



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA



**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL
CERVICAL Y UTERINA, INFLUENCIA EN LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD
EN MARRANAS MULTÍPARAS, DE LA GRANJA
EL CHAPARRAL- LAMBAYEQUE – 2018”**

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

MÉDICO VETERINARIO

PRESENTADO POR:

BACHILLER, RONALD JOSÉ CASTAÑEDA NAVARRO

LAMBAYEQUE-PERÚ

2018

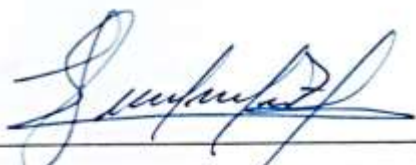
**“ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL
CERVICAL Y UTERINA, INFLUENCIA EN LA FERTILIDAD Y
PROLIFICIDAD EN MARRANAS MULTÍPARAS, DE LA GRANJA
EL CHAPARRAL- LAMBAYEQUE – 2018”**

TESIS

PRESENTADA POR:

BACHILLER, RONALD JOSÉ CASTAÑEDA NAVARRO.

SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:



MSC. LUMBER ELY GONZALES ZAMORA

PRESIDENTE



MSC. VICTOR RAVILLET SUAREZ

SECRETARIO



M.V DIONICIO BAIQUE CAMACHO

VOCAL



MSC. CÉSAR PISCOYA VARGAS

ASESOR



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD MEDICINA VETERINARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION



Libro de Acta de Sustentación de Tesis
Folio: N° 00077

Siendo las 10 a.m. del día 05 de Junio del 2018, se reunieron en el Auditorio "Luis Enrique Díaz Huamán" de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo" los miembros del Jurado de tesis conformado por:

<i>MSc. Lumber Ely Gonzales Zamora</i>	<i>Presidente</i>
<i>MSc. Víctor Raúl Ravillet Suárez</i>	<i>Secretario</i>
<i>M.V. Dionicio Baique Camacho</i>	<i>Vocal</i>
<i>MSc. César Augusto Piscoya Vargas</i>	<i>Asesor</i>

Nombrados mediante Decreto N° 010-2018-UI-FMV del 18 de Enero del 2018, con la finalidad de recepcionar y evaluar el trabajo de tesis: "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL Y UTERINA, INFLUENCIA EN LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN MARRANAS MULTÍPARAS DE LA GRANJA EL CHAPARRAL- LAMBAYEQUE 2018", presentada por el Bachiller en Medicina Veterinaria Ronald José Castañeda Navarro, aprobada con Decreto N° 071-2018-UI-FMV.

Finalizada la sustentación, los miembros del jurado procedieron a formular las preguntas pertinentes y luego de las aclaraciones respectivas, han deliberado y acordado aprobar el trabajo de tesis con el calificativo de BUENO.

No existiendo otro punto a tratar, se procedió a levantar la presente acta en señal de conformidad, siendo las 10:55 horas del mismo día, por lo tanto el Bachiller Ronald José Castañeda Navarro, está apto para obtener el Título de Médico Veterinario.

[Firma]
MSc. Lumber Ely Gonzales Zamora
Presidente

[Firma]
MSc. Víctor Raúl Ravillet Suárez
Secretario

[Firma]
M.V. Dionicio Baique Camacho
Vocal

[Firma]
MSc. César Augusto Piscoya Vargas
Asesor



DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, RONALDO JOSÉ CASTAÑEDA NAVARRO
investigador principal, y MSc. CÉSAR AUGUSTO PISCOYA VARGAS asesor
del trabajo de investigación "ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL
CERVICAL Y UTERINA, INFLUENCIA EN LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN MARRANAS MULTÍPARAS,
DE LA GRANJA EL CHAPARRAL - LAMBAYEQUE - 2018", declaramos bajo
juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso se
demostrara lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y por ende
el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del Título o
Grado emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, 27 de OCT de 2018

Nombre Investigador (es) RONALDO JOSÉ CASTAÑEDA NAVARRO.

Nombre del Asesor CÉSAR AUGUSTO PISCOYA VARGAS.

DEDICATORIA

A José Castañeda, mi Padre, mi orgullo más grande, quien me apoya y me acompaña desde el cielo a cada instante. Quien lo representó todo en el tiempo corto y me señaló el camino correcto. Este logro es para ti viejo.

A René Navarro, mi Madre, mi motor. Que con su amor incondicional y ejemplo constante ha hecho de mí una persona diferente.

A Claudia Lescano, el amor de mi vida, por ser mi complemento perfecto y convertirse en mi empuje hacia la superación constante.

A Eduardo Castañeda, mi hermano, quien es el motivo y mi impulso para seguir adelante y ser mejor cada día, porque con esa alegría que irradia su alma llegará muy lejos.

Ronald Castañeda Navarro.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar hasta aquí y haberme dado la fuerza necesaria para superar las pruebas y adversidades de la vida.

A toda mi familia que siempre me apoyó y estuvo a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y por siempre creer en mí.

Al Dr. César Piscoya, patrocinador, por cada enseñanza, por cada consejo, por su paciencia y sobre todo por forjarme como profesional y depositar su confianza en mí.

A mis profesores y miembros del jurado: Dr. Lumber Gonzales, Dr. Victor Ravillet, Dr. Dionicio Baique, por guiarme y compartir sus conocimientos. Por cada aporte y cada recomendación en mi trabajo de investigación.

Ronald Castañeda Navarro.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la granja porcina “EL CHAPARRAL” del distrito de Morrope y la provincia de Lambayeque y en el laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, Lambayeque. Se comparó la Fertilidad y la Prolificidad de marranas multíparas inseminadas utilizando las técnicas de Inseminación Artificial Cervical y Uterina; se evaluó el mérito económico de ambas técnicas de inseminación artificial. Se utilizó un verraco Pietrain de 24 meses de edad y 34 marranas de 2° a 5° parto de la línea Camborough 29. Para la colección de semen se utilizó un maniquí y la técnica de mano enguantada. Se inseminó dos veces durante el celo, la primera inseminación se realizó inmediatamente determinado el relejo de tolerancia a la monta; y la segunda 12 horas después. Utilizando la técnica de inseminación artificial cervical y uterina respectivamente según el grupo. Teniendo como dosis seminal de inseminación un volumen de 100ml y 40ml para la técnica cervical y uterina, respectivamente. Se obtuvo una fertilidad a los 21 días y al parto de 100% y una fertilidad a los 21 días y al parto de 94.11% en las marranas inseminadas con la técnica de inseminación cervical y uterina respectivamente. Se obtuvo una prolificidad de 11.41 lechones nacidos mediante la técnica de inseminación artificial cervical y 11.88 lechones nacidos mediante el uso de la técnica de inseminación artificial uterina. Concluyendo que la inseminación artificial mediante el método cervical se comportó similar ($p < 0.05$) frente al método de inseminación artificial uterina en la prolificidad. Agregando un mérito económico a favor de la técnica de inseminación uterina (S/ 9.89) y para el método de inseminación cervical (S/ 19.67).

ABSTRACT

The present study was carried out in the pig farm "EL CHAPARRAL" of the district of Morrope and the province of Lambayeque and at Clinical Pathology laboratory of the Faculty of Veterinary Medicine of the National University "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque.

Fertility and Prolificity of inseminated multiparous sows were compared using Cervical and Uterine Artificial Insemination techniques; the economic merit of both artificial insemination techniques was evaluated. I used a Pietrain boar of 24 months of age and 34 sows from 2 ° to 5 ° part of the Camborough line 29. A mannequin and the gloved hand technique were used for the collection of semen. It was inseminated twice during the heat, the first insemination was performed immediately determined the relejo of tolerance to the mount; and the next 12 hours later. Using the technique of cervical and uterine artificial insemination respectively according to the group. Taking as a seminal dose of insemination a volume of 100ml and 40ml for the cervical and uterine technique, respectively. Fertility was obtained at 21 days and at birth of 100% and fertility at 21 days and at birth of 94.11% in sows inseminated with the technique of cervical and uterine insemination respectively.

A prolificacy of 11.41 piglets born through the artificial cervical insemination technique and 11.88 piglets born through the use of the artificial uterine insemination technique was obtained. Concluding that artificial insemination by the cervical method behaved similar ($p < 0.05$) to the artificial insemination method in prolificacy. Adding an economic merit in favor of the technique of uterine insemination (S/ 9.89) and for the method of cervical insemination (S/ 19.67).

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Anatomía del aparato reproductor de la cerda	12
2.2 Fisiología del aparato reproductor de la cerda	13
2.3 Términos Topográficos	16
2.4 Técnica cervical y post cervical en inseminación artificial en cerdas	17
2.5 Capacitación espermática y reacción acrosomal.....	18
2.6 Prolificidad y Fertilidad en marranas.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Ubicación y duración del experimento:	21
3.2 Material Experimental:.....	21
3.3 Determinación del tamaño de muestra:	22
3.4 Metodología:	24
3.5 Métodos de inseminación artificial.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Prolificidad	29
4.2 Porcentaje de Preñez a los 21 días y fertilidad	31
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RECOMENDACIONES	36
IX. ANEXOS	40

ÍNDICE DE FIGURAS

N° DE FIGURA	TÍTULO
01	Aparato reproductor de la cerda.....11
02	Términos de posición y dirección.....15

ÍNDICE DE TABLAS

N° DE TABLA	TÍTULO
01	Ciclo estral.....13
02	Prolificidad de marranas inseminadas mediante los métodos de inseminación artificial cervical y uterina.....27
03	Porcentaje de fertilidad a los 21 días de gestación de marranas inseminadas artificialmente mediante el método de inseminación artificial uterina y método de inseminación cervical.....29
04	Porcentaje de parto de marranas inseminadas artificialmente mediante el método de inseminación artificial uterina y método de inseminación cervical.....30
05	Comparación de mérito económico de los métodos de inseminación.....32

I. INTRODUCCIÓN

La eficiencia productiva de los cerdos se mide por la cantidad de gorrinos por marrana que van al mercado; para lograr un mayor número de gorrinos en la producción porcina; es necesario que los factores (alimentación, sanidad, ambiente, reproducción y administración) sean lo más óptimos posible. En la parte reproductiva se ha tenido avances tecnológicos que permiten mejorar la eficiencia reproductiva, como el uso de la inseminación artificial que representa una ventaja para lograr mayor avance genético. Se considera que en la inseminación artificial cervical se necesita de tres mil millones a cinco mil millones de espermatozoides por dosis en un volumen de 100ml de dilución final. Recientemente se ha demostrado que el número de espermatozoides puede disminuir depositando la dosis espermática cercana a la región de la unión útero-ovárica; lo que se pretende con el presente trabajo es realizar la inseminación uterina o antero cervical; disminuyendo la cantidad espermática y el volumen de la dilución del eyaculado.

Por tales motivos el presente estudio se planteó para comparar la inseminación artificial cervical frente a la inseminación artificial uterina en marranas multíparas referente a la fertilidad y prolificidad.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Anatomía del aparato reproductor de la cerda

2.1.1. Ovarios

Anatómicamente los ovarios están situados en el borde lateral de la entrada pélvica y tienen un tamaño de 2.5 – 5 cm. La superficie presenta prominencia redondeadas y de apariencia irregular lobulada. Cuando los folículos están maduros pueden alcanzar un diámetro de 7 a 8 mm y los cuerpos lúteos de 12 a 15 mm **Sisson y Grossman (1990)**.

2.1.2. Trompas uterinas

Las trompas uterinas de la cerda pueden llegar a medir hasta 30 cm de longitud. Son flexuosas y el pabellón está muy desarrollado. El extremo uterino se fusiona con la pequeña extremidad del cuerpo **Sisson y Grossman (1990)**.

2.1.3. Útero

El cuerpo mide unos 5 cm de largo. Los cuernos son largos, flexuosos y móviles debido a la extensión de los ligamentos anchos que poseen gran cantidad de músculo liso. Pueden medir de 12 a 15 cm de largo y su extremo se adelgaza para acomodarse al diámetro de las trompas. El cuello puede medir unos 10 cm y en su interior existen prominencias redondeadas. Se continúan caudalmente con pliegues de la mucosa de la vagina. La capa media del ligamento ancho continúa con el ligamento lateral de la vejiga **Sisson y Grossman (1990)**.

2.1.4. Vagina

La vagina es de calibre pequeño y posee una capa muscular gruesa. Mide de 10 a 12 cm de largo en una cerda de tamaño mediano. La mucosa está unida a una capa muscular **Sisson y Grossman (1990)**.

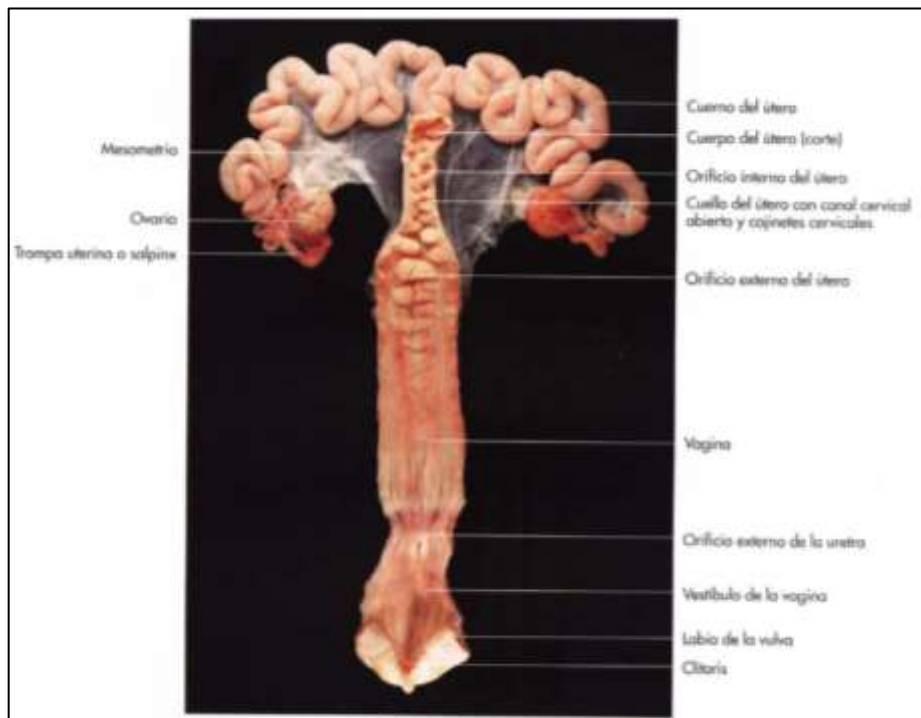
2.1.5. Vestíbulo Vaginal

El vestíbulo vaginal mide unos 7.5 cm de longitud; en él se abre la uretra. En su parte craneal del orificio uretral se pueden observar conductos longitudinales **Sisson y Grossman (1990)**.

2.1.6. Vulva

Los labios de la vulva son gruesos y cubiertos con un tegumento rugoso. Su comisura dorsal es redondeada y la ventral es puntiaguda larga, el glándula forma una proyección aguda por encima de la fosa clitoriana. A 2cm de craneales de la comisura ventral se halla la fosa clitoriana. **Sisson y Grossman (1990).**

Figura N° 01 – Aparato reproductor de la cerda. **Sisson y Grossman (1990)**



2.2 Fisiología del aparato reproductor de la cerda

2.2.1. Ciclo estral de la cerda

Desde la pubertad la cerda comienza a tener ciclo estral periódicamente cada 21 días a lo largo del día; excepto en condiciones de gestación y lactación.

El hipotálamo secreta la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) hacia la adenohipófisis, la misma que secreta gonadotropinas, hormona luteinizante (LH) y hormona folículo estimulante (FSH) que actúan sobre el ovario. Siendo la FSH responsable del crecimiento folicular, los cuales según su desarrollo van aumentando los niveles de estrógenos responsables de los síntomas de celo: vulva edematizada y enrojecida, descargas vaginales, reflejo de inmovilidad y conducta de monta entre hembras.

Cuando los estrógenos alcanzan un nivel determinado comienza una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo provocando una descarga pre ovulatoria de LH. Cuando se produce la ovulación los niveles de estrógenos descienden y aumentan los niveles plasmáticos de progesterona, secretados por los cuerpos lúteos.

La progesterona se encarga de la preparación del endometrio para que se produzca la anidación del embrión. También por medio de una retroalimentación negativa, evita la secreción de GnRH por parte del hipotálamo y por consiguiente la secreción de FSH y LH y no hay crecimiento nuevos folículos.

Cuando no se produce gestación la prostaglandina $F2\alpha$ secretada por el útero, llega al ovario y provoca una regresión de cuerpos lúteo

s, lo que genera un descenso en el nivel de progesterona y reiniciando así la secreción de gonadotropinas para dar inicio al nuevo ciclo estral.

2.2.2. Fases del ciclo estral

Pro estro: fase folicular, es la fase del crecimiento folículo de Graff, por estímulo de la FSH, aumento de líquido folicular que rodea al óvulo. Existe notable incremento de la vascularización de la mucosa uterina. La pared de la vagina aumenta de espesor.

Estro: es el periodo de aceptación sexual, alta concentración de estrógenos circulantes. Comienza el desarrollo del cuerpo lúteo. El folículo de Graff está maduro y turgente. La ruptura folicular se produce al final de esta fase, produciendo una disminución de los niveles de estrógeno y LH.

Meta estro: existe desarrollo del cuerpo lúteo, comienza la producción de progesterona. Actúa aquí la relaxina, produciendo una luteinización de las células de la granulosa.

Diestro: existe una máxima producción de progesterona hasta alcanzar un máximo a los 18 a 21 días. La cerda presenta inactividad sexual. Se produce la regresión del cuerpo lúteo por acción de la $PGF2\alpha$ del útero. **Dukes (1962).**

Tabla 1: Ciclo estral (Proceso biológico regulado por hormonas hipofisiarias de duración media de 21 días).

Fase Folicular	Pro estro	Tres a cuatro días. Comportamiento característico. Hiperemia en vulva. 50 folículos (2 a 5 mm). Maduración 10 – 20 (8-11 mm).
	Estro	2-3 días. Solo si no existe gestación o lactación. Reflejo inmovilidad. Vulva edematosa hiperémica. Eclosión folicular – liberación ovocitos 38-42 hrs después del inicio del estro.
Fase Luteínica	Meta estro	7-8 días. Cuerpo lúteo - progesterona Si hay gestación: P ₄ inhibe la fase folicular.
	Diestro	Si no hay fecundación – preparación siguiente ciclo Represión cuerpo lúteo

Fuente: www.acromax.net

2.2.3. Fecundación:

2.2.3.1 Interacción del espermatozoide y el óvulo:

El tiempo de vida fértil del espermatozoide es de 34 a 72 horas y el óvulo de 8 a 10 horas, lo que hace necesario que la inseminación y ovulación se sincronicen a fin de obtener tasas altas de concepción.

Los espermatozoides del verraco tienen mayor longevidad lo cual aumenta la probabilidad de encontrar espermatozoides viables en el momento que se produzca la ovulación. La inseminación muy temprana reduce tasas de concepción, debido a la pérdida de viabilidad de las células espermáticas. En tanto en la inseminación tardía hay pérdida de viabilidad del óvulo, aunque ocurra fecundación.

Aunque el macho eyacula entre 1000 a 10000 espermatozoides dentro del aparato reproductor de la hembra; solo 10 a 100 suelen estar en la ampolla después de 4 a 12 horas.

Es posible que la capacidad de los espermatozoides de adherirse al revestimiento epitelial de la ampolla y liberarse ayude a mantener cantidades adecuadas de gametos masculino en el sitio de fecundación. **Hafez (2002).**

2.2.3.2 Fijación y penetración del espermatozoide

La unión de la cabeza del espermatozoide a la zona pelúcida es regulada por receptores en la superficie de ésta. La penetración de los espermatozoides en la zona pelúcida ocurre en los 5 a 15 minutos que siguen a la fijación. Para la fijación es necesario que el gameto masculino tenga el acrosoma intacto. La unión de la cabeza del espermatozoide a los receptores espermáticos, permite que ocurran interacciones con otros componentes de la zona los cuales estimulan la activación del acrosoma **Hafez (2002)**.

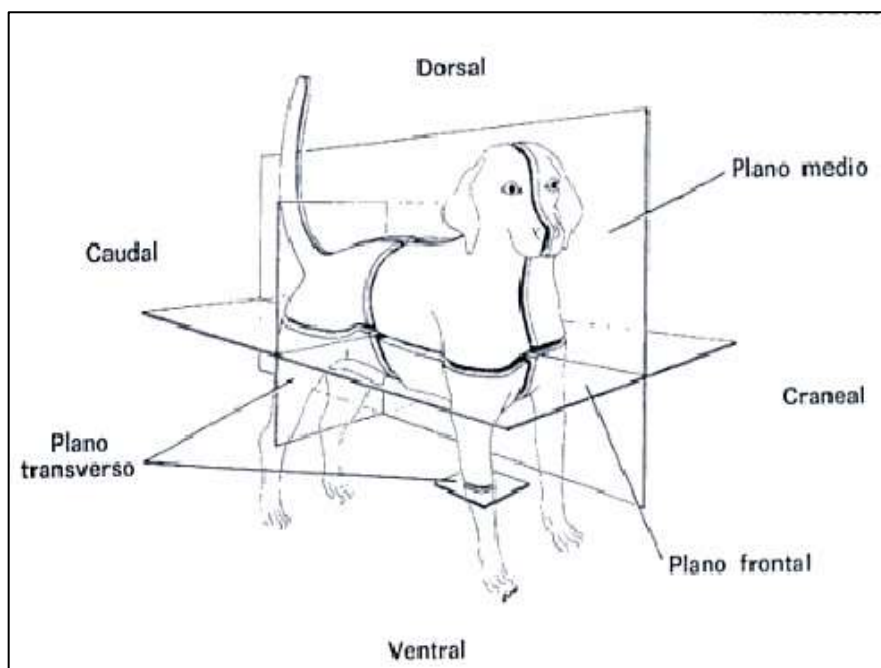
2.3.3 Implantación

Una vez fecundado el embrión se encuentra en estado de 3 a 4 células y permanece así hasta el día 3 o 4, cuando entra al útero. La zona pelúcida se pierde entre el 6 a 8 día. A los 12 días los embriones se han distribuido a lo largo del cuerno uterino; y a los 24 días la fusión endometrio-embrión se completa por lo que los días clave para la implantación son entre 18 y 22.

2.3 Términos Topográficos

Con el fin de indicar de una manera exacta y precisa la posición y dirección de las distintas partes del cuerpo, se emplean ciertos términos descriptivos que deben ser conocidos desde el principio. Para la interpretación de estos términos debe quedar aquí sentado que se aplican a un cuadrúpedo en posición ordinaria de pie (figura 2). La superficie dirigida hacia el plano de sustentación (el suelo) se denomina: ventral, y la opuesta: dorsal, las relaciones de las distintas partes en estas direcciones se designan de conformidad con estos mismos nombres. El plano longitudinal medio divide el cuerpo en dos mitades similares. Una formación o superficie más próxima que otra del plano medio se dice que es medial (o interna) respecto de esta última, y la formación o superficie más alejada que otra del plano medio se dice que es lateral (o externa). Los planos paralelos al plano medio son sagitales. Los planos transversales o segmentales cortan el eje longitudinal del cuerpo perpendicularmente al plano medio o, aplicados a un órgano o miembro, lo cortan y forman ángulo recto con su eje longitudinal. Un plano frontal es perpendicular a los planos transversales y medio. Éste término se usa en sentido similar con referencia a las partes de los miembros o de los órganos. El extremo del animal en que se halla la cabeza se designa como anterior o craneal, y el extremo en que se halla la cola, posterior o caudal. Se designan, de conformidad con esto, las relaciones de superficies o formaciones respecto al eje longitudinal del cuerpo. **Sisson y Grossman (1990)**.

Figura N° 02 – Términos de posición y dirección. **Sisson y Grossman (1990)**



2.4 Técnica cervical y post cervical en inseminación artificial en cerdas

Cuando se compararon el porcentaje de preñez (al día 30) y la tasa de parición, en una experiencia realizada en Argentina, no se hallaron diferencias entre los grupos de cerdas inseminadas por la vía cervical (dosis de 100 ml y 3×10^9 espermatozoides) y dos grupos de cerdas inseminadas por la vía pos cervical, con la mitad (50 ml y $1,5 \times 10^9$) o un tercio de la dosis (30 ml y 1×10^9). Sin embargo, la prolificidad (número de lechones nacidos totales y vivos) fue mayor con la IA tradicional, aunque se hallaron diferencias estadísticamente significativas cuando el análisis se realizó a través de las cuatro semanas que duró la experiencia; los mejores valores se encontraron en la última semana, lo que se puede atribuir a una mayor experiencia y confianza en la realización de la técnica. **Levis (2002).**

En una experiencia realizada en Reino Unido. **Watson y Behan (2002)**, se compararon las técnicas cervical y pos cervical, aplicando igual volumen (80ml), pero con 3; 2 o 1×10^9 espermatozoides por dosis. Los resultados obtenidos demostraron que no hubo diferencias significativas en la tasa de partos y el tamaño de la carnada, entre la inseminación post cervical con 1×10^9 y la IA, convencional con $3-2 \times 10^9$. Sin embargo, el índice de fecundidad de cerdas inseminadas con la técnica uterina (1×10^9) mostró que nacieron 46 y 53 lechones menos que con las inseminadas con la técnica convencional con 2×10^9 y 3×10^9 espermatozoides por dosis, respectivamente.

Los resultados de una experiencia realizada en España que comparaban un grupo con IA cervical (3×10^9 espermatozoides y 100 ml) y cuatro grupos con IA post cervical de 50, 33, 25 y 16 ml con 1,5; 1,0; 0,75 y $0,5 \times 10^9$ espermatozoides por dosis, hallaron que los porcentajes de parición de los grupos con dosis de 0,75 y $0,5 \times 10^9$ espermatozoides fueron mayores que el grupo control (IA cervical). Sin embargo, para todos los grupos de IA pos cervical el número de lechones nacidos vivos fue menor que con IA cervical. **Gil, Tortades y Alevia (2001).**

Recientemente se ha demostrado que el número de espermatozoides por inseminación puede reducirse drásticamente cuando la dosis espermática se deposita en la profundidad de un cuerno uterino en vacas y yeguas. De forma similar en la cerda, el número de espermatozoides por dosis pueden disminuirse. **Martínez (1998).**

El uso de sistemas de inseminación post cervical o intrauterino permite una reducción de la dosis hasta una tercera parte, es decir, 30-50 ml sin comprometer los valores de fertilidad o prolificidad de las cerdas de la granja. Mientras que con el sistema intra cervical, las dosis deben ser de por lo menos 80-100 ml. **Magapor (2005).**

2.5 Capacitación espermática y reacción acrosomal

La capacitación espermática ocurre fisiológicamente en el tracto reproductivo de la hembra y es la modificación post-eyaculatoria de la superficie espermática. Algunas de éstas modificaciones son el reacomodo gradual de glicoproteínas periféricas y una modificación en la distribución de fosfolípidos que la integran, tras un proceso previo denominado maduración epidídimal que ocurre en el tracto reproductivo del macho y en el cual la membrana espermática tuvo modificaciones físicas, cómo el reacomodo de proteínas intramembranales, y químicas, cómo la síntesis de colesterol de *novo*, proporcionándole una estabilidad a la membrana que le permite su conducción durante el trayecto hasta el sitio de fertilización. Durante la capacitación, la fluidez de la membrana, se incrementa en la región acrosomal a diferencia de la región ecuatorial y post-acrosomal que permanecen más estables. **Yanagimachi (1994).**

La reacción acrosomal es un proceso fisiológico del espermatozoide que ocurre durante el proceso de fertilización, al hacer contacto con la zona pelúcida del ovocito, y no en otro sitio del tracto reproductor del macho o la hembra donde no tiene ninguna función. La cual depende de dos tipos de factores: Intrínsecos (genética de los verracos, tiempo de conservación de los espermatozoides en el epidídimo, nutrición, etc.) y extrínsecos

(alojamiento de los verracos, composición del diluyente para conservar los espermatozoides, temperatura de conservación, etc). **Yanagimachi (1994).**

La reacción acrosomal ocurre tras el estímulo adecuado que es recibido al pasar los espermatozoides por las células del cúmulo, fluido folicular. Se ha estimado, que las mismas proveen al medio, hasta 1 ug/ml de progesterona, cantidad que se ha considerado como apropiada para inducir la reacción acrosomal en espermatozoides humanos. Antes de encontrar al ovocito para la fertilización, dichas células filtran y seleccionan a los espermatozoides potencialmente fértiles, que se unen entonces a la zona pelúcida del ovocito mediante receptores, originando la fusión de las membranas y liberación de enzimas acrosomales. **Brucker y Lipford (1995).**

La presencia de estrógenos no afecta la vitalidad de los espermatozoides, conservándolos durante cuatro días. También podemos observar que la vitalidad si se ve afectada por la menor dilución. El estrógeno y la dilución actúan independientemente sobre la vitalidad, normalidad y anormalidades de los espermatozoides pero sólo el porcentaje de anormalidades se ve afectado por presencia de estrógeno en el semen, al igual que en la dilución. En tanto recomienda no utilizar el estrógeno en concentración baja de espermatozoides. **Huamán (1999).**

Mediante el uso de agua desionizada y bidestilada como diluyente del semen fresco para la inseminación artificial de marranas se obtuvo 90% y 80% de fertilidad respectivamente. Y el tamaño de camada y peso promedio de lechones al nacimiento se comportaron estadísticamente iguales ($p>0,05$).

Y recomienda usar agua desionizada como diluyente del semen fresco en la inseminación artificial de marranas; porque incrementa un 10% la fertilidad con respecto al agua bidestilada. **Marín (1997).**

El índice de fertilidad de marranas de diferente número de pariciones, se vio mejorado por la aplicación de 20 UI de oxitocina, intramuscularmente, a la presencia del celo.

La prolificidad, expresada en lechones nacidos vivos por camada, en marranas aumentó significativamente por efecto de la inyección intramuscular de 20 UI de oxitocina a marranas que entraron en celo. **Ávalos (2001).**

2.6 Prolificidad y Fertilidad en marranas

Chavarría citado en Ávalos (2001) sostiene que el promedio de preñez en marranas fue mayor de 70% y el tamaño de camada 10.6 en cerdas primerizas.

La edad de la marrana y la raza son factores que determinaron el tamaño de camada; así en la raza Yorkshire (8.76 ± 0.15). También el número de partos es otro factor que influye en el número de lechones al nacimiento, debido a la mayor tasa de ovulación encontrando los siguientes resultados; primer parto 10.37 y segundo parto 10.27 **Calderón citado en Ávalos (2011)**. La fertilidad de la marrana también está influenciada por el tipo de dilutor, así al comparar el dilutor BTS y GEPZ se encontró una fertilidad de 93.33% y 76.20% respectivamente, esta comparación se hizo conservando las dosis seminales durante tres días Pérez citado en **Ávalos (2001)**.

En otros trabajos realizados por **Carrasco (1994)**, para evaluar la fertilidad y prolificidad en marranas primíparas encontró 33.3% de fertilidad, segundo parto 66.7%; tercer parto 92.3%; cuarto parto y quinto parto 100%; sexto parto 75%; séptimo y octavo parto 100% y en promedio la fertilidad fue de 82.5%; la prolificidad (lechones por camada) fue: primer parto 10.0 lechones; segundo parto 12.67 lechones; tercer parto 12.76 lechones; cuarto parto 11.67 lechones; quinto parto 12.25 lechones; sexto parto 10.67 lechones; séptimo parto 12 lechones y octavo parto 7 lechones, con un promedio de 11.9 lechones por camada. **Carrasco (1994)**. Mediante el uso de oxitocina 20 UI aplicada vía intramuscular en el momento de la inseminación artificial se encontró diferencias ($p < 0.05$) en el porcentaje de fertilidad (93.28%) frente al grupo control (84.17%). Y también hubo diferencias en el tamaño de camada al nacimiento ($p < 0.05$) y se encontró que el grupo control, obtuvo 8.48 lechones por camada y el grupo tratado con oxitocina 10.41 lechones por camada **Ávalos (2001)**. También en el momento de realizar la inseminación artificial, hay que considerar el tipo de agua que se va a utilizar en la dilución del eyaculado, encontrándose que el tamaño de camada al nacimiento fue de 11.77 lechones cuando se empleó agua desionizada y 10.50 lechones al usar agua bidestilada; igualmente hubo diferencias porcentuales en la fertilidad al usar agua desionizada 90% de fertilidad y 80% con agua bidestilada. **Marín, (1997)**.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación y duración del experimento:

El presente trabajo se realizó en la Granja de Cerdos “El Chaparral”, ubicada en el Caserío Laguna Conga – provincia de Lambayeque, departamento de LAMBAYEQUE; con un periodo desde setiembre del 2017 hasta abril del 2018.

3.2 Material Experimental:

3.2.1 Material biológico

- 1) **Verraco** Pietrain de 24 meses de edad.
- 2) **Marranas** (total de 34 animales) de 2° a 5° parto de las líneas Camborough 29.

3.2.2 Material, equipos, instrumental y otros:

3.2.2.1 Material y equipo de diagnóstico:

- Frascos recolectores.
- Gasa.
- Ligas.
- Papel toalla.
- Bolsas de papel.
- Termos.
- Frascos dosificadores.
- Dilutor comercial (BTS).
- Agua desionizada.
- Porta- objetos.
- Cubre-objetos.
- Mecheros.
- Fósforos.

- Microscopio.
- Estufa.
- Pipetas.
- Probetas.
- Cámara de Neubauer.
- Gradilla porta tubos.
- Tubos de ensayo.
- Reactivo de Turk.
- Soluciones: Eosina-nigrosina.
- Botella de plástico 100ml para semen.
- Catéter de inseminación post cervical.
- Guantes estériles.
- Desinfectante.

3.3 Determinación del tamaño de muestra:

El tamaño de muestra será extraída de una población de 54 marranas con un porcentaje de fertilidad de 90% ($p = 0.9$) se trabajará con un error de 10% (0.1).

$$n = \frac{t^2 * p (1 - p)}{m^2}$$

n = tamaño de muestra

t^2 = Nivel de confianza de 95% (valor estándar de 1.96)

p = porcentaje de fertilidad en la granja (90%)

m = margen del error 10% (0.1)

$$n = \frac{1.96^2 * 0.9 * (1 - 0.9)}{0.1^2}$$

$$n = 34.57$$

El tamaño de muestra será de **34** marranas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LOS DATOS:

Para evaluar la prolificidad se utilizará el diseño completamente aleatorio cuyo modelo matemático es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + t_i + E_{ij}$$

Y_{ij} = j-ésimo unidad experimental que se le aplica del i-ésimo tratamiento.

u = media poblacional

t_i = efecto del i-ésimo tratamiento desde $i = 1, 2$

e_{ij} = error experimental.

Para comparar la eficiencia de la inseminación cervical y post cervical en marranas primíparas sobre la fertilidad se empleará chi - cuadrado:

1.- HIPÓTESIS A PROBAR:

H_0 : La fertilidad a los 21 días; es independiente de los métodos de Inseminación Artificial

H_a : Las dos variables no son independientes.

$\alpha = 0.05$ $x^2_{cal} \leq x^2_{tab}$ N.S Aceptamos H_0

$x^2_{cal} > x^2_{tab}$ * Rechazamos H_0

FORMA DE PROBAR LAS HIPÓTESIS:

Prueba Estadística:

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

REGLA DE DECISION:

Rechazamos **H_0** **X^2** es mayor o igual a 3.841, se rechaza la **H_0**

3.4 Metodología:

Para la ejecución del trabajo de investigación se utilizó semen porcino de un solo verraco de raza Pietrain de 24 meses de edad; así como 34 marranas multíparas híbridas. Dicha muestra se dividió en dos grupos y se realizó la inseminación artificial haciendo uso de dos técnicas: método de inseminación artificial convencional o cervical y método de inseminación artificial post-uterino respectivamente.

3.4.1 Método para recolección de semen:

Para colección seminal se realizó mediante el uso de un maniquí portátil, previamente se colocó orina de marrana en celo. Luego que el verraco montó el maniquí se procedió a lavar el prepucio con agua y se realizó masajes en dirección anterior para eliminar el contenido de orina y eyaculado que probablemente se almacenó en el divertículo prepucial y luego se secó con una toalla de papel. Para la colección seminal se hizo por masturbación manual mediante el método de mano enguantada descrita y usada por varios autores **King y Mcpherson (1973)**.

El método consistió en presionar de forma manual el glande del pene del cerdo, seguido de varios movimientos de la pelvis en dirección anterior y luego el cerdo eyaculó de forma eficaz **Hafez (2002)**. Para la colección seminal del eyaculado se utilizó termos estériles precalentados a 37°C, a fin de evitar el shock térmico; previamente se colocó en el termo una gasa estéril sujeta con unas ligas a modo de filtro para eliminar la porción gelatinosa del eyaculado y coleccionar solamente la parte líquida; luego se protegió el frasco con bolsa de papel para evitar la incidencia directa de los rayos solares y se transportó al laboratorio en termos a temperatura ambiente.

3.4.2 Análisis macroscópico y microscópico del semen:

Se analizó el volumen seminal, vitalidad espermática, motilidad espermática, morfología espermática. Dichas pruebas se realizaron en el Laboratorio de Patología Clínica de la Facultad de Medicina Veterinaria, de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

3.4.2.1 Volumen seminal

Se evaluó el eyaculado filtrado en una probeta graduada de 500 ml, después de la colección seminal.

3.4.2.2 Concentración espermática

La concentración espermática se determinó mediante la técnica del hemocitómetro Kraft y Schellinger (1998) y Kubus (2001). Para tal fin, el semen fue diluido con el reactivo de Turk, compuesta de ácido acético 4ml; azul de metileno al 0.3% y agua destilada 200 ml. para su determinación se utilizó la técnica de “recuento directo” **Conejo (1991)**; empleando un hemocitómetro (Cámara de Neubauer) y una pipeta de Thoma para glóbulos rojos. Se introdujo la pipeta de Thoma al recipiente con semen, se aspiró hasta que el volumen de semen llegó a la marca de 1 y se terminó de llenar la pipeta con la solución de Turk hasta la marca 101, para obtener una dilución de 1:200. Se agitó la pipeta para mezclar el semen con el diluyente; desechándose dos gotas y en seguida se llenó la cámara de Neubauer y se realizó el conteo de los espermatozoides utilizando el microscopio a un aumento de 40x. Para realizar el conteo se colocó la cámara de Neubauer sobre la platina del microscopio de luz con el objetivo seco se localizó el área central de la cámara, con cuadrícula fina.

Esta área está formada por 25 cuadros subdivididos a su vez en 16 cuadros más pequeños. Una vez localizada en área de observación, se realizó el conteo considerando únicamente los espermatozoides que tocaron las líneas superiores e izquierda de un cuadro se incluyeron en la cuenta de ese cuadro y se excluyeron los que se encontraban atravesando la línea derecha e inferior, para el conteo se utilizó un contador manual.

El número total de espermatozoides por eyaculado, se determinó utilizando la siguiente fórmula propuesta por **Sorensen (1982)**.

$$\text{Espermatozoides/ml} = \frac{N^{\circ} \text{ de espermatozoides contados} * 1000}{1/4 * 1/10 * 1/200}$$

Donde:

1/4 = superficie contada en la cámara de Neubauer, ya que se considerarán únicamente cuatro cuadros de los 25 existentes en total.

1/10 = altura de la cámara.

1/200 = grado de dilución del semen.

1000 = transformación de mm³ a ml.

3.4.2.3 Motilidad en masa

En un porta objeto templado, se colocó una gota del eyaculado y se observó sin cubre objeto, en campo claro (10x) los movimientos ondulatorios de los espermatozoides, y se calificó de acuerdo al grado de velocidad de desplazamiento.

La evaluación se realizó de acuerdo a la experiencia del responsable y asesor del trabajo de investigación.

3.4.2.4 Motilidad individual

Sobre un porta objeto templado a 37°C, se colocó una gota del eyaculado y luego cubierto con una laminilla, se observó al microscopio con el objetivo 40x, estimándose en una escala de 0 al 100%, para cada tipo de movimiento calculado del conteo de 100 espermatozoides.

3.4.2.5 Vitalidad espermática

Para realizar la evaluación de esta característica se empleó la técnica de tinción Eosina-nigrosina, descrita en varios reportes. **Kuist y Bjorndahl (2002)**.

En un extremo de la lámina porta objeto, templada a 37°C se colocó una gota del eyaculado con una gota de solución acuosa de eosina-nigrosina. Para la extensión de la mezcla en la lámina, se tomó otra lámina porta objeto cogiéndose por el borde superior en bisel de uno de sus lados y fue colocado en un ángulo de 45° de inclinación y luego fue desplazado lentamente en retaguardia hacia la mezcla hasta que ambos entren en contacto y la mezcla se deslice uniformemente a lo largo del bisel para luego extenderlo suavemente a lo largo de la superficie de la lámina. La extensión de la lámina fue secada al medio ambiente.

La observación microscópica fue con el objetivo de 40X. Los espermatozoides que se tiñeron de color rosado fueron calificados como muertos y los no teñidos o blancos como vivos, expresando la integridad de su membrana plasmática.

3.5 Métodos de inseminación artificial

3.5.1 Inseminación artificial cervical

Para este método se usó un volumen de dosis de inseminación de 100ml el mismo que contiene una concentración espermática de 5×10^9 espermatozoides/ml.

La descripción de la técnica usada es la siguiente:

Una vez identificadas las marranas en celo y habiendo realizado la prueba de campo de reflejo de tolerancia de monta positivo; se procedió a iniciar el método de inseminación: se lavó la vulva de la marrana con agua y se secó con papel toalla teniendo cuidado de no dejar impurezas ni posibles residuos fecales que puedan contaminar el proceso. Una vez limpia y seca la vulva de la marrana se lubricó la punta del catéter de inseminación con unas gotas de contenido del frasco dosificador y se introdujo suavemente de abajo hacia arriba a través de la vagina de la marrana realizando movimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj hasta fijar el catéter en los pliegues de la cérvix; una vez allí se realiza una pequeña tracción al catéter para asegurar su fijación y se procede a introducir el volumen de dosis a inseminar. La introducción del volumen se realizó de forma lenta y sin realizar presión en el frasco. Una vez acabado el volumen se realizaron movimientos rápidos aún con el catéter fijado en la cérvix por 5 a 6 segundos y se retiró el catéter realizando giros horarios. El proceso duró de 4 a 6 minutos por hembra servida

3.5.2 Inseminación artificial uterina post cervical

Para este método se usó un volumen de dosis de inseminación de 40ml el mismo que contiene una concentración espermática de 5×10^9 espermatozoides/ml.

La descripción de la técnica usada es la siguiente:

Una vez identificadas las marranas en celo y habiendo realizado la prueba de campo de reflejo de tolerancia de monta positivo; se procedió a iniciar el método de inseminación: se lavó la vulva de la marrana con agua y se secó con papel toalla teniendo cuidado de no dejar impurezas ni posibles residuos fecales que puedan contaminar el proceso. Una vez limpia y seca la vulva de la marrana se lubricó la punta del catéter de inseminación con unas gotas de contenido del frasco dosificador y se introdujo suavemente de abajo hacia arriba a través de la vagina de la marrana realizando movimiento en sentido contrario a las manecillas del reloj

hasta fijar el catéter en los pliegues de la cervix; una vez allí se realiza una pequeña tracción al catéter para asegurar su fijación.

Luego se giró el catéter hasta la marca milimetrada quedó frente a nuestros ojos. Con suaves pero enérgicos movimientos de presión se hizo avanzar la cánula entre los diferentes pliegues cervicales, habiendo atravesado estos pliegues, la cánula avanzó sin dificultad.

Una vez introducida la cánula hasta el cuerpo del útero, se coloca la dosis seminal en el extremo de la cánula, y se insemina por presión.

Una vez terminada la aplicación de la dosis seminal, se extrajo la cánula unos 25 cm, y con el catéter aún fijado en el cervix, se realizó durante 5 ó 6 segundos el masaje cervical mediante amplios movimientos circulares.

Terminado el proceso de masaje cervical, se retiró el conjunto catéter- cánula, realizando giros en sentido horario.

Introducción de la cánula en el cuerpo del útero

Cuando tenemos el catéter en la posición correcta, ya estamos en disposición de iniciar la introducción de la cánula a través del cervix. La cerda permitirá su paso si está en celo y suficientemente relajada, si no es así, tendremos que esperar unos minutos más hasta que el cervix se relaje y consigamos llegar hasta el útero. Este punto es muy importante, ya que no solo debemos introducir la cánula, sino asegurarnos que está bien situada. Esto lo comprobaremos empujando hacia dentro el catéter, y observando como la sonda también se desplaza en posición craneal. Si la cánula se vuelve hacia atrás al hacer este movimiento, significa que su posición no es correcta, que no ha llegado al útero o que se ha doblado por lo que habría que extraerla e introducirla de nuevo (www.universoporcino.com).

Presencia del macho durante la inseminación

La presencia del macho es una práctica necesaria durante la inseminación convencional, dado que la estimulación que aporta, facilita la absorción seminal. Es esta estimulación del cervix la que nos lleva a descartar la presencia del macho en la Inseminación Artificial Antero Cervical, ya que la introducción de la cánula a través del cervix solo es posible cuando este se relaja (www.universoporcino.com).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prolificidad

TABLA N° 2: Prolificidad de marranas inseminadas mediante los métodos de inseminación artificial cervical y uterina.

N°	T1 I.A CERVICAL	T2 I.A UTERINA
1	12	13
2	13	12
3	12	12
4	14	14
5	11	13
6	12	14
7	12	12
8	06	13
9	14	11
10	12	12
11	14	12
12	08	14
13	11	13
14	08	0
15	10	12
16	12	12
17	13	13
\bar{x}	11.41	11.88

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 2 se observa que las marranas inseminadas mediante la técnica de inseminación cervical (\bar{x} = 11.41 lechones por camada al nacimiento) fue similar a la técnica de inseminación artificial uterina (\bar{x} = 11.88 lechones por camada al nacimiento) ($p>0.05$) (Anexo 3).

Si bien es cierto que estadísticamente las dos técnicas de inseminación artificial resultaron similares en lo que respecta a tamaño de camada al nacimiento, en promedio fue mayor la técnica de inseminación artificial uterina, que económicamente es beneficiosa para el productor; otros trabajos consideran que el número de lechones al nacimiento fue mayor cuando se inseminaron mediante el método cervical. **Lewis (2002)**. Estos resultados fueron similares a los encontrados por **Watson y Behan (2002)**, donde el tamaño de camada no fue significativo en animales inseminados con el método cervical y método uterino; este autor también sostiene que al aplicar igual volumen (80ml) para realizar la inseminación artificial con diferentes concentraciones espermáticas (3×10^9 y 2×10^9) para el método cervical y para el método uterino (1×10^9) no hubo diferencias en la tasa de partos y tamaño de camada.

También se demostró que en la técnica de inseminación uterina (1×10^9), se obtuvo 46 y 53 lechones menos que con la técnica cervical (3×10^9 y 2×10^9). En el presente estudio el tamaño de camada para la técnica de inseminación artificial uterina fue mayor en promedio (11.88 lechones por camada) que la técnica de inseminación artificial cervical (11.41 lechones por camada).

En el trabajo realizado por **Carrasco y Díaz (1994)** encontró que el tamaño de camada en primíparas fue de 10 lechones, lo que no sucedió en el presente estudio al obtener 11.88 lechones en promedio por el método uterino y 11.41 lechones por el método cervical; esto se fundamenta debido a que en el presente estudio se utilizó marranas Camborough 29 de alta prolificidad que superan a las razas puras. Los tamaños de camada son inferiores en los animales mestizos (Pietrain x Landrace ; Pietrain x Duroc Yersey y Yorkshire x Landrace) que utilizó **Carrasco y Díaz (1994)**, cuyo promedio de lechones al nacimiento fue de 10 lechones. El tamaño de camada también está en relación a los niveles de oxitocina que se produce por autorreflejos por el estímulo del volumen del eyaculado, o dosis seminal para permitir al espermatozoide llegar al istmo en el momento adecuado y permitir su capacitación y fertilizar la mayor cantidad de óvulos producidos por la marrana, sobre todo cuando la inseminación artificial es tardía. **Hafez (2002)**. La capacitación espermática debe de llevarse a cabo para permitir una mayor tasa de fertilización y esta adaptación espermática consiste en modificaciones de la membrana acrosomal que se hace más permeable para permitir la salida de muchas enzimas proteolíticas, que actúan sobre la zona pelúcida del ovocito y permiten la mejor fertilización. **Yanagimachi (1994)**.

4.2 Porcentaje de Preñez a los 21 días y fertilidad

TABLA 3: Porcentaje de fertilidad a los 21 días de gestación de marranas inseminadas artificialmente mediante el método de inseminación artificial uterina y método de inseminación cervical

	INSEMINACION ARTIFICIAL	
	MÉTODO UTERINO	MÉTODO CERVICAL
N° ANIMALES	17	17
N° ANIMALES PRESENTARON CELO A LOS 21 DÍAS	1	0
PREÑEZ A LOS 21 DÍAS	16	17
% PREÑEZ A LOS 21 DÍAS	94.12%	100%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°3 se observa el porcentaje de preñez a los 21 días y Fertilidad de los métodos de inseminación artificial uterina (94.12%) y el método cervical (100%) existiendo diferencia entre los dos métodos ($p > 0,05$). Anexo 4.

Otros autores consideran que hubo diferencias al comparar el porcentaje de preñez a los 30 días y la tasa de parición entre los grupos de cerdas inseminadas por vía cervical y pos cervical. **Levis (2002)**.

La fertilidad en marranas está relacionada con muchos factores entre ellos tenemos el tipo de inseminación como se demuestra en este estudio, que con el método de inseminación cervical se obtuvo 100% de fertilidad y con el método de inseminación artificial uterina 94.12% ; otros factores son la edad de la marrana al apareamiento, raza, número de partos de la marrana, tipo de dilutor, tipo de agua, clima, alimentación; así en el trabajo realizado por **Carrasco y Díaz (1994)** , al evaluar la fertilidad en marranas primíparas encontró una fertilidad del 33.3% y en segundo parto fue de 66.7%, a diferencia de los resultados del presente estudio, dónde en ambos métodos de inseminación alcanzaron cifras superiores 100% y 94.12% de fertilidad respectivamente; estas diferencias de resultados obtenidos probablemente es debido al factor raza, ya que en el presente estudio se utilizaron marranas

cruzadas de alta prolificidad y la edad que se iniciaron para la reproducción fue de 7 meses y fueron inseminadas al tercer celo.

Las diferencias de fertilidad entre el método cervical (100%) y el método uterino (94.12%) en el presente estudio se podrían fundamentar en las diferencias de volumen debido a que en el método cervical se utilizó mayor volumen en la dosis seminal 100ml para el método cervical y 40ml para el método uterino; debido a que el volumen del eyaculado juega un papel importante en la estimulación de la secreción de oxitocina, hormona que va a permitir transportar el espermatozoide hacia el oviducto; a través de las contracciones de los órganos reproductivos de la marrana, peristalsis de la musculatura del oviducto y mesosalpinx, movimiento del líquido resultante de los cilios y además la apertura y cierre de una especie de válvulas que existe en la unión útero-tubárica, existiendo también una barrera selectiva de espermatozoides en la unión entre el istmo y la ampolla, permitiendo el paso de una determinada cantidad de células espermáticas. **Hafez (1989).**

Esto fue demostrado por **Ávalos (2001)** quien determinó que la fertilidad fue incrementada mediante la aplicación de 20 UI de oxitocina al momento de la inseminación artificial (93.28% de fertilidad) frente al grupo control (84.17% de fertilidad).

TABLA 4: Porcentaje de parto de marranas inseminadas artificialmente mediante el método de inseminación artificial uterina y método de inseminación cervical

	INSEMINACION ARTIFICIAL	
	MÉTODO UTERINO	MÉTODO CERVICAL
N° ANIMALES	17	17
N° ANIMALES NO LLEGARON A PARTO	1	0
N° ANIMALES SI LLEGARON A PARTO	16	17
% ANIMALES CULMINARON PARTO	94.12%	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 4 también se indica el porcentaje de partos de marranas inseminadas artificialmente mediante los dos métodos en estudio: así, el método de inseminación artificial uterino obtuvo 94.12% de marranas al parto. Y el método cervical alcanzó 100% a diferencia de los resultados obtenidos. **Watson y Behan (2002)** que no hubo diferencias significativas en la tasa de partos entre la inseminación post cervical con 1×10^9 espermatozoides y la inseminación convencional 2 a 3×10^9 espermatozoides.

El porcentaje de marranas al parto fueron similares a la fertilidad a los 21 días de gestación que se comprobó por no retornos de celo a este tiempo; es decir que todas las marranas fertilizadas a los 21 días llegaron al parto; obteniéndose buenos promedios de fertilidad al parto de 94.12% para el método uterino y 100% para el método cervical que superaron a los porcentajes de fertilidad al parto de 82.5% obtenidos por los dos métodos. **Carrasco y Díaz (1994)**; igualmente en el presente estudio superó en porcentajes de marranas al parto encontrados por **Ávalos (2001)** que al aplicar 20 UI de oxitocina (93.28%) y el grupo control (84.17%).

Igualmente, en el presente estudio, en ambos métodos uterino y cervical superaron a los porcentajes de marranas al parto obtenidos por **Ávalos (2001)** al utilizar oxitocina 20 UI (93.28%) y el grupo control (84.17%)

TABLA 5: Mérito económico del método de inseminación artificial uterina y del método de inseminación artificial cervical.

	INSEMINACION ARTIFICIAL UTERINA	INSEMINACION ARTIFICIAL CERVICAL
COSTO DE EYACULADO	S/. 120	S/.120
VALOR LECHÓN AL NACIMIENTO	S/.40	S/. 40
COSTO DOSIS PARA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	S/. 10	S/.10
COSTO DE CATETER	S/. 16	S/. 5.6
COSTO DE DILUTOR	S/. 0.69	S/. 2.07
COSTO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	S/. 26.69	S/. 17.67
TAMAÑO DE CAMADA AL NACIMIENTO (\bar{x})	11.88 LNV	11.41 LNV
A FAVOR	+ 18.8	+ 0.0
COSTO NETO INSEMINACIÓN ARTIFICIAL	S/. 7.89	S/. 17.67

En la tabla N° 5 se compara el mérito económico de los métodos de inseminación artificial, así tenemos que el costo del método uterino fue s/. 7.89 a diferencia del método cervical de s/.17.67. Desde la parte económica el método cervical tiene un costo mayor que probablemente puede ser reemplazado en la práctica por el método uterino.

V. CONCLUSIONES

- La inseminación artificial mediante el método cervical se comportó similar ($p>0.05$) frente al método de inseminación artificial uterina en la prolificidad.
- El porcentaje de fertilidad a los 21 días y al parto mediante el método de inseminación artificial uterina fue de 94.12% y el método cervical fue 100%
- El mérito económico hubo diferencia entre el método uterino (s/. 7.89) y el método cervical (s/. 17.67).

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y en las condiciones que se llevó el trabajo se recomendó:

- Usar el método uterino por ser más económico.
- Realizar otras investigaciones comparando ambos métodos de inseminación artificial, usando diferentes volúmenes de dilución seminal.
- Realizar trabajos de investigación comparando el Método de inseminación Artificial Uterina e inseminación Artificial Cervical usando oxitocina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arantxa E. 2003. Análisis de las nuevas técnicas y avances en la inseminación artificial porcina. XI Congreso Brasileiro de veterinarios especialistas en suínos. Dpto técnico **Magapor.**

Ávalos, T. 2001 Tesis: “Influencia de oxitocina via sistémica en la fertilidad y prolificidad de marranas inseminadas artificialmente”.

Brucker, C. y G. Lipford. 1995 “The human sperm acrosome reaction: Physiology and regulatory machanisms”. En: Hum. Rep. Upd. Vol. 1, pp. 51-62

Belstra BA. 2002. Intrauterine (transcervical) and fixed-time artificial insemination in swine: a review. Swine News. 25(2).

Carrasco, P y Díaz, F. 1994. Índice de fertilidad y prolificidad en marranas Inseminadas Artificialmente con semen fresco. Departamento Lambayeque. Tesis para optar el título de Médico Veterinario. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. 65 pp.

Chavarría, F. 1985 Inseminación artificial del ganado porcino. Dirección de investigación y post-grado. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia, p. 57.

Conejo, N. 1991 “Manual de inseminación artificial de ganado porcino con semen diluido”. Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, p. 45.

Dukes H. 1962. Fisiología de los animales domésticos. Editorial Acribia. España. pp. 280 – 281. 962

E. Hafez, 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales, Sétima edición. Editorial Mcgraw-Hill. México.542pp.

Engormix. Consulta:

http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=893&AREA=POR-114

García S. 1995. Fisiología veterinaria. Editorial interamericana McGraw-Hill. Madrid España

Gestión Veterinaria Porcina. 2002. Ciclo estral de la cerda. Información Técnica. URL: <http://www.acromax.net/cicloestral.htm>

Gil, J; Tortades, J.M. y Alevia, A. 2001 Inseminación post-cervical. Memorias del Primer Simposio Argentino en Reproducción Porcina, Buenos Aires (Argentina) 3-4 de agosto.

Hafez ES; Hafez B. 2002. Reproducción e inseminación artificial en animales. 7ª Edición. Editorial McGraw-Hill. México. Pag 191-194.

Hafez, E 1989. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. Edición quinta. Editorial Interamericana Mc GRAW HILL. España 649 pp.

Henao F. Valencia M. Gómez G. 2005. inseminación intrauterina profunda en la cerda. Porcilineas. N° 79.

Huamán, Ñ. 1999 Tesis: “Efectos de la adición del Estrógeno en 2 diluciones de semen para inseminación artificial de marranas”.

King G. y J. Mcpherson. (1973). “Comparison of two methods for boar semen collection”. En: can J. comp. Med. Vet. Science. Vol. 30, pp. 304 – 307.

Kuist, U. y Bjorndahl. (2002). Manual on Basic Semen Analysis”. En Eshre Monographs, Oxford University Press.

Levis DG. 2002. New Reproductive Technologies for the AI Industry. The Ohio State University. Animal Science Building 122C. Fyffe Road 2029. Columbus, OH 43210 Anim.Sci. 10:138-143.

Marín, L. (1997) Tesis: “Agua desionizada y bidestilada como diluyente de semen en la inseminación artificial de marranas”.

Martínez A. 1998. La cerda y su camada. 2da Edición. Editorial AEDOS, Barcelona.

Pérez E. 1989. Fertilidad en cerdas inseminadas con semen diluido en GEPZ o en BTS. Revista veterinaria- México. Universidad autónoma de México. Vol XX (4) : 460

Rath, D. 1999. Recent advances in male and female pig reproduction. Proceedings, II Congreso Ibérico de Reproducción Animal, Lugo, España, pp 357-359.

Sorensen, A. 1982. Reproducción animal principios y prácticas. México, Editorial Mc Graw Hill.

S. Sisson, j.d. Grossman. 1990 "Anatomía de los Animales Domésticos", Quinta edición. Editorial Salvat Eds., Barcelona, España. (2 tomos).

Universo porcino. Consulta:

[http://universoporcino.com/articulos/reproduccion_porcina_06-2012_puntos_criticos_y_fallos_frecuentes_en_la_inseminacion_post_cervical_porcina.htm](http://universoporcino.com/articulos/reproduccion_porcina_06-2012_puntos_criticos_y_fallos_frecuentes_en_la_inseminacion_post_cervical_porcina.html)
l

Watson PF; Behan JR. 2002. Intrauterine insemination of sows reduced sperm number: results of a commercially based field 113-117. Trial. Theriogenology 57:1683-1693.

Wayne, D (2010). Bioestadística. Cuarta edición. Editorial Limusa S.A, México, 775 p.p.

Yanagimachi, R., (1994). “Fertility of mammalian spermatozoa: its development and relativity”. Zygote, volumen 2, pp. 371-372.

Yanagimachi, R., (1994). “Mammalian fertilization, en the Phisiology of Reproduction”. 2da. USA. Editorial Knobil and I.D. Neil. Reven Press.

IX. ANEXOS

ANEXO N° 01: CONTROL DE MARRANAS INSEMINADAS CON LA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINA

VERRACO	FECHA DE INSEMINACION ARTIFICIAL			N° DE MARRANA	DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ	PARTO PROBABLE	PARTO REAL	N° DE CRÍAS
	1° I.A	2° I.A	3° I.A					
P-4	02-12-17			1019	23-12-17	26-03-18	25-03-18	13
P-4	02-12-17			854	23-12-17	26-03-18	25-03-18	12
P-4	02-12-17			1107	23-12-17	26-03-18	26-03-18	12
P-4	02-12-17			1263	23-12-17	26-03-18	27-03-18	14
P-4	02-12-17			1073	23-12-17	26-03-18	26-03-18	13
P-4	02-12-17			1005	23-12-17	26-03-18	25-03-18	14
P-4	02-12-17			1016	23-12-17	26-03-18	26-03-18	12
P-4	06-12-17			G3-49	27-12-17	30-03-18	30-03-18	13
P-4	06-12-17			G3-51	27-12-17	30-03-18	30-03-18	11
P-4	06-12-17			G3-28	27-12-17	30-03-18	30-03-18	12
P-4	06-12-17			G4-17	27-12-17	30-03-18	30-03-18	12
P-4	06-12-17			G2-2	27-12-17	30-03-18	30-03-18	14
P-4	06-12-17			G4-37	27-12-17	30-03-18	30-03-18	13
P-4	06-12-17			G4-50	-	-	-	00
P-4	10-12-17			733	31-12-17	03-04-18	04-04-18	12
P-4	10-12-17			924	31-12-17	03-04-18	03-04-18	12
P-4	10-12-17			1011	31-12-17	03-04-18	03-04-18	13

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°02: CONTROL DE MARRANAS INSEMINADAS CON LA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL

VERRACO	FECHA DE INSEMINACION ARTIFICIAL			N° DE MARRANA	DIAGNÓSTICO DE PREÑEZ	PARTO PROBABLE	PARTO REAL	N° DE CRÍAS
	1° I. A	2° I. A	3° I. A					
P-4	21-09-17			24-37	12-10-17	12-01-18	13-01-18	12
P-4	21-09-17			24-36	12-10-17	12-01-18	13-01-18	13
P-4	21-09-17			24-38	12-10-17	12-01-18	13-01-18	12
P-4	24-09-17			24-50	15-10-17	17-01-18	17-01-18	14
P-4	27-10-17			GR 24	17-10-17	18-02-18	18-02-18	11
P-4	28-09-17			GR 56	18-10-17	19-01-18	20-01-18	12
P-4	27-09-17			GR 50	17-10-17	18-01-18	20-01-18	12
P-4	22-10-17			GR 47	12-11-17	13-02-18	15-02-18	06
P-4	30-09-17			GR 52	21-10-17	22-01-18	23-01-18	14
P-4	04-10-17			GR 21	25-10-17	25-01-18	26-01-18	12
P-4	05-10-17			GR 57	26-10-17	05-02-18	04-02-18	14
P-4	30-09-17			24440	21-10-17	24-01-18	24-01-18	08
P-4	25-10-17			GR 8	15-11-17	16-02-18	17-02-18	11
P-4	24-09-17			24-32	15-10-17	16-01-18	14-01-18	08
P-4	13-10-17			GR 30	21-11-17	04-02-18	05-02-18	10
P-4	31-10-17			GR 26	21-11-17	23-02-18	25-02-18	12
P-4	03-09-17			GR 13	24-09-17	26-01-18	26-01-18	13

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°03: ANÁLISIS DE VARIANCIA DE LA PROLIFICIDAD DE MARRANAS INSEMINADAS ARTIFICIALMENTE MEDIANTE EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINO Y MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL.

FUENTE DE VARIACIÓN	GL	SC	CM	FC	SIGN
Entre tratamientos	1	1.882	1.882	0.247	0.623 N.S
Error experimental	32	243.882	7.621		
Total	33	245.765			

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°04: PORCENTAJE (%) DE FERTILIDAD A LOS 21 DÍAS DE GESTACIÓN DE MARRANAS INSEMINADAS, MEDIANTE EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINO Y EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL

	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL		
FERTILIDAD A LOS 21 DÍAS DE GESTACIÓN	MÉTODO UTERINO	MÉTODO CERVICAL	TOTAL
SI	94.12 (97.06)	100 (97.06)	194.12
NO	5.88 (2.94)	0 (2.94)	5.88
	100.00	100.00	

Fuente: Elaboración propia

H_0 : Fertilidad a los 21 días de gestación por el método cervical = Fertilidad a los 21 de gestación por el método uterino

H_a : Fertilidad a los 21 días de gestación por el método cervical \neq Fertilidad a los 21 de gestación por el método uterino

Chi cuadrado calculado \leq Chi cuadrado tabulado. N.S Aceptamos H_0

Chi cuadrado calculado $>$ que Chi cuadrado tabulado. *(rechazamos H_0)

$\alpha = 0.05$

gl= 1

Chi cuadrado tabulado = 3.8415

Hay diferencias significativas en la fertilidad entre los dos métodos utilizados $p > 0.05$

ANEXO N°05: ESTIMACIÓN DE CHI – CUADRADO CALCULADO DEL PORCENTAJE (%) DE FERTILIDAD A LOS 21 DÍAS DE GESTACIÓN DE MARRANAS INSEMINADAS, MEDIANTE EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINO Y EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL

O	E	(O – E)	(O – E) ² /E
94.12	97.06	-2.94	0.089
5.88	2.94	+2.94	2.94
100	97.06	2.94	0.089
0	2.94	-2.94	2.94
		0	X ² cal 6.058

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N°06: PORCENTAJE (%) DE FERTILIDAD AL PARTO DE MARRANAS INSEMINADAS, MEDIANTE EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINO Y EL MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL

	INSEMINACIÓN ARTIFICIAL		
FERTILIDAD AL PARTO	MÉTODO UTERINO	MÉTODO CERVICAL	TOTAL
SI	94.12 (100)	100 (100)	200
NO	0 (0)	0 (0)	0
	100.00	100.00	200

Fuente: Elaboración propia.

**ANEXO N°07: ESTIMACIÓN DE CHI – CUADRADO CALCULADO DEL PORCENTAJE
(%) DE FERTILIDAD AL PARTO DE MARRANAS INSEMINADAS, MEDIANTE EL
MÉTODO DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTERINO Y EL MÉTODO DE
INSEMINACIÓN ARTIFICIAL CERVICAL**

O	E	(O – E)	(O – E) ² /E
100	100	0	0
0	0	0	0
100	100	0	0
0	0	0	0
		0	0

Fuente: Elaboración propia.

H_0 : Fertilidad al parto por el método cervical = Fertilidad al parto por el método uterino

H_a : Fertilidad al parto por el método cervical \neq Fertilidad al parto por el método uterino

Chi cuadrado calculado \leq Chi cuadrado tabulado. N.S Aceptamos H_0

Chi cuadrado calculado $>$ que Chi cuadrado tabulado. N.S Aceptamos H_0

$\alpha = 0.05$

gl= 1

Chi cuadrado tabulado = 3.8415

No hay diferencias significativas en la fertilidad al parto entre los dos métodos utilizados ($p < 0.05$).