

# **Evaluación de la inseminación cervical y pos cervical en cerdas multíparas con semen congelado**

**Gabriel Enrique Chávez Restrepo  
Valeria Denisse Fortín Duron**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2019

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

# **Evaluación de la inseminación cervical y pos cervical en cerdas multíparas con semen congelado**

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

Presentado por

**Gabriel Enrique Chávez Restrepo**  
**Valeria Denisse Fortín Duron**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2019

## **Evaluación de la inseminación cervical y pos cervical en cerdas multíparas con semen congelado**

**Gabriel Enrique Chávez Restrepo  
Valeria Denisse Fortín Duron**

**Resumen.** La inseminación artificial es considerada un avance en la tecnología que tiene como fin mejorar ciertos aspectos en las granjas porcinas, brindando ventajas, como mejoramiento genético, sanidad, manejo o reducción de costo. El objetivo del estudio fue evaluar dos técnicas de inseminación y su efecto sobre ciertos parámetros reproductivos. El estudio se realizó en la granja porcina de la Escuela Agrícola Panamericana. En ambas técnicas se utilizó semen congelado importado de la empresa Swine Genetics International (SGI). Se utilizaron un total de 34 cerdas de las razas Yorkshire y Landrace. Estas hembras fueron seleccionadas por su valor reproductivo y genético, todos los procedimientos de inseminación se hicieron con el protocolo establecido por SGI. Se realizó el diagnóstico de preñez y retorno a celo a los 21 días. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar. Los resultados muestran porcentajes de preñez de 58.8% utilizando inseminación pos cervical (IAPC) y 47.1% utilizando inseminación artificial cervical (IAIC). En cuanto al porcentaje de parición en IAPC se obtuvo 52.9% y 35.3% en IAIC. En cuanto el número de lechones nacidos vivos se obtuvieron 9.22 en IAPC y 8.43 en IAIC. El número de lechones nacidos muertos en IAPC fue de 1.14 y de 2.00 en IAIC. El número de lechones totales en IAPC fue de 11.22 y de 9.57 en IAIC. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre ambos tratamientos en cuanto a porcentaje de preñez, porcentaje de parición, número de lechones por parto, número de lechones vivos y muertos.

**Palabras clave:** Mejoramiento genético, parámetros reproductivos, ventajas.

**Abstract.** Artificial insemination is considered a breakthrough in technology that aims to improve certain aspects of hog farms, providing advantages, like genetic advancement, farm biosecurity, management and/or cost reductions. The objective of this study was to evaluate two insemination techniques and their effect on certain reproductive parameters. The study was carried out in the swine farm of the Pan American Agricultural School. In both techniques, frozen semen imported from Swine Genetics International (SGI) was used. A total of 34 sows of the Yorkshire and Landrace breeds were used. These sows were selected for their reproductive and genetic value, all insemination procedures were done with the protocol established by SGI. Pregnancy tests and return to heat was made after 21 days. A completely randomized experimental design was used. The results show pregnancy percentages of 58.8% using post cervical insemination (PCAI) and 47.1% using artificial cervical insemination (ICAI). The percentage of delivery in PCAI was 52.9% and 35.3% obtained in ICAI. As for the number of piglets born alive, 9.22 were obtained in PCAI and 8.43 in ICAI. The number of piglets born dead in PCAI was 1.14 and 2.00 in ICAI. The total number of piglets in PCAI was 11.22 and 9.57 in ICAI. No significant differences ( $P > 0.05$ ) were found between both treatments in terms of percentage of pregnancy, percentage of delivery, number of piglets per birth, number of live and dead piglets.

**Key words:** Genetic advancement, reproductive parameters, advantages

## CONTENIDO

Portadilla .....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>4. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>6. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>10</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el porcentaje de preñez en cerdas multíparas .....	5
2. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el porcentaje de paricion en cerdas multíparas.....	6
3. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos y el número de lechones totales en cerdas multíparas .....	7

# 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la inseminación artificial (IA), en cerdas ha tenido grandes avances a lo largo de la historia. Iniciando en Rusia al inicio del siglo XX para luego difundirse a otros países (Torres Midence *et al.* 2013). Esta no es una tecnología nueva, pero tiene mucha importancia para el manejo reproductivo en países desarrollados y cada vez está cobrando más importancia en los países de América Latina (Castillo 2006). Las explotaciones porcinas, se someten a cambios y mejoras por las exigencias de producción y el mercado las cuales obliga a estar en constante mejora y desarrollo de nuevas tecnologías. “La producción porcina ha tenido grandes avances tecnológicos que le permiten mejorar la eficiencia productiva, como el uso de la Inseminación Artificial (IA), que presenta muchas ventajas para lograr un mayor avance genético, reducción del número de reproductores y una disminución de enfermedades en la finca” (Sánchez Aystas 2007).

En los años 90, investigadores y científicos fueron los pioneros de tecnologías de reproducción tales como la inseminación artificial, una tecnología que mejoró a medida pasaba el tiempo. En 2003 la tecnología fue perfeccionada y se empezó a realizar una inseminación pos cervical o intrauterina. Con la misma se comprobó que se pueden alcanzar resultados iguales o mejores que con la inseminación cervical (Hormaechea *et al.* 2016). La inseminación artificial tiene como objetivo mantener o mejorar la genética de un hato productivo. Así mismo permite realizar mejoras mediante la implementación de programas reproductivos, sanitarios y de manejo (Miranda Correa 2012).

Otra técnica asociada a la inseminación artificial que está generando grandes impactos en el desempeño reproductivo es el uso de semen congelado. Esta técnica consiste en almacenar y transportar semen de verracos de alto potencial genético por largos periodos de tiempo brindando la facilidad de introducir material genético de alta calidad a la granja sin necesidad de ingresar el animal físicamente (Castillo Zúniga y Cruz Méndez 2017).

Por cuestiones de tiempo, dinero, y resultados comprobados, la inseminación artificial se ha convertido en la actualidad en la tecnología más usada en explotaciones porcinas y bovinas. Conforme pasa el tiempo la IA está siendo perfeccionada, mejorando factores productivos. El impacto que puede generar la implementación a una piara es una mejora constante a la genética y el valor de los cerdos en el mismo (Alba Romero 2013).

La implementación de un programa de inseminación artificial puede impactar en la reducción de número de machos necesarios en una granja. Así mismo facilita o contribuye al establecimiento de un programa de crianza rotativa o terminal (SGI 1999). El volumen del eyaculado de un verraco se presenta normalmente dentro de un rango importante de 100 a 300 mL. La cantidad de semen a utilizar por IA en comparación a monta natural puede

ser reducida veinte veces en la inseminación cervical con semen fresco y seis veces con semen congelado (Vázquez 2009).

El desarrollo de la inseminación artificial pos cervical se ha enfocado principalmente en cerdas multíparas, generando una gran aceptación debido a la sencillez de la técnica, fácil manejo y a los resultados obtenidos. Esta técnica busca obtener resultados similares a la inseminación tradicional con la diferencia de la cantidad de espermatozoides por dosis debido a que esta se reduce en un 50% ya que los espermatozoides son depositados en el cuerpo del útero (Cottura *et al.* 2018).

Al hacer una reducción en el volumen de las dosis de inseminación, y por tanto el depósito de un menor número de espermatozoides en el tracto genital de la hembra, indica que se debe prestar un especial control y cuidado de la calidad espermática (Rodríguez-Martínez 2013).

“La inseminación pos cervical es una técnica que lleva varios años empleándose con excelentes resultados. Los puntos críticos, al igual que en la inseminación artificial clásica, son la realización de una buena recela y establecer un protocolo de cubriciones que permita que se encuentre el semen activo dentro del aparato genital de la cerda entre nueve y 12 horas antes del inicio de la ovulación” (López Sánchez *et al.* 2012). El uso de la inseminación pos cervical permite una reducción de las dosis de semen utilizadas, sin afectar fertilidad o prolificidad (Hormaechea *et al.* 2016)

De acuerdo con Aystas (2007), esta técnica de inseminación permite producir un mayor número de dosis por verraco con las consecuentes ventajas económicas de reducción de las instalaciones necesarias, costo de mantenimiento y la compra de verracos. El desarrollo a mayor escala permitiría adicionalmente una utilización más eficiente de la mano de obra debido a la reducción del tiempo necesario para cada inseminación.

- El objetivo del estudio fue realizar una evaluación comparativa entre las técnicas de inseminación cervical y pos cervical, utilizando semen congelado en cerdas multíparas con el fin de determinar el efecto sobre: porcentaje de preñez, porcentaje de parición, lechones nacidos totales, lechones nacidos vivos y lechones nacidos muertos.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo desde octubre de 2018 hasta de abril 2019 en la Granja Porcina Educativa de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; ubicada en el valle de Yegüare, a 32 km al sureste de Tegucigalpa, Honduras, con una temperatura anual promedio de 24 °C, una precipitación promedio anual de 1100 mm y a una altura de 800 msnm.

Se utilizaron cerdas multíparas, 19 Yorkshire y 15 Landrace, las cuales fueron seleccionadas para el estudio según su raza y número de partos. Se detectó celo pasando el verraco dos veces al día, a las 8 a.m. y a las 3 p.m. Se utilizaron dos tratamientos: Inseminación artificial cervical e Inseminación artificial pos cervical (intrauterina). En ambos tratamientos se utilizó semen congelado de la empresa Swine Genetics International (SGI). El semen utilizado en ambos tratamientos fue del mismo verraco, con un catéter tipo cabeza de espuma.

El protocolo que se siguió para el descongelamiento del semen fue el establecido por la empresa “Swine Genetics International”. Se usó una dosis de 80 mL en la vía cervical y 40 mL en la vía pos cervical.

1. Verificación en el listado del verraco a utilizar.
2. Localizar y verificar el número y color designado para el verraco a utilizar, sin sacar la pajuela del tanque.
3. Retirar rápidamente la pajuela, y sumergirla en baño María a 50 °C durante 45 segundos.
4. Retirar la pajilla del baño María, secarla y cortar el extremo del balín de color.
5. Introducir el extremo cortado dentro del recipiente con diluyente MODENA, ya preparado a 20 °C.
6. Cortar el otro extremo de la pajilla y depositar todo el contenido dentro del diluyente.
7. Agitar suavemente para obtener una dosis homogénea.
8. Realizar la inseminación artificial



Se midieron las siguientes variables:

- Porcentaje de preñez (**PP**): con base en el número de cerdas preñadas del total de cerdas inseminadas.
- Porcentaje de parición (**PPa**): Se calculó basado en el número de cerdas paridas del total de cerdas inseminadas.
- Número de lechones totales por parto (**NLTP**): Se evaluó con base en el número total de lechones nacidos por parto.
- Número de lechones nacidos vivos (**NLV**): Se evaluó con base en el número de lechones vivos por parto.
- Número de lechones nacidos muertos (**NLM**): Se evaluó con base en el número de lechones nacidos muertos por parto.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos y considerando cada cerda y su camada como una unidad experimental. El análisis de datos se realizó con la prueba T y las variables porcentuales con la prueba de chi cuadrado utilizando el paquete estadístico “Statistical Analysis System” 9.4, con un nivel de significancia exigido de  $P \leq 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Porcentaje de preñez.

No existe diferencia estadística entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) para la variable de porcentaje de preñez (Cuadro 1). El resultado del estudio fue de 53%, siendo inferior a lo reportado por Castillo y Cruz (2017) utilizando inseminación cervical con la adición de prostaglandina  $F2\alpha$ . que obtuvieron 66.7% de porcentaje de preñez. El estudio de Cáceres Cárcamo (2008) reportó porcentajes de preñez de 78.6% y 86.7% en inseminación cervical y pos cervical respectivamente, siendo superior a lo reportado por este estudio. De acuerdo con Henríquez Gutiérrez (1994) los porcentajes de preñez se ven afectados por el tipo de semen a utilizar, en comparativa con semen fresco se pueden apreciar resultados de 10%-20% menos utilizando semen congelado, atribuyendo a los bajos porcentajes reportados. Estudios realizados por McGlone (1988) indican también que la preñez puede ser gravemente afectada por estrés espacial o calórico, causando una muerte precoz del embrión.

Cuadro 1. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el porcentaje de preñez en cerdas multíparas.

Tratamiento	Inseminadas	Preñadas	Porcentaje de Preñez <sup>ns</sup>
Inseminación Pos Cervical	17	10	58.8
Inseminación Cervical	17	8	47.1
Promedio			53.0
Probabilidad			0.49
Coefficiente de Variación			16%

n.s. = Diferencias no significativas ( $P > 0.05$ )

#### Porcentaje de parición

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos en el porcentaje de parición (Cuadro 2). Estos resultados difieren del estudio realizado por Cáceres Cárcamo (2008), quien obtuvo porcentajes de parición de 50% en IAIC y 76.7% en IAPC encontrando diferencias estadísticas. Esta variable evaluada es de gran importancia ya que este revela el grado de eficiencia en el uso de los animales en una granja, sin embargo, puede verse influenciada por cantidad de repeticiones, reflujos, estrés calórico, mal proceso de inseminación, enfermedades, accidentes, inadecuada alimentación y muerte embrionaria (Cáceres Cárcamo 2008).

De acuerdo con estudios anteriores, los cerdos tienen pocas glándulas sudoríparas y las mismas están envueltas en una gruesa capa de grasa por lo cual hacen a los cerdos muy susceptibles a las altas temperaturas. En las áreas de maternidad es importante mantener las temperaturas adecuadas ya que el último tercio de la gestación es crítico para obtener un buen parto (Buxade 1984).

Cuadro 2. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el porcentaje de parición en cerdas multíparas.

Tratamiento	Inseminadas	Preñadas	Porcentaje de Parición <sup>ns</sup>
Inseminación Pos Cervical	17	9	52.9
Inseminación Cervical	17	6	35.3
Promedio			44.0
Probabilidad			0.39
Coefficiente de Variación			28%

n.s. = Diferencias no significativas ( $P > 0.05$ )

#### **Número de lechones totales por parto.**

No se encontró diferencia estadística ( $P > 0.05$ ), este resultado es superior al reportado por Medrano Mendizabal (1992) usando semen congelado con 8.1 lechones por camada en comparación a 10.4 del estudio (Cuadro 3). Otro estudio realizado por Mejía (2006) brindó resultados 6.7 lechones en IAIC con semen congelado siendo este inferior a los resultados de este estudio; Sánchez Ayestas (2007) obtuvo 10.36 lechones en IAIC y 11.2 en IAPC con semen fresco sin diferencia significativa entre los tratamientos.

#### **Número de lechones nacidos vivos.**

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ) en esta variable (Cuadro 3) siendo resultados similares a los de Sánchez (2007) con 10.36 lechones en inseminación pos cervical y 9.86 inseminación cervical, sin encontrar una diferencia significativa entre los tratamientos. Así mismo, Dimitrov *et al.* (2002) obtuvieron tamaños de camada de 11.67 y 10.35 utilizando las dos diferentes técnicas, sin demostrar una diferencia significativa entre los tratamientos. El número de lechones nacidos vivos tiene mucha influencia con la productividad final de la piara. Este parámetro es afectado severamente con condiciones de estrés, sea ser calórico y/o ambiental.

#### **Número de lechones nacidos muertos.**

No se encontró diferencia ( $P > 0.05$ ), el resultado de esta evaluación muestra que los tratamientos de inseminación pos cervical e inseminación cervical no presentan influencia sobre el número de lechones nacidos muertos por camada. Estos resultados van acorde al estudio realizado por Sánchez Ayestas (2007) obteniendo un promedio de lechones nacidos muertos en ambos tratamientos de 0.56. El número de lechones nacidos muertos se puede atribuir a una mala implantación del embrión. Así mismo a cualquier golpe o estrés que la cerda pudo tener en su gestación.

Cuadro 2. Efecto de la inseminación artificial cervical y pos cervical con semen congelado sobre el número de lechones nacidos vivos, número de lechones nacidos muertos y el número de lechones totales en cerdas multíparas.

<b>Tratamiento</b>	<b>Lechones Nacidos vivos<sup>ns</sup></b>	<b>Lechones nacidos muertos<sup>ns</sup></b>	<b>Numero de lechones totales<sup>ns</sup></b>
IAPC	9.22	2.00	11.45
IAIC	8.43	1.14	9.57
Promedio	8.83	1.57	10.40
Probabilidad	0.6253	0.3123	0.4293
CV%	35	100	42

IAPC: Inseminación Artificial Pos Cervical

IAIC: Inseminación Artificial Intra Cervical

CV: Coeficiente de variación

n.s. = Diferencias no significativas (P >0.05)

Cabe recalcar que los aspectos reproductivos son los más afectados en zonas tropicales, esto se debe ya que el calor y la humedad afectan la espermatogénesis, al igual que una reducción en la tasa de ovulación, el comportamiento sexual y se incrementan las posibilidades de celos infértiles o silentes (McGlone 1988). Uno de los mayores problemas con el uso de semen congelado en IA es la dilución de los espermatozoides, afectando gravemente su motilidad y viabilidad. Esta dilución remueve el plasma seminal y desestabiliza las membranas afectando su comportamiento normal (Mejía 2006). La conservación de la cadena de frío en cuanto al transporte del semen es crucial para no afectar negativamente su viabilidad. El uso de tanques especiales con nitrógeno líquido es importante ya que mantienen temperaturas de -196 °C. Swine Genetics International recomienda que la cantidad de nitrógeno líquido nunca debe bajar del 70% de la capacidad del tanque de almacenamiento. Esto es debido que la temperatura del tanque va acorde a la cantidad de nitrógeno líquido almacenado. Los niveles de nitrógeno deben ser monitoreados regularmente para así no generar alguna fluctuación de temperatura que dañe al semen.

## **4. CONCLUSIÓN**

- Bajo las condiciones de este estudio el uso de las diferentes técnicas de inseminación (cervical o pos cervical) no afectan los porcentajes de preñez y parición, número de lechones por parto, número de lechones vivos y muertos.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda para futuros estudios el análisis de motilidad y viabilidad del semen congelado previo a utilizar.
- Implementar bolsas adheridas alrededor de la vulva, debido que al finalizar el proceso de inseminación en algunas ocasiones se da la salida del semen por la vagina, este reflujo puede ser recolectado para análisis posteriores.
- Realizar el estudio en cerdas nulíparas para evaluar el efecto de los tratamientos.
- Determinar el tiempo total de duración de celo en las cerdas dependiendo la época del año.

## 6. LITERATURA CITADA

- Alba Romero C. 2013. La inseminación intrauterina en cerdos: Beneficios y riesgos. Avances en Tecnología Porcina. Porto Alegre, Brasil; [consultado 2018 ago 6]. <https://www.minutube.es/es/Media/Mediateca/Trabajos-Publicados>
- Buxade C. 1984. Zootecnia bases de producción animal Tomo VI. Porcinocultura Intensiva y Extensiva. España: Mundi-Prensa España. 365 p.
- Cáceres Cárcamo W. 2008. Evaluación de la inseminación artificial intra cervical y pos cervical con semen congelado en cerdas multíparas. [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 15 p.
- Castillo R. 2006. Inseminación artificial en cerdas. *In*: Producción de Cerdos, Castillo R. (ed). Academic Press. 90 p.
- Castillo Zúniga JF, Cruz Méndez JF. 2017. Evaluación de la prostaglandina F2 $\alpha$  (Lutalyse<sup>®</sup>) en la fertilidad de cerdas multíparas inseminadas artificialmente con semen congelado [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 17 p.
- Cottura G, Brunori J, Franco R, Marini S, Panichelli D, Baldovino M, Conde M, Lattanzi M. 2018. Comparación de las técnicas de inseminación artificial cervical y postcervical en cerdas multíparas. INTA, Argentina; [consultado 2019 ago 12]. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_porcinos\\_comparacioninseminacion\\_cerdasmultiparas18.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_porcinos_comparacioninseminacion_cerdasmultiparas18.pdf)
- Dimitrov F, Dimitrov M, Dimitrov S, Hernández R, Ruvacalba J. 2002. Inseminación pos cervical en hembras multíparas con concentración reducida de espermatozoides por dosis: Resultados de campo en Bulgaria. Avances en Tecnología Porcina, 4(1): 36-44.
- Henríquez Gutiérrez CM. 1994. Inseminación artificial en cerdos usando dos diluyentes y dos centros de recolección [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 65 p.
- Hormaechea S, Giordano A, Fernández P, Belén M, Cabodevila J. 2016. Inseminación artificial post cervical en cerdas [Tesis]. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. 21 p.
- López Sánchez A, Pinto Carrasco J, Toledo Castillo M. 2019. Evaluación de la técnica de inseminación poscervical. SUIS 89: 14-20.

- McGlone JJ. 1988. Management of lactating sows during heat stress: effects of water drip, snout coolers, floor type and a high energy-density diet. *Journal of Animal Science*, 66(4): 885-891.
- Medrano Mendizabal JH. 1992. Inseminación artificial en cerdas con semen importado o colectado en finca [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 76 p.
- Mejía A. 2006. Efecto de la infusión del plasma seminal antes y después de la inseminación artificial con semen congelado sobre la fertilidad de las cerdas [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 23 p.
- Miranda Correa AF. 2012. Inseminación artificial con sonda post cervical en cerdos [Tesis]. Corporación Universitaria LaSallista, Caldas-Colombia. 35 p.
- Rodríguez-Martínez H. 2013. Evaluación de la calidad seminal en el verraco. *Avances en Tecnología Porcina*, 2(7-8): 43-53.
- SIG. 1999. Manual de Inseminación Artificial. Swine Genetics International. Cambridge, Iowa; [consultado 2019 ago 15]. [http://www.swinegenetics.com/downloads/ai\\_manual.pdf](http://www.swinegenetics.com/downloads/ai_manual.pdf)
- SIG, 2018. Frozen Semen Thawing Directions. 2018 [https://www.swinegenetics.com/pdfs/2016/03-22/Thawing\\_Directions.pdf](https://www.swinegenetics.com/pdfs/2016/03-22/Thawing_Directions.pdf)
- Sánchez Ayestas KW. 2007. Evaluación de la inseminación artificial intra cervical y pos cervical con semen fresco en cerdas de la empresa GRANPORSA S.A. Bucay, Ecuador [Tesis]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano-Honduras. 20 p.
- Torres Midence R, Torrez Quiroz K, Vanegas D, López Flores J, Guevara Moya L. 2013. Manual de inseminación artificial porcina. CENIDA, Nicaragua; [consultado 2018 oct 11]. <http://cenida.una.edu.ni/textos/NL10U58.pdf>
- Vázquez JM. 2009. New prospects in insemination with reduce sperm number technology. *Avances en Tecnología Porcina*, 2: 18-27.