proporcionar un ambiente termo neutral, parideras mayores a 5 mt² (O'Reilly et al., 2006), ya que las celdas de parto y lactancia utilizadas en las granjas comerciales afectan tanto la actividad física como comportamental de la cerda incidiendo en su bienestar.

Un estudio realizado en el Reino Unido mostró cómo los partos al aire libre respecto a los partos en interiores ofrecen mayor posibilidad de supervivencia de los lechones. Esta práctica disminuyó la mortalidad de los lechones en 1.3 %, aunque es necesario considerar que los partos al aire libre implican retos en el manejo de

bioseguridad y el control térmico. Además, en los sistemas productivos extensos se requiere una adecuada selección genética que contemple los aspectos de supervivencia ante los diferentes sistemas de parto (Baxter et al., 2009). Son también factores de riesgo el inadecuado manejo de la ventilación y la lactancia tardía (O'Reilly et al., 2006).

Una reducción en la mortalidad de lechones pre-destete de aproximadamente 2.5% puede significar en promedio 13 lechones viables por cerda/año, lo cual, si se considera un promedio de partos por cerda/año de 2.3, equivale aproximadamente a 65 kg de peso corporal vivo por cerda/año al momento del sacrificio (Muns et al., 2016).

Necesidades básicas del lechón

Es vital que los lechones se sientan en confort, que se sientan bien, con posibilidad de expresar todo su potencial genético y productivo. Se debe tener un buen sistema de alimentación, un lugar dónde descansar, defecar y que el tamaño de grupo en el corral sea el adecuado.

La alimentación es fundamental en todo ser vivo y más si está iniciando la vida. Alimentar un lechón no es solo suministrarle alimento, es saber cómo suministrarlo, qué cantidad y en qué condiciones está el alimento, además incluye la disponibilidad y calidad del agua.

Un cerdo en la etapa de crecimiento pasa entre el 80 y el 90% del tiempo descansando, por lo que es importante que los lechones tengan un lugar apropiado para el descanso (Casanova, 2015). Esta zona debe tener las condiciones medioambientales óptimas, es decir, en días fríos, una fuente de calor y en los cálidos, una buena fuente de aireación controlada, brindando un ambiente fresco. El piso debe estar seco y el lugar

de descanso, alejado del bebedero. El sitio elegido por los animales para defecar es el más alejado de la zona de descanso y de alimentación. Cuando estas zonas están bien definidas por los animales las respetan y es preciso garantizar que estén en buenas condiciones (Casanova, 2015).

Una camada numerosa es una de las mayores causas para que no se puedan delimitar adecuadamente estas zonas; es ahí donde pueden comenzar los problemas debido a que los animales van a dormir en un lugar sucio (zona de defecación), la zona de alimentación se vuelve de difícil acceso para ellos, los lechones comienzan a sentirse incómodos, se les ve débiles y enfermos, todo lo cual determina pobre desarrollo y pobres resultados finales (Casanova, 2015).

Temperatura óptima del lechón al nacer

Desde el momento en que nacen los lechones empiezan a gastar energía demandada por el movimiento y el intercambio de temperatura con el ambiente. Los lechones recién nacidos son altamente sensibles a las bajas temperaturas, el frío no les permite realizar necesidades básicas. Ellos están en una situación de pérdida de energía, ocasionando una reducción de la temperatura corporal que puede llegar hasta la hipotermia. Por tales motivos los lechones deben mamar calostro lo más rápido posible, al menos en las primeras 4 horas posparto y con ello comenzar a recibir energía. Este balance deficiente es una de las principales causas de mortalidad durante las primeras horas de vida generada por la muy limitada reserva energética con que nace el lechón. La reserva de grasa y el escaso pelaje demandan el suministro inmediato de fuentes de calor. Durante la primera hora de vida todos los lechones pierden temperatura, entre más

pequeño, más susceptible y más difícil recuperarla. Es fundamental secar bien el lechón y asegurar que se apropie de un pezón; de lo contrario, suministrarle una fuente energética mientras se recupera y pueda competir por alimento. Para llegar a los 37 grados centígrados ideales al nacimiento se necesitan fuentes de calor extra como placas calefactoras y lámparas (Casanovas, 2010).

Nutrición del lechón

La primera semana de vida extrauterina es crítica para la supervivencia de los lechones. Muchos lechones mueren en los primeros 3 días de vida porque su reserva de energía corporal al nacer es mínima; el requerimiento de energía es alto por su mayor actividad física (locomoción y succión); es alta la demanda para la termorregulación, dada la carencia de tejido graso corporal disponible para oxidación, su alto metabolismo muscular y la superficie corporal alta en relación a su peso. Por lo anterior es más importante, en la reducción de la mortalidad de lechones, enfocarse prioritariamente en la supervivencia en esta etapa. La nutrición esmerada, con mayor atención en los más pequeños, puede beneficiar la supervivencia. La suplementación de algunos nutrientes, entre ellos suplementos de proteína y energía mejoran la supervivencia de lechones con ingestas de calostro sub-óptimas. De otra parte, suplementos de algunos lípidos mejoran la supervivencia de los lechones de bajo peso al nacer (Casellas, Casas, Piedrafita, & Manteca, 2005; Moreira et al., 2017; Theil, Lauridsen, & Quesnel, 2014).

En esta etapa las fuentes de energía con que cuenta el neonato al nacer son el glucógeno hepático (9.6% del peso del hígado) y muscular (6.5-8.4% del peso del tejido muscular) aproximadamente por 16 horas, siendo mayor la reserva muscular en relación

a su peso total. Luego, el aporte del calostro provee principalmente lactosa y grasa como fuente de energía durante 18 horas más en promedio, para luego acceder a la leche de transición la cual se produce aproximadamente 34 horas después de nacido el primer lechón. Esta provee mayor cantidad de grasa y energía, permitiéndole al lechón obtener sus propias reservas de tejido graso y el logro de mejor regulación de su temperatura corporal.(Theil et al., 2014).

La reserva de glucógeno en los lechones es muy importante y está relacionada con las reservas energéticas y la dieta ofrecida antes del parto a la madre. Algunos estudios han probado este efecto mediante la dieta. Jean and Chiang reportaron un aumento de la reserva de glucógeno, tanto hepática como muscular del lechón de 14 a 20% , cuando se aporta en la dieta de la cerda gestante (a partir del día 84 hasta el día 28 postparto) triglicéridos de cadena media (TMC) y aceite de coco, al compararlos con un aporte similar de aceite de soya, con un impacto favorable en los lechones nacidos con un peso inferior a 1100 gr, aumentando la sobrevivencia de 48% a 80 y 99% con la dieta rica en aceite de coco y TMC respectivamente (Jean & Chiang, 1999; Theil et al., 2014).

Los TMC, en los estudios realizados, no han mostrado efectos adversos o teratogénicos en la cerda o en el feto, administrados en la dieta de la madre gestante a dosis de 4 gr/kg (Traul, Driedger, Ingle, & Nakhasi, 2000). Sin embargo, su uso en los lechones, como estrategia a fin de mejorar el aporte calórico y promover una mejor ganancia de peso y supervivencia en lechones de bajo peso al nacer, no es recomendada, ya que se ha observado en esta naturaleza de estudios efectos narcóticos y aumento de cuerpos cetónicos, causantes de vómitos en el lechón y aumento de la mortalidad. Un uso moderado de TMC mezclado con triglicéridos de cadena larga ha

mostrado beneficios como el aumento de la supervivencia de los lechones pequeños al nacer (< 1250g) especialmente si se ofrecen antes de la 12 horas postparto (Casellas et al., 2005). Los beneficios de la suplementación de ácidos grasos tanto en la cerda como en los lechones pueden estar relacionados no solo con su aporte energético, sino también con las funciones fisiológicas que tienen los triglicéridos de cadena larga, en especial los W6 y los W3 (Casellas et al., 2005; Rosero et al., 2016; Rossi, Pastorelli, Cannata, & Corino, 2010).

El calostro y la leche materna:

El consumo de calostro está condicionado por el peso al nacer, el acceso al pezón, la capacidad de succionar, la ausencia de complicaciones (hipoxia, ruptura del cordón umbilical, abducción de patas), la competencia por el pezón cuando la producción de calostro es inadecuada o la camada es grande respecto al número de sus pezones. El consumo no es afectado por el orden de nacimiento (Andersen, Naevdal, & Boe, 2011; Devillers, Farmer, Le Dividich, & Prunier, 2007).

El calostro comienza su producción poco antes del parto y termina aproximadamente a las 24 horas postparto. Y es de importancia vital principalmente por su contenido de inmunoglobulinas (Ig) fundamentales para el desarrollo del sistema inmunológico. El consumo promedio en las primeras 24 horas posnatales es de 250 a 300 gr, cantidad relacionada aparentemente con la cantidad de inmunoglobulinas que requieren ser transferidas, antes del cese de la absorción intestinal de inmunoglobulinas intactas, aporte directamente relacionado con la supervivencia del lechón. (Hélène Quesnel, Chantal Farmer, & Nicolas Devillers, 2012).

La cantidad de calostro consumido durante las primeras horas de vida es determinante de la supervivencia en lechones, especialmente por su contenido de IgG la cual provee inmunidad sistémica y puede reducirse hasta en un 80% en las primeras 24 horas postparto. Devillers y cols. reportaron una mortalidad de 7.1% cuando los lechones consumieron más de 200 g de calostro y 43.4 % con consumo inferior a este valor. También se deriva de ahí el impacto a largo plazo, según el cual, ingestas inferiores a 290g afectan la ganancia de peso corporal hasta en un 15% y las bajas ingestas se correlacionan con niveles de IgG sanguíneas menores en el periodo posterior al destete. Los niveles sub-óptimos de IgG pueden aumentar la susceptibilidad a infecciones y por consiguiente la necesidad de antibióticos (Devillers, Le Dividich, & Prunier, 2012; Moreira et al., 2017; Quesnel, Farmer, & Theil, 2015).

Los lechones que nacen tardíamente como consecuencia de un parto prolongado, mayor a 4-5 horas, tienen el riesgo de menor consumo de IgG, contenida en el calostro y puede reducirse hasta un 20% después de las 4 horas postparto. Por lo anterior se requieren protocolos claros de intervención para que ello no ocurra (extracción manual, uso adecuado de oxitocina para la inducción del parto, acceso a la ubre y a fuentes de calor, ofrecimiento de calostro o sustitutos de leche a lechones débiles. Son igualmente importantes los de rehidratación de la cerda cuando ella lo precise) (Devillers et al., 2012; Kirkden et al., 2012; Hélène Quesnel et al., 2012).

Los lechones pequeños de bajo peso al nacer son aquellos que demandan más trabajo, necesitan más ayuda y precisan recuperar su temperatura corporal ideal. Es fundamental el suministro de 20 cm de calostro de su madre treinta minutos después de su nacimiento. Es importante mantenerlos en un lugar donde la temperatura sea óptima

durante 30 minutos más y luego se les permite que se acerquen y accedan a un pezón (Casanovas, 2009).

Para reducir la mortalidad, entonces, una ingesta mínima de 200gr/día de calostro debe ser lograda en las primeras 24 horas y un consumo de 250 g es deseable para promover un mejor estado de salud y evolución de peso en los lechones lactantes y postdestete. Ello representa un consumo de 180g/kg, si se considera una media de peso al nacimiento de 1.4 kg (Hélène Quesnel et al., 2012; Theil et al., 2014). Otros componentes importantes del calostro son los factores de crecimiento y las enzimas responsables del crecimiento y desarrollo del tracto gastrointestinal y de la adaptación fisiológica a su nuevo entorno (Quesnel et al., 2015).

Dentro de los factores que pueden modificar la calidad del calostro están el uso de oxitocina para la inducción del parto, ésta puede reducir la cantidad de minerales y proteínas contenidos en el calostro. La calidad de la dieta ofrecida a la cerda (ingesta de energía, balance de aminoácidos, compuestos bioactivos, fuentes de grasa dietética) puede influir en el contenido de inmunoglobulinas y lípidos en la sangre de ella y en el volumen de calostro producido. La manipulación dietética puede influenciar el contenido de inmunoglobulinas en el calostro y las transferidas al lechón y el aporte energético no solo del calostro sino también el de la leche producida posteriormente por la madre, favoreciendo la evolución de la descendencia (Calderón-Díaz et al., 2017; Foisnet, Farmer, David, & Quesnel, 2011; Quesnel et al., 2009; Wang et al., 2016). La cantidad de calostro, a su vez, puede ser afectado por el número de partos de la cerda y su genética. Se ha observado que la producción de calostro es menor en el primer parto,

asociado entre otras causas a una menor concentración de prolactina, y luego aumenta hasta el cuarto parto donde empieza a decrecer (Quesnel et al., 2015).

El calostro rápidamente se transforma en leche de transición con decreciente nivel de inmunoglobulinas y aumento de lípidos. La leche de transición se produce desde las 24 horas hasta los 4 días posparto y se hace madura alrededor del día 10, momento en el que su concentración proteica es reducida significativamente y permanece más o menos constante en su aporte de lípidos y lactosa (Quesnel et al., 2015). Ver tabla 1

Tabla 1. Contenido de nutrientes y calorías en la leche (Quesnel et al., 2015)

	Calostro			Leche de transición	Leche madura	
	Temprano	Medio	Tardío		3 días	17 días
Tiempo postparto	0 horas	12 horas	24 horas	36 horas	3 días	17 días
Aporte (en 100ml)						
Grasa	5.1	5.3	6.9	9.1	9.8	8.2
Proteína	17.7	12.	8.6	7.3	6.1	4.7
Lactosa	3.5	4.0	4.4	4.6	4.8	5.1
Calorías	62	66	83	104	112	98

Aunque la leche madura, continúa aportando inmunoglobulinas tipo A (responsable de la protección contra patógenos a nivel intestinal) y albúmina, su contenido se va reduciendo paulatinamente y su importancia ahora radica en el contenido de macronutrientes, vitaminas y minerales que garantizan las calorías para el crecimiento del lechón, la termorregulación y en general la supervivencia (Hélène Quesnel et al., 2012) . La cantidad y calidad de la leche madura son factores fundamentales para la supervivencia, la ganancia de peso y la composición corporal

antes del destete. Tanto el volumen como su contenido de sólidos pueden ser manipulados por la dieta ofrecida a la cerda (Wang et al., 2016).

Los diferentes componentes secretados en la leche materna se producen a grosso modo de la siguiente manera: la albúmina, inmunoglobulinas, vitaminas y minerales son transferidos a la leche desde la sangre de la cerda; en tanto, nutrientes como la lactosa y las proteínas son sintetizados en las células epiteliales de la glándula mamaria a partir de la glucosa y aminoácidos disponibles. Los lípidos pueden ser transferidos a partir de la sangre y también sintetizados a partir del acetato y B-hidroxibutirato disponible, el cual requiere glicerol para conformar los triglicéridos. Este puede ser obtenido de la glucosa o del glicerol derivado de los triglicéridos maternos (Park, 2006).

La producción de leche es un factor determinante para la ganancia de peso de los lechones y su crecimiento posterior al destete. Sin embargo, la suplementación de leche en los lechones de un primer parto puede contribuir a una mejor ganancia de su peso, pero según Miller y cols. no se asocia con mayor supervivencia, al parecer es más importante para estos pequeños que se mejoren las estrategias, con miras a optimizar la inmunidad (Miller, Collins, Smits, Thomson, & Holyoake, 2012).

La producción láctea en la cerda tiene 4 períodos: calostro, meseta y descendente (éste a partir del día 30 aproximadamente). El volumen de leche producido por la cerda está relacionado positivamente con el número de lechones, y la fase ascendente de la producción está relacionada con la raza, la paridad, la nutrición y el método usado para estimar su producción, siendo de vital importancia ajustar las calorías y nutrientes en la alimentación de la cerda para responder adecuadamente a las demandas de su camada

(Quesnel et al., 2015). En las granjas de producción comercial los lechones no llegan al periodo donde la producción de leche inicia su descenso, ya que son destetados antes de que ello suceda. En relación con la duración de lactancia, Hansen y cols reportaron en su estudio que el nivel de lactancia promedio fue de 18,7 días (Hansen, Strathe, Kebreab, France, & Theil, 2012).

El intervalo de alimentación durante la lactancia se hace con el tiempo mayor, siendo, entre el día 5-6, entre 36 y 40 minutos; y entre el día 18-20, entre 39 y 48 minutos, considerando que la mama puede llenarse, después de un periodo de alimentación, en un tiempo de 35 minutos, siendo el vaciado de la misma uno de los factores importantes del estímulo de la producción láctea. De ahí la importancia de estimular en los lechones la succión frecuente, toda vez que espaciar mucho las mamadas no produce beneficios. La cantidad de leche producida puede estimarse pesando la camada, lo que refleja la conversión de leche en peso (Quesnel et al., 2015).

Bajo condiciones de acceso libre al alimento, los lechones son capaces de consumir el alimento suficiente para llenar sus requerimientos energéticos y de nutrientes que le permitan tener un crecimiento adecuado y una retención apropiada de proteína y grasa. Se ha observado en lechones crossbred con peso entre 20-30 kg, a una temperatura ambiente de 23°C, un promedio de ingesta de 1.5 litros de leche materna, una ingesta de 114 ml por mamada y un número de mamadas de 14.4, con un patrón de consumo predominantemente diurno (consumen el 67% de sus requerimientos) (Noblet & Milgen, 2013).

El consumo de alimentos se refleja en la ganancia de peso y está condicionada por varios factores, entre ellos la temperatura ambiental. Un estudio reportó la relación entre la temperatura, el consumo y la ganancia de peso en cerdas lactantes, lo cual se refleja en los lechones en crecimiento (con peso promedio de 25 kg), en los cuales se estimó una reducción de la ingesta de 10g/°C entre temperaturas de 20 a 25°C y de 30 g/°C entre 25 y 30°C. Como consecuencias de la producción en clima tropical, en cerdas gestantes se genera una reducción del consumo voluntario y a la postre, la producción de leche durante la lactancia y se relaciona con mayor muerte embrionaria. (Noblet & Milgen, 2013). Una estrategia para promover un consumo mayor de energía en las cerdas que viven en regiones con temperaturas altas, es mejorar la densidad energética de la alimentación, aumentando el contenido de grasa y regular el aporte de fibra, reflejándose en el aporte energético de la leche consumida por sus lechones (Noblet & Milgen, 2013; Renaudeau, Anais, & Noblet, 2003).

La lactosa es el principal carbohidrato de la leche, hidrolizándose en glucosa y galactosa, azúcares que se absorben directamente al torrente sanguíneo donde se metabolizan y son usados como fuente de energía, y en presencia de un consumo extra serán almacenados como glucógeno en hígado y músculo. Aporta en promedio el 50% de los requerimientos de glucosa, siendo esencial para la supervivencia del lechón en los primeros 2 a 3 días de vida (Soede, 2005).

Es importante que el estrés de la cerda antes, durante y después del parto sea mínimo; alimentar adecuadamente a la hembra durante la gestación y lactación, así mismo garantizarle una fuente de agua de buena calidad (Noblet & Milgen, 2013).

Medidas para mejorar la supervivencia de los lechones

Adopción y homogenización de las camadas

La adopción y homogenización es una técnica que consiste en seleccionar los lechones débiles o con problemas para alimentarse y trasladarlos a cerdas con buen instinto maternal y con buena producción de leche, con mayor éxito si se realiza en las primeras 48 horas de vida y tempranamente en el período posparto de la hembra receptora. Ello con el objetivo de equiparar la camada en número y peso e igualar las condiciones de competitividad del grupo. Adicionalmente, la elección de un pezón específico por parte del lechón permite aumentar las posibilidades de supervivencia al mejorar la ingesta inicial de calostro y luego de alimento materno (Cumbe-Nacipucha, 2014).

Algunos autores recomiendan realizar la homogenización posterior a las 24 horas post-parto y ofrecer al lechón el calostro de su propia madre, para garantizar una adecuada transferencia de la inmunidad, el calostro de otra hembra puede no otorgar la inmunidad celular adecuada al lechón adoptado (Hélène Quesnel et al., 2012).

Con una adecuada homogenización se reduce la competencia desigual, la mortalidad pre-destete y la variabilidad de peso en las camadas, lo que mejora la supervivencia de los más pequeños y por ende la productividad en la granja. Esta técnica a logrado disminuir la mortalidad de lechones pre-destete hasta en un 45% en lechones con pesos de 800 gr en camadas con pesos similares (Cumbe-Nacipucha, 2014).

La adopción tardía puede causar problemas emocionales y físicos en los lechones y también interferir en el comportamiento de la hembra, aumentando el riesgo de lesión

y aislamiento por parte de los lechones residentes y la hembra, pérdida de peso, trastorno de orden de pezones e intento de huida de los lechones adoptados. Esta práctica impacta negativamente el bienestar animal debido a que somete el lechón y la cerda a estrés social y ambiental (Cumbe-Nacipucha, 2014).

Contexto Empresarial

Antecedentes

Antioqueña de Porcinos S.A.S. es una empresa colombiana fundada en 1999, ubicada en San Antonio de Prado, Corregimiento de Medellín; la compañía nace de una tradición familiar y a través de los años, se ha posicionado en el mercado y se ha convertido en una empresa que posee las más modernas instalaciones en el país, con tecnología de punta, procedimientos y personal calificado acordes con las más altas exigencias de calidad.

Es una empresa con un enfoque vertical de la producción Porcina. Cuenta con todo el ciclo productivo: desde la reproducción, cría, precebo y ceba, hasta el beneficio, deshuese y el procesamiento de carnes frescas de ganado porcino y una completa línea de productos horneados y ahumados listos para consumir, los cuales son comercializados en sus cadenas de tiendas PORCICARNES.

Su plataforma estratégica está definida de la siguiente manera:

Misión

La razón de ser de Antioqueña de Porcinos S.A.S. con su marca PORCICARNES, es deleitar y satisfacer las necesidades alimenticias de consumidores de carne de cerdo y sus derivados, con productos nutritivos y saludables. Siempre comprometidos con el respeto a nuestros clientes, proveedores, empleados y el medio ambiente.

Visión

Nuestra tradición, experiencia y conocimiento en la industria porcina nos permitirá fidelizar nuestros clientes nacionales y cautivar los mercados internacionales; a través de comercialización directa y de nuestros socios de negocios mayoristas y minoristas. Aunado al desarrollo, innovación y valor agregado de productos de carne de cerdo, con una excelente logística y servicio al cliente, un elevado nivel de responsabilidad social y ambiental.

Creemos apoyados en un recurso humano calificado, tecnología de punta y altos estándares de calidad e inocuidad.

Objetivos Estratégicos

- Garantizar la inocuidad y calidad de los productos ofrecidos a nuestros clientes.
- Cumplir con los requisitos establecidos por los clientes y mantener un alto nivel de satisfacción de los mismos.
- Contar con personal competente, capacitado y en continua formación.
- Garantizar el crecimiento y la rentabilidad del negocio.
- Cumplir con la regulación nacional asociada al sector (productos cárnicos y área ambiental).
- Contar con proveedores confiables y promover las relaciones de mutuo beneficio.
- Contar con mecanismos que garanticen el mejoramiento continuo y la eficacia de los procesos.

Valores Corporativos

Somos fieles a nuestra tradición empresarial, la cual está orientada por principios y valores que promueven, el trabajo en equipo, la ética, el respeto hacia nuestros colaboradores y proveedores con un enfoque al cumplimiento de las expectativas de los clientes.

Respeto

Reconocemos los intereses y necesidades de nuestros consumidores, para desarrollar productos nutritivos y saludables, acordes con los lineamientos estipulados por las entidades regulatorias, gestionando de manera responsable el impacto de nuestras operaciones, en el talento humano, la comunidad y el medio ambiente.

Lealtad

La caracterización de nuestros procesos, refleja el compromiso de suministrar Carne de Cerdo de Absoluta Confianza, a través de la ejecución de las mejores prácticas, a nivel de producción, logística y comercialización.

Honestidad

En el entorno competitivo, nuestro comportamiento se desarrolla en coherencia a principios rectores tales como la integridad, la transparencia y la rectitud, estableciendo como indicador modelo, el cumplimiento de las expectativas de nuestros clientes.

Pertenencia

Nos sentimos orgullosos de proporcionar productos y servicios que gozan de una inocuidad y trazabilidad insuperable, gracias al esfuerzo colectivo de nuestros empleados

que trabajan incansablemente, para continuar liderando el mercado de la industria porcina.

Mortalidad pre-destete en la Granja Chaquiro

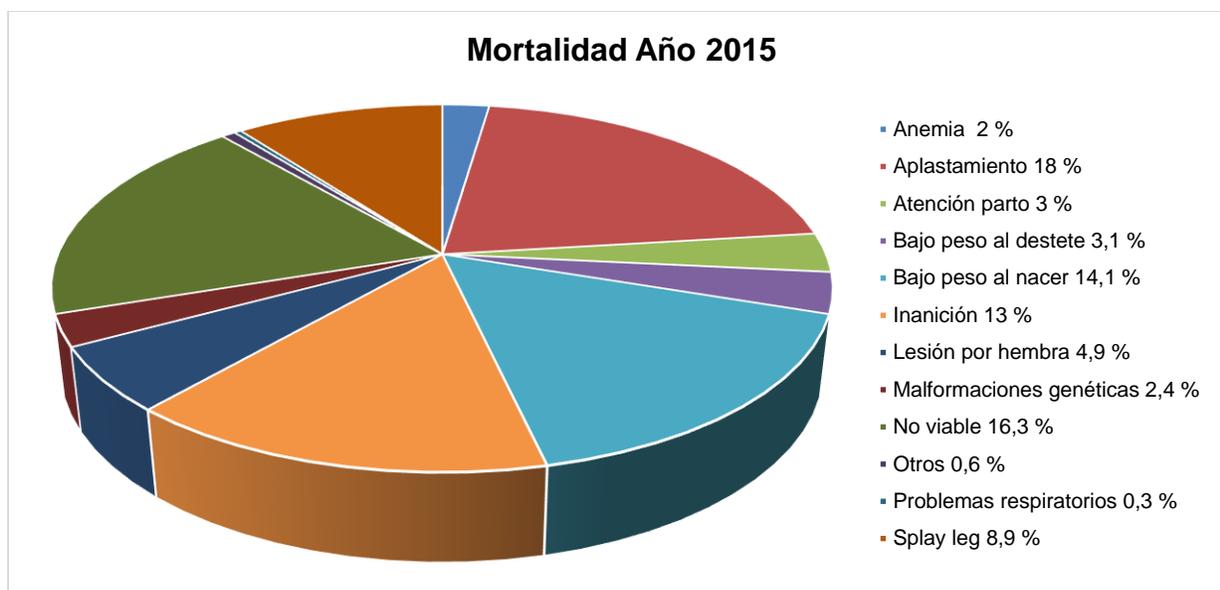
El nacimiento y el periodo neonatal temprano parecen ser experiencias traumáticas para los lechones a la que muchos no sobreviven.

De acuerdo a los datos tomados, las estadísticas indican que son varias las causas por las que mueren los lechones; algunas presentando un impacto más fuerte que otras.

En las siguientes tablas y diagramas se muestran estos resultados:

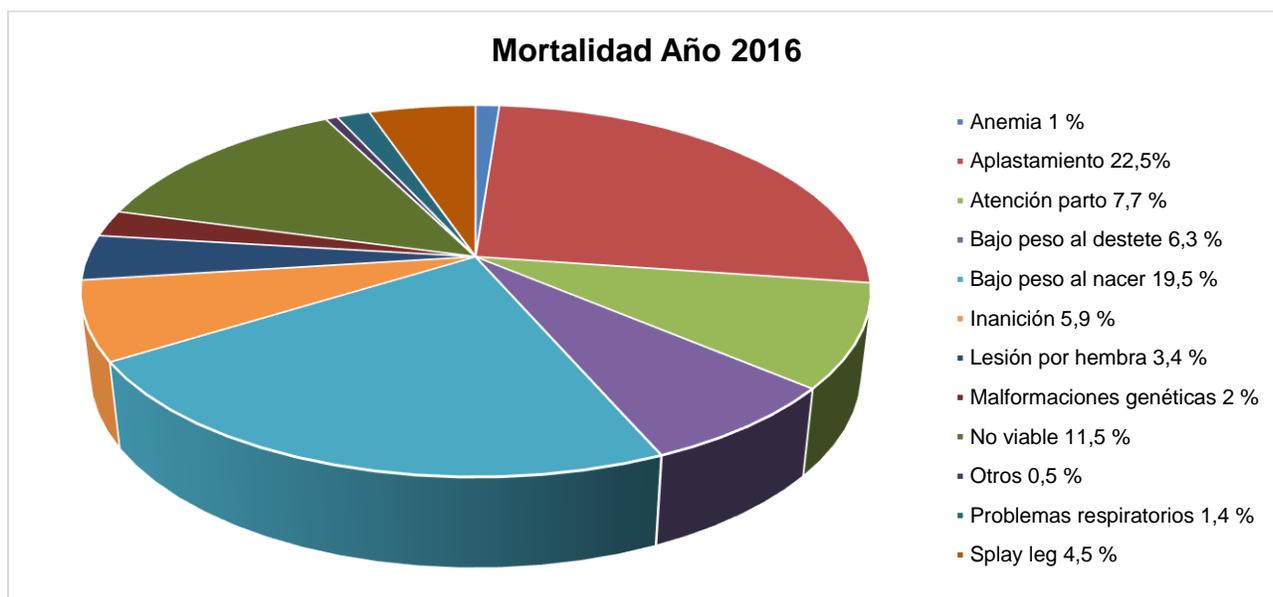
Cuadro 1 Causas de mortalidad (%) en la Granja Chaquiro 2015

	Juni o	Juli o	Agost o	Septiemb re	Octubr e	Noviemb re	Diciembr e	Total	Promedio
Anemia	5	3	3	2	1	0	0	14	2
Aplastamiento	13	16	17	22	21	16	21	126	18
Atención parto	1	5	4	0	3	4	4	21	3
Bajo peso al destete	0	1	7	4	3	4	3	22	3,1
Bajo peso al nacer	11	9	14	15	15	14	21	99	14,1
Inanición	30	22	13	9	7	5	5	91	13
Lesión por hembra	0	6	4	7	5	9	3	34	4,9
Malformaciones genéticas	5	2	2	1	3	2	2	17	2,4
No viable	21	19	17	10	15	16	16	114	16,3
Otros	1	2	0	1	0	0	0	4	0,6
Problemas respiratorios	0	0	1	1	0	0	0	2	0,3
Splay leg	5	6	8	9	10	12	12	62	8,9
Total	92	91	90	81	83	82	87	606	
Vivos	212 5	365 7	3588	3625	3672	5414	6580	2866 1	
Total Camada	221 7	374 8	3678	3706	3755	5496	6667	2926 7	Gran Total Camada



Cuadro 2 Causas de mortalidad (%) en la Granja Chaquiro 2016

	Ene ro	Feb	Mar zo	Abr il	Juni o	Juli o	Ag os	Sep t	Oct	No v	Dic	Tota l	Promedio
Anemia	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	11	1
Aplastamiento	16	19	20	26	21	20	25	27	25	23	25	247	22,5
Atención parto	3	6	6	9	13	12	9	8	7	7	5	85	7,7
Bajo peso al destete	4	4	4	6	7	6	8	7	9	8	6	69	6,3
Bajo peso al nacer	24	22	29	22	21	21	16	12	17	17	14	215	19,5
Inanición	5	8	5	7	4	5	5	6	8	9	3	65	5,9
Lesión por hembra	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5	37	3,4
Malformaciones genéticas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	22	2
No viable	14	11	8	10	15	11	9	12	11	9	17	127	11,5
Otros	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	6	0,5
Problemas respiratorios	0	0	1	2	2	1	1	1	3	2	2	15	1,4
Splay leg	9	8	6	4	2	4	3	4	3	3	4	50	4,5
Total	81	84	84	91	91	86	82	84	91	87	88	949	
Vivos	551 5	408 3	419 6	472 7	584 2	577 4	520 6	567 4	558 8	541 6	546 3	574 84	
Total Camada	559 6	416 7	428 0	481 8	593 3	586 0	528 8	575 8	567 9	550 3	555 1	584 33	Gran Total Camada



Cuadro 3 Causas de mortalidad (%) en la Granja Chaquiro 2017

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total	Promedio
Anemia	2	2	2	3	3	3	3	18	2,6
Aplastamiento	22	29	28	27	31	35	27	199	28,4
Atención parto	10	8	9	9	9	9	9	63	9
Bajo peso al Destete	2	2	3	5	1	0	5	18	2,6
Bajo peso al Nacer	17	7	8	6	3	2	6	49	7
Inanición	2	5	9	6	5	4	6	37	5,3
Lesión por hembra	5	6	3	5	4	4	5	32	4,6
Malformaciones genéticas	3	2	2	2	3	3	2	17	2,4
No viable	13	13	16	16	17	15	16	106	15,1
Otros	5	7	5	4	7	9	4	41	5,9
Problemas respiratorios	2	2	2	4	4	3	4	21	3
Splay leg	3	3	2	1	1	1	1	12	1,7
Total	86	86	89	88	88	88	88	613	
Vivos	6121	5863	6307	6217	5809	6348	6101	42766	
Toal Camada	6207	5949	6396	6305	5897	6436	6189	43379	Gran Total Camada



Como se puede observar, los promedios más altos de mortalidad lo presentan, en su orden:

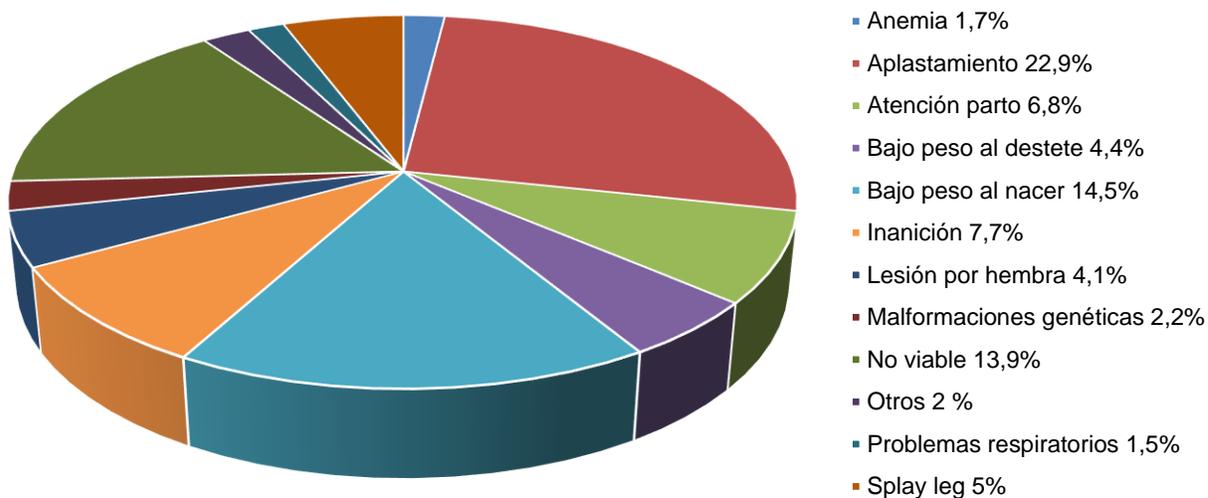
Causa	2015	2016	2017
Aplastamiento	18%	22,5%	28,4%
No viable	16,3%	11,5%	15,1%
Bajo peso al nacer	14,1%	19,5%	7%

Ahora se realiza el análisis, no año tras año, sino en forma general para validar si persiste la misma tendencia durante el tiempo de funcionamiento de la granja, ver cuadro 4:

Cuadro 4 Causas de mortalidad (%) en la Granja Chaquiro

Causa	Junio 2015	Julio 2015	Agosto 2015	Septiembre 2015	Octubre 2015	Noviembre 2015	Diciembre 2015	Enero 2016	Febrero 2016	Marzo 2016	Abril 2016	Junio 2016	Julio 2016	Agosto 2016	Septiembre 2016	Octubre 2016	Noviembre 2016	Diciembre 2016	Enero 2016	Febrero 2016	Marzo 2016	Abril 2016	Mayo 2017	Junio 2016	Julio 2016	Total	Promedio	% Mortalidad	SD	CV	
Anemia	5	3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	43	1,7	1,98	1,31	1,32
Aplastamiento	13	16	17	22	21	16	21	16	19	20	26	21	20	25	27	25	23	25	22	29	28	27	31	35	27	572	22,9	26,38	5,28	4,33	
Atención parto	1	5	4	0	3	4	4	3	6	6	9	13	12	9	8	7	7	5	10	8	9	9	9	9	9	169	6,8	7,80	3,24	2,08	
Bajo peso al destete	0	1	7	4	3	4	3	4	4	4	6	7	6	8	7	9	8	6	2	2	3	5	1	0	5	109	4,4	5,03	2,55	1,71	
Bajo peso al nacer	11	9	14	15	15	14	21	24	22	29	22	21	21	16	12	17	17	14	17	7	8	6	3	2	6	363	14,5	16,74	6,90	2,10	
Inanición	30	22	13	9	7	5	5	5	8	5	7	4	5	5	6	8	9	3	2	5	9	6	5	4	6	193	7,7	8,90	6,07	1,27	
Lesión por hembra	0	6	4	7	5	9	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	5	5	6	3	5	4	4	5	103	4,1	4,75	1,74	2,37	
Malformaciones genéticas	5	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	56	2,2	2,58	0,72	3,10	
No viable	21	19	17	10	15	16	16	14	11	8	10	15	11	9	12	11	9	17	13	13	16	16	17	15	16	347	13,9	16,01	3,38	4,10	
Otros	1	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	5	7	5	4	7	9	4	51	2,0	2,35	2,70	0,76	
Problemas respiratorios	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	2	2	1	1	1	3	2	2	2	2	2	4	4	3	4	38	1,5	1,75	1,33	1,15	
Splay leg	5	6	8	9	10	12	12	9	8	6	4	2	4	3	4	3	3	4	3	3	2	1	1	1	1	124	5,0	5,72	3,42	1,45	
Mortalidad	92	91	90	81	83	82	87	81	84	84	91	91	86	82	84	91	87	88	86	86	89	88	88	88	88	2168					

Mortalidad Análisis General Junio 2015 a Julio 2017



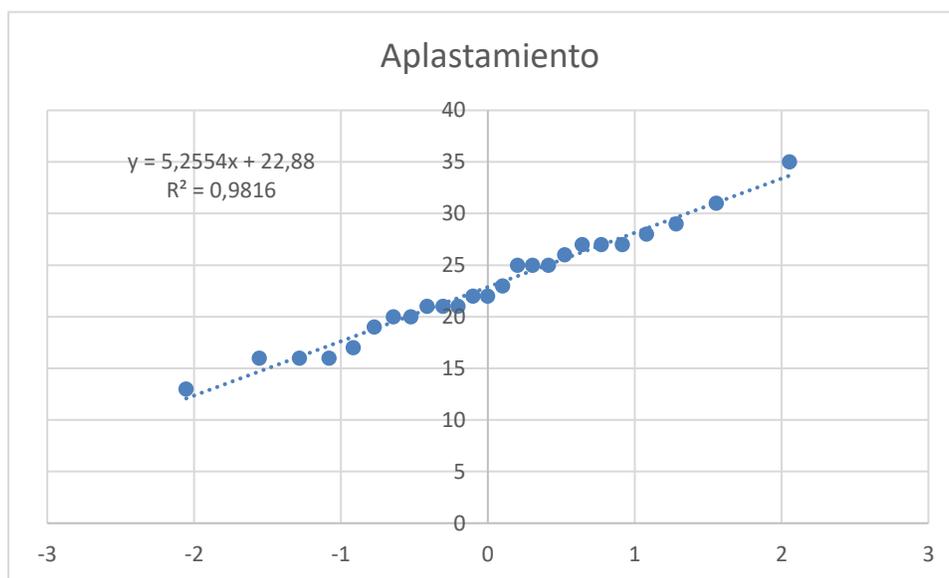
Al analizar la mortalidad general se observa que continúan siendo la muerte por aplastamiento, por no viabilidad y por bajo peso las principales causas de mortalidad, y en su orden presentan los siguientes valores promedio para este periodos así: Aplastamiento 22.9%, Bajo Peso al Nacer 14.5% y lechones No viables 13.9%.

Al analizar los Coeficientes de Variación (CV) obtenidos también puede decirse que las variables Aplastamiento (CV = 4.33%), No Viable (CV = 4.10%) y Bajo Peso al Nacer (CV = 2.10%) presentan mayor grado de dispersión en sus valores, por tener el CV más alto.

Por lo anterior se hará un análisis de mortalidad, únicamente teniendo en cuenta las causas: Aplastamiento, No Viable y Bajo Peso al Nacer, ya que cuando la variable independiente tiene más de 2 condiciones, hay que analizar entre qué medias se producen las diferencias estadísticamente significativas y en qué sentido.

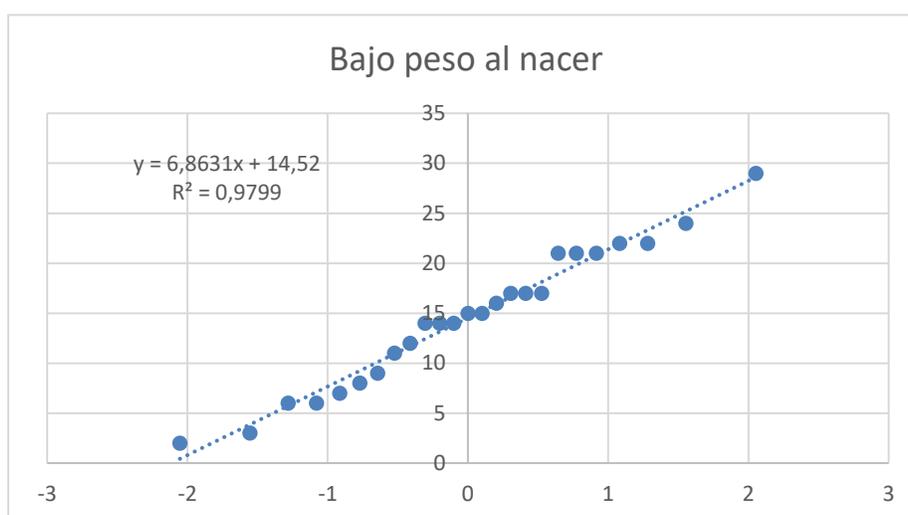
Para realizar este análisis se procedió primero a verificar que las variables tuviesen una distribución normal. La inferencia estadística paramétrica supone que las muestras provienen de poblaciones con distribuciones conocidas, se ha observado en ramas de la ciencia en medidas repetidas experimentales que variables como el peso, longitud, entre otras, se analizan estadísticamente sobre el supuesto de normalidad de la población de la cual se extrajo la muestra. Sin embargo, se procedió a comprobar la normalidad de las variables propuestas: Aplastamiento, Bajo Peso al Nacer y No Viable, mediante la prueba cuantil – cuantil o Q-Q. Este grafico es un método para el diagnóstico de diferencias entre la distribución de probabilidad de una población de la que se ha extraído una muestra aleatoria y una distribución usada para la comparación. Se acepta la hipótesis de normalidad de los datos, siempre que los puntos en el grafico tengan un comportamiento “suficientemente rectilíneo”.

Prueba de Normalidad para la variable Aplastamiento



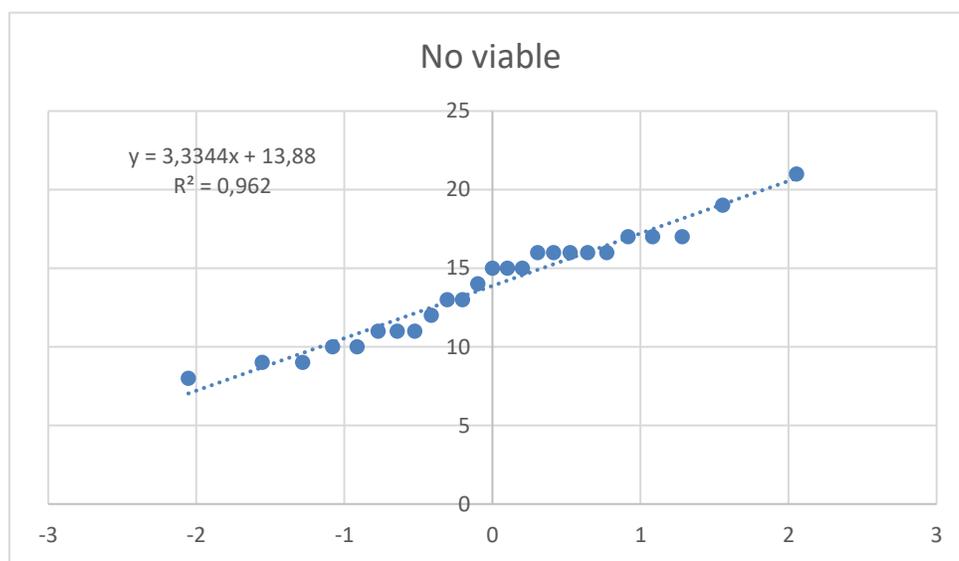
Este gráfico Q-Q, nos muestra para la mortalidad por la variable aplastamiento un comportamiento rectilíneo, lo que indica una distribución Normal; se puede observar que el coeficiente de determinación R^2 es bastante alto, lo que nos indica que los datos explican en un 98.16% su procedencia de una distribución Normal.

Prueba de Normalidad para la variable Bajo Peso al Nacer



Similar al gráfico Q-Q anterior, nos muestra para la mortalidad por la variable Bajo Peso al Nacer un comportamiento rectilíneo, lo que indica una distribución Normal; se puede observar que el coeficiente de determinación R^2 es bastante alto, lo que nos indica que los datos explican en un 97.99% su procedencia de una distribución Normal.

Prueba de Normalidad para la variable No viable



En este gráfico Q-Q, sobre si los datos obtenidos de mortalidad causada por la variable No Viable, siguen una distribución Normal; se puede observar que el coeficiente de determinación R^2 es bastante alto, lo que quiere decir que los datos explican en un 96.2% su procedencia de una distribución Normal.

Una vez verificado y confirmados los supuestos de normalidad, se procedió a realizar las pruebas de comparación de las medias de estas variables.

La comparación de medias nos permitirá conocer si hay independencia entre pares de variables en relación a la variable mortalidad. Cuando no hay completa

independencia entre los pares de las muestras, posiblemente se debe a un origen común, por lo que se procedió a trabajar con las diferencias entre cada par de observaciones, esta prueba se denomina prueba t de una sola muestra.

Prueba de diferencia de medias

Diferencia de Medias entre las variables Aplastamiento y No Viable.

Para esta prueba se tuvieron las siguientes consideraciones:

Hipótesis Nula: La diferencia entre las medias de las dos variables es 9 unidades.

Hipótesis Alternativa: La diferencia entre las medias de las dos variables es menor a 9 unidades.

Nivel de significancia de la prueba: 5%.

	<i>Aplastamiento</i>	<i>No viable</i>
Media	22,88	13,88
Varianza	27,86	11,4433333
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,17585828	
Diferencia hipotética de las medias	9	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	0	
P(T<=t) una cola	0,5	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	1	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	
+Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		

Para esta prueba un valor p ($p=0.5$) es considerado muy alto, en la conclusión es No se rechaza la hipótesis nula, considerando un nivel de significancia del 5%. Puede decirse que los datos tomados aportan evidencia que la diferencia entre las medias de

las variables Aplastamiento y No Viable es de 9 unidades. (Siendo mayor la media de la variable Aplastamiento).

Diferencia de Medias entre las variables Aplastamiento y Bajo Peso al Nacer.

Para esta prueba se tuvieron las siguientes consideraciones:

Hipótesis Nula: La diferencia entre las medias de las dos variables es 10 unidades.

Hipótesis Alternativa: La diferencia entre las medias de las dos variables es menor a 10 unidades.

Nivel de significancia de la prueba: 5%.

	<i>Aplastamiento</i>	<i>Bajo peso al nacer</i>
Media	22,88	14,52
Varianza	27,86	47,5933333
Observaciones	25	25
Coefficiente de correlación de Pearson	-0,54631603	
Diferencia hipotética de las medias	10	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-0,76385729	
P(T<=t) una cola	0,22619847	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	0,45239693	
Valor crítico de t (dos colas)	2,06389856	
+Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		

En esta prueba el valor p ($p=0.22$) es considerado alto, por ello No se rechazar la hipótesis nula, considerando un nivel de significancia del 5%. Puede decirse que los datos tomados aportan evidencia que la diferencia entre las medias de las variables Aplastamiento y No Bajo Peso al Nacer es de 10 unidades. (Siendo mayor la media de la variable Aplastamiento).

Diferencia de Medias entre las variables No Viable y Bajo Peso al Nacer.

Para esta prueba se tuvieron las siguientes consideraciones:

Hipótesis Nula: La diferencia entre las medias de las dos variables es 0 unidades.

Hipótesis Alternativa: La diferencia entre las medias de las dos variables es diferente a 0 unidades.

Nivel de significancia de la prueba: 5%.

	<i>No viable</i>	<i>Bajo peso al nacer</i>
Media	13,88	14,52
Varianza	11,44333333	47,59333333
Observaciones	25	25
Coeficiente de correlación de Pearson	-0,550693711	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	24	
Estadístico t	-0,347620795	
P(T<=t) una cola	0,365577607	
Valor crítico de t (una cola)	1,71088208	
P(T<=t) dos colas	0,731155215	
Valor crítico de t (dos colas)	2,063898562	
+Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		

Un valor p ($p=0.7311$) para esta prueba, similar al anterior es considerado alto, por ello se concluye No rechazar la hipótesis nula, considerando un nivel de significancia del 5%. Puede decirse que los datos tomados aportan evidencia que las medias de las variables No Viable y Bajo Peso al Nacer son iguales.

Análisis de Regresión.

Se definió realizar este tipo de análisis porque se desea conocer si hay asociación entre las variables seleccionadas y la mortalidad. Con este tipo de análisis se puede estudiar la fuerza de la asociación entre las variables, a través de una medida de

asociación denominada coeficiente de correlación (y/o el coeficiente de determinación). El análisis de regresión nos permite estudiar la relación entre dos variables cuantitativas.

Además, nos permite estudiar la forma en que las variables se relacionan. A partir de los datos se puede proponer un modelo para la relación y a partir de ella será posible predecir el valor de una variable a partir de la otra.

La función más simple para la relación entre dos variables es la función lineal la cual se expresa así: $Y = a + b X$. Esta expresión es una aproximación de la verdadera relación entre X e Y. Para un dado valor de X el modelo predice un cierto valor para Y. Mientras mejor sea la predicción, mejor es el modelo para explicar el fenómeno.

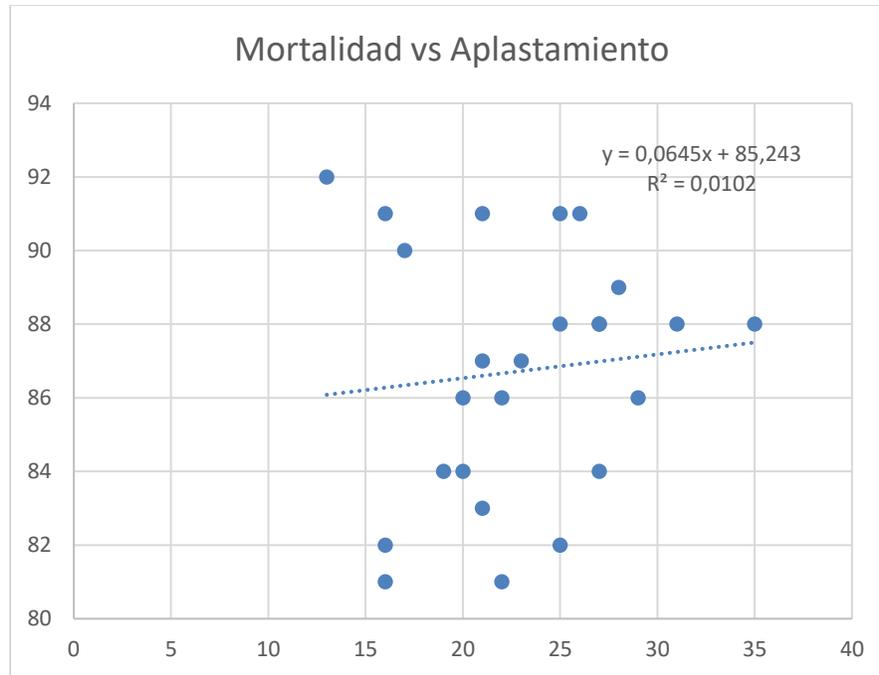
Mortalidad explicada por Aplastamiento.

Se considera como variable dependiente La Mortalidad de los lechones y como variable independiente la variable Aplastamiento

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,1010118
Coeficiente de determinación R ²	0,01020338
R ² ajustado	-0,03283125
Error típico	3,4278531
Observaciones	25

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2,78593204	2,78593204	0,23709703	0,63091892
Residuos	23	270,254068	11,7501769		
Total	24	273,04			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	85,2431204	3,10958265	27,4130422	4,5568E-19	78,8104586	91,6757822	78,8104586	91,6757822
Variable X 1	0,06454894	0,13256413	0,4869261	0,63091892	0,20968086	0,33877873	0,20968086	0,33877873



Modelo: Mortalidad = Intercepto + (pendiente) Aplastamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye:

Mortalidad = $85.243 + 0.0645$ Aplastamiento.

De acuerdo al coeficiente de determinación ($R^2 = 0.0102$), sólo se explica en un 1.02% la mortalidad de los lechones por el aplastamiento.

No resulta suficiente la estimación puntual del coeficiente de determinación para asegurar la existencia de relación entre las variables dependiente e independiente se realizó un test para estudiar la significación estadística.

Se considera:

Hipótesis nula: La pendiente es igual a cero (en este caso no se puede considerar una relación lineal entre las variables).

Hipótesis alternativa: La pendiente es diferente de cero (en este caso se puede considerar una relación lineal entre las variables).

De la tabla puede verse que el valor p para el coeficiente que se interpreta como la pendiente es $p=0.6309$, mucho mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo y por consiguiente no se puede asegurar una relación lineal entre las variables Mortalidad y Aplastamiento.

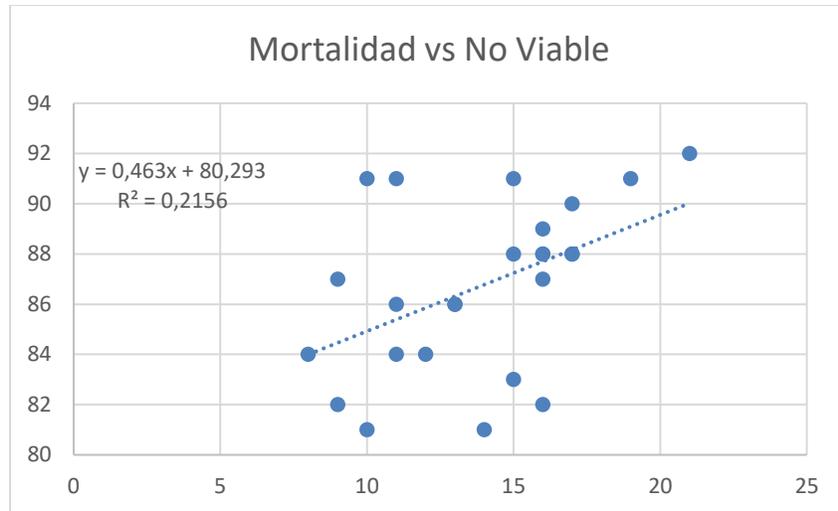
Mortalidad explicada por No Viable.

Se considera como variable dependiente La Mortalidad de los lechones y como variable independiente la variable No Viable.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,46436073
Coefficiente de determinación R ²	0,21563089
R ² ajustado	0,18152788
Error típico	3,0514725
Observaciones	25

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	58,8758579	58,8758579	6,32292931	0,01936223
Residuos	23	214,164142	9,31148444		
Total	24	273,04			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	80,2934751	2,62759913	30,5577339	3,9973E-20	74,8578722	85,729078	74,8578722	85,729078
Variable X 1	0,46300612	0,18413128	2,51454356	0,01936223	0,08210155	0,84391069	0,08210155	0,84391069



Modelo: Mortalidad = Intercepto + (pendiente) No Viable

De acuerdo a los resultados obtenidos:

Mortalidad = 80.293 + 0.463 No Viable.

De acuerdo al coeficiente de determinación ($R^2 = 0.2156$), sólo se explica en un 21.56% la mortalidad de los lechones por la variable No Viable.

Similar al anterior, no resulta suficiente la estimación puntual del coeficiente de determinación para asegurar la existencia de relación entre las variables dependiente e independiente por ello se realizó un test para estudiar la significación estadística.

Se considera:

Hipótesis nula: La pendiente es igual a cero (en este caso no se puede considerar una relación lineal entre las variables).

Hipótesis alternativa: La pendiente es diferente de cero (en este caso se puede considerar una relación lineal entre las variables).

De la tabla puede verse que el valor p para el coeficiente que se interpreta como la pendiente es $p=0.0193$, que es menor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente es estadísticamente significativo y por consiguiente se puede aceptar una relación lineal entre las variables Mortalidad y No Viable.

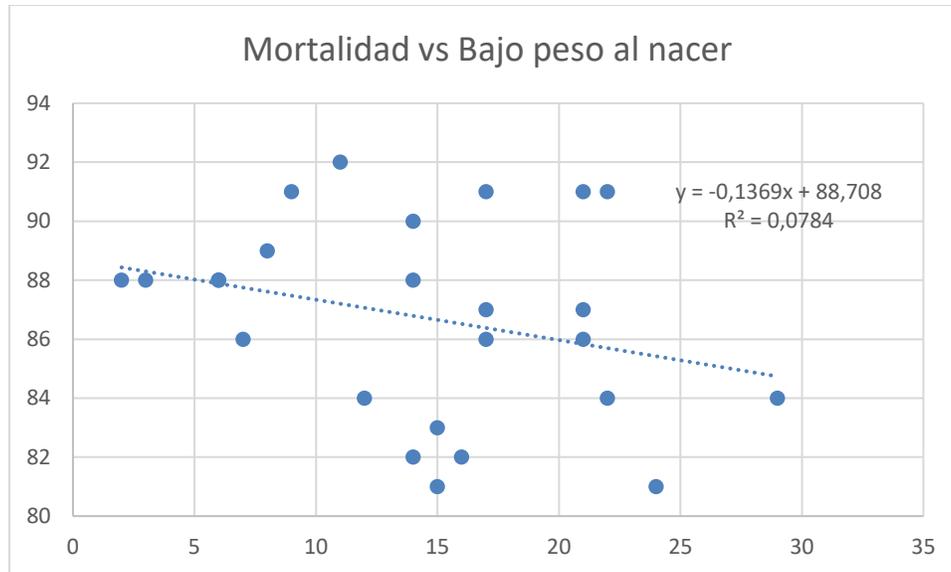
Mortalidad explicada por Bajo Peso al Nacer.

Se considera como variable dependiente La Mortalidad de los lechones y como variable independiente la variable Bajo Peso al Nacer.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,2799844
Coefficiente de determinación R ²	0,07839127
R ² ajustado	0,03832132
Error típico	3,30767256
Observaciones	25

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	21,4039515	21,4039515	1,95636074	0,17524343
Residuos	23	251,636048	10,9406978		
Total	24	273,04			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	88,7076271	1,56748879	56,5921924	3,3769E-26	85,4650295	91,9502247	85,4650295	91,9502247
Variable X 1	-0,13688892	0,0978687	-1,39869966	0,17524343	0,33934576	0,06556791	0,33934576	0,06556791



Modelo: Mortalidad = Intercepto + (pendiente) Bajo Peso al Nacer.

De acuerdo a los resultados obtenidos:

Mortalidad = 88.708 – 0.1369 Bajo Peso al Nacer.

De acuerdo al coeficiente de correlación ($R^2 = 0.0784$), sólo se explica en un 7.84% la mortalidad de los lechones por la variable Bajo Peso al Nacer.

Así como en los dos anteriores no resulta suficiente la estimación puntual del coeficiente de determinación para asegurar la existencia de relación entre las variables dependiente e independiente Se realizó test para estudiar la significación estadística.

Se considera:

Hipótesis nula: La pendiente es igual a cero (en este caso no se puede considerar una relación lineal entre las variables).

Hipótesis alternativa: La pendiente es diferente de cero (en este caso se puede considerar una relación lineal entre las variables).

De la tabla puede verse que el valor p para el coeficiente que se interpreta como la pendiente es $p=0.17524$, que es mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo y por consiguiente no se puede considerar una relación lineal entre las variables Mortalidad y Bajo Peso al Nacer.

Es de notar en este caso, que con el coeficiente de pendiente negativa (-0.1369) puede decirse que a medida que aumenta el bajo peso al nacer de los lechones, disminuye su mortalidad. Esto puede ser debido a las estrategias implementadas y tomadas para su cuidado.

Mortalidad explicada por Aplastamiento, por No Viable y por Bajo peso al Nacer.

Acá se tomara como variables explicada La Mortalidad y como variables explicativas Aplastamiento, No Viable y Bajo Peso al Nacer

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,533769783
Coefficiente de determinación R ²	0,284910181
R ² ajustado	0,182754493
Error típico	3,049185091
Observaciones	25

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	77,79187589	25,9306253	2,78898009	0,06572935
Residuos	21	195,2481241	9,297529719		
Total	24	273,04			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	67,7221369	10,1324302	6,68370130	1,2932E-06	46,6505948	88,793679	46,650594	88,793679
n	9		7		6	1	9	1

Variable X 1	0,27284997	0,19246760 3	1,41764102 4	0,17096346	- 2	0,12740832 6	0,1274083 2	0,6731082 6
Variable X 2	0,73517369 1	0,30134466 3	2,43964397 1	0,02365881	- 7	0,10849315 3	1,3618542 6	1,3618542 3
Variable X 3	0,17567802 1	0,17366780 4	1,01157507 4	0,32325544	- 7	0,5368399 9	0,1854839 5	0,5368399 9

Modelo de regresión múltiple:

Mortalidad = Intercepto + (coeficiente1) Aplastamiento + (coeficiente 2) No Viable + (coeficiente 3) Bajo Peso al Nacer.

De acuerdo a los resultados obtenidos:

Mortalidad = 67.7221 + 0.27280 Aplastamiento + 0.7351 No Viable + 0.1756 Bajo Peso al Nacer.

Teniendo en cuenta el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.2849$), solo se explica en un 28.49% la mortalidad de los lechones por la variables Aplastamiento, No Viable y Bajo Peso al Nacer.

Se realizó test para estudiar la significación estadística.

Se considera:

Hipótesis nula: Los coeficientes de las variables son todos igual a cero (en este caso no se puede considerar una relación lineal entre las variables).

Hipótesis alternativa: Por lo menos uno de los coeficientes de las variables es diferente de cero (en este caso se puede considerar una relación lineal entre las variables).

De la tabla puede observarse que:

El valor p para el coeficiente de la variable Aplastamiento es $p=0.1709$, que es mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo.

El valor p para el coeficiente de la variable No Viable es $p=0.0236$, que es menor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente es estadísticamente significativo.

El valor p para el coeficiente de la variable Bajo Peso al Nacer es $p=0.3232$, que es mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo.

Otra de las causas de que la regresión lineal no sea adecuada es el concepto de Multicolinealidad. La colinealidad no sólo es normal sino que es esperable. Es imposible que unas variables que explican y son explicadas por un fenómeno sean tan completamente independientes que no estén correlacionadas en algún grado. El problema surge cuando hay, como mínimo, dos variables, muy correlacionadas, entonces sucede que una de ellas le “roba” la correlación al resto, haciendo que las demás aparezcan como no significativas o incluso significativas con un signo distinto al esperado. Lo que hay que hacer en estos casos es sacrificar una de ellas y quedarse en el modelo con la variable que tenga más sentido interpretativo.

Se sabe que el porcentaje de lechones nacidos vivos que mueren por aplastamiento es variable, lo importante es señalar que prácticamente la mayoría de ellos

son lechones debilitados como consecuencias de problemas en el parto o de malnutrición, generalmente a su vez consecuencia de hipotermia perinatal, que conlleva a una menor actividad y por lo tanto a una reducción de la competencia por la ubre y capacidad de reacción cuando la madre cambia de posición. Los lechones mal nutridos y poco viables están más tiempo cerca de la madre, con lo que aumenta el riesgo de morir por aplastamiento.

Por lo anterior, solo se considerará la regresión entre las variables Mortalidad, No Viable y Bajo Peso al Nacer.

Mortalidad explicada por No Viable y por Bajo peso al Nacer.

Para este análisis se tomó como variables explicada La Mortalidad y como variables explicativas No Viable y Bajo Peso al Nacer.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,465269684
Coefficiente de determinación R ²	0,216475879
R ² ajustado	0,145246413
Error típico	3,118372434
Observaciones	25

Análisis de Varianza					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	2	59,106574	29,553287	3,039134	0,06832444
Residuos	22	213,933426	9,72424664		
Total	24	273,04			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	80,8061133	4,27630318	18,8962545	4,35E-15	71,93760335	89,6746234	71,9376033	89,6746234
No Viable	0,44388413	0,22543006	1,96905477	0,06167	0,023629195	0,91139746	0,02362919	0,91139746
Bajo Peso al Nacer	0,01702652	0,11053887	0,15403201	0,878989	-0,24627012	0,21221707	0,24627012	0,21221707

Modelo:

Mortalidad = Intercepto + (coeficiente 1) No Viable + (coeficiente 2) Bajo Peso al Nacer.

De acuerdo a los resultados obtenidos:

Mortalidad = 80.806 + 0.4438 No Viable – 0.0170 Bajo Peso al Nacer.

De acuerdo con el coeficiente de determinación ($R^2 = 0.2164$), solo se explica en un 21.64% la mortalidad de los cerdos por las variables No Viable y Bajo Peso al Nacer.

Se realizó test para estudiar la significación estadística.

Se considera:

Hipótesis nula: Los coeficientes de las variables son todos igual a cero (en este caso no se puede considerar una relación lineal entre las variables).

Hipótesis alternativa: Por lo menos uno de los coeficientes de las variables es diferente de cero (en este caso se puede considerar una relación lineal entre las variables).

De la tabla puede verse que;

El valor p para el coeficiente de la variable No Viable es $p=0.0616$, que es mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo.

El valor p para el coeficiente de la variable Bajo Peso al Nacer es $p=0.8789$, que es mayor que la significancia de 0.05, lo que indica que este coeficiente no es estadísticamente significativo.

Lo anterior indica que el modelo tampoco es significativo.

Todos estos resultados indican que no se pueden considerar las variables Aplastamiento, No Viable Y Bajo Peso al Nacer como aquellas que inciden únicamente en la variable Mortalidad; deben ser tenidas en cuenta las demás variables que han sido observadas durante todo el proceso de tomar las diferentes muestras.

Si podemos afirmar que las principales causas de mortalidad en las crías son: Aplastamiento, No Viable y Bajo Peso al Nacer ya que existe correlación positiva entre el porcentaje de Mortalidad y los porcentajes que son aportados entre estas variables citadas.

Estrategias para el control de la mortalidad en lechones

Las estrategias para la reducción en la mortalidad en lechones incluyen las relacionadas con el mejoramiento de las condiciones ofrecidas a la cerda gestante y las relacionadas con el lechón.

Las actividades realizadas en la práctica estuvieron más enfocadas a la atención del lechón. Se debe continuar el trabajo en el cuidado del lechón e incluir las concernientes a la cerda gestante, en lo relacionado con su alimentación y condiciones de bienestar, lo que incide directamente con el peso al nacer, calidad, cantidad de calostro y leche materna.

Se propone las siguientes estrategias para el control de la mortalidad en lechones:

- Propiciar a los lechones de bajo peso al nacer acceso al pezón. Por ejemplo aislando los de mayor peso y vitalidad mientras los más pequeños succionan.
- Asegurar un ambiente térmico óptimo.
- Homogenización de la camada.
- Asegurar un encalostamiento oportuno y suficiente.
- Supervisar y estimular las actividades de alimentación y motricidad de la cerda lactante a fin de que se alimente y se hidrate regularmente y prevenir muertes de lechón por aplastamiento.
- Suministrar dispositivos alternos para alimentación, desde el nacimiento, con leche suplementaria a los lechones lactantes de bajo peso al nacer.
- Velar por el bienestar nutricional y ambiental de las hembras desde su gestación.

- Capacitación con miras a crear en el personal operativo conciencia y sentido de pertenencia, todo lo cual apunta a mejorar la actitud para el trabajo.
- Supervisar el funcionamiento adecuado de las barras anti-aplastamiento y pezoneras.
- Aporte diario general e individual de vitaminas y minerales según necesidades propias de cada lechón.
- Tratamiento médico según necesidades propias de cada lechón.

-

Recomendaciones

Acorde a los análisis estadísticos realizados se sugiere continuar realizando estudios de este tipo teniendo en cuenta otros factores de riesgo como: manejo de instalaciones, alimentación de la madre y el lechón, nivel inmunitario, tipo genético, producción lechera, enfermedades infecciosas no detectadas a tiempo

Verificar las diferentes estrategias implementadas para el cuidado de los lechones, ya que pueden evitar algunas de las causas de mortalidad.

Proponer una estrategia para reunir algunas de las variables debido a su interdependencia, realizar un análisis por tamaño de camada, por época del año en que se presentan los nacimientos, el microclima de la zona de ubicación de la granja y otras causas que también tendrían injerencia en la mortalidad de los lechones.

Conclusiones

Hay factores de mortalidad poco susceptibles de intervención y otros que con voluntad empresarial y del personal operativo, conocimiento y presupuesto se tornan practicables.

La reducción en la mortalidad de lechones lactantes es un objetivo primordial en la granja de producción comercial, porque impacta la productividad y genera la sostenibilidad económica de la misma.

Las estrategias para mejorar la supervivencia de los lechones no sólo están relacionadas con el cuidado de este en su vida posnatal, sino también en las condiciones ofrecidas a la cerda en todo su ciclo reproductivo.

Si bien en la práctica el enfoque principal estuvo dirigido al cuidado del lechón, queda por implementar estrategias para el cuidado de la cerda en su ciclo reproductivo e indirectamente impactar la mortalidad del lechón, además de afianzar las ya existentes.

Referencias

- Alonso-Spilsbury, M., Ramirez-Necoechea, R., Gonzalez-Lozano, M., Mota-Rojas, D., & Trujillo-Ortega, M. E. (2007). Piglet survival in early lactation: A review. *J. Anim. Vet. Adv.*, 6(1), 76-86.
- Análisis de la industria porcicola en Colombia N° 4 (2016). Recuperado de <https://asociados.porkcolombia.co/porcicultores/images/porcicultores/bioseguridad/publicaciones/IV-Benchmark%20-Nacional-I-2016.pdf>
- Andersen, I. L., Naevdal, E., & Boe, K. E. (2011). Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*). *Behav Ecol Sociobiol*, 65(6), 1159-1167.
- Baxter, E. M., Jarvis, S., Sherwood, L., Robson, S. K., Ormandy, E., Farish, M., et al. (2009). Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock Science*, 124(1), 266-276.
- Calderón-Díaz, J. A., Vallet, J. L., Boyd, R. D., Lents, C. A., Prince, T. J., DeDecker, A. E., et al. (2017). Effect of feeding three lysine to energy diets on growth, body composition and age at puberty in replacement gilts. *Animal Reproduction Science*.
- Casanova, J. Necesidades básicas del lechón: bienestar real (2015). Recuperado de http://www.3tres3.com/comportamiento/3-mortalidad-neonatal-i_8013/
- Casanovas, C.. Importancia del suministro energético en la supervivencia del lechón (2009). Recuperado de https://www.3tres3.com/buscando/importancia-del-calostro_403/
- Casanovas, C. Control térmico de lechónes en maternidad (I) (2010). Recuperado de http://www.3tres3.com/comportamiento/3-mortalidad-neonatal-i_8013/
- Casellas, J., Casas, X., Piedrafita, J., & Manteca, X. (2005). Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. *Preventive Veterinary Medicine*, 67(2-3), 213-221.
- Cumbe-Nacipucha, P. K. (2014). *Bienestar del lechón en la fase de lactación*. Universidad de Murcia, Murcia.
- de Passillé, A. M. B., & Rushen, J. (1989). Using early suckling behavior and weight gain to identify piglets at risk. *Canadian Journal of Animal Science*, 69(3), 535-544.
- de Ruyter, E. M., van Wetter, W. H. E. J., Lines, D. S., & Plush, K. J. (2017). Gradually reducing sow contact in lactation is beneficial for piglet welfare around weaning. *Applied Animal Behaviour Science*, 193, 43-50.

- Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J., & Prunier, A. (2007). Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*, 1(7), 1033-1041.
- Devillers, N., Le Dividich, J., & Prunier, A. (2012). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5(10), 1605-1612.
- Duan, X. D., Chen, D. W., Zheng, P., Tian, G., Wang, J. P., Mao, X. B., et al. (2016). Effects of dietary mannan oligosaccharide supplementation on performance and immune response of sows and their offspring. *Animal Feed Science and Technology*, 218, 17-25.
- Feyera, T., & Theil, P. K. (2017). Energy and lysine requirements and balances of sows during transition and lactation: A factorial approach. *Livestock Science*, 201, 50-57.
- Foisnet, A., Farmer, C., David, C., & Quesnel, H. (2011). Farrowing induction induces transient alterations in prolactin concentrations and colostrum composition in primiparous sows. *J Anim Sci*, 89(10), 3048-3059.
- Fraser, D., Duncan, I. J. H., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., et al. (2013). General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application. *The Veterinary Journal*, 198(1), 19-27.
- Hansen, A. V., Strathe, A. B., Kebreab, E., France, J., & Theil, P. K. (2012). Predicting milk yield and composition in lactating sows: a Bayesian approach. *J Anim Sci*, 90(7), 2285-2298.
- Houška, L., Wolfová, M., Nagy, I., Csörnyei, Z., & Komlósii, I. (2010). Economic values for traits of pigs in Hungary. *Czech Journal of Animal Science*, 5(4), 139-148.
- Huang, F. R., Liu, H. B., Sun, H. Q., & Peng, J. (2013). Effects of lysine and protein intake over two consecutive lactations on lactation and subsequent reproductive performance in multiparous sows. *Livestock Science*, 157(2), 482-489.
- Ibanez-Escriche, N., Varona, L., Casellas, J., Quintanilla, R., & Noguera, J. L. (2009). Bayesian threshold analysis of direct and maternal genetic parameters for piglet mortality at farrowing in Large White, Landrace, and Pietrain populations. *J Anim Sci*, 87(1), 80-87.
- Jean, K.-B., & Chiang, S.-H. (1999). Increased survival of neonatal pigs by supplementing medium-chain triglycerides in late-gestating sow diets. *Animal Feed Science and Technology*, 76(3&4), 241-250.
- KilBride, A. L., Mendl, M., Statham, P., Held, S., Harris, M., Cooper, S., et al. (2012). A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112

- commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*, 104(3), 281-291.
- King, R. H., Mullan, B. P., Dunshea, F. R., & Dove, H. (1997). The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science*, 47(2), 169-174.
- Kirkden, R. D., Broom, D. M., & Andersen, I. L. (2012). Invited review: Piglet mortality: Management solutions¹. *Journal of Animal Science*, 91, 3361-3389.
- Knox, R. (2005). *Getting to 30 pigs weaned/sow/year*. Paper presented at the Proceeding of the London Swine.
- Koketsu, Y., Takenobu, S., & Nakamura, R. (2006). Prewaning mortality risks and recorded causes of death associated with production factors in swine breeding herds in Japan. *J Vet Med Sci*, 68(8), 821-826.
- Marantidis, A., Papadopoulos, A. I., Michailidis, G., & Avdi, M. (2013). Association of BF gene polymorphism with litter size in a commercial pig cross population. *Animal Reproduction Science*, 141(1), 75-79.
- Miller, Y. J., Collins, A. M., Smits, R. J., Thomson, P. C., & Holyoake, P. K. (2012). Providing supplemental milk to piglets preweaning improves the growth but not survival of gilt progeny compared with sow progeny. *J Anim Sci*, 90(13), 5078-5085.
- Milligan, B. N., Dewey, C. E., & de Graau, A. F. (2002). Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. *Prev Vet Med*, 56(2), 119-127.
- Moreira, L. P., Menegat, M. B., Barros, G. P., Bernardi, M. L., Wentz, I., & Bortolozzo, F. P. (2017). Effects of colostrum, and protein and energy supplementation on survival and performance of low-birth-weight piglets. *Livestock Science*, 202, 188-193.
- Muns, R., Nuntapaitoon, M., & Tummaruk, P. (2016). Non-infectious causes of pre-weaning mortality in piglets. *Livestock Science*, 184, 46-57.
- Noblet, J., & Milgen, J. V. (2013). Energy and Energy Metabolism in Swine. In L. I. Chiba (Ed.), *Sustainable swine nutrition* (1st ed., pp. 23-57). Oxford: John Wiley & Sons.
- O'Reilly, K. M., Harris, M. J., Mendl, M., Held, S., Moinard, C., Statham, P., et al. (2006). Factors associated with preweaning mortality on commercial pig farms in England and Wales. *Vet Rec*, 159(7), 193-196.

- Park, Y. W. (2006). Sow Milk. In Y. W. Park & G. F. W. Haenlein (Eds.), *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* (1st ed., pp. 371-381): Blackwell Publishing.
- Pedersen, T. F., Bruun, T. S. n., Feyera, T., Larsen, U. K., & Theil, P. K. (2016). A two-diet feeding regime for lactating sows reduced nutrient deficiency in early lactation and improved milk yield. *Livestock Science*, *191*, 165-173.
- Pérez, F. A. (2010). Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevivencia y aumentar la productividad. *Revista Electrónica de Veterinaria*, *11*(1), 1-21.
- Pérez Pineda, E., Velázquez Rodríguez, F., Pérez Freeman, F., & Valdés Carrazana, J. R. (2002). Reducción de la mortalidad en crías porcinas modificando la lactancia. *Archivos de Zootecnia*, *51*, 381-384.
- Quesnel, H., Farmer, C., & Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, *146*(2-3), 105-114.
- Quesnel, H., Farmer, C., & Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, *146*(2), 105-114.
- Quesnel, H., Farmer, C., & Theil, P. K. (2015). Colostrum and milk production. In C. Farmer (Ed.), *The gestating and lactating sow* (pp. 173-192): Wageningen Academic.
- Quesnel, H., Meunier-Salaun, M. C., Hamard, A., Guillemet, R., Etienne, M., Farmer, C., et al. (2009). Dietary fiber for pregnant sows: influence on sow physiology and performance during lactation. *J Anim Sci*, *87*(2), 532-543.
- Quiles, A. (2006). Mortalidad en lechones lactantes durante la primera semana. *ediporc*(101), 14-21.
- Renaudeau, D., Anais, C., & Noblet, J. (2003). Effects of dietary fiber on performance of multiparous lactating sows in a tropical climate. *J Anim Sci*, *81*(3), 717-725.
- Rosero, D. S., Boyd, R. D., McCulley, M., Odle, J., & van Heugten, E. (2016). Essential fatty acid supplementation during lactation is required to maximize the subsequent reproductive performance of the modern sow. *Animal Reproduction Science*, *168*, 151-163.
- Rossi, R., Pastorelli, G., Cannata, S., & Corino, C. (2010). Recent advances in the use of fatty acids as supplements in pig diets: A review. *Animal Feed Science and Technology*, *162*(1-2), 1-11.
- Soede, J. (2005). Importancia de la lactosa en la alimentación de los lechones [Electronic Version]. Retrieved 21 de julio de 2017, from

https://www.3tres3.com/nutricion/importancia-de-la-lactosa-en-la-alimentacion-de-los-lechones_1321/

- Strange, T., Ask, B., & Nielsen, B. (2013). Genetic parameters of the piglet mortality traits stillborn, weak at birth, starvation, crushing, and miscellaneous in crossbred pigs. *J Anim Sci*, *91*(4), 1562-1569.
- Theil, P. K., Lauridsen, C., & Quesnel, H. (2014). Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. *Animal*, *8*(7), 1021-1030.
- Traul, K. A., Driedger, A., Ingle, D. L., & Nakhasi, D. (2000). Review of the toxicologic properties of medium-chain triglycerides. *Food and Chemical Toxicology*, *38*(1), 79-98.
- Wang, J., Yang, M., Cao, M., Lin, Y., Che, L., Duraipandiyar, V., et al. (2016). Moderately increased energy intake during gestation improves body condition of primiparous sows, piglet growth performance, and milk fat and protein output. *Livestock Science*, *194*, 23-30.
- Westin, R., Holmgren, N., Hultgren, J., Ortman, K., Linder, A., & Algers, B. (2015). Post-mortem findings and piglet mortality in relation to strategic use of straw at farrowing. *Preventive Veterinary Medicine*, *119*(3), 141-152.