

EL LECHÓN RECIÉN NACIDO: FACTORES QUE AFECTAN SU VITALIDAD

¹Daniel Mota Rojas y ²María Elena Trujillo Ortega

¹Universidad Autónoma Metropolitana. Campus Xochimilco. México D.F.

²Universidad Nacional Autónoma de México. FMVZ. México D.F.

A pesar de los cambios tecnológicos y las mejoras en el manejo, los diseños de alojamiento y las medidas preventivas, la mortalidad de los lechones en lactancia sigue siendo un gran problema económico y de bienestar animal. Las principales causas de mortalidad pre-destete están asociadas con habilidades básicas en el manejo y el comportamiento de la madre con su camada.

Es importante considerar los cambios fisiológicos y de comportamiento que tienen lugar durante el parto y que subsecuentemente impactarán la vitalidad, maduración y desarrollo de los neonatos; el recuento de estas variables puede ser útil para una identificación rápida de los lechones débiles y así establecer medidas paliativas. Una tasa de mortalidad del 8% en lechones nacidos vivos es alcanzable. Se debe evitar el estrés ocasionado por el operario de la maternidad y procurar instalaciones cómodas y sin ruido para que las habilidades maternas de las cerdas se expresen a fin de mejorar el bienestar del lechón, especialmente en los primeros tres días después del nacimiento, pues es en esta etapa donde la mortalidad alcanza los niveles más críticos (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2008).

Adicionalmente a estos factores, hay una gran cantidad de información que hace referencia a los factores no infecciosos que hacen que el lechón recién nacido no sobreviva. Entre ellos se destacan los factores maternos, se discuten el parto y la asfisia intrauterina, el comportamiento y la habilidad materna. Los factores del lechón incluyen el vigor del recién nacido, la habilidad para buscar una teta, la acidosis metabólica al nacimiento, la hipotermia e hipoglucemia (ver revisión de Alonso *et al.*, 2007). Por ello en el presente manuscrito se le dará otro enfoque y estará relacionado con los factores que directamente están relacionados con la falta de vigor al nacimiento.

Una alternativa para reducir la mortalidad neonatal en cerdos es el monitoreo del estrés neonatal durante el parto, es decir, valorar el grado de vitalidad de los lechones recién nacidos. También es importante conocer los cambios fisiológicos, de comportamiento y bioquímicos, que tienen lugar durante el inicio de la lactancia y que subsecuentemente afectarán la vitalidad, madurez y desarrollo de los cerdos neonatos (Trujillo-Ortega *et al.*, 2007).

La vitalidad y supervivencia del lechón dependen de diversos factores influenciados por la cerda, como son: los relacionados con la gestación, parto, lactación, y la conducta post-parto. Así mismo, intervienen en la vitalidad del lechón otros factores como el ambiente, la hipoxia en el momento del parto, concentración de hormonas (Bate, 1991), minerales (Tuchscherer *et al.*, 2000), ácidos grasos (Rooke *et al.*, 2001), y el peso al nacimiento, e indirectamente el tamaño de la camada.

La mortalidad pre-destete es un problema económico y de bienestar animal en la industria porcina. Mundialmente del 10 al 25% de los cerdos mueren antes del destete (Blackshaw *et al.*, 1994), de estas muertes entre el 50 y 75% se presenta durante los primeros 3 a 4 días de vida (Zhong-Cheng *et al.*, 2004). Aunada a la muerte de los animales, hay quien sacrifica a los más débiles y pequeños; así por ejemplo, los porcicultores de nuestro y otros países, tienen la idea de que un neonato débil le roba leche a los lechones pesados que sí sobrevivirán, o, peor aún, que su ganancia de peso siempre será baja, ocasionando cerdos retrasados en la engorda, y por ello los sacrifican pocas horas después del nacimiento (Finch *et al.*, 2002; Morrow, 2004).

Por otra parte, estudios clínicos recientes realizados en granjas comerciales por Mota-Rojas *et al.*, (2007), indican que de cada 1,000 lechones que nacen, entre 150 y 200, presentan periodos de apnea post-nacimiento relacionados a un proceso de asfisia intraparto que rebasan los 30 segundos; repercutiendo directamente sobre la vitalidad y latencia a conectar la teta, representando una pérdida importante para el productor. Otros elementos a considerar que tienen implicaciones directas en la reducción del vigor al nacimiento es el uso inadecuado de prostaglandinas para inducir los partos, o el uso de oxitocina para acelerarlos (Sánchez Aparico *et al.*, 2009; Mota-Rojas *et al.*, 2005, 2006, 2007).

Varley (1998), menciona que los lechones tardan comúnmente de 5 a 40 min en contactar la teta, y de 20 a 60 min en mamar, con grandes variaciones entre lechones en función de su peso al nacer, y de su vitalidad. El vigor o vitalidad del lechón depende de diversos factores que incluyen la genética, el peso al nacimiento, los niveles hemáticos de hierro (Bünger *et al.*, 1988), y diferencias entre animales en las concentraciones de diversas hormonas (Bate, 1991).

¿Por qué valorar la vitalidad del lechón?

Estudios clínicos realizados en granjas comerciales por Mota-Rojas *et al.*, (2007), indican que de cada 1,000 lechones que nacen, entre 150 y 200, presentan periodos de apnea post-nacimiento relacionados a un proceso de asfisia intraparto que rebasan los 30

segundos; repercutiendo directamente sobre la vitalidad y latencia a conectar la teta, representando una pérdida importante para el productor. Con respecto a esto, en un estudio realizado en 5,000 hembras reproductoras con un total de 11,324 partos analizados en una granja porcina de México, Mota-Rojas y Ramírez-Necoechea (1996), concluyeron que el costo de cada recién nacido oscila entre \$250.00 pesos, que multiplicado por el número de lechones (28,430), representa \$7,107,500.00 anuales, significando cuantiosas pérdidas económicas. Debido a este problema es importante contar con recursos que permitan evaluar de manera rápida y eficiente el estado fisiológico del lechón recién nacido. El periodo de transición de un recién nacido es de suma importancia, ya que se pueden detectar gran parte de los problemas de adaptación que este pueda presentar (alteraciones en termorregulación, dificultad respiratoria y otros), es indispensable conocer la condición al nacer y su evolución en las primeras horas de vida.

La mortalidad neonatal precoz de cerdos es una preocupación constante para los poricultores, las pérdidas han oscilado entre el 10 y el 29%. La mortalidad predestete representa una pérdida económica significativa en la producción porcina (Varona *et al.*, 2005). Por otro lado, la productividad de las cerdas se mide con el número de cerdos producidos por año también depende de su capacidad de dar a luz a los lechones que sobreviven y destetarlos (Damgaard *et al.*, 2003). El tamaño de la camada se correlaciona desfavorablemente con la supervivencia y vitalidad de los lechones (Lund *et al.*, 2002). Existen múltiples factores que contribuyen en la mortalidad neonatal y la morbilidad, variables fisiológicas o de comportamiento también puede representar un método alternativo de predicción de la supervivencia de los lechones. El parto es un periodo crítico en la mayoría de las especies de mamíferos placentales. En cerdos, hasta el 8% de los recién nacidos nacen muertos (van der Lende *et al.*, 2000), principalmente como resultado de la asfixia perinatal, en el útero o durante el parto (Zaleski y Hacker, 1993). El nacimiento es un momento crucial en la vida de un lechón. Las condiciones ambientales cambian rápidamente y de manera drástica, y los lechones recién nacidos tienen que adaptarse al nuevo entorno y competir con sus hermanos para el acceso a las tetas maternas. Los lechones tienen la necesidad de llegar a la ubre y mamar el calostro rápido, porque un retraso puede disminuir su supervivencia (Tuchscherer *et al.*, 2000) y su posterior crecimiento (Donovan y Dritz, 2000). El nacimiento origina cambios drásticos en diversas variables fisiológicas, pero sólo la temperatura del cuerpo ha sido ampliamente estudiada. Esta adaptabilidad al ambiente externo se ha relacionado con la capacidad de termorregulación de los lechones (Herpin *et al.*, 2002), pero existen otras variables fisiológicas, como la frecuencia cardíaca o la saturación arterial de oxígeno, que sufren cambios drásticos durante los primeros minutos de vida y que desafortunadamente son poco conocidos.

En un estudio realizado por Zaleski y Hacker (1993), señalan que las relaciones del tamaño de la camada con la vitalidad y la probabilidad de muerte fetal fueron en general estuvieron directamente relacionados. Las puntuaciones de la vitalidad individuales son altamente correlacionadas con el pH y la PCO₂ venosa de lechones, estas dos observaciones indican que la puntuación de la vitalidad es un excelente indicador de la gravedad de la asfixia que sufren los lechones durante el parto. La valoración de la vitalidad es una forma rápida y puede ser fácilmente utilizada en condiciones de campo. Por otra parte Casellas *et al.*, (2004) reportan en un trabajo donde los lechones han nacido con una puntuación media de vitalidad de 5.63 ± 0.03 , observaron que los animales con una puntuación de vitalidad de 3 o 4 la temperatura rectal es inferior (tanto en el momento del nacimiento y 60 minutos después), además de que tardan más en llegar a la ubre, y el aplazamiento de su primer ingestión de calostro. Estos autores observaron un mayor coeficiente de correlación entre la vitalidad, el tiempo para amamantar y el tiempo para llegar a la ubre (0,67, $P < 0,001$), y estas también fueron moderadamente y negativamente correlacionada con la temperatura rectal a 60 minutos después de su nacimiento y con la saturación arteriales de oxígeno 60 minutos después del nacimiento. La valoración del neonato porcino a través de la escala de vitalidad modificada permite obtener un pronóstico rápido del estado clínico-fisiológico del lechón, la importancia del uso de la escala de vitalidad modificada recae en los cinco signos clínicos que se valoran, es decir, los cinco clínicos que se valoran son susceptibles a las variaciones de oxígeno presentes en el organismos además de estar íntimamente relacionados.

Aspectos relevantes que reducen la vitalidad al nacimiento

La vitalidad del neonato porcino depende de diversos factores (Alonso-Spilsbury *et al.*, 2007b) influenciados por la cerda, como son factores relacionados con la gestación, duración del parto (Herpin *et al.*, 2001), lactación y la conducta post-parto. Así mismo, intervienen en la vitalidad otros factores propios del lechón y del ambiente, como son la hipoxia en el momento del parto, la concentración de hormonas (Bate, 1991), minerales (Bünger *et al.*, 1988; Tuchscherer *et al.*, 2000) y ácidos grasos (Rooke *et al.*, 1998; Rooke *et al.*, 2001); el peso al nacimiento (Casellas *et al.*, 2004) y el tamaño de la camada entre otros.

Efecto del peso al nacer

Estudios de Maestría recientes Juárez *et al.*, (2010), señalan que generalmente los lechones con bajo peso al nacer son los más susceptibles para presentar mayores tasas de mortalidad pre-destete. Sin embargo, los resultados de esta tesis muestran que los lechones con calificación reproboratoria en la escala de vitalidad al nacimiento, fueron los más pesados, tardaron 30 min más en encontrar la teta materna, presentaron el mayor porcentaje de cordones umbilicales rotos y disminución en la temperatura corporal y en la PO₂ sanguínea, mostrando mayores signos de hipoxia intra-parto, en comparación con los otros grupos de neonatos con

calificaciones aprobatorias. En este estudio se señalan los valores de referencia del perfil de variables críticas sanguíneas y latencias a amamantamiento, de acuerdo a la calificación de vitalidad de lechones al nacimiento. Nuestros resultados confirman que la hipoxia y anapirexia conllevan a una mayor latencia al primer contacto con la teta. Por otra parte, las hembras toleran mejor la disminución de oxígeno además de tener ventajas sobre los machos, independientemente de la calificación de la vitalidad obtenida.

El bajo peso al nacer reduce las posibilidades de supervivencia hasta el destete de los lechones (Inglés *et al.*, 1982). En la industria porcina el bajo peso en el nacimiento es una falla importante que repercute en la producción porcina. Está bien establecido que el bajo peso al nacer está altamente correlacionado con la disminución de la supervivencia y la tasa de crecimiento post-natal. Thorngren-Jerneck y Herbst (2001) concluyen en su estudio que existe una influencia en la baja puntuación de vitalidad con el peso al nacer y la edad gestacional. Un bajo peso al nacer es conocido por ser un factor de riesgo de compromiso fetal, siendo típico encontrar en los casos de insuficiencia placentaria crónica, Thorngren-Jerneck y Herbst (2001) encontraron que el peso al nacer con cualquier desviación ya sea un incremento o un decremento en el peso fue acompañado, con un similar aumento en el riesgo de una baja puntuación de Apgar a los 5 minutos. Sin embargo por estudios recientes de este grupo de investigación, se ha encontrado que el bajo peso no afecta la puntuación de vitalidad, es decir, los lechones más pesados que se muestrearon en este estudio, son los que reprobaron la escala de vitalidad (independientemente del género) además de presentar cierto grado de hipoxia, reflejada en la gasometría realizadas.

Asfixia y vitalidad neonatal

Los eventos que acontecen en un proceso de asfixia aguda tales como acidosis metabólica e hipoxia que son comunes en cerdos, interactúan con el bienestar del lechón y su desempeño postnatal, prolongando el tiempo que tarda para conectar la teta y el inicio de la primer succión (Mota *et al.*, 2005). Esto a su vez origina un menor consumo de calostro, un inadecuado estado de protección inmunológica y una disminución de la temperatura corporal, con su consecuente compromiso en la vitalidad neonatal.

La supervivencia en un cerdo recién nacido, la tasa de crecimiento normal y los indicadores finales de vigor, reflejan una maduración y adaptación adecuadas. La maduración prepara al animal recién nacido para la transición de un ambiente intrauterino a uno extrauterino, mientras que la adaptación permite al neonato ajustarse a las demandas de un ambiente extrauterino adverso. El vigor al nacimiento entre los lechones de una misma camada varía considerablemente y esta variación se debe en parte a factores relacionados con la interrupción del flujo de oxígeno durante el nacimiento. Las diferencias en el vigor de los lechones están relacionadas a una variedad de factores tales como: herencia, genética, peso al nacimiento, concentración de hierro en sangre y varias concentraciones hormonales (para una revisión, ver Fraser *et al.*, 1995). La asfixia prolongada o intermitente *in utero* y durante el parto, no necesariamente conduce a un mortinato intraparto; sin embargo, tal asfixia debilita a los lechones y los deja menos capaces para adaptarse a la vida extrauterina (Zaleski y Hacker, 1993; Trujillo *et al.*, 2006). Ciertamente, los lechones nacidos vivos que mueren antes de las 3 semanas de edad tienen niveles más altos de lactato en sangre al nacer, que aquellos que sobreviven a esta edad (English y Wilkinson, 1982) al igual que la habilidad para termorregularse durante un severo estrés por frío está inversamente relacionada con los niveles de lactato del cordón umbilical (Stanton *et al.*, 1973). Sin embargo, aún no se ha establecido claramente la relación entre el grado de hipoxia al nacimiento y la subsiguiente supervivencia y vitalidad (Herpin *et al.*, 1995).

La asfixia neonatal retrasa el primer contacto del lechón con la teta de la madre y la primer ingesta de calostro, también está asociada con la reducción de la temperatura rectal a las 24 h de vida, la tasa de crecimiento y la supervivencia en los siguientes 10 días. Este criterio es de valor pronóstico para una vitalidad postnatal más temprana (Hoy *et al.*, 1995). La vitalidad postnatal también está correlacionada positivamente con el peso al nacimiento, como lo muestra Hoy *et al.* (1994), aunque el efecto de la asfixia es frecuentemente grande, algunas veces es más grande el efecto del peso al nacimiento (Herpin *et al.*, 1995).

La asfixia intraparto activa drásticamente el sistema simpático adrenal y las catecolaminas liberadas pueden desencadenar varias acciones degenerativas tales como daño al endotelio capilar cerebral y acidosis, posiblemente asociado con la movilización de carbohidratos almacenados en condiciones anaeróbicas. La disminución de glicógeno almacenado también reduce las reservas fisiológicas del recién nacido y su habilidad para resistir ataques prolongados de estrés extrauterino. Esto puede conducir a una reducción del vigor al nacimiento, una conducta de alimentación menos agresiva y consecuentemente reducción en la ingesta de calostro, dando como resultado, aumentar o disminuir el suministro de energía requerida para termorregulación (Herpin *et al.*, 1995).

Los lechones que maman infrecuentemente o con muy poco vigor pueden tener menor éxito en la obtención de inmunoglobulinas (Blecha y Kelly, 1981). Se ha enfatizado repetidamente la importancia que tiene el consumo temprano y suficiente de inmunoglobulinas para el desarrollo y supervivencia de los lechones (de Passillé *et al.*, 1988).

Efecto del género

En humanos los puntajes de Apgar (escala de vitalidad) que se utiliza para indicar " la adaptación a la vida extra-uterina de los recién nacidos", también muestran diferencias por motivos de género. Los machos recién nacidos prematuros, con muy bajo peso al nacer, tenían puntajes de Apgar menor que en las mujeres (Hegyi *et al.*, 2006) y en grandes estudios de cohortes, la baja puntuación a los cinco minutos en la escala de Apgar o de vitalidad los resultados se produjeron con menor frecuencia en las hembras que en los machos (Thorngren-Jerneck *et al.*, 2001). Por otra parte los fetos masculinos "tienen un mayor riesgo de parto pre-término (Gissler *et al.*, 1999). La relación entre el sexo masculino y las bajas puntuaciones en la escala de vitalidad, por lo tanto, puede estar directa o indirectamente relacionadas con la edad gestacional. Existen diversos trabajos en los que se estudian las diferencias que hay entre hembras y machos; por factores biológicos, son las hembras las que toleran mejor los procesos en los que se ve comprometido el aporte de oxígeno, y por consecuencia se refleja en la puntuación de la vitalidad. Los conocimientos de las diferencias en el género (hembra-macho), en cuanto al comportamiento de las variables críticas sanguíneas cuando atraviesan por algún grado de asfíxia, nos permitirán utilizar medidas adecuadas para restablecer el vigor de los lechones. Se han realizado muchas investigaciones sobre las diferencias que existen entre hembras y machos en lo que respecta a la diferencia en la maduración pulmonar y producción de surfactante por efecto hormonal, en especies como conejo, borrego entre otras. (Carey *et al.*, 2007). La demora en la síntesis de surfactante aumenta el riesgo para presentar el síndrome de diestrés respiratorio (SDR), en el feto de sexo masculino, estos datos son bien conocidos en la perinatología humana; los andrógenos han estado implicados en el mecanismo de retraso en la maduración pulmonar (Dammann *et al.*, 2000). Con estos antecedentes podemos decir que son los machos quienes y por factores biológicos tienen mayor riesgo de obtener puntuaciones bajas en la escala de vitalidad modificada.

Uso de hormonas al parto y la vitalidad del recién nacido

Estudios doctorales recientes de Sánchez-Aparicio *et al.*, (2009), sobre inducción del parto en la cerda con prostaglandinas a diferentes tiempos y su efecto sobre el perfil fisiometabólico y peso del neonato porcino, indican que la inducción de partos con PGF_{2α} a 36 y 24 hrs previas a la fecha estimada del parto y sin supervisión del proceso del parto culmina en más lechones nacidos muertos intra-parto. Mientras que los lechones nacidos vivos de estos grupos presentan perfil fisiometabólico alterado ocasionado por la presencia de estrés fetal crónico, factores que afectan su desempeño post-nacimiento al observar que su vitalidad y peso al nacimiento son bajos.

Por otro lado estudios sobre el uso de oxitocina Mota-Rojas et al. (2005-2008) señalan que los oxitócicos reducen efectivamente la duración del parto pero difícilmente reducen la mortalidad al nacimiento y los problemas de distocia. Los oxitócicos probados redujeron la duración de la expulsión de los fetos, incrementaron el número de cordones umbilicales hemorrágicos y rotos y redujeron los intentos de inspiración y la aparición de fetos con latido cardiaco, favoreciendo su muerte.

La sangre obtenida del cordón umbilical proporciona información suficiente para estimar el estado de los fetos al nacimiento y la relación con el exceso de base, cambios en las concentraciones de pO₂, saturación de O₂, pCO₂ y pH, debido al intercambio continuo de gases sanguíneos en la placenta después de la oclusión del cordón umbilical, patología común encontrada en partos distócicos. Los resultados de este experimento son evidencia de que la oxitocina no debe ser aplicada en partos con una evolución normal sin nacidos muertos, ya que posee efectos adversos sobre el desempeño de la cerda modificando la dinámica uterina. La aplicación de una sola dosis baja de oxitocina (0.083 UI/Kg) después del nacimiento del quinto lechón en cerdas con distocia, parece tener efectos favorables, comparados con los resultados de partos distócicos sin oxitocina y parto normal con oxitocina.

Bibliografía recomendada

- Alonso-Spilsbury, M.; Mota-Rojas, D.; Villanueva-García, D.; Martínez-Burnes, J.; Orozco, G.H.; Ramírez Necoechea, R.; López, A. & Trujillo-Ortega, M.E. 2005. "Perinatal asphyxia pathophysiology in fetal and human neonate: a review". *Anim. Reprod. Sci.* 90: 1-30.
- Alonso-Spilsbury, M., Mota-Rojas, D., Orozco-Gregorio, H., González, M., Olmos-Hernández, A., Sánchez P., Ramírez-Necoechea, R. 2007 a. Apgar score modified for piglets: new insight for peri-natal ethophysiological clinics. *Proceedings of the 41st International Congress of the ISAE.* 2007. Merida, Mexico.
- Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., González-Lozano, M., Mota-Rojas, D., Trujillo-Ortega, M.E., 2007 b. Piglet survival in early lactation: a review. *JAVA.* 6 (1), 76-86.
- Bate, L. A. 1991. Modifications in the aggressive and ingestive behaviour of the neonatal piglet as a result of prenatal elevation of cortisol in the dam. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 30: 299-306.
- Baxter, E.M., Jarvis, S., D'Eath, R.B., Ross, D.W., Robson, S.K., Farish, M., Nevison, I.M., Lawrence, A.B., Edwards, S.A., 2008. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology.* 69 (6), 773-783.



- Baxter Emma M., Susan Jarvis, Lorna Sherwood, Sheena K. Robson, Elisabeth Ormandy, Marianne Farish, Kathleen M. Smurthwaite, Rainer Roehe, Alistair B. Lawrence and Sandra A. Edwards. 2009. Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. Livestock Science.* 124 (1-3), 266-276.
- Gilbert CL. 1999. Oxytocin secretion and management of parturition in the pig. *Reprod. Dom. Anim.* 34:193-830.
- González-Lozano, M.; Trujillo-Ortega, M. E.; Becerril-Herrera, M.; Alonso-Spilsbury, M.; Ramírez-Necoechea, R.; Hernández-González, R. y Mota-Rojas, D. 2009. **Effects of oxytocin on critical blood variables from dystocic sows.** *Vet. Mex.* 40 (3): 231-245.
- González-Lozano, M.; Mota-Rojas, D.; Velázquez-Armenta, Y.; Nava-Ocampo, A.; Hernández-González, R.; Becerril-Herrera, M.; Trujillo-Ortega, M. and Alonso-Spilsbury, M. 2009. Obstetric and fetal outcomes in dystocic and eutocic sows to an injection of exogenous oxytocin during farrowing. *Can Vet J.* vol. 50 December 2009.
- Groenendaal F, De Vooght K.M., van Bel F. 2009. Blood gas values during hypothermia in asphyxiated term neonates. *Pediatrics.* 123, 170-172.
- Herpin, P., Le Dividich, J., Hulin, J.C., Fillaut, M., de Marco, F., Bertin, R., 1996. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pigs. *J. Anim. Sci.* 74, 2067-2075.
- Herpin, P., Hulin, J.C., Le Dividich, J., Fillaut, M., 2001. Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction in early postnatal mortality in pigs. *L. Anim. Sci.* 79, 5-10.
- Herpin, P., M. Damon, and J. Le Dividich. 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 78:25-45.
- Morrow, M. 2004. Decision-making for the lightweight pig. *Pig Progress* 28 (10): 11-13.
- Mota-Rojas, D; Ramírez-Necoechea R. 1996. "Los lechones nacidos muertos" *Agro Méx* 18: 2-7.
- Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Trujillo-Ortega, M.E., Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., López-Mayagoitia, A., 2002. Effect of oxytocin treatment in sows on umbilical cord morphology and meconium staining and neonatal mortality of piglets. *Am. J. Vet. Res.* 63 (11), 1571-1574.
- Mota-Rojas, D., Martínez-Burnes, J., Trujillo, O.M.E., López, M.A., Rosales, T.A.M., Ramírez, N.R., Orozco, G.H., Merino, P.A., Alonso-Spilsbury, M., 2005. Uterine and fetal asphyxia monitoring in parturient sows treated with oxytocin. *Anim. Reprod. Sci.* 86 (1-2), 131-141.
- Mota-Rojas D, Trujillo ME, Martínez J, Rosales AM, Orozco H, Ramírez-Necoechea R, Sumano H, Alonso-Spilsbury M. 2006. Comparative routes of oxytocin administration in crated farrowing sows and its effects on fetal and postnatal asphyxia. *Anim Reprod Sci.* 92(1-2):123-43.
- Mota-Rojas D., Acosta Mellado B., Olmos Hernández. A., Aceves-Reyes D. 2007. El neonato: factores relacionados con baja vitalidad. *Porcicultores* 10 (58): 80-85.
- Mota-Rojas, D.; Nava-Ocampo, A.; Trujillo-Ortega, M. E.; Velázquez-Armenta, Y.; Ramírez-Necoechea, R.; Martínez-Burnes, J. & Alonso-Spilsbury, M. 2005. Dose minimization study of oxytocin in early labor in sows: Uterine activity and fetal outcome. *Reprod. Toxicol.* 20: 255-259.
- Mota-Rojas, D.; Martínez-Burnes, J.; Trujillo-Ortega, M.E.; López, A.; Rosales, A.M.; Ramírez-Necoechea, R.; Orozco, H.; Merino, A. & Alonso-Spilsbury, M. 2005. "The effects Vetrabutin clorhidrate and oxytocin on stillbirth rate and asphyxia in swine". *Theriogenology* 64:1889-1897.
- Mota-Rojas, D.; Martínez-Burnes, J.; Alonso-Spilsbury, M.; López, A.; Ramírez-Necoechea, R.; Trujillo-Ortega, M.E.; Medina-Hernández, F.J.; de la Cruz, N.I.; Albores-Torres, V. & Gallegos-Sagredo, R. 2006. "Meconium staining of the skin and meconium aspiration in porcine intrapartum stillbirths". *Livestock Science.* 102:155-162.
- Mota-Rojas, D.; Trujillo-Ortega, M.E.; Villanueva-García, D.; González-Lozano, M.; Orozco-Gregorio, H.; Ramírez-Necoechea, R. and Alonso-Spilsbury, M. 2006. "Can uterotonics reduce fetal and newborn piglet mortality by perinatal asphyxia and improve functional vitality?" *Journal of Medical Science.* 6 (6): 884-893.
- Mota-Rojas D, Orozco GH, Alonso SML, Villanueva GD, Martínez BJ, López MA, González LM, Trujillo OME, Ramírez NR. 2008. Capítulo 23. Asfisia perinatal en el bebé y neonato porcino: en Mota RD, Nava OAA, Villanueva GD y Alonso SML. *Perinatología y Ginecobstetricia Animal, Enfoques Clínicos y Experimentales.* 2008. BM Editores. DF México.
- Mota-Rojas, D.; Villanueva-García, D.; Velázquez-Armenta, Y.; Nava-Ocampo, A.; Ramírez, N.R.; Alonso-Spilsbury, M. and Trujillo-Ortega, M.E. 2007. "Influence of time at which oxytocin is administered during labor on uterine activity and perinatal death in pigs". *Biological Research.* 40: 55-63.
- Olmos-Hernández A.; Trujillo-Ortega M.E.; Alonso-Spilsbury M.; Ramírez-Necoechea R. & Mota-Rojas D. 2008. "Foetal monitoring, uterine dynamics and reproductive performance in spontaneous farrowings in sows". *J Applied Anim Res* 33:181-185.
- Orozco-Gregorio H., Mota-Rojas D, Alonso-Spilsbury, M., Olmos-Hernández A., Ramírez-Necoechea R., Velázquez-Armenta EY., Nava-Ocampo A.A., Hernández-González R., Trujillo-Ortega M.E. and Villanueva-García D. 2008. Short-term neurophysiologic consequences of intrapartum asphyxia in piglets born by spontaneous parturition. *International Journal of Neurosciences* 118:1299-1315.

- Sánchez-Aparicio, P.; Mota-Rojas, D.; Trujillo-Ortega, M. E.; Zarco-Quintero, I. A.; Becerril-Herrera, M., Alonso-Spilsbury, M. and Alfaro-Rodríguez, A. 2009. Effect of prostaglandins for inducing birth, on weight, vitality and physiological response in newborn pigs. *J. Appl. Anim. Res.* 36: 113-118.
- Trujillo-Ortega, M.E.; Mota-Rojas, D.; Hernández-González, R.; Velázquez-Armenta, Y.; Nava-Ocampo, A.; Ramírez-Necoechea, R. y Alonso-Spilsbury M. 2006. "Obstetric and Neonatal outcome to recombinant somatotropin administered in the last third of pregnancy to first-time pregnant sows". *Journal of Endocrinology.* 189: 575-582.
- Trujillo-Ortega, M.E.; Mota-Rojas, D.; Olmos-Hernández, A.; Alonso Spilsbury, M.; González, M.; Orozco, H.; Ramírez-Necoechea, R.; Nava-Ocampo, A. 2007. A study of piglets born by spontaneous parturition under uncontrolled conditions: Could this be a naturalistic model for the study of intrapartum asphyxia? *Acta Biomedica.* 78: 29-35.
- van Dijk, A.J., van der Lende, T., Taverne, M.A.M., 2006. Acid-base balance of umbilical artery blood of liveborn piglets at birth and its relation with factors affecting delivery of individual piglets. *Theriogenology.* 66, 1824-1833.
- Veronesi M.C., S. Panzani, M. Faustini and A. Rota. 2009. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology.* 72(3). 401-407.
- Zaleski, H.M., Hacker, R.R., 1993. Comparison of viability scoring and blood gas analysis as measures of piglet viability. *Can. J. Anim. Sci.* 73, 649.
- Zhong-Cheng, L., Shiliang, L., Russell, W., Michel, S. and Karamer. 2004. Risks of stillbirth and early neonatal end by day of week. *C. A. J.* 3: 170.