

Identificación de factores humanos para conseguir la preñez de cerdas inseminadas artificialmente

Identification of human factors to achieve pregnancy in artificially inseminated sows

Elizabeth Villarroel-Barrios

Máster en Producción Animal Sostenible, doctoranda en investigación transdisciplinar, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2488-9783> / belizabethvillarroel@gmail.com

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Bolivia



RESUMEN

Debido a que la carne de cerdo tiene alta demanda, las granjas porcinas implementan la inseminación artificial para producir en mayor proporción esta proteína; sin embargo, es valioso tomar en cuenta muchos aspectos en el momento de la detección del celo e inseminar oportunamente para lograr los objetivos de producción. En este artículo presentamos los avances de una revisión bibliográfica sobre la identificación reiterada de errores o descuidos, incurridos por factores humanos, que no favorecen la preñez de las cerdas inseminadas con cualquiera de las distintas técnicas o en los procedimientos realizados para la colecta y valoración del semen. Para ello se ha considerado varios tipos de documentos (artículos y tesis de grado principalmente) en repositorios universitarios, en revistas indexadas y en bases de datos reconocidas. En dichas revisiones, se constata que el personal encargado de realizar cada uno de los procesos para inseminar, no sólo debe tener un conocimiento profundo y actualizado sobre las características de los reproductores o sobre el análisis del esperma porcino, sino que también debe saber sobre las distintas etapas del estro de la cerda y el momento óptimo para inseminar; factores importantes para conseguir la preñez esperada y aumentar los índices reproductivos en las granjas. En ese sentido, la disminución en el porcentaje de cerdas gestantes inseminadas artificialmente, se atribuye a fallas relacionadas directamente con este proceso, al desconocimiento de factores específicos en cada uno de los pasos para inseminar y a la insuficiente preparación de las personas que lo realizan; por ello es importante que éstas tengan un alto nivel de capacitación que les permita implementar y desarrollar las distintas técnicas de inseminación para mejorar y aumentar la producción porcina.

Palabras clave: genética animal, reproducción animal, procreación artificial, zootecnia, producción porcina.

ABSTRACT

Because pork meat is in high demand, pig farms implement artificial insemination to produce a greater proportion of this protein; however, it is valuable to take into account many aspects at the time of heat detection and timely inseminate to achieve production goals. In this article we present the progress of a bibliographical review on the repeated identification of errors or oversights, incurred by human factors, that do not favor the pregnancy of the sows inseminated with any of the different techniques or in the procedures carried out for the collection and evaluation of the semen. For this, various types of documents (mainly articles and degree theses) have been considered in university repositories, in indexed journals and in recognized databases. In these reviews, it is verified that the personnel in charge of carrying out each one of the processes to inseminate must not only have a deep and updated knowledge about the characteristics of the reproducers or about the analysis of porcine sperm, but must also know about the different stages of the sow's estrus and the optimal moment to inseminate; important factors to achieve the expected pregnancy and increase reproductive rates on farms. In this sense, the decrease in the percentage of artificially inseminated pregnant sows is attributed to failures directly related to this process, ignorance of specific factors in each of the steps to inseminate and insufficient preparation of the people who perform it; For this reason, it is important that they have a high level of training that allows them to implement and develop the different insemination techniques to improve and increase pig production.

Keyword: Animal genetics, animal breeding, artificial procreation, animal husbandry, pig production.

Recibido: 12 de diciembre del 2022
Aceptado: 24 de mayo del 2023



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

La producción de ganado porcino, casi se ha duplicado desde el año 2000, pasando de 1 746 200 a 3 261 149 en el 2021, según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE, s.f). Este es un factor significativo que hace necesario la ejecución de técnicas que contribuyan al rendimiento de esta industria pecuaria, lo cual redundará en beneficios importantes para el desarrollo de la región. Dentro de estas estrategias, se encuentra la implementación de métodos de reproducción animal artificial y que lleguen a feliz término, es decir, que el proceso de inseminación progrese y culmine con la preñez efectiva de las cerdas.

A nivel general se pueden encontrar estudios que indican que la producción porcina ha crecido a nivel mundial en los últimos años, debido a un incremento en el consumo de carne de cerdo; es decir, cada vez hay más personas que incorporan esta proteína a su dieta diaria. Y ello precisa, entre otras cosas, encontrar estrategias como las que facilita la técnica de la reproducción artificial que permite la optimización del rendimiento de las granjas dedicadas a la industria porcina (Coronel, 2012).

En ese sentido “se han creado nuevos sistemas de producción, que han sido introducidos en Latinoamérica y en nuestro país, los que buscan mejorar la producción, a través de la genética, sanidad, infraestructura, alimentación y medio ambiente” (p. 13); y estos elementos se constituyen en pilares de la producción porcina que son manejados por el personal de las granjas para lograr la eficiencia y rendimiento en la utilización de los recursos para alcanzar una máxima rentabilidad a bajo costo (Macuchapi, 2007).

No obstante, la importancia de la producción porcina en el contexto económico boliviano, de acuerdo con Coronel (2012) “ha intensificado la utilización de la inseminación artificial como medio reproductivo” (p. 1). De ahí la necesidad de dar a conocer los factores determinantes que el personal inseminador debe tener en cuenta para conseguir la preñez de las cerdas y no incurrir en equivocaciones, fallas o descuidos por desconocimiento del proceso. De Alba (2013) señala que:

la inseminación artificial quirúrgica en los predios porcinos garantizaba la posibilidad de reducir el número de espermos a depositar cerca de la unión útero-tubárica; pero esta técnica no se podía aplicar de forma rutinaria en las granjas porcinas, por lo que se buscaron alternativas a la cirugía que permitieran depositar el semen lo más cerca posible del sitio de fertilización, siempre con el objetivo de disminuir el número de espermos por inseminación. (p. 1)

La técnica de inseminación artificial aplicada a la producción porcina data de muchos años; según Espíndola (2020) “se inició en granjas porcícolas donde los encargados vieron la probabilidad de sacar semen a los verracos” (p.1) para mejorar la fertilización de las cerdas. Dicho

procedimiento se sigue utilizando en la actualidad, pues su aplicación permite conseguir un producto terminado con muchas cualidades y además logra eficiencia en los parámetros tanto de producción como de reproducción (Córdova, 2014); en tal sentido Cuevas *et al.* (2005) expresan que “el desempeño reproductivo es la principal preocupación de los porcuicultores, ya que la estabilidad económica de su empresa depende de la producción de lechones (que se encuentra afectada por el índice de fertilidad y el número de lechones nacidos)” (p. 145). En esa misma línea Hormachea *et al.* (2016) afirman que “es necesario seguir una rutina de trabajo estricta, además las instalaciones y la habilidad del técnico juegan un papel preponderante” (p. 2). En síntesis se puede mencionar que esta biotecnología es una herramienta de reproducción animal “que sustituye la monta porcina por una aplicación instrumentalmente asistida por un técnico que intervenga en la metodología” (Espíndola, 2020, p. 2).

Como en toda granja porcina dedicada a la producción de lechones, el personal a cargo debe saber tal como menciona Hoyos (2015) que “el paso más indispensable para que todo pueda llevarse a cabo de manera satisfactoria es la detección del celo en las cerdas, para lo cual se debe contar con una mano de obra capacitada” (p. 15), de eso se desprende que la persona inseminadora, además del conocimiento de las distintas técnicas de inseminación, tiene que saber sobre las etapas del estro, ya que si se deja pasar el celo de las cerdas, éstas no quedarán preñadas. Ahora bien, para detectar el celo además del conocimiento y experiencia previa es importante tener en cuenta los siguientes aspectos como lo plantea Carr (2014):

hay que utilizar todos los sentidos de un buen operario: el oído para descubrir a una cerda que vocaliza; la vista para identificar las cerdas inquietas, nerviosas, que no comen y tienen la vulva inflamada y ligeramente enrojecida; el tacto para hacer la prueba de presión en la espalda en presencia del verraco y el sentido común para tener paciencia y calma a la hora de observar a los animales. (p. 6)

En cuanto a los verracos, Lloveras (2020) expone que deben ser “utilizados a partir de los 10 meses de edad con una frecuencia de dos veces por semana” (p. 3), dato importante que el porcinocultor debe tomar en cuenta para extraer material seminal de excelente calidad; ya que, sin este conocimiento previo no se logrará la gestación de las hembras porcinas, aunque se haya detectado el celo correctamente, debido a que los espermatozoides pueden estar inmaduros si los cerdos son utilizados antes de la pubertad o contrariamente también si se hace un uso excesivo de los machos adultos para la colecta de semen.

Esto confirma que en el proceso de inseminación artificial porcina se requiere “una serie de conocimientos sobre materiales, usos, tiempos, etc., que pueden ser la diferencia entre un resultado exitoso o discreto” tal como

lo describe Hormachea *et al.* (2016, p. 7); por lo tanto, es indispensable que el inseminador conozca y entienda cada uno de los procedimientos que se efectuarán en esta práctica de reproducción asistida. Y desde esa perspectiva, el propósito de este artículo es analizar dichos elementos que son esenciales a la hora de implementar procesos biotecnológicos de reproducción porcina con el ánimo de mejorar el rendimiento de las granjas, y por ende, del sector pecuario tan relevante en el contexto boliviano.

METODOLOGÍA

Este artículo constituye un primer avance bibliográfico de la investigación “Abordaje transdisciplinar de los factores humanos que no favorecen la preñez de las cerdas mediante la inseminación artificial y del mejoramiento genético para la reproducción en las granjas porcinas de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia”. Para ello se realizó una búsqueda de documentación sobre la temática de la reproducción artificial porcina, especialmente en lo que atañe a aquellos aspectos humanos que son esenciales a la hora de desarrollar este procedimiento biotecnológico de manera adecuada y efectiva.

La pesquisa bibliográfica se realizó acudiendo a bases de datos y repositorios institucionales con acceso a artículos y tesis de grado que tratan dicha temática. En esa búsqueda se utilizaron palabras clave como “inseminación porcina”, “preñez de la cerda”, “gestación artificial” y “semen verraco”; la idea general fue encontrar artículos de corte cualitativo, centrados en los procesos llevados a cabo por los sujetos antes y durante la inseminación artificial (IA), incluyendo la colecta de semen y su análisis, para lograr la eficiencia reproductiva en las granjas porcinas.

Una vez se accedió a los documentos se seleccionó y organizó la información obtenida atendiendo fundamentalmente a los aspectos relacionados con el papel del personal inseminador en el proceso de reproducción asistida; para ello se establecieron tres categorías: la detección eficaz del ciclo del celo de la cerda, la colecta del semen y la valoración del material seminal en el laboratorio. A partir de esos elementos se analizaron los datos que se consideraron más pertinentes y adecuados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Algunos elementos claves en la inseminación artificial porcina. Según Coronel (2012) la técnica de la inseminación artificial aplicada al ganado porcino se desarrolló de manera pausada, hasta el momento en que se pudo obtener buenos resultados utilizando material seminal refrigerado, lo que permitió una transformación en la mentalidad de porcicultores y personal técnico, debido a las ventajas que ésta ofrecía “tanto a nivel de granja con la preparación de semen para uso propio, como a través de centros de

inseminación artificial que distribuyen dosis seminales a las explotaciones (p. 1); de ahí la importancia del conocimiento y pertinencia de esta técnica de quienes manejan la granja y de quien realiza el proceso con los respectivos pasos a seguir. En ese sentido y siguiendo a Luchetti *et al.* (2016) es fundamental también la experiencia de la persona que lleva a cabo todo el procedimiento de inseminación.

No cabe duda de que la técnica de la inseminación artificial logra mayores rendimientos en la productividad y en la reproducción porcina (Cuevas *et al.*, 2005); sin embargo, es fundamental ver cómo responden los distintos métodos, sobre los criterios que se miden en los predios, ya que la finalidad de la técnica es tener la mayor cantidad de gametos masculinos en la matriz de la cerda, como precaución para que exista la concepción.

En muchas granjas porcinas “La técnica de inseminación artificial (...) sustituye la monta porcina por una aplicación instrumentalmente asistida por un técnico que intervenga en la metodología; es así que esta técnica es un método asistido que aumenta las hembras fecundadas” (Espíndola, 2020, p. 2). Lo anterior demuestra la necesidad de que el personal esté actualizado y capacitado, teniendo en cuenta que la producción animal es un área en constante evolución; en ese sentido, por ejemplo, tal como indica López (2016), “La tendencia actual en la IA porcina es reducir el número de espermatozoides por inseminación y en esta línea se están desarrollando nuevas técnicas para la aplicación del semen cerca del lugar de la fecundación” (p. 6).

Los diferentes métodos de procreación artificial en cerdas, según Compagnoni *et al.* (2019) “permiten variar el volumen y la cantidad de espermatozoides de la dosis inseminante al modificar el lugar de deposición de ésta” (p. 33); sobre este asunto Torrentes *et al.* (2013) indican que en porcinos:

Puede practicarse depositando el contenido de las dosis seminales en el cérvix (IA convencional o cervical o SAI) o en el útero (IA intrauterina). Esta última modalidad presenta dos variantes: la IA postcervical (PCAI) cuando la dosis seminal se deposita inmediatamente tras el cérvix y la IA intrauterina profunda (DUI) cuando la dosis seminal se deposita en la cavidad de los cuernos uterinos. Los catéteres utilizados en cada una de estas modalidades varían en longitud y diámetro, dependiendo del tipo de IA que se practique y requieren de personal más preparado cuanto más profundidad alcanza la deposición. (p. 59)

Los autores anteriores también afirman que “por lo general, la IA Convencional (SAI) y la IA Post Cervical (PCAI) suelen ser utilizadas para dosis seminales frescas o refrigeradas, y la IA Intrauterina Profunda (DUI) se reserva para dosis seminales criopreservadas o sexadas” (p. 59).

En cuanto a la Inseminación Artificial Convencional, según Cane *et al.* (2019) “suele emplear entre 2.5 y 4 mil millones de espermatozoides por cada inseminación en un volumen que oscila entre 70 ml y 100 ml de diluyente, los cuales se depositan en el útero a través del cérvix dos o tres veces durante el estro” (p. 584). De acuerdo con estos autores los cerdos reproductores empleados para la extracción de semen producirían entre 20 a 40 porciones entre 70 ml y 100 ml de disolvente para la tradicional y que la utilización de una disminución diaria en la cantidad de las células reproductoras del cerdo se traduciría en ganancias monetarias para la granja, lo que hace que continuamente surjan nuevas técnicas que conlleven a la utilización eficiente del material seminal.

En lo que respecta a la inseminación intrauterina, De Alba (2013) la describe en líneas generales como la “deposición del semen directamente en el cuerpo del útero” (p. 1) y dentro de este tipo de inseminación se distingue dos técnicas según el lugar donde se deposite el material seminal: “1) La Inseminación Intrauterina Profunda (IA IUP), que deposita el semen en la profundidad de un cuerno uterino y 2) La Inseminación post cervical (IA PC) en la que el semen se deposita en el cuerpo del útero” (p. 1). Vinculado a esto Luchetti *et al.* (2016) mencionan que es importante tener en cuenta la profundidad a la que se realiza la deposición seminal ya que:

a medida que el semen se deposita más profundamente en el aparato genital de la cerda, el número mínimo de espermatozoides requerido por inseminación es menor. Se busca reducir el número de espermatozoides requeridos por servicio sin afectar la tasa de parto ni el tamaño de la camada. La IA intrauterina posibilita esto ya que evita las áreas donde se pierden los espermatozoides, se reduce el volumen de reflujo seminal post-inseminación y podría evitarse el uso de padrillo de retajo durante la inseminación. (p. 120)

En esta misma línea, el personal encargado de la inseminación artificial porcina debe buscar y conocer la efectividad de otras técnicas de inseminación, como la que detalla López (2016) quien afirma que “un grupo de investigadores de la universidad de Murcia, España, desarrollaron la técnica de inseminación intrauterina profunda (IIUP) que consiste en la introducción transcervical de un catéter flexible en el útero de la cerda, logrando acceder sin sedación [sic] ni cirugía” (p. 6). Este mismo autor expone que “se ha querido reducir la concentración de semen hasta unas 100 veces por dosis y el volumen de la misma” (p.6). Estos procedimientos no se hubieran conocido sin el desarrollo previo de las técnicas; dicho de manera sencilla, los inseminadores tienen que capacitarse constantemente para estar actualizados.

Córdova (2014) enuncia que es importante que el personal inseminador tenga presente la necesidad de: mejorar el paso del semen por el cérvix y conseguir que llegue suficiente cantidad de éste al cuerpo del útero para garantizar una fecundación adecuada. De hecho, solo son necesarios de 5 a 10 millones de espermatozoides en la unión útero tubárica de cada cuerno uterino para conseguir una fecundación satisfactoria. (pp. 3-4)

No cabe duda de que los porcicultores tienen interés en alcanzar la eficiencia en la reproducción, mediante la realización de varios procesos para preñar a las cerdas inseminadas artificialmente. Por ello, coincidiendo con la autora anterior “es necesario evaluar el efecto de cualquier técnica sobre los parámetros reproductivos de cualquier granja y establecer la viabilidad de su implementación” (p. 1); ya que, para lograr la producción de lechones, mediante la inseminación artificial, la persona que efectúa este proceso debe tener la capacidad de aplicar la mejor y más conveniente técnica.

El ciclo de celo de la cerda. Junto con el conocimiento y destreza que debe tener el personal a cargo de la inseminación, éste también debe saber que es importante la detección correcta del celo de la cerda para realizar la inseminación en el momento justo y alcanzar niveles óptimos de fertilización, ya que si esto no se tiene en cuenta, la inseminación asistida será un completo fracaso. Lo anterior significa que detectar el estro de las cerdas es preponderante para conseguir la preñez de éstas y por ende mejorar la productividad (Espíndola, 2020). Por su parte Lloveras (2020) menciona que para lograr el éxito esperado, es fundamental detectar el estro de la cerda oportunamente; caso contrario se desperdiciarán celos, lo que se traduce en gastos y en falta de rendimiento de la granja porcina (Quiles y Hevia, 2009). Si el inseminador no sabe detectar el celo de las cerdas no sabrá en qué momento inseminar, por tal motivo es importante como lo indica (Hoyos, 2015), verificar el estro diariamente y de forma correcta una vez al día en hembras primerizas, destetadas y repetidoras, para garantizar el momento adecuado y realizar la inseminación. Este aspecto es importante porque el ciclo estral suele diferir “entre las especies, por ejemplo, en las cerdas tiene una duración de 21 días si esta [sic] no ha sido preñada” (Quirós, 2016, p. 7); de ahí que la precisión “del diagnóstico del celo en la cerda” sea esencial “para determinar el momento idóneo de la inseminación artificial (IA)” (Quiles y Hevia, 2009, p. 15).

En cuanto al proceso de detección del celo Carr (2014) da unas pautas básicas sobre el momento de hacerlo y los factores a tener en cuenta; de esa manera plantea que hay que realizarlo a partir de:

CIENCIA ANIMAL

tres días después del destete y repetirse tres veces al día hasta la cubrición y dos veces al día durante toda la gestación. El macho debe acercarse a la cabeza de la cerda. (...) tener en cuenta que éste es sólo el primer paso de la secuencia del cortejo. (p. 4)

En lo que respecta al tiempo de exposición al verraco, este autor menciona que debe ser por un mínimo de 20 minutos diarios “para inducir el celo, pero la exposición constante puede influir negativamente en la duración del estro. La detección del celo es más fácil si durante la hora previa las cerdas no tienen estímulos del verraco (visuales, olfativos o auditivos)” (p. 4).

Lo expuesto hasta aquí refleja la importancia de la capacitación y del conocimiento de los signos de celo de la cerda que, según Carrero (2005), se manifiestan en niveles puntuales. En esa misma perspectiva Compagnoni et al. (2019) expresan que es fundamental “determinar el momento ideal para realizar la IA. Esto es debido a que, en la especie porcina, no solo es importante conseguir la preñez, sino, además, obtener la mayor cantidad de embriones posible en cada gestación” (p. 34). Los factores mencionados hasta aquí optimizarán los niveles “de fertilidad y prolificidad, siempre y cuando se cuente con semen de gran calidad y con personal entrenado y formado” (Quiles y Hevia, 2009, p. 23).

En cuanto a la persona a cargo del proceso de inseminación artificial, debe saber, entre otras cosas, lo que señala Córdova (2014):

En la inseminación tradicional fijamos el catéter en los primeros centímetros del cérvix y el semen debe atravesar este laberinto y alcanzar el cuerpo del útero. Todas las técnicas que se han desarrollado, desde hace años, pretenden mejorar el paso del semen por el cérvix y conseguir que llegue suficiente cantidad de semen al cuerpo del útero para garantizar una fecundación adecuada. (pp. 3-4)

Por ello y siguiendo a Espíndola (2020) si no se hace una adecuada observación del celo de la cerda, el proceso de la inseminación no daría resultado; por ese factor el personal encargado de dicha función cumple un rol importante. De igual manera éste debe saber que:

por la complejidad anatómica del tracto genital de la cerda, determinada por la longitud y las curvaturas de los cuernos uterinos, y en particular por las características del canal cervical, se ha dificultado el desarrollo de técnicas reproductivas basadas en la introducción de instrumentos al interior de los cuernos uterinos. (López, 2016, p. 6)

Una vez detectado el celo de la cerda, la persona encargada de realizar el procedimiento reproductivo asistido debe tener el conocimiento necesario para determinar el momento óptimo de la inseminación que, según Soto (2015), “es de 18 a 24 [sic] horas después de iniciado el verdadero

periodo de calor de recepción al macho. Si una cerda después de 24 horas de haber sido inseminada, muestra todavía el período de recepción del macho [sic] se debe repetir el servicio (p. 26).

No se debe efectuar la inseminación tan pronto se ve que la cerda queda inmovilizada por presentar estro sino que se debe inseminar de 8 a 12 horas después de que haya empezado ese reflejo de quietud; luego se debe repetir la inseminación entre 8 y 12 horas después de haber realizado la primera práctica, tal como indica Lloveras (2020). En ese sentido Parodi (2013) menciona que una alternativa a la situación antes descrita es:

hacer dos siembras en lugar de tres de las cuales se logran buenos resultados si se lo hace en forma correcta. La manera correcta de realizarla es: (...) Probando celo todos los días de la semana a primera hora de la mañana y a última [sic] hora de la tarde. (...); el mismo autor expresa que: La cerda que esta [sic] en celo los lunes a la mañana serán servidas por primera vez los martes a la mañana. Y por segunda vez los martes a la tarde. Esto se realiza de esta manera, porque la ovulación se da al final del celo y siempre el espermatozoide debe esperar al ovulo y no al revés. (p. 1)

Quiles y Hevia (2009) también reafirman el hecho de que si la inseminación artificial se hace “demasiado pronto (más de 24 horas antes de la ovulación) o demasiado tarde (más de 8 horas post-ovulación) el porcentaje de fertilidad y prolificidad disminuye, en el primer caso por envejecimiento de los espermatozoides y en el segundo por envejecimiento de los óvulos (p. 18). De igual manera Gurri (2020), expresa que:

por regla general, los espermatozoides son viables durante uno o dos días una vez que llegan al oviducto (el tubo que conecta el útero con los ovarios), siendo el tiempo que los espermatozoides pueden almacenarse en el oviducto un factor clave para el éxito de la inseminación. Si la ovulación ocurre justo fuera de esa ventana, la inseminación fracasa. (p. 1)

Lo mencionado anteriormente implica que la cerda no quedará preñada y, por tanto, se afectarán los índices reproductivos de las granjas. Por todo ello y aunque suene reiterativo, es necesario seguir una secuencia de pasos una vez detectado el momento óptimo y este procedimiento lo debe saber quién realiza la inseminación. Eso significa que es imperativo su capacitación, como lo afirma Lloveras (2020) al considerar que “en la inseminación artificial existe mayor oportunidad de que ocurran errores humanos que con la monta natural” (p. 1). Estas circunstancias también entrañan que el personal debe ser experto en “los métodos de recogida y de elaboración del semen” (Guzmán, 2002, p. 4), y de ello se desprende que se debe enseñar a éste, los pasos

que forman parte del proceso para la obtención del material seminal que sería utilizado en la inseminación, ya que como menciona Espíndola (2020) es importante contar con un “material genético de buena calidad, un laboratorio equipado y con protocolos establecidos e indudablemente con personal técnico capacitado para la realización de las actividades; los resultados al final demostrarán la calidad en Dosis listas para la inseminación artificial” (p. 3) y valga decir que todo ello, en definitiva, también se puede constituir en fuente de ingresos para la granja y los porcicultores.

Extracción de semen del verraco. Una de las búsquedas de la industria porcina a nivel general es la optimización de la producción de los machos que sustentan la inseminación artificial (López, 2016), por ello es necesario ofrecerles un ambiente de confort y adicionar en las mismas instalaciones, un espacio para extraer el material seminal “amplio, limpio y que permita la circulación del macho alrededor del potro de salto o maniquí, debe ubicarse junto a los boxes donde se alojan los padrillos” (Lloveras, 2020, p. 2). La obtención del semen debe hacerse en la sala de recogida y con ese fin se puede “adecuar cualquier dependencia del Centro, pero para obtener el máximo rendimiento de cada verraco conviene que la sala de recogida sea un local destinado única y exclusivamente a este fin” (Ciudad, 1984, p. 7).

Para realizar el proceso de la colecta del semen del verraco se pueden utilizar distintas estrategias. López (2016) menciona entre otras “el empleo de maniquí o de una cerda en celo, utilización de la técnica de la mano enguantada o de una vagina artificial” (p. 9); aclara que en la primera, se debe utilizar dos guantes de vinilo para la limpieza en “la zona del prepucio y vaciar el divertículo del mismo” (p. 9), y otro, limpio, para atrapar el pene. Cabe destacar que para que se produzca la colecta de semen, dentro de los parámetros normales, los donadores no deben sentir temor de subir al potro, de ahí la importancia de que “el maniquí esté sólidamente fijado al suelo. La actitud de los verracos frente al maniquí es muy similar a la que adoptarían frente a una cerda en celo” (Ciudad, 1984, p. 8). Así, “una vez que el macho salta sobre el potro con manifestaciones idénticas a las de la monta natural el pene es fijado con la mano cubierta con un guante de látex ejerciendo ligera presión” (Lloveras, 2020, p. 3). Otro factor a tener en cuenta en la extracción de semen y es justamente supervisado por el inseminador, son las condiciones adecuadas de ambiente y temperatura para los reproductores; sobre ello Parodi (2013) menciona que:

La mejor época en calidad espermática es aquella en donde los machos no sufren estrés térmico, ya que el calor altera la espermatogénesis. Cuando nosotros nos encontramos en situaciones en las cuales la época del año nos es desfavorable por ejemplo en verano tendremos que adoptar algunas medidas.

Ya todos sabemos que en esta estación particular del año a consecuencia de las altas temperaturas, la calidad seminal y la cantidad de dosis que podemos sacarles a nuestros machos puede disminuir en un 20 %. (p.1)

El factor temperatura es fundamental pues cuando se superan los 20 °C se reduce significativamente la vida útil del semen (Cuenca y Avellaneda, 2017); también es esencial “cuando se conserva material seminal para realizar IA (...) tener en cuenta la calidad del semen utilizado, sobre la base de parámetros mínimos de aceptación que determinan si el eyaculado obtenido puede ser utilizado con éxito” (Compagnoni *et al.*, 2019, p. 35); en este sentido “una mayor cantidad de espermatozoides proporciona algún tipo de resguardo contra los problemas relacionados con la fertilidad del semen, la estación del año, el operario y el momento de la IA” (p. 37).

En el proceso de la colecta se debe asegurar la obtención de semen “de calidad bacteriológica aceptable a los efectos de evitar las contaminaciones bacterianas y/o virales que perturbe la conservación del semen, o sean responsables de la transmisión de enfermedades a las cerdas” (López, 2016, p. 9); por ello se aconseja acciones tales como “trabajar con maniquí limpio, duchar o desinfectar el prepucio” (p. 9), según lo expresa el mismo autor. En dicho procedimiento según Lloveras (2020) se puede apreciar tres fases:

la primera se descarta está contaminada con orina, contiene la secreción de las glándulas y escasos espermatozoides. La segunda fracción de aspecto blanco lechoso rica en espermatozoides es la que interesa diluir; la tercera comúnmente denominada por su consistencia gelatinosa „ [sic] granos de tapioca% [sic] debe ser descartada. La recolección se realiza en frascos de boca ancha previamente calentados a 32 ºC [sic] para evitar el shock térmico, provistos de gasa en el extremo para filtrar los granos de tapioca y luego mantenidos en caja de telgopor para evitar cambios bruscos de temperatura (p. 3).

Sin embargo López (2016) afirma que en la eyección del reproductor se presentan cuatro estadios consecutivos: pre-espermática (fracción clara acompañada de gel o tapioca), representa 5-20 % del volumen total; espermática o rica (fracción que proviene del epidídimo) y que posee 70 % de los espermatozoides del eyaculado representando 30-50 % del volumen total; post-espermática (fracción epididimaria y secreción de glándulas anexas) pobre en espermatozoides pero que representa 50-60 % del volumen total colectado; fracción final clara y cargada en «tapioca» la cual serviría de tapón mucoso durante la monta natural evitando así el reflujó de espermatozoides. (p. 10)

En el transcurso de la colecta la duración entre extraer y realizar el análisis correspondiente del material seminal, debe hacerse máximo en dos horas (Lloveras, 2020); además se debe tener en cuenta la concentración de espermios de los cerdos, cuando se lo ve a simple vista y de acuerdo a su color o consistencia; si es de color blanco opaco, puede llegar a tener entre 50 millones a 200 millones por centímetro cúbico; si tiene una consistencia tipo leche estará entre 300 millones a 500 millones y si presenta un aspecto como crema tendrá entre 500 millones a 1 000 millones de espermios por centímetros cúbicos respectivamente (Henríquez, 1994). En esa misma perspectiva, López (2016) afirma que “para evitar la contaminación del eyaculado es importante descartar la primera fracción, desprovista de espermatozoides y cargada en bacterias. A partir de aquí podemos coleccionar, solamente la fracción rica, o la fracción total (fracciones 2 y 3)” (p. 10).

Valoración en el laboratorio del material seminal. La evaluación de las características y propiedades del semen para determinar su calidad es un factor fundamental para su conservación en los procesos de inseminación artificial. Según Henríquez (1994), existen dos maneras de llevar a cabo dicha valoración: “a nivel visual o a nivel de laboratorio contando con equipo especializado. A nivel visual se puede hacer según su apariencia (...) la cual se correlaciona con la concentración espermática y con su posible relación de dilución” (p. 17). Gadea (1997) menciona al respecto que:

Tradicionalmente, la calidad del eyaculado ha sido evaluada con el espermiograma clásico, que está basado en la aplicación de una serie de pruebas de una ejecución relativamente simple y que pueden ser realizadas con un coste moderado. En el análisis rutinario se incluye un examen macroscópico y microscópico del eyaculado en los que se mide el volumen, la concentración, la motilidad, el estado del acrosoma y las morfoanomalías espermáticas. (p. 3)

Desde esa misma perspectiva Rivera (2012) enuncia que el semen no deber contar con características anormales antes de usarlo en la inseminación; de igual manera “el transporte, dilución, temperatura de almacenamiento, las fluctuaciones de temperatura y el tiempo transcurrido desde la colección, pueden afectar su vida útil, motilidad y viabilidad” (pp. 5-6). El examen del semen, según Compagnoni et al. (2019) comprende varios procesos en la evaluación del semen “que incluye la medición del volumen, el pH mediante tiras reactivas y la apreciación del olor, el color y el aspecto”; un análisis microscópico en donde “se evalúa la motilidad individual, el recuento celular (concentración), las formas anormales, la vitalidad y el grado de aglutinación de la muestra”, también se pueden utilizar otras clases de evaluaciones complementarias “que ayudan a categorizar la

calidad seminal son el test de resistencia osmótica (ORT, por sus siglas en inglés), la evaluación de la integridad acrosomal y la identificación de gérmenes y antibiograma (pp. 35-36).

Todo este proceso debe ser de dominio del personal inseminador, ya que en el laboratorio, al material seminal se lo somete a evaluaciones para contar con semen de calidad; por lo tanto Lloveras (2020) describe varios factores a tomar en cuenta, por ejemplo, Su poder fecundante dependerá de:

•**Color:** varía de gris a crema según la concentración espermática. Trazas rojas o marrones indican contaminación con sangre o pus.

•**Olor:** si es muy fuerte indica contaminación con orina, secreciones prepuciales o contaminación bacteriana.

•**Motilidad:** Se coloca una gota de semen sobre platina caliente a 37 ºC [sic] al microscopio óptico y se califica en forma semicuantitativa en escala 0 a 5 (0: no motilidad, 5: 100 % de motilidad).

•**Concentración:** con colorímetro o cámara hemocitométrica como se cuentan los glóbulos blancos, conforme a lo detallado por Lloveras (p. 3).

Los aspectos señalados implican una vez más que el personal encargado de los procesos de inseminación debe poseer amplios conocimientos de los procedimientos y de los resultados que pudiera ofrecer el análisis del material seminal. Y más allá esto agregaría un plus a las granjas reproductoras que se dedican a inseminar cerdas donde el propósito más importante en un programa de recolección de semen con niveles de calidad:

la obtención de eyaculados normales y con la menor contaminación posible, a través de un procedimiento sencillo que no sea traumático e injurioso para el verraco (...) Por eso es elemental, durante el proceso de extracción, extremar los cuidados para que el contenido de la bolsa prepucial: orina, restos de semen y secreción glandular, no contamine al eyaculado, tal cual lo describe (Arisnabarreta y Allende, 2017, p. 13).

Estos aspectos evidencian que la intervención del inseminador es crucial, para obtener semen de calidad. Torres et al. (2014) señalan que la inseminación artificial que “se realiza con semen fresco diluido o refrigerado a 16 - 18 ºC, en el mismo día de extracción o almacenado por uno a cinco días (...) a partir de las primeras 24 horas, se produce una merma en los parámetros de calidad seminal” (pp. 1-2).

Si no se tiene en cuenta dicho factor es muy posible que la cerda no quede preñada. Es importante destacar que el material seminal también puede “ser preservado in vitro en forma líquida o congelada, el uso de semen congelado continúa siendo muy limitado con respecto al uso de semen fresco diluido, debido principalmente a su baja fertilidad, como consecuencia de su sensibilidad al frío” (Cuenca y Avellaneda, 2017, p. 3).

En términos generales y a manera de discusión se puede decir que la inseminación artificial continúa siendo un mecanismo biotecnológico, el que según Cueva *et al.* (2005) “se aplica en la producción animal con el fin de aumentar la eficiencia productiva, lograr un mayor progreso genético e incrementar el desempeño reproductivo” (p 145). Desde esa perspectiva constituye un procedimiento fundamental a la hora de pensar en aspectos como el mejoramiento genético que permitirá al productor, como lo indica este mismo autor, “obtener canales de óptima calidad y mejorar los parámetros productivos y reproductivos como porcentaje de fertilidad, número de lechones nacidos, etc.” (p. 145). En su conjunto, se puede decir que inseminar artificialmente es un método de reproducción asistida “que consiste en colocar espermatozoides viables en el tracto reproductivo de una hembra en celo, con el objetivo de lograr una preñez exitosa (...) podemos definir a la IA como la técnica reproductiva la cual es posible extraer semen a un reproductor, diluirlo y conservarlo, con el propósito de llevarlo al lugar ideal del aparato genital de la hembra a fin de fecundarla, realizando esta técnica en el momento oportuno y con el instrumental adecuado (Compagnoni *et al.*, 2019, p. 34). Todo ello en función de que la inseminación asistida porcina consiste, como ya se ha indicado, “en la colecta, el procesamiento, el almacenamiento a bajas temperaturas (15 a 19 °C) de las dosis seminales y posteriormente la introducción en el tracto reproductivo de la hembra con el fin de obtener una concepción y una gestación” (Espíndola, 2020, p. 2).

Lo anterior implica entre otras cosas que es un procedimiento que se debe realizar, de manera cuidadosa, con personal experto y actualizado en el manejo e implementación de este tipo de instrumento biotecnológico. Si no se parte de esos parámetros es muy posible que no se cumpla con

los objetivos reproductivos y de mejoramiento genético que contribuyan al rendimiento de esta industria pecuaria en contextos como el boliviano. Y para lograrlo no sólo es importante la intención sino tener los recursos suficientes que faciliten por una parte, la capacitación y actualización del personal dedicado a la labor de la inseminación artificial, y por la otra, la construcción y adecuación de estructuras que se adapten a las exigencias que conllevan el desarrollo de procesos de inseminación artificial exitosos en la industria porcina.

CONCLUSIONES

La industria porcina es un sector muy importante en la economía boliviana, de ahí la necesidad de desarrollar instrumentos biotecnológicos como la inseminación artificial para asegurar la preñez de las cerdas y con ello aumentar los índices reproductivos, optimizar su rendimiento productivo y desarrollo a todo nivel.

Hay algunos factores humanos que inciden para que la inseminación artificial cumpla su cometido, para que la gestación se consolide y sea efectiva; dentro de ellos mencionamos considerablemente el conocimiento de cada una de las etapas del celo en las cerdas, los pasos correctos para la colecta y valoración del semen y el aseguramiento de la calidad de los espermios y su vida útil. En todos esos elementos es importante que el personal encargado de la inseminación sea apto e idóneo para que se puedan alcanzar los objetivos reproductivos. También es fundamental que este recurso humano se capacite constantemente e investigue nuevas técnicas con el propósito de aumentar los índices de fecundidad de manera efectiva y a un coste razonable. Todo ello redundará en beneficios para la industria porcina y para la región y la sociedad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arisnabarreta, E. R. y Allende, R. A. (2017). *Manual de inseminación artificial en porcinos*. <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Manual%20de%20inseminacion%20artificial%20en%20porcinos.pdf>
- Cane, F., Pereira, N., Cane, V., Marini, P. y Teijeiro, J. M. (2019). Mejoramiento del porcentaje de parición mediante el uso de inseminación artificial en cerdas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 10(3), 583-594. <https://doi.org/10.22319/rmcpc.v10i3.4772>
- Carr, J. (2014). *Guía práctica de enfermedades del ganado porcino*. SERVET DISEÑO Y COMUNICACIÓN. https://issuu.com/editorialservet/docs/p39940_guia_enfermedades_porcino_is
- Carrero, H. (2005). *Manual de producción porcícola*. Ministerio de la Protección Social. <https://docplayer.es/2860109-Manual-de-produccion-porcicola.html>
- Ciudad Cantero, C. (1984). Inseminación artificial del ganado porcino. *Hojas divulgativas*, (5), 1-20. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_05.pdf
- Compagnoni, M. V., Tittarelli, C. M. y Williams, S. I. (2019). Inseminación artificial en la especie porcina: Dosis inseminante en relación con el lugar de deposición. *Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, 39(2), 33-46. <https://doi.org/10.24215/15142590e041>
- Córdova Jaramillo, M. Y. (2014). *Evaluación de dos sistemas de inseminación artificial: cervical y post cervical en cerdas* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Digital UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4448>

- Coronel Tancara, M. H. (2012). *Evaluación de los índices reproductivos de marranas híbridas de 2do, 3ro, 4to y 5to parto, fertilizadas con inseminación artificial y monta natural en la granja "Pork" Tiquipaya – Cochabamba* [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4429/T-1733.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cuenca Condoy, M. y Avellaneda Cevallos, J. (2017). Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(9), 1-11. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009012.pdf>
- Cuevas, P., Pedroza, C. y Jiménez, C. (2005). Evaluación de la técnica de inseminación artificial postcervical y su relación con los parámetros reproductivos. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 52(29), 144-155. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/remevez/article/view/17846/18756>
- De Alba, R. C. (2013). *La inseminación intrauterina en cerdos: beneficios y riesgos. Avances en tecnología porcina*, 10(101), 16-24.
- Espíndola Vega, G. (2020). *Colección, dilución e inseminación artificial porcina* [Tesina médico veterinario zootecnista, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/105771/TesinaGEP06022020.RI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gadea Mateos, J. (1997). *Predicción de la fertilidad "in vivo" de los eyaculados de verraco mediante parámetros rutinarios de contrastación seminal, pruebas bioquímicas y el test homólogo de penetración "in vitro"* [Tesis doctoral, Universidad de Murcia]. TDX (Tesis Doctorals en Xarxa). <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10852/Gadea.pdf>
- Gurri, A. (25 de septiembre de 2020). ¿Es posible aumentar la vida útil de los espermatozoides en porcino? *Porcinocultura*. <https://www.engormix.com/porcinocultura/articulos/posible-aumentar-vida-util-t46042.htm>
- Guzmán Guerrero, J. L. (2002). *La inseminación artificial porcina*. Universidad de Huelva. http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/25_13_07_3.1.pdf
- Henríquez Gutiérrez, C.M. (1994). *Inseminación artificial en cerdos usando dos diluyentes y dos centros de recolección de semen* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana]. Biblioteca Digital. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/3280/1/CPA-1994-T029.pdf>
- Hormachea, S., Giordano, A., Fernández, P. M. B. y Cabodevila, J. (2016). *Inseminación artificial post cervical en cerdas* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires]. RIDAA. <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/6fd28a72-553b-4029-8aa8-731a4c9ed44a/content>
- Hoyos Mesa, M. (2015). *Inseminación tradicional vs pos cervical en cerdas de alto valor genético* [Tesis de grado, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio Institucional Lasallista. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1499/1/Inseminacion_tradicional_vs_poscervical.pdf.pdf
- Instituto Nacional de Estadística. (s.f). *Ganadería. Cuadros estadísticos. Bolivia - Hato ganado porcino por Departamento Edad y Sexo*. 1984 – 2021. <https://www.ine.gov.bo/index.php/estadisticas-economicas/ganaderia-y-avicultura/ganaderia-cuadros-estadisticos>
- Lloveras, M. R. (2020). *Pasos para hacer la inseminación artificial en cerdas*. <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/Pasos%20para%20hacer%20la%20Inseminacion%20Artificial%20en%20Cerdas.pdf>
- López, G. R. E. (2016). *Evaluación del semen porcino sometido a diferentes períodos de enfriamiento y su efecto reproductivo sobre la inseminación intrauterina profunda en cerdas* [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas]. Repositorio Dspace. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/12602>
- Luchetti, C. G., Renoulin, E. G. y Lombardo, D. M. (2016). Comparación entre inseminación artificial cervical y post-cervical porcina en nulíparas y múltiparas. *Spermova*, 6(2), 119-122. <https://doi.org/10.18548/aspect/0004.06>
- Macuchapi Huanca Y. V. (2007). *Efecto del Bact – Acid y Bacitracina de zinc como promotores de crecimiento en raciones para cerdas en inicio y crecimiento*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/5236>
- Parodi, V. (2013). Ventajas y desventajas de hacer dos siembras en inseminación artificial. *Porcinocultura*. <https://www.engormix.com/fotos/ph21539.htm>
- Quiles, A. y Hevia, M. L. (2009). Detección del celo y momento de la inseminación artificial en cerdas. *Producción animal*, 24(251), 15-23. https://www.researchgate.net/publication/323958598_Deteccion_del_celo_y_momento_de_la_inseminacion_artificial_en_cerdas
- Quirós Rojas, X. M. (2016). *Evaluación de los métodos de inseminación artificial intracervical e intrauterina, sobre parámetros productivos y reproductivos en cerdas primíparas y múltiparas en condiciones tropicales* [Tesis de Ingeniería, Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/2238/9836>
- Rivera Cisneros, M. V. (2012). *Inseminación artificial en cerdas* [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2100/1/17T01123.pdf>
- Soto Loya, J. L. (2015). *Manual de prácticas de zootecnia de porcinos*. <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/33-Manual-de-practicas-de-zootecnia-de-porcinos.pdf>

CIENCIA ANIMAL

- Torres Midence, R. A., Torrez Quiroz, K. R., Vanegas, D., López Flores, J. y Guevara Moya, L. (2013). *Manual de inseminación artificial porcina*. <https://cenida.una.edu.ni/textos/NL10U58.pdf>
- Torres, P., Fischman, M. L., Acerbo, M., García, C., Míguez, M., Domínguez, J. y Cisale, H. (2014). Análisis de diluyentes comerciales de semen porcino refrigerado durante 4 días: resultados preliminares. *Archivos de Zootecnia*, 63(243), 547-550. <https://doi.org/10.4321/S0004-05922014000300015>