

**ESTANDARIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN
EL CENTRO INTEGRAL DE APRENDIZAJE PORCINO DE LA UNAG**

POR:

ALLAN JAVIER MEJIA ROMERO

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

DICIEMBRE, 2025

ESTANDARIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN EL
CENTRO DE APRENDIZAJE PORCINO DE LA UNAG

POR:

ALLAN JAVIER MEJIA ROMERO

Ph.D. CARLOS MANUEL ULLOA

Asesor Principal:

TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO ZOOTECNISTA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

DICIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A mi **Dios** todopoderoso por darme la sabiduría, inteligencia, y autocontrol para ser capaz de lograr este objetivo tan maravilloso y especial, ya que sin él no lo hubiese logrado.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres de crianza, **Jorge Efraín Argueta Murillo** y **Emma Rosalina Agurcia**, por su amor, dedicación y constante apoyo a lo largo de este proceso. En especial, a mi madre **Darlin Vicenta Mejía Agurcia**, por su comprensión, por escucharme en los momentos más difíciles y por brindarme su respaldo incondicional, tanto emocional como moral.

De igual manera, extendiendo un profundo reconocimiento a mis tíos **Katherine Elena Argueta Argucia** y **Jorge Luis Argueta Argucia**, cuyo apoyo económico y afectivo fue determinante para el cumplimiento de mis metas académicas y personales.

A mis hermanos **Carlos Fernando Cruz Ulloa** y **Lourdes Gabriela Cruz Cárcamo**, les agradezco sinceramente por su acompañamiento constante, su confianza y su valioso respaldo económico, que fueron esenciales durante mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTO

A mi **Dios** todopoderoso por darme la sabiduría, inteligencia, y autocontrol para ser capaz de lograr este objetivo tan maravilloso y especial, ya que sin él no lo hubiese logrado.

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres de crianza, **Jorge Efraín Argueta Murillo** y **Emma Rosalina Agurcia**, por su amor, dedicación y constante apoyo a lo largo de este proceso. En especial, a mi madre **Darlin Vicenta Mejía Agurcia**, por su comprensión, por escucharme en los momentos más difíciles y por brindarme su respaldo incondicional, tanto emocional como moral.

De igual manera, extendiendo un profundo reconocimiento a mis tíos **Katherine Elena Argueta Argucia** y **Jorge Luis Argueta Argucia**, cuyo apoyo económico y afectivo fue determinante para el cumplimiento de mis metas académicas y personales.

A mis hermanos **Carlos Fernando Cruz Ulloa** y **Lourdes Gabriela Cruz Cárcamo**, les agradezco sinceramente por su acompañamiento constante, su confianza y su valioso respaldo económico, que fueron esenciales durante mi etapa universitaria.

A la **Universidad Nacional de Agricultura**, por ser mi Alma Mater y formarme de manera disciplinada como un profesional en la carrera de Ingeniería en Zootecnia.

Al **Ph.D. Carlos Manuel Ulloa**, **M.Sc. Johny Barahona Montalván** y el **M.Sc. Miguel Angel García Mejía** brindarme sus consejos y su valiosa colaboración en la realización de mi trabajo profesional supervisado (TPS).

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	9
II. OBJETIVOS	10
2.1 General	10
2.2 Específicos	10
III. REVISIÓN DE LITERATURA	11
3.1 Razas porcinas.....	11
3.1.1 Landrace.....	11
3.1.2 Yorkshire.....	11
3.1.3 Large White.....	12
3.1.4 Topigs Norsvin.....	12
3.1.5 Pietrain	12
3.1.6 Duroc.....	13
3.2 Importancia de la reproducción asistida en la producción animal	13
3.3 Aparato reproductor del macho.....	14
3.4 Aparato reproductor de la hembra.....	14
3.5 Ciclo estral y detección del celo.....	15
3.6 Recolección y análisis del semen.	15
3.7 Pasos para la recolección del semen.	16
3.8 Métodos de recolección del semen.....	17
3.9 Evaluación del semen.....	17
3. 10 Aspectos que influyen en la calidad del semen.	18
3.10. 1 Factores ambientales	18
3.10.2 Salud del reproductor	19
3.10. 3 Dieta y Nutrición.....	19
3.10.4 Diluyentes para la conservación del semen.....	20
3.10.5 Características y funciones de los diluyentes	20
3.10.6 Los componentes de los diluyentes	21
3.10.7 Tipos de diluyentes.....	21
Diluyente a corto plazo	21
Diluyente a largo plazo	22
3.10.8 Inseminación artificial (IA).....	23

3.10.9 Tipos de inseminación.....	23
Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.	24
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	26
4.1 Descripción del lugar de la práctica	26
4.2 Materiales y equipo	27
4.3 Método	27
4.4 Metodología.	27
4.5.1 Volumen promedio por eyaculado.	28
4.5.2 Concentración espermática promedio	28
4.5.3 Cantidad de dosis promedio por eyaculado.....	28
4.6 Descripción del proceso de I.A. utilizado en el Centro de Aprendizaje Porcino	29
4.7 Elaboración del manual sobre el procesamiento de semen porcino.	29
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
5.1 Volumen seminal promedio de los verracos por raza.	31
5.2 Promedio de la concentración espermática (x10 ⁶ /ml) por raza.	32
5.3 Número promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado de acuerdo con las razas.	34
5.4 Días de descanso promedio de acuerdo con las razas	35
5.4.1 Descripción del proceso de inseminación artificial en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG.	36
5.4.2 Detección de celo	36
5.4.3 Colección y preparación (dilución) de la dosis seminal.....	37
5.4.4 Selección del verraco y preparación del área	37
5.4.5 Conservación y evaluación del eyaculado.....	38
5.4.6 Envasado y almacenamiento del semen	38
5.4.7 Inseminación	39
5.4.8 Registro y control.....	40
5.5 Elaboración del Manual Técnico para el Procesamiento de Semen Porcino	41
VI. CONCLUSIONES.....	68
VIII. BIBLIOGRAFÍAS	69
ANEXOS	79

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1. Ubicación del Centro Integral de Aprendizaje Porcino.	26
Figura 2. Promedio volumen seminal de los verracos en el Centro de Aprendizaje Porcino UNAG.....	31
Figura 3. Promedio de la concentración espermática ($\times 10^6/\text{ml}$) de los verracos.....	32
Figura 4. Promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado según raza.....	34
Figura 5. Días de descanso promedio de acuerdo con las razas.....	35

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Durante la detección del celo.....	79
Anexo 2. Recolección del semen del verraco bajo la técnica de mano enguantada.....	80
Anexo 3. Recolección del semen del verraco bajo la técnica de mano enguantada.....	80
Anexo 4. Mezcla del diluyente con agua destilada y posteriormente incorporación del semen, con el fin de preparar las dosis necesarias para la inseminación.	69
Anexo 5. Aplicación de la inseminación artificial en cerda.	81
Anexo 6. Registro de recolección y procesamiento de semen de los verracos.	82

MEJÍA ROMERO, AJ. 2025. Estandarización de la técnica de inseminación artificial en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG. Trabajo profesional supervisado, Ingeniería en Zootecnista. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas Olancho, Honduras. 86 pág.

RESUMEN

El presente Trabajo Profesional Supervisado se ejecutó en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino (CIAP) de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), con el objetivo principal de estandarizar la técnica de inseminación artificial (IA). El estudio, de tipo observacional y descriptivo, se desarrolló entre los meses de mayo y octubre de 2025. Para ello, se procedió a la recolección y análisis de datos seminales de 15 verracos de las razas: Pietrain, Landrace, Yorkshire, Duroc, Large White y la línea genética Topigs. Los parámetros evaluados fueron: volumen eyaculado, concentración espermática y número de dosis seminales por eyaculado. Los resultados mostraron un volumen promedio total de 321.03 ml, siendo Pietrain la raza con mayor volumen (484 ml) y Landrace la menor (277.2 ml). La concentración espermática promedio fue de $156.17 \times 10^6/\text{ml}$, destacando Large White con la mayor concentración ($198.9 \times 10^6/\text{ml}$) y nuevamente Landrace con el valor más bajo ($105.2 \times 10^6/\text{ml}$). El promedio de dosis fue de 11.97 por eyaculado, con Pietrain produciendo 15 dosis y Landrace 7.5. Además, se elaboró el "Manual Técnico para el Procesamiento de Semen Porcino", que estandariza el proceso y servirá como herramienta fundamental para garantizar la calidad, consistencia y replicabilidad de la técnica.

La raza Pietrain destacó en volumen y producción de dosis, Large White en concentración espermática, y Landrace registró los valores más bajos en los parámetros evaluados, evidenciando las diferencias que existen entre las diferentes razas evaluadas.

Palabras Clave: Estandarización, Calidad Seminal, Concentración Espermática, eyaculado.

I. INTRODUCCIÓN

La biotecnología ofrece técnicas que aplicadas a la reproducción animal aumentan la eficiencia productiva en diferentes especies domésticas. Su objetivo es lograr un mayor progreso genético para incrementar la producción de leche, lana, pelo y carne, según la especie en cuestión. Un ejemplo de ellas es la inseminación artificial (IA), 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 (Tittarelli et al. 2019).

La IA en cerdas nos permite proveer de material genético de excelente calidad a la granja para mejorar los parámetros productivos y reproductivos, su contribución ha logrado la máxima utilización del potencial genético de reproductores con alto valor y ha sido un instrumento fundamental en la prevención y lucha contra las enfermedades porcinas. (Torrentes et al. 2014)

En el presente estudio se estandarizó la técnica de inseminación artificial en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG. Para ello, se evaluaron parámetros claves como el volumen, la concentración y el número de dosis por eyaculado, utilizando métodos estrictos de medición y análisis. Además, se documentó detalladamente el proceso de IA, desde la recolección del semen hasta su aplicación en las hembras, y se elaboró un manual técnico de procesamiento de semen que servirá como guía para estudiantes, productores y técnicos.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Estandarizar la técnica de inseminación artificial en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG.

2.2 Específicos

Determinar el volumen, concentración y cantidad de dosis promedio por eyaculado de los verracos manejados en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG.

Describir el proceso de inseminación artificial realizado en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG.

Elaborar un manual sobre el procesamiento de semen porcino en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino en la UNAG.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Razas porcinas.

3.1.1 Landrace

La raza porcina Landrace, originaria de Dinamarca, se caracteriza por su excelente adaptación y amplio uso en programas de hibridación. Son animales blancos, de tamaño medio, con pocas manchas permitidas y orejas grandes caídas hacia adelante. Destacan por su conformación alargada, presentando 16–17 pares de costillas, más que otras razas, poseen buena musculatura, alto crecimiento diario, eficiente conversión alimenticia y bajo engrasamiento, por lo que se consideran de tipo magro. Tienen buen comportamiento, tolerancia a condiciones adversas y un elevado rendimiento en canal, aunque con tendencia a carne PSE. Se utilizan como líneas puras, tanto maternas como paternas. (RFEAGAS 2021)

3.1.2 Yorkshire

La raza porcina Yorkshire es una de las más prestigiosas de origen inglés y cuenta con tres variedades principales: Large, Middle y Small White, cada una adaptada a diferentes necesidades productivas. Su origen proviene del condado de Yorkshire, lugar del que toma. La Yorkshire es altamente valorada por sus excelentes cualidades maternas, siendo ampliamente utilizada como línea materna en programas de cruzamiento. Destaca por su resistencia, su capacidad lechera, su productividad y su habilidad para criar camadas numerosas y vigorosas, lo que la convierte en una de las mejores razas mejoradas para la reproducción porcina. (Aspe, 2022)

3.1.3 Large White

La raza Large White, originaria de Inglaterra, es ampliamente reconocida por mejorar la calidad de la carne cuando se utiliza en programas de cruzamiento, además de presentar muy baja incidencia de carnes PSE (pálidas, blandas y exudativas). Estos animales son completamente blancos, permitiéndose solo pequeñas manchas negras siempre que el pelo sobre ellas sea blanco. poseen una conformación correcta, con osamenta adecuada y una longitud de media a larga; su pelo no es muy fuerte y la cabeza es de tamaño mediano, con orejas pequeñas y erguidas, a veces ligeramente inclinadas hacia adelante o con las puntas hacia dentro. A nivel reproductivo destacan por su excelente habilidad materna, caracterizada por alta fertilidad, prolificidad, buen temperamento, adecuado cuidado de las crías y una elevada capacidad lechera, lo que las hace muy valiosas tanto en pureza como en cruzamientos como línea materna. (RFEAGAS, 2021).

3.1.4 Topigs Norsvin

El origen de la línea genética Topigs surge en Holanda con el objetivo de mantener la genética porcina holandesa y surgió como una raza para esta la evolución mundial de la investigación, desarrollo, innovación de la industria porcina. (Topigs Norsvin 2020). Una de las principales características del cerdo de la línea Topigs Tempo es su robusticidad, se enfoca a la rápida producción de carne fresca de calidad y se adapta bajo condiciones no óptimas en ocasiones. Es el macho adecuado por su resistencia, alto consumo de alimento y extrema velocidad para crecer (Brizuela, 2021).

3.1.5 Pietrain

La raza Pietrain es originaria de Bélgica, específicamente del pueblo de Pietrain, y fue desarrollada para maximizar la masa muscular. Tiene un cuerpo corto, compacto y muy musculoso, con piel blanca salpicada de manchas negras o grises y orejas pequeñas y

erguidas. En reproducción, no es muy prolífico: las cerdas tienen camadas pequeñas (7-9 lechones), por lo que no se usa como línea materna. Se emplea principalmente como línea paterna terminal en programas de cruzamiento, porque sus machos transmiten su alta musculatura y rendimiento cárnico. (Gesalor 2025).

3.1.6 Duroc

La raza de cerdo Duroc es originaria de Estados Unidos, y nació de la mezcla de razas de cerdo europeas y americanas hace más de cien años. Los cerdos de raza Duroc se caracterizan por su pelaje rojizo, que varía de tonos claros a oscuros, y por el gran tamaño de su cuerpo. Con orejas caídas y una estructura robusta, estos cerdos tienen gran resistencia a las enfermedades y se adaptan muy bien a los cambios en la climatología y factores ambientales. (Sacristán 2024)

3.2 Importancia de la reproducción asistida en la producción animal

Las tecnologías de reproducción asistida y la reproducción optimizada que implica el uso de tecnologías nucleares y otras tecnologías derivadas de la energía nuclear facilitan la reproducción de animales más productivos, capaces de aclimatarse a entornos hostiles (IAEA s.f.).

Uno de los principales objetivos de la reproducción asistida mejora la salud. La inseminación artificial (I.A.) permite el acceso a material genético de alta calidad, reduce el riesgo de enfermedades minimizando el contacto directo entre animales y evitando la propagación de afecciones venéreas y contagiosas al igual que se obtiene una mayor eficiencia reproductiva (Genética bovina 2020).

3.3 Aparato reproductor del macho

El aparato reproductor del verraco es complejo y abarca desde los testículos hasta el pene. Consta de: Los testículos, donde se fabrican los espermatozoides (espermatogénesis). Los epidídimos, donde finaliza el desarrollo de los espermatozoides, adquiriendo su poder fecundante. Los conductos deferentes, que desembocan en la uretra, vía común con las vías urinarias y que finaliza en el pene para el transporte de los espermatozoides. Las glándulas accesorias: próstata, vesículas seminales, glándulas bulbo-uretrales y otras menores que segregan el plasma seminal que constituirá junto con los espermatozoides el eyaculado final (Le Coz 2000).

3.4 Aparato reproductor de la hembra

El aparato reproductor de la cerda, consta de las siguientes partes: Vulva: parte genital externa, se exterioriza con dos labios, en la parte inferior de los mismos se encuentra el clítoris. el vestíbulo vaginal y la vagina, con una longitud conjunta variable entre 30-40 cm, en cuya parte caudo-ventral se encuentra el meato urinario. Cérvix: es una estructura compleja, esta estructura tiene unos 2-3 cm de diámetro y unos 15-20 cm de longitud y conforma la puerta de entrada al útero. Útero: está formado por el cuerpo del útero (4-5 cm) donde se bifurca en dos cuernos uterinos, los cuernos tienen una longitud variable entre individuos debido a varios factores entre los que se encuentra la raza, número de partos y la edad. Oviducto: son conductos delgados de largo recorrido de unos 25 cm que unen el útero a los ovarios que están divididos en tres regiones infundíbulo, ampolla e istmo. Ovarios: son las gónadas femeninas, y tiene dos funciones principalmente, la primera es la producción de ovocitos y la segunda es la síntesis de hormonas reproductivas (Magapor 2020).

3.5 Ciclo estral y detección del celo

El ciclo estral es el conjunto de acontecimientos fisiológicos recurrentes que son inducidos por las hormonas reproductivas en la mayoría de las hembras (AMVEC 2022).

La cerda es un animal poliéstrico que en condiciones favorables manifiesta su actividad sexual a lo largo de todo el año. Su ciclo estral es aproximadamente de 21 días con un rango de 15 a 28 días. De acuerdo a los cambios que tienen lugar tanto en sus manifestaciones internas como externas se divide en cuatro fases: proestro, estro, metaestro y diestro (Cintra s.f.).

En relación a la detección del celo en las hembras se debe tener en cuenta que el ciclo estral de la cerda dura 21 días (16/24) con un proestro de aproximadamente 2 días, donde las cerdas comienzan a montarse entre sí y a reflejar síntomas externos con secreciones, enrojecimiento y tumefacción de la vulva, e internos con gran incremento en la producción de estrógenos. Continúa con el estro de 2-3 días de duración y signos claros de pérdida apetito, reflejo de inmovilidad, edema vulvar, etc., que determinan el momento óptimo para la monta natural o inseminación artificial ya que a las 26-48 horas de su comienzo ocurre la ovulación (Riopérez s.f.).

3.6 Recolección y análisis del semen.

Durante la colección de semen se evalúa, al menos en forma parcial, el interés y la habilidad del verraco para servir, pudiéndose determinar su grado de libido, su actividad para cortejar el maniquí donde se colecta el semen, por ejemplo, la erección, los movimientos de localización y el reflejo eyaculatorio (Rodríguez. s.f.).

3.7 Pasos para la recolección del semen.

La obtención de semen porcino puede realizarse mediante dos métodos principales: se puede obtener del verraco mientras monta una marrana o primeriza que esté en celo. Los dos problemas con este método son: 1) el verraco puede ser demasiado grande para apoyarse en las hembras más pequeñas y 2) las hembras pueden comenzar a caminar alrededor del corral, haciendo difícil recoger el semen. Lo ideal es entrenar el verraco cuando tiene entre 8 y 10 meses de edad (El sitio porcino 2014).

Macintosh (2017) argumenta que el área de recolección debe estar físicamente separada del espacio de alojamiento. Esta área debe ser objeto de limpieza, desinfección y secado riguroso al término de cada jornada de producción, utilizando métodos adecuados como el lavado a presión y la aplicación de detergentes especializados.

Córdova et al. (2015) opinan que al comienzo de la eyaculación se debe seguir apretando la extremidad del pene, aplicando presión discontinua para estimular la eyaculación. Desechar la primera parte del eyaculado (fracción pre-espermática: fluido claro, acuoso y con elevado recuento bacteriano). Recoger la fracción siguiente (fracción espermática, rica en espermatozoides, reconocible como un fluido blanquecino) en un vaso de cartón tapado con gasa. Esta porción contiene el 80-90% de todas las células espermáticas presentes en el eyaculado. La emisión deberá ser recolectada hasta que su aspecto cambie a un fluido más claro y acuoso (fracción post-espermática), el cual deberá ser desechado. Es necesario llegar siempre al final de la eyaculación, que dura de 5 a 20 minutos, y esperar la retractación del pene. Por último, pulverizar el pene y el prepucio con una solución de clorhexidina para desinfectarlos. El termo deberá ser colocado (dentro de los 15 minutos posteriores a la recolección del eyaculado), en una cámara o ambiente a 37°C.

3.8 Métodos de recolección del semen.

Ciap (s.f.) comparte tres métodos para la recolección de semen y estas técnicas son el Electro eyaculación: tiene un valor limitado en el examen de evaluación de la fertilidad del verraco. La vagina artificial: El principio del uso de esta vagina es el de crear un ambiente de temperatura y presión similar al tracto genital de la hembra. Técnica manual: la de mano desnuda que resulta ser más simple y económica. Este método permite obtener un normal y completo eyaculado se realiza en un periodo de tiempo de 4 a 10 minutos.

3.9 Evaluación del semen.

Pérez *et al.* (2015) mencionan que la evaluación seminal es un aspecto relevante y un punto crítico en el proceso de la inseminación artificial. Tovar et al (2023), expresan que cuando se conserva material seminal para realizar IA es importante 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. La evaluación del semen comprende el examen macroscópico, que incluye la medición del volumen, la apreciación del olor, el color y el aspecto. Por otro lado, en el examen microscópico se evalúa la motilidad individual, el recuento celular (concentración), las formas anormales, la vitalidad y el grado de aglutinación de la muestra.

Porcinews (2020), describe que el volumen del eyaculado en verracos reproductores varía entre 100 y 300 ml, influenciado por la edad y la frecuencia de extracción, ya que si hay extracciones excesivas se reduce la concentración y aumentan las anomalías espermáticas.

Rodríguez (s.f.), argumenta que el color indica la calidad: blanco lechoso señala alta concentración, mientras que rojo o amarillo indica que hay contaminación. Si hay presencia de mal olor es liquido prepucial. La motilidad debe ser al menos un 70% evaluada a 38°C en microscopio, registrando movimientos. La concentración espermática depende de la edad y

frecuencia de extracción, medida con hematocitómetros o fotómetros. Así mismo la morfología espermática es clave, ya que un alto porcentaje de anomalías puede causar infertilidad.

Sánchez (2020), señala que un punto importante es el pH del eyaculado de un reproductor depende de la proporción de constituyente aportado por las glándulas anexas. Puede variar su valor por manipulación tiempo previo a su medida, contaminación bacteriológica y concentración.

Ortiz (2010) hace referencia que la medición de la concentración se utiliza mediante las técnicas que utilizan las cámaras de Neubauer y de Bunker presentan el mismo principio, el de conteo directo uno por uno en proporción a la dilución utilizada es más precisa, por lo que requiere de tiempo para su determinación. La técnica que utiliza el espectrofotómetro es más rápida, pero menos precisa, ya que la determinación está en función de la opacidad de la muestra, J, hecho que además de la concentración espermática, la lectura también dependerá de la concentración de proteínas plasmáticas.

Actualmente, los verracos pueden producir entre 20 y 40 dosis de 2,5-3 mil millones de espermatozoides diluidos en un volumen de 75-100 ml para IAC, o bien, 40-60 dosis de 1,5 a 2 mil millones de espermatozoides en volúmenes menores para una IAPC (Tittarelli *et al.* 2019).

3. 10 Aspectos que influyen en la calidad del semen.

3.10. 1 Factores ambientales

.

Henao *et al.* (2004) En general, la exposición a temperaturas elevadas por periodos prolongados tiene muy poco efecto sobre la calidad seminal. El verraco se adapta rápidamente a la temperatura ambiental, lo que favorece una adecuada termorregulación

testicular, que garantiza una función espermatogénica normal. Velázquez (2013) menciona que la temperatura ambiental óptima para obtener un buen eyaculado es 20 °C. Temperaturas elevadas por encima de 35 °C, con periodos cortos de exposición de 16 horas, generaron en los verracos un menor volumen y una disminución del poder fecundante del eyaculado, por daños en la espermatogénesis.

3.10.2 Salud del reproductor

Córdova Izquierdo *et al.* (2015) sostienen que debe tenerse en cuenta la raza y la edad. No todas las razas ostentan similares manifestaciones de libido ni análogos niveles cuali-cuantitativos de producción seminal. A veces, algún problema físico inherente a la raza es capaz de afectar la recolección de semen, como en los verracos de raza Pietrain, cuya conformación muscular puede limitar el salto sobre el potro, sobre todo al envejecer.

Rodríguez *et al.* (2015) señala que las patologías más frecuentes son varicocele, fibrosis, inflamación o hemorragias y algunos tumores pueden conducir a una mala calidad del semen. La disfunción del epidídimo puede conducir espermatozoides con colas dobladas y motilidad baja. Enfermedades reproductivas como la *Brucella suis*, leptospiras y *Chlamydia sp.* son bacterias conocidas por afectar negativamente la calidad del semen. Algunas vacunas poseen adyuvantes que pueden causar fiebre y letargo que podría conducir a una calidad reducida del semen.

3.10. 3 Dieta y Nutrición

Se ha encontrado que hay una relación directa entre la nutrición y el rendimiento reproductivo del verraco. Las dietas con suplementos de vitaminas, antioxidantes y ácidos grasos desarrollan mayor fertilidad en algunos casos. En dietas deficientes, se ha notado que se retrasa el desarrollo testicular, la ganancia de peso vivo diaria (GPVD) para obtener eyaculados de calidad. Cuando la GPVD es elevada se relacionan con alteraciones en la calidad del semen (Veterinaria digital 2021).

Martínez (s.f.) comenta que el plano nutricional puede influenciar la edad de presentación de la pubertad; sin embargo, el cerdo parece ser menos influenciado por dicho plano y su respectivo peso corporal, que otras especies. Una severa restricción en la dieta puede retrasar la pubertad, y un aumento de nutrientes no parece tener efecto.

3.10.4 Diluyentes para la conservación del semen

Gómez-Rincón (s.f), menciona que un diluyente, es una solución acuosa que permite, además de incrementar el volumen del eyaculado, mantener la funcionalidad de la célula espermática hasta el momento de la IA. De esta forma, se consigue rentabilizar al máximo el eyaculado y optimizar el manejo en granja.

Minitube (s.f.), señala que es importante la elección del diluyente para optimizar la producción de semen porcino que, durante la preparación de las dosis seminales el eyaculado porcino se divide en muchas partes pequeñas. Cada una de ellas se convertirá en una dosis de semen, por lo que deben diluirse hasta un volumen mínimo, por ejemplo, 80 ml para la IA cervical y unos 50 ml para la IA post-cervical. El útero de la cerda hace necesario que las dosis para IA tengan un volumen mínimo para que los espermatozoides puedan ser transportados, mediante movimientos peristálticos, hacia el lugar de fecundación en el oviducto.

3.10.5 Características y funciones de los diluyentes

Cuenca (2017) expresa que la característica principal de los diluyentes es mantener viable la célula espermática lo mejor posible por un tiempo determinado. En base a su composición genérica los diluyentes deben cumplir las siguientes funciones:

- 1) Proporcionar la energía para el metabolismo de los espermatozoides.
- 2) Neutralizar residuos metabólicos.

- 3) Mantener el equilibrio osmótico.
- 4) Estabilizar las membranas de los espermatozoides.

3.10.6 Los componentes de los diluyentes

Le Coz (2007), argumenta que el papel de un diluyente a través de sus componentes radica en que este se encuentra relacionada con la fertilidad:

- Glucosa: aporta la energía indispensable para la supervivencia del espermatozoide.
- Citrato de sodio, bicarbonato de sodio y cloruro de potasio: aporte mineral para garantizar el equilibrio fisicoquímico (pH, equilibrio iónico).
- EDTA: anticoagulante que permite evitar la aglutinación y la precipitación de los espermatozoides en el diluyente.
- Antimicrobiano: garantiza que no proliferen las bacterias durante la conservación.

3.10.7 Tipos de diluyentes

Raza Porcina (s.f.), expresa que al realizar la practica en las condiciones actuales de producción de diluyentes se han clasificado en dos grandes grupos, los que tienen como objetivos la conservación a corto plazo (1 a 3 días), o aquellos que tienen por objetivo la conservación a largo plazo (más de 4 días).

Diluyente a corto plazo

Cuenca et al. (2017) mencionan que se utilizan principalmente en lugares donde la distribución de las dosis seminales es a corta distancia, conservan el semen a 15-20°C, entre las principales ventajas que presentan estos diluyentes esta la utilización de una concentración espermática baja, que permite realizar más inseminaciones con una sola recolección. Además del bajo costo en su preparación, obteniéndose resultados reproductivos similares, así como una baja tasa de motilidad espermática. Le Coz (2017), manifiesta que

diluyentes para una conservación de corta duración, del tipo de la fórmula BTS, pero con variantes, se utilizan generalmente para conservaciones no superiores a 48-72 horas con semen refrigerado.

Diluyente a largo plazo

Porcicultura (2021) argumenta que es aconsejable que el semen provenga de los verracos que obtengan mejores resultados en el examen de semen, acrosomas, resistencia osmótica u otros; también es importante verificar la compatibilidad del diluyente y del verraco (a veces algunos diluyentes no son los convenientes para algunos verracos). Este tipo de diluyentes ha sido ampliamente investigados con el fin de poder ampliar el tiempo de conservación sin disminuir la calidad espermática, sin embargo, para el semen de verraco todavía no están establecidos estos diluyentes y se han modificado los ya existentes para conservación de bovino.

El uso de diluyentes de larga duración permite mantener la viabilidad del esperma durante su transporte a largas distancias, otorgando a los centros de recolección el tiempo necesario para llevar a cabo análisis diagnósticos previos a su utilización y así organizar mejor los procedimientos de entrega de dosis a un gran número de explotaciones. Elegir un diluyente de calidad no solo mejorará la calidad de las dosis usadas, sino que además beneficiará el entero proceso productivo de la granja (Actualidad Porcina 2024).

Las ventajas que aportan los diluyentes de larga duración son la posibilidad de transporte a largas distancias, permiten realizar pruebas diagnósticas sobre el semen antes de ser utilizadas, como pruebas mediante técnicas PCR (Polymerase Chain Reaction) para detectar la presencia de diversos virus o análisis completos de la calidad seminal, permite una mejor organización de las tareas en los centros de recogida seminal y facilita en gran medida la distribución de las muestras a las granjas de reproducción (Portal Veterinario 2015).

3.10.8 Inseminación artificial (IA)

La inseminación artificial es una rama de la biotecnología aplicada a la reproducción, en la que se sustituye la monta o servicio natural por un sistema instrumental, en el cual el hombre interviene en cada uno de sus pasos. (FAO 2013). Cabe destacar que el objetivo de la inseminación artificial en porcinos es mejorar la genética de las piaras y optimizar la reproducción a través de un manejo efectivo de la inseminación artificial (Universidad Veracruz 2013).

Ipsa. Gob (s.f) menciona que la inseminación artificial es importante en el mejoramiento genético en masas ganaderas, mediante la selección de excelentes sementales con características deseables y heredables, siguiendo la fijación de caracteres y habilidades para el cumplimiento de estándares productivos y reproductivos exigidos en el mercado.

3.10.9 Tipos de inseminación

Inseminación artificial convencional

Williams (2019) argumenta que la inseminación artificial convencional es la técnica más utilizada, simple y fácil de realizar, en la cual el semen diluido, con un volumen final de 70 a 100 ml, se coloca en el cérvix utilizando un catéter de IA de 54 cm de longitud.

La inseminación post-cervical

Mitjana *et al.* (2022) menciona que la inseminación post-cervical se deposita el semen directamente en el cuerpo del útero a través de una cánula que atraviesa el interior de un catéter intracervical. Al no tener que atravesar los espermatozoides la barrera del cuello uterino, esta técnica permite utilizar menos de la mitad del volumen y del número de espermatozoides por dosis seminal. Por tanto, con un eyaculado se puede inseminar en el

doble de cerdas multíparas que con la técnica intracervical, sin afectar negativamente al rendimiento productivo de la granja.

Inseminación intrauterina profunda.

Contegral (s.f.), recalca que, en este método, el semen se deposita directamente en el útero de la cerda. Se utiliza un catéter especial para alcanzar el lugar de deposición. UNAM (s.f.) menciona sobre los estudios que han demostrado el éxito de la fertilidad con un bajo número de espermatozoides utilizando una combinación de IAIU e IA uterina profunda y con IAIU solo en cerdas primíparas. Estudios de campo han demostrado que la IAIU de 1.500 millones de espermatozoides en volúmenes reducidos (30-60 ml) con dos inseminaciones resultó en una fertilidad similar a la de las cerdas con 3 mil millones de espermatozoides.

Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.

a) Ventajas.

1. Hay aumento en el número de lechones producidos a partir de un progenitor de alta calidad (Veterinaria digital 2020).
2. Mazzarri (1984) menciona que en la monta natural se necesita un verraco por cada 15 cerdas, pudiéndose obtener 30 camadas al año, mientras que con la I. A. se requiere de un verraco por cada 250 cerdas lográndose hasta 500 camadas anuales.
3. Ventajas sanitarias (menor riesgo de contagio de enfermedades) (Bravo s.f.).

b) Desventajas.

1. Gonzales (s.f.) menciona la existencia de la posibilidad que ocurran errores humanos y la exposición del semen a factores ambientales, sin la debida protección. También, recalca sobre los elevados costos para el montaje de laboratorio en explotaciones pequeñas y con baja disponibilidad del semen en algunas zonas.
2. Falta de disposición de personal calificado para los procesos de colecta, conservación del semen e inseminación de las cerdas (Veterinaria digital 2020).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Descripción del lugar de la práctica

La práctica profesional supervisada se desarrolló en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la Universidad Nacional de Agricultura, localizado en la ciudad de Catacamas, Olancho, cuyas coordenadas son 14°49'47"N 85°50'40"O / 14.829813, -85.8444326. Las condiciones climáticas: La región Olancho tiene un clima tropical de sabana. Posee un clima tropical de sabana, hace calor todos los meses, tanto en la estación seca como en la húmeda. La temperatura media anual es de 27° y la precipitación media anual es 1132 mm. No llueve durante 38 días por año, la humedad media es del 85% y el índice UV es 5 (Tiempo, s.f.).



Figura 1. Ubicación del Centro Integral de Aprendizaje Porcino.

4.2 Materiales y equipo

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales y equipos: libreta de campo, tablero, lápices, corrector, computadora, calculadora, teléfono, botas, gabacha, overol, maniquí, vasos colectores estériles, guantes de látex o nitrilo, baño maría, fotómetro o espectrofotómetro, pipetas, equipo de refrigeración, diluyente comercial (MR- A Antiox), envases de almacenamiento (bolsas o tubos): para dosis de inseminación.

4.3 Método

La práctica profesional supervisada se realizó entre los meses de mayo y octubre de 2025, cumpliendo 600 horas establecidas de práctica en horarios estipulados por la granja. Esta práctica se fundamenta en tres actividades principales como ser: la recolección y análisis de semen a nivel de laboratorio, la descripción del proceso de inseminación artificial que se realiza en el Centro Integral de aprendizaje Porcino de la UNAG, y la redacción de un manual de inseminación artificial que sirva de guía para realizar esta biotecnología.

4.4 Metodología.

El presente estudio fue de tipo observacional y descriptivo ya que no se manipularon variables y tuvo como objetivo establecer un protocolo estandarizado para la técnica de inseminación artificial, en el Centro Integral de Aprendizaje Porcinos de la UNAG a través de la redacción de un manual técnico orientado al procesamiento de semen porcino. Se abordaron aspectos como la recolección y evaluación del semen de los verracos mediante el método de la mano enguantada, analizando parámetros como el volumen del eyaculado y la concentración espermática, utilizando técnicas como la microscopía. Además, se describió detalladamente el proceso de I.A. desde la preparación del semen hasta su aplicación en la cerda, incluyendo el uso de materiales, equipos, condiciones ambientales y tiempos empleados. La población de muestra estuvo conformada por todo el pie de cría de la granja, incluyendo verracos activos y hembras reproductoras.

4.5 Parámetros evaluados

4.5.1 Volumen promedio por eyaculado.

Para determinar el volumen promedio por eyaculado, se recolectó el semen de cada verraco utilizando el método de mano enguantada, asegurando condiciones higiénicas adecuadas. Una vez obtenida la muestra, se midió el volumen utilizando una balanza, bajo la relación de 1g=1ml. Finalmente, se calculó el promedio del volumen utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen promedio} = \frac{\sum \text{Volúmenes individuales}}{\text{Número de eyaculados}}$$

4.5.2 Concentración espermática promedio

Para obtener la concentración espermática promedio, se analizó cada muestra utilizando un fotómetro, instrumento que permite cuantificar la concentración de espermatozoides con rapidez y precisión. La concentración se expresa en millones de espermatozoides por mililitro (millones/ml). Se registró de manera cuidadosa el valor obtenido de cada eyaculado individual en una hoja de datos, para posteriormente calcular el promedio general de las concentraciones evaluadas, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Concentración promedio} = \frac{\sum \text{Número de eyaculado}}{\text{Número de muestra}}$$

4.5.3 Cantidad de dosis promedio por eyaculado

Para determinar la dosis promedio por eyaculado, se multiplicó el volumen por la concentración, luego ese resultado se multiplicó por un valor estimado de motilidad del 90%, finalmente ese resultado se dividió entre la cantidad de espermatozoides requerida por dosis, que en este estudio se consideró una cantidad de 3500 millones, utilizando las siguientes fórmulas:

$$1. \text{Número de dosis} = \frac{\sum \text{Volumen} \times \text{Cocentración} \times \text{motilidad}}{\text{Numero espermatozoides}}$$

$$2. \text{Dosis promedio} = \frac{\sum \text{Número de dosis por eyaculado}}{\text{Número de eyaculados}}$$

4.6 Descripción del proceso de I.A. utilizado en el Centro de Aprendizaje Porcino

Para realizar la descripción del proceso de I.A. en el Centro Porcino, se participó en todas las actividades relacionadas, además de la observación y consultas realizadas al personal encargado. El proceso inicia con la detección de celo el cual se realiza dos veces al día, por la mañana y por la tarde, con la ayuda de un verraco para aumentar la precisión. Una vez que se identifican las cerdas en celo, se define que verraco se utilizará de acuerdo con el plan de monta, y se procede a la recolección de semen y preparación de las dosis para realizar la inseminación. Es importante que el semen se mantenga a una temperatura entre 15 y 18 °C y que se use dentro de las 24 a 72 horas posteriores a su colecta, dependiendo del diluyente. Para realizar la inseminación se lleva nuevamente el verraco para estimular a la hembra y así facilitar el procedimiento, el cual se realiza dos veces para maximizar la tasa de fertilidad; la primera aproximadamente a las doce horas de que la hembra a presentado celo y aproximadamente doce horas después se realiza la segunda.

4.7 Elaboración del manual sobre el procesamiento de semen porcino.

Para la elaboración de este manual, la información se recopiló siguiendo un procedimiento organizado. En primer lugar, se utilizó como base un manual técnico elaborado en 2017 por el Ing. Maynor David Alemán Hernández, relacionado con el procesamiento de semen porcino. Posteriormente, se complementó con observación directa en campo, y con la experiencia práctica del personal del área de gestación del Centro Integral de Aprendizaje Porcino, con el fin de validar y adaptar los procedimientos según las prácticas realizadas en el Centro.

Como instrumentos de recolección de datos, se utilizaron catéteres, dosis seminales y hojas de registro en el área de gestación, los cuales permitieron documentar de manera precisa los pasos, tiempos y técnicas aplicadas en la inseminación artificial. Esta metodología permitió combinar información teórica y práctica, asegurando que el manual reflejara las buenas prácticas y procedimientos aplicables en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Volumen seminal promedio de los verracos por raza.

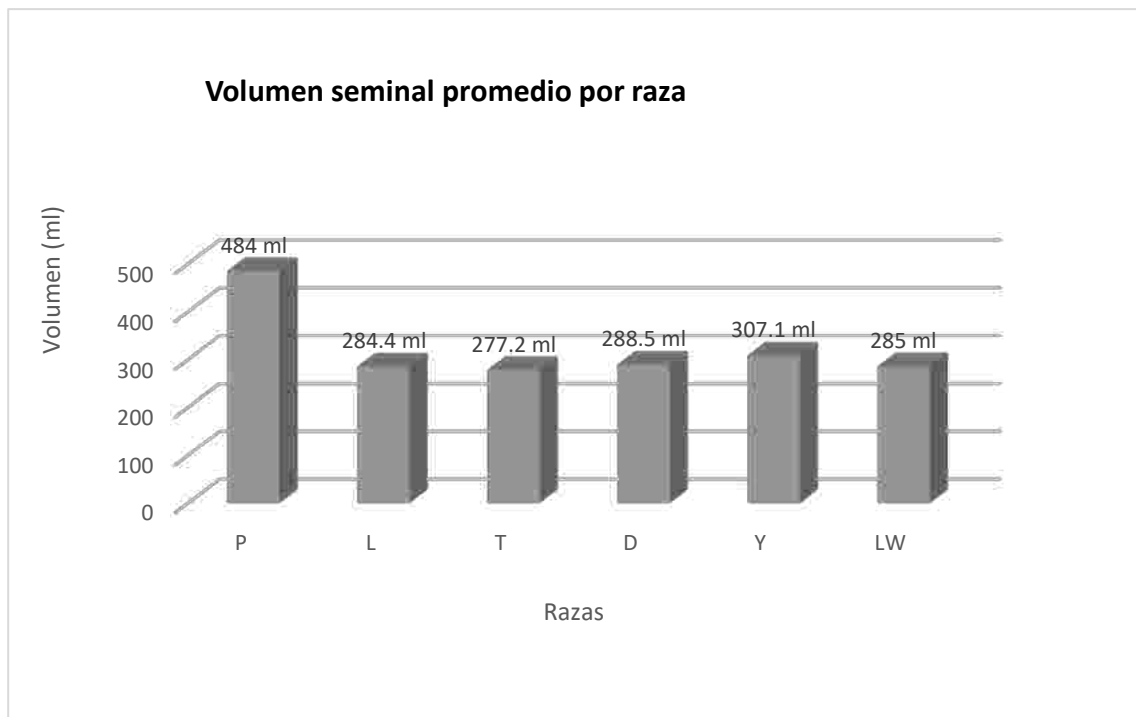


Figura 2. Volumen seminal promedio por raza en el Centro de Aprendizaje Porcino UNAG.

Como se aprecia en la (Figura 2), el volumen seminal promedio presentó variaciones entre las diferentes razas de verracos evaluadas. La raza Pietrain (P) registró el mayor volumen con 484 ml, seguida por la raza Yorkshire (Y) con 307.1 ml, mientras que la línea genética Topigs (L) mostró el menor volumen con 277.2 ml.

El volumen promedio total obtenido en este estudio fue de 321.03 ml, valor que se ubica por encima del rango reportado por Solís (2007), quien indica que el volumen del eyaculado en verracos suele oscilar entre 150 y 250 ml. Sin embargo, estos resultados coinciden con lo señalado por Gerisjs et al. (2000) y PIC (2017), quienes mencionan que el volumen del eyaculado puede ser considerablemente alto, incluso superar los 500 ml, dependiendo de factores como la edad, el tamaño corporal, la técnica empleada y la frecuencia de recolección. Es importante considerar que, en términos reproductivos, a mayor volumen de eyaculado suele presentarse una menor concentración espermática.

5.2 Promedio de la concentración espermática ($\times 10^6/\text{ml}$) por raza.

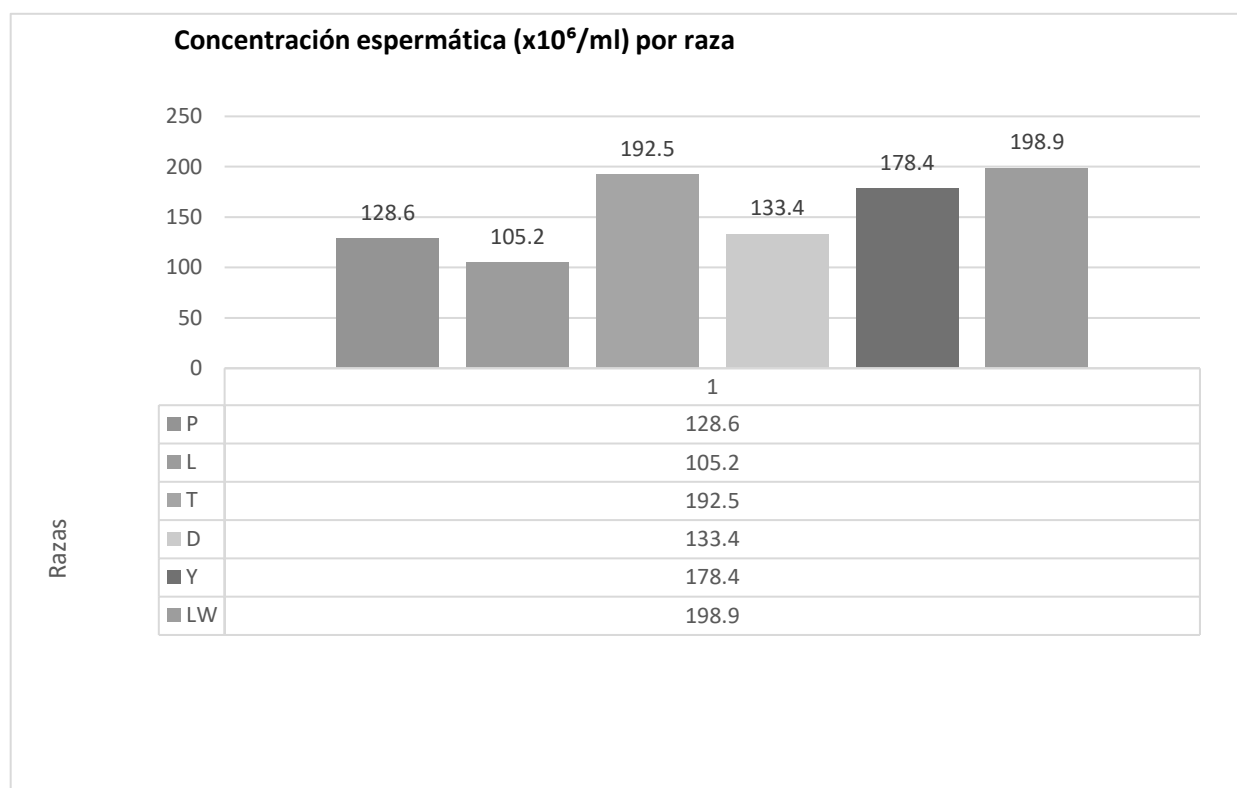


Figura 3. Promedio de la concentración espermática ($\times 10^6/\text{ml}$) por raza.

Los resultados de la concentración espermática (Figura 3) muestran diferencias notables entre las razas evaluadas. La línea genética Topig ($192.5 \times 10^6/\text{ml}$) y la raza Large White (LW, $198.9 \times 10^6/\text{ml}$) presentaron las concentraciones más altas, lo que indica una mayor cantidad de espermatozoides por mililitro de semen. En cambio, la raza Landrace (L) tuvo la concentración más baja ($105.2 \times 10^6/\text{ml}$), lo que podría explicar por qué se obtuvo un menor número de dosis de esta raza (Figura 3). De manera general, la concentración promedio obtenida en el estudio fue de 156.17×10^6 espermatozoides/ml, valor que se encuentra por debajo del rango considerado estándar para verracos lo que podría explicar por qué se obtuvo un menor número de dosis de esta raza (Figura 3).

Calatayud et al. (2021) argumentan que los verracos de 1 a 3 años alojados en un sistema de ambiente controlado en trópico cálido presentan concentraciones seminales que suelen situarse dentro del rango de 200 a 300×10^6 espermatozoides/ml. Estos valores coinciden con lo reportado por otras investigaciones en razas comerciales, donde es común observar variaciones influenciadas por factores como la edad del verraco, el manejo reproductivo y la frecuencia de recolección. En este sentido, Del Valle (2017) también menciona que la concentración aceptable se ubica generalmente dentro del rango de 200 a 300×10^6 espermatozoides/ml.

5.3 Número promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado de acuerdo con las razas.

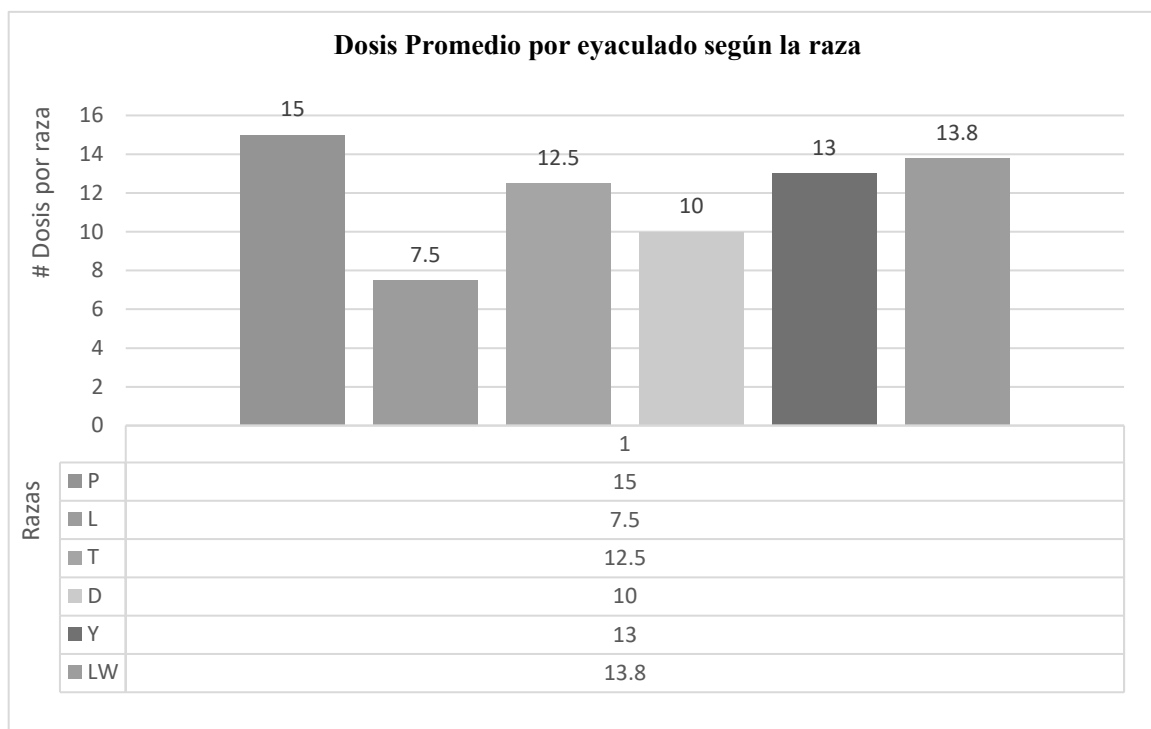


Figura 4. Promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado según raza

En la (Figura 4) se presenta el número promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado según raza. La raza Pietrain produjo el mayor número de dosis (15), seguida de Large White (13.8 dosis). La raza Landrace produjo el menor número (7.5). Esta variabilidad está directamente relacionada con el volumen seminal y la concentración espermática observada en las figuras anteriores. En general el valor promedio encontrado en la presente investigación fue de 12 dosis/eyaculado, valor que se encuentra por debajo del total dosis reportado por Knox (2012), quien menciona que en razas comerciales un verraco puede producir en promedio 20 dosis por eyaculado, considerando una concentración de 3 mil millones de espermatozoides por dosis. En la Figura 3 se presenta el número promedio de dosis seminales obtenidas por eyaculado según la raza.

5.4 Días de descanso promedio de acuerdo con las razas

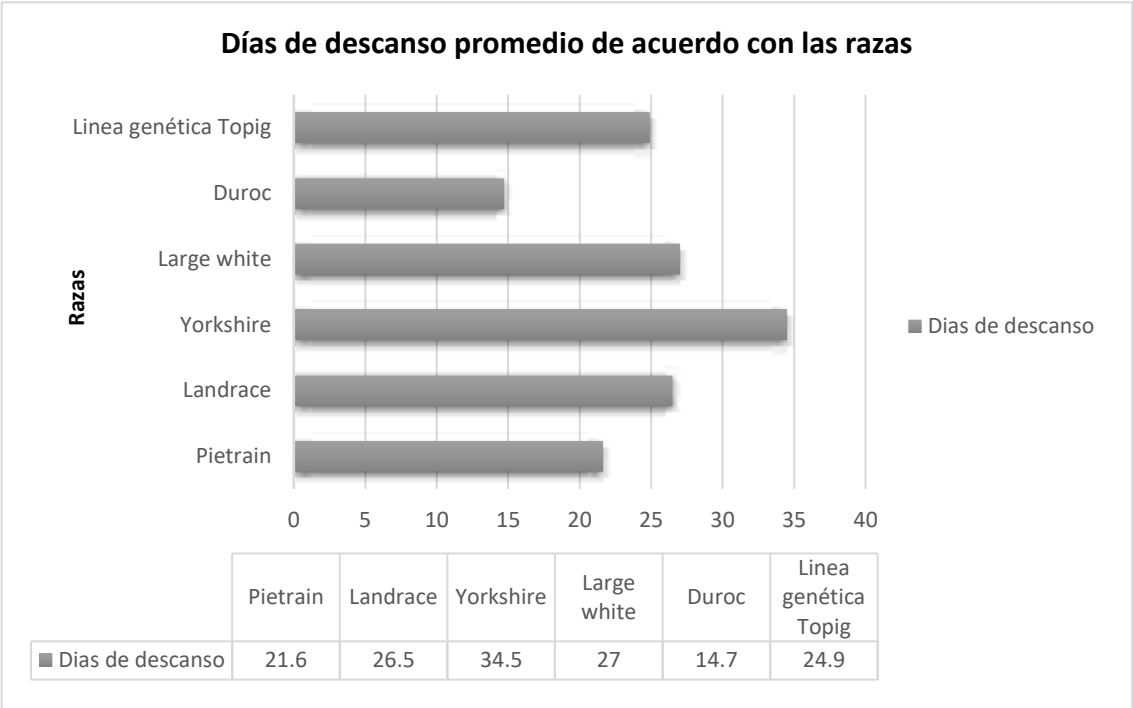


Figura 5. Días de descanso promedio de acuerdo con las razas.

En la (figura 5), los datos muestran una amplia variación en los días de descanso entre razas, desde el Duroc (14.7 días, el más bajo) hasta el Yorkshire (34.5 días, el más alto), con el Pietrain en un valor intermedio (21.6 días). Sin embargo, estos valores no reflejan la cantidad de dosis producidas, sino el tiempo óptimo para recuperar la calidad seminal. Que el Pietrain la raza más utilizada y productiva tenga un descanso moderado (21.6 días) confirma su eficiencia reproductiva y robustez, permitiendo una alta producción sostenible sin comprometer los parámetros de fertilidad.

Martinez (2024), revela que intervalos de descanso de 2 a 5 días son los más beneficiosos, particularmente aquellos de 5 días, ya que permiten una mejora en la calidad del semen sin comprometer la cantidad.

5.4.1 Descripción del proceso de inseminación artificial en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino de la UNAG.

El proceso de inseminación artificial (IA) realizado en el Centro Integral de Aprendizaje Porcino (CIAP) de la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), forma parte de las actividades de reproducción controlada que permiten mejorar la eficiencia productiva y genética del ganado porcino. La inseminación artificial es una biotecnología aplicada que ofrece múltiples ventajas, como el aprovechamiento óptimo del material genético del verraco, en donde el objetivo es la reducción de riesgos sanitarios y la planificación precisa de la producción. En el centro, este procedimiento se realiza siguiendo protocolos técnicos y de bienestar animal que aseguran resultados exitosos. El procedimiento es el siguiente:

5.4.2 Detección de celo

La detección del celo se realiza diariamente a las 8:00 a.m. y se repite a las 2:30 pm, trasladando un verraco al área donde están alojadas las cerdas para estimularlas y observar la presencia del reflejo de inmovilidad, signo característico del estro. Durante esta etapa, se lleva un registro detallado donde se clasifican las cerdas en tres grupos: las que están en celo, las que ya están inseminadas pero que pueden repetir celo y las que aún no han entrado en celo.

En las primerizas, se realiza un monitoreo continuo de sus celos, registrando hasta el cuarto celo observado para asegurar que su desarrollo reproductivo sea adecuado antes de programar la inseminación. Así mismo en las cerdas destetadas, a los cuatro días después de haber sido trasladadas al área de gestación, se inicia la detección de celo para luego programar su inseminación.

5.4.3 Colección y preparación (dilución) de la dosis seminal

Antes de iniciar la colección, todo el equipo del laboratorio debe estar encendido y listo para su uso, iniciando con el baño María, el cual debe mantenerse a 32 °C para preparar el diluyente y conservar el semen temporalmente durante el procesamiento.

5.4.4 Selección del verraco y preparación del área

Se revisan los registros para identificar los verracos disponibles para colección, evitando recolectas tempranas o recolecciones demasiado frecuentes. Después, se selecciona el verraco de la raza requerida según el plan de montas. Se saca el verraco de la jaula y se lleva al maniquí, permitiendo que el verraco inicie el comportamiento de búsqueda y estímulo durante aproximadamente 5 minutos, hasta que realice el montaje sobre el maniquí.

Una vez montado, se inicia la estimulación utilizando el guante de plástico, se deben retirar los primeros porción, los cuales corresponden a la fracción pre-espermática, que contiene impurezas, restos urinarios y secreciones que no son útiles para la inseminación artificial. Luego, se retira el guante plástico y con un guante de nitrilo se toma el pene del verraco, esperando el inicio de la eyaculación para colectarla dentro de la bolsa con filtro. La eyaculación tiene una duración aproximada de 5 a 10 minutos.

5.4.5 Conservación y evaluación del eyaculado

Una vez terminada la colecta, el semen se coloca dentro del vaso térmico, manteniendo una temperatura aproximada de 37 °C. Se debe evitar en todo momento la exposición a la luz solar directa, ya que ésta puede dañar la viabilidad de los espermatozoides (afecta la membrana y acelera la desnaturalización proteica). Una vez dentro del laboratorio, se mide el volumen y la concentración del eyaculado, además de la motilidad de los espermatozoides.

5.4.6 Envasado y almacenamiento del semen

Se utiliza diluyente comercial que se prepara con 40 g de polvo por cada 1000 ml (1 litro) de agua destilada, calentada previamente en el baño María a 32 °C. Se mezcla cuidadosamente hasta obtener un diluyente homogéneo y a temperatura estable. La mezcla del semen con el diluyente una vez obtenidas las dosis, se calcula la cantidad de agua destilada y diluyente y se mezcla suavemente con el semen crudo para homogeneizarlo sin afectar la viabilidad espermática.

Se llenan los flexi-tubos con la mezcla final y se deja reposar durante 5 minutos para estabilización. Posteriormente, se almacenan en la refrigeradora a 16.9 °C. Finalmente, se revisan los registros para identificar qué cerdas serán inseminadas con las dosis recién preparadas y se

5.4.7 Inseminación

1) Preparación previa al procedimiento

Una vez detectado el celo, observando signos inmovilidad y enrojecimiento vulvar. Se preparan las dosis seminales de 85 ml, conservadas en un vaso térmico. La primera dosis se aplica por la tarde, y la segunda dosis entre 12 y 24 horas después. Para la aplicación se selecciona el catéter adecuado: en espiral para primerizas y de espuma para multíparas, asegurando que el semen fluya de manera natural hacia el tracto reproductivo.

Jers Import (2024), menciona que, en multíparas se utiliza el catéter en espiral; en primerizas, el catéter de espuma es preferible para evitar laceraciones o traumatismos cervicales.

2) Procedimiento de inseminación:

La inseminación se realiza aproximadamente a las 2:00 p.m., seis horas después de la detección del celo y después de que las cerdas han sido alimentadas. Se utiliza la presencia del verraco para estimular a la cerda, favoreciendo la manifestación del reflejo de inmovilidad y aumentando su receptividad para la inseminación. Se debe limpiar la vulva con papel toalla seco para eliminar restos de suciedad o materia fecal, garantizando condiciones higiénicas antes de la inseminación.

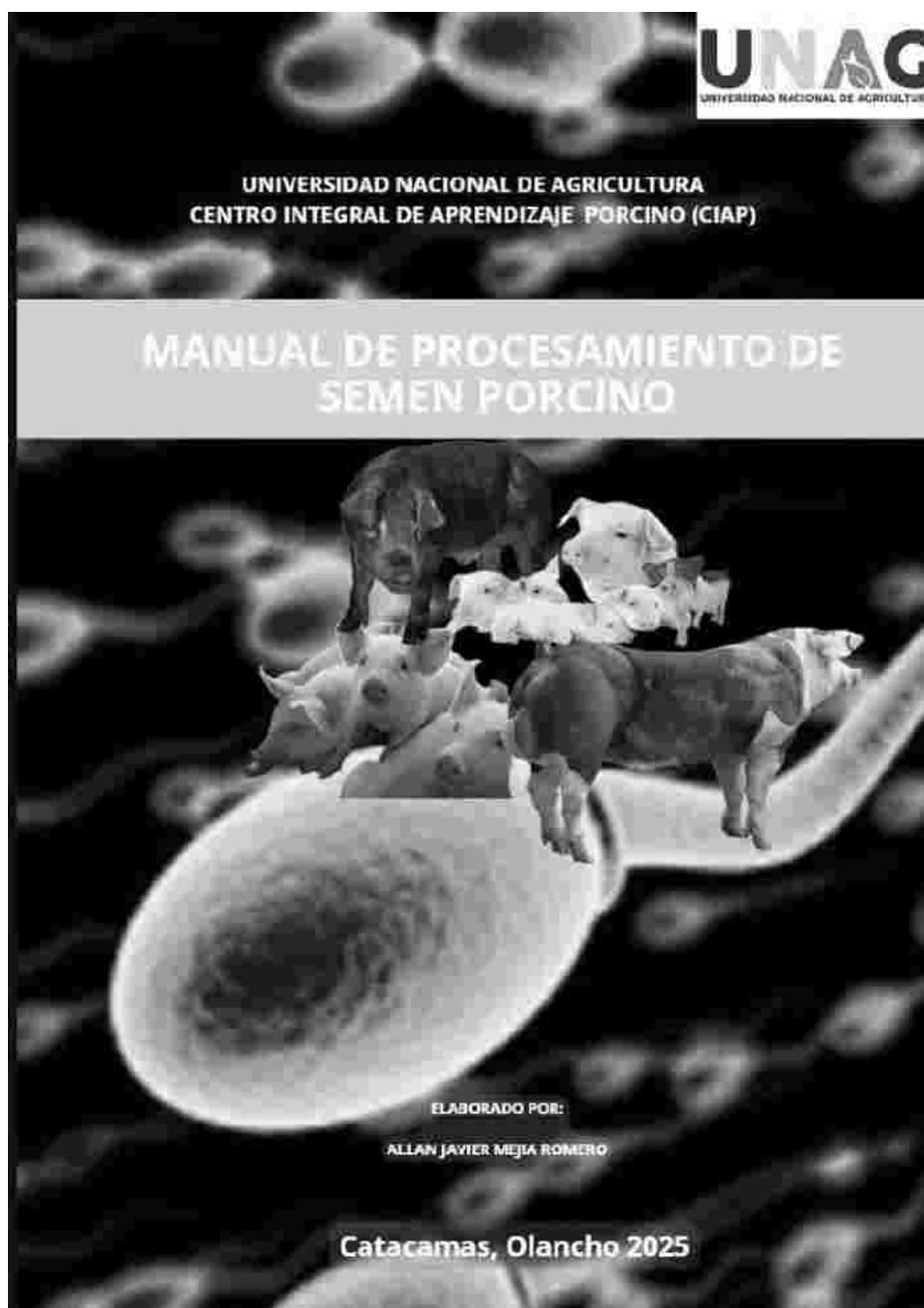
Al iniciar la inseminación se introduce el catéter en un ángulo de 45°, girando suavemente en contra de las manecillas del reloj y durante la transferencia, se debe asegurar que el flujo del semen ocurra por gravedad, sin ejercer presión sobre la ampolla ni el catéter, permitiendo que el semen fluya hasta alcanzar la posición cervical o post-cervical, asegurando la correcta deposición del semen sin causar lesiones. Una vez finalizado la aplicación, se retira el catéter de forma lenta y cuidadosa, dejando en reposo durante unos minutos para favorecer la distribución adecuada del semen.

5.4.8 Registro y control

Después de cada inseminación, se registra la información en la lista de control de IA, incluyendo: fecha de inseminación, identificación de la cerda, tipo de catéter a utilizado, el número y lote de las dosis seminales aplicadas, y nombre de la persona que realizó el procedimiento. Este control permite llevar un seguimiento reproductivo, facilitando la evaluación de resultados y la planificación de futuras inseminaciones.

5.5 Elaboración del Manual Técnico para el Procesamiento de Semen Porcino

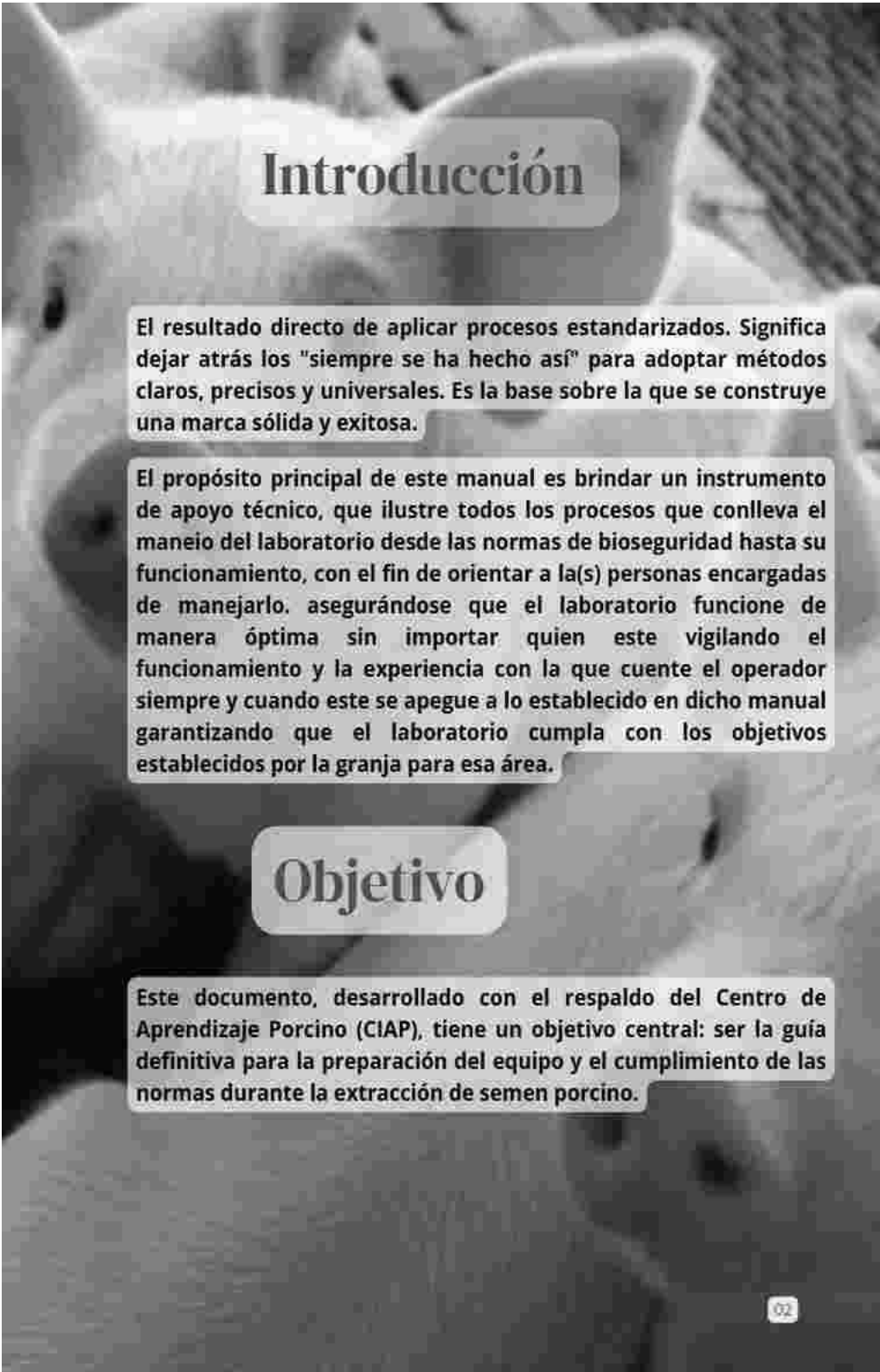
Se redactó el 'Manual Técnico para el Procesamiento de Semen Porcino', el cual estandariza de manera secuencial todos los procedimientos del laboratorio de reproducción. Este documento servirá como herramienta de capacitación permanente, asegurando la uniformidad en los procedimientos futuros y contribuyendo a la mejora continua de la eficiencia reproductiva del centro.





Indice

1. Introducción.....	2
2. Objetivo.....	2
3. Normas de bioseguridad.....	3
4. Material de laboratorio.....	4
5. Equipo de Laboratorio.....	7
6. Procesamiento de semen.....	10
7. Preparación de diluyente.....	11
8. Recolección del semen.....	12
9. Contratación del semen.....	13
10. Motilidad.....	14
11. La concentración espermática.....	15
12. Dilución.....	16
13. Envasado.....	17
14. Almacenado.....	18
15. Calculo de dosis.....	19
16. Catalogo de verracos.....	20
17. Landrace.....	21
18. Large White.....	22
19. Yorkshire.....	23
20. Topigs.....	24
21. Pietrain.....	25
22. Duroc.....	26



Introducción

El resultado directo de aplicar procesos estandarizados. Significa dejar atrás los "siempre se ha hecho así" para adoptar métodos claros, precisos y universales. Es la base sobre la que se construye una marca sólida y exitosa.

El propósito principal de este manual es brindar un instrumento de apoyo técnico, que ilustre todos los procesos que conlleva el manejo del laboratorio desde las normas de bioseguridad hasta su funcionamiento, con el fin de orientar a la(s) personas encargadas de manejarlo, asegurándose que el laboratorio funcione de manera óptima sin importar quien este vigilando el funcionamiento y la experiencia con la que cuente el operador siempre y cuando este se apegue a lo establecido en dicho manual garantizando que el laboratorio cumpla con los objetivos establecidos por la granja para esa área.

Objetivo

Este documento, desarrollado con el respaldo del Centro de Aprendizaje Porcino (CIAP), tiene un objetivo central: ser la guía definitiva para la preparación del equipo y el cumplimiento de las normas durante la extracción de semen porcino.

Normas de bioseguridad (Laboratorio)

1. Uso de pediluvio en la entrada del laboratorio.
2. Lavar y desinfectar las botas.
3. Usar de gabacha o overol limpio.
4. Evitar la aglomeración de personas.
5. Mantener la puerta del laboratorio cerrada al salir.
6. Evitar entrar al laboratorio con objetos que puedan contaminar los materiales y equipo que se van utilizar.
7. Mantener los materiales que se van utilizar dentro del laboratorio a excepción de aquellos que el proceso de preparación lo exija (vaso térmico para recolección).
8. Al finalizar las actividades programadas dentro del laboratorio asegurarse que este quede limpio y ordenado, el equipo desconectado y los materiales en su debido lugar.



Uso de gabacha para entrar
al laboratorio



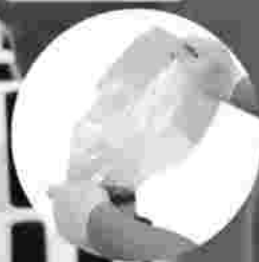
Pediluvio:
para desinfectar botas

Material de laboratorio

El material de laboratorio es todo aquel material que es empleado para desarrollar las actividades que se programan dentro del mismo y se debe usar de manera adecuada para que las actividades que se estén desarrollando finalicen con éxito.

Descripción ilustrada

En el laboratorio de la granja porcina se emplean materiales que nos permiten procesar semen porcino, los cuales enlistaremos a continuación:



Bolsa para recolección con filtro incorporado: se utiliza para recoger semen y la vez hacer la dilución, solo se usa una vez.

Bolsas para preparación del diluyente: su función es servir como recipiente en la mezcla de agua destilada y el diluyente.



Vaso térmico: se utiliza para recolección del semen, debido a que mantiene la temperatura del semen mientras se traslada al laboratorio.

04



Agua destilada:
es el solvente que se necesita para
mezclar.



Diluyente:
es el que crea el ambiente necesario para
que el espermatozoide pueda vivir varios
días. Se mezcla en un litro de agua.

Gotero:
se utiliza para sacar la muestra de
semen y colocarla en la placa previo a
su observación.



Toallas desechables:
sirven para limpiar los materiales y equipos
antes y después de ser usados.



Equipo de laboratorio

El equipo es toda aquella tecnología que nos permite controlar los procesos que se están desarrollando y garantizar que los resultados sean óptimos y de buena calidad.

Descripción ilustrada

El equipo que a continuación se describirá es necesario para desarrollar las actividades que conllevan al procedimiento de semen porcino.



Microscopio:

este nos permite observar las células espermáticas para calcular la motilidad. Lo ideal es utilizar el lente de 40x10.

Cubreobjetos:

su función es cubrir la muestra.

Portaobjetos:

su función es sostener la muestra que se va observar.



Platina calefactora:

es la encargada de que el portaobjeto y cubreobjeto tengan una temperatura de 37°C antes de preparar la muestra.

Fotómetro:

sirve para observar la concentración espermática del semen.



Microcubetas para fotómetros:

se utiliza específicamente para la medición de la concentración espermática en muestras de semen de diferentes especies.

Baño maría:

su función es mantener el semen y el diluyente a una temperatura de 25°C .



**Balanza:**

instrumento de medición que se utiliza para determinar el volumen del eyaculado, volumen de agua destilada a utilizar.

Calculadora:

sirve para desarrollar los cálculos matemáticos para el número de dosis y cantidad de diluyente.

**Selladora:**

sirve para sellar las dosis seminales.

Refrigeradora:

sirve para almacenar las dosis a temperatura adecuadas de manera que el espermatozoide no sea dañado. La temperatura que se debe manejar es de 17°C.



Procesamiento de semen

Preparación de materiales y equipo

Antes de llevar el semen al laboratorio es importante preparar los materiales y el equipo que se utilizarán, esto permite agilizar el proceso de dilución. Para que esta actividad sea eficiente, se debe realizar lo siguiente:

1. Todo el equipo debe estar encendido (baño maría, placa calefactora, fotómetro, microscopio y el aire encendido).
2. El baño maría tiene que programarse a 25°C.
3. El porta objeto y el cubreobjetos deben de estar sobre la placa calefactora a 37°C.
4. Preparar el diluyente e introducirlo dentro del baño maría a 25°C (El agua destilada/ 1 sobre de diluyente).
5. La selladora está programada en niveles de calor de 1-10, y es recomendable usarla en el nivel 6.

Seguir los pasos antes mencionados como primera actividad del proceso es importante porque el equipo tiene el tiempo suficiente para estandarizarse mientras se hace la segunda actividad, "recogida de semen", esto permitirá que los resultados sean satisfactorios ya que entre más rápido es el proceso de dilución habrá menos muerte de células espermáticas.



Preparación del diluyente

Los diluyentes protegen tres factores muy importantes para que la inseminación tenga éxito que son: motilidad de los espermias, función de la membrana plasmática e integridad de los acrosomas.

Es sumamente importante agregar diluyente en el volumen de agua destilada según las recomendaciones del fabricante del producto y que el mismo este a una temperatura entre los 34°C y 37°C.

Siga los siguientes pasos:

1. Sacar el diluyente del refrigerador y esperar que este tenga una temperatura de 34-37°C.
2. Verter un sobre de diluyente en un litro de agua destilada y agitar para que la mezcla sea homogénea.
3. Introducir la mezcla de diluyente más agua destilada en el baño maría a 25°C.

Nota: lo primero que se debe hacer es sacar el diluyente del refrigerador para que este alcance la temperatura que deseamos mientras hacemos otras actividades dentro del laboratorio.



Recolección del semen

La recolección de semen es muy importante porque es aquí donde se obtendrá el material genético que se va a manipular durante el proceso de preparación. por esta razón es necesario que se realice con todas las medidas asépticas posibles con el fin de reducir la contaminación.

Para la actividad de recolección se debe hacer lo siguiente:

1. Coloca la bolsa de recolección de semen dentro del vaso térmico y evitar que sea contaminada por otra sustancia durante la recolección.
2. Ponerse el guante de recolección (látex). seguidamente el guante de limpieza (plástico) en la misma mano.
3. Asegurarse de recolectar la parte espermática del eyaculado.
4. después de la recolección de semen no se deben dejar residuos plásticos en la cuadra de recolección ya que estos los podría ingerir otro verraco y causarle problemas.
5. No se debe exponer el semen al sol. esto podría causar muerte celular debido al contacto directo de los rayos.
6. Una vez recolectado el semen se debe llevar de inmediato al laboratorio para seguir su proceso

Existen tres fracciones de eyaculado, la pre-espermática, espermática post-espermática. es importante recoger la segunda fracción porque es la más rica en espermatozoides. De no tener no cuidado en esta parte, las pruebas microscópicas, que se le hagan al semen pueden dar resultados de infertilidad



Contrastación del semen

La contrastación de semen se refiere a las pruebas microscópicas que se le harán al semen para determinar el nivel de fertilidad del verraco. Las pruebas microscópicas son las que determinarán el número de dosis que se prepararan y la cantidad de diluyente que se necesita para obtenerlas. A hablar de contrastación de semen se refiere a: volumen de semen, motilidad de las células espermáticas y la concentración espermática.

Volumen del semen:

Es uno de los aspectos importantes que va determinar el número de dosis que vamos a obtener de una eyaculación. Verracos con eyaculación igual o mayor a 100 ml se consideran buenos donantes y aquellos con menor a 100 ml pueden ser objeto de sospecha de infertilidad.

1. Verter el semen de la bolsa de recolección a un beaker graduado.
2. En caso de no tener un beaker se pesa el semen obtenido en una balanza codificada en gramos (considerando que un 1 gr/ 1 ml) y luego se le resta el peso de la bolsa para obtener un un exacto.



Pesado de mil gramos de agua destilado que equivale a un litro

Motilidad

La motilidad se determina mediante la observación de una muestra en el microscopio y el criterio para medir el porcentaje es el movimiento de la célula, el cual debe ser lineal y no en círculo. La motilidad de un semen recién recolectado oscila entre 90-95% y estos porcentajes son los que se pretenden mantener mediante dilución.

Se recomienda seguir los siguiente pasos:

1. Sacar una pequeña muestra de semen con un tubo capilar sobre el portaobjetos a 37°C.
2. Colocar el cubre objetos cubriendo la muestra sobre el portaobjetos.
3. Verificar que la placa del microscopio este a 37°C.
4. Colocar la muestra en el microscopio y observarla con el lente de 40x10.
5. Evaluar el movimiento de las células.



La concentración espermática.

La concentración espermática se obtiene con la ayuda de un fotómetro el cual muestra resultados de cantidad de células por unidad de volumen (cantidad de espermatozoides/ ml de semen). Los verracos cuya concentración espermática es igual o mayor a 100 millones de espermatozoides por ml consideran y a 100 se considera animales con problemas de fertilidad.

La concentración espermática al igual que el volumen del semen determina en una gran parte la cantidad de dosis que se elaboran y para obtener el dato de concentración se sugiere seguir los siguientes pasos:

1. Verificar que el fotómetro haya cargado la pantalla de lectura antes de colocar la muestra.
2. Sacar una pequeña muestra de semen con un tubo capilar sobre una placa especializada.
3. Colocar las muestras sobre el fotómetro.
4. Leer el resultado de la muestra.



Colocando la muestra en la microcubeta sobre la placa del fotómetro



Lectura de muestra

Dilución

La dilución tiene dos objetivos principales. El primero es extender o aumentar el volumen del eyaculado. De modo tal que se pueda producir un mayor número de dosis y el segundo es proveer a los espermatozoides un medio ambiente que los mantenga vivos por varios días de acuerdo al tipo de diluyente utilizado.

La dilución se realiza de la siguiente manera:

1. Conocer la cantidad de diluyente que se va a utilizar.
2. Verter cuidadosamente el diluyente de preferencia deslizándose por las paredes de la bolsa que conserva el semen.
3. Se debe agitar la bolsa cuidadosamente para un mezclado homogéneo.
4. Semen diluido y listo para envasar.

Antes de diluir el semen, mida la temperatura del semen y el diluyente, si la diferencia de temperatura entre el semen y el diluyente esta entre 1-3°C, se puede agregar el volumen del diluyente al semen y mezclarlo suavemente pero en forma completa.



Mezcla de diluyente
y semen.

Envasado:

El envasado consiste en el llenado y sellado de los frascos que permitan el almacenamiento del semen diluido. Estos frascos tienen la capacidad de almacenar 90 ml por dosis y además facilita su aplicación a la hora de inseminar,

El proceso de envasado consiste en:

1. Asegurarse que la selladora este conectada y que tenga un nivel de calor seis.
2. Colocar los frascos que se van a sellar en la gradilla de sellado.
3. Verter el semen en el frasco de 90 ml.
4. Sellar los frascos.
5. Almacenar las dosis.

Cuando se vierte el semen en el frasco quedan ciertas gotas de en las paredes y es necesario secarlas con un papel toalla con el fin de eliminar la humedad para obtener un sellado de calidad.



Envasado y sellado de las dosis.

Almacenado

El semen se deberá almacenar en el laboratorio de la granja a una temperatura entre los 16-17°C. La mejor manera de almacenar el semen diluido es un refrigerador con temperatura controlada con termostato, nunca se debe exponer el semen a temperatura mayor de 20°C o menos de 14°C porque dañan a los espermatozoides.

Una temperatura adecuada de almacenamiento disminuirá el metabolismo de los espermias de tal manera que requiera menos nutrientes y produzcan menos desperdicios.



Calculo de dosis

Es el proceso matemático que se desarrollara para encontrar el número de dosis que se pueden generar de una eyaculación, el cual consiste en la aplicación de dos formulas, una para encontrar el número de dosis y la otra para determinar la cantidad de diluyente que se necesita.

$$\text{Nº de dosis} = \frac{V \times M \times C}{3500}$$

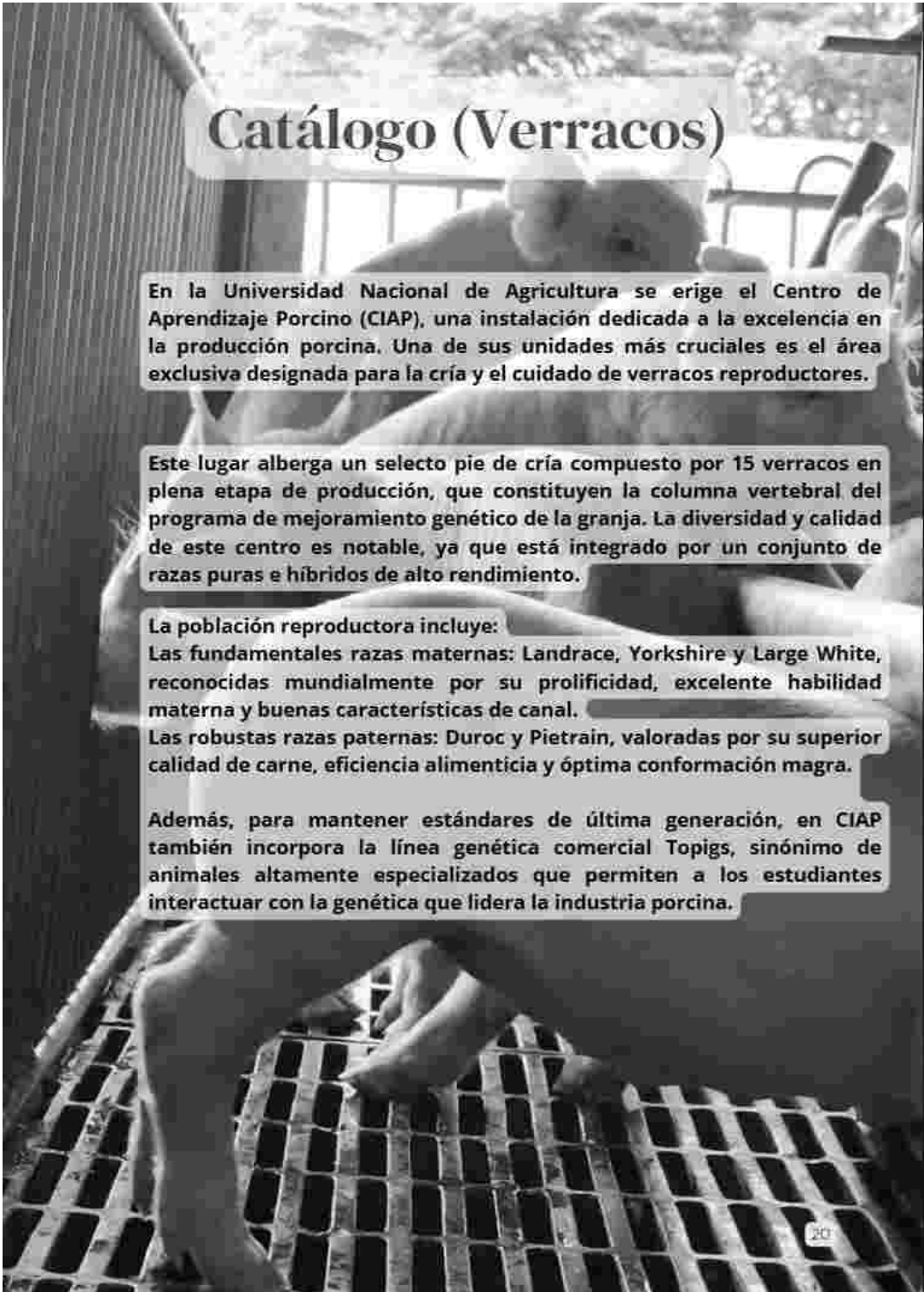
$$\text{Cantidad de diluyente} = N \times 100 - V$$

V= volumen del semen sin diluir

M= motilidad

C= concentración

N= número de dosis



Catálogo (Verracos)

En la Universidad Nacional de Agricultura se erige el Centro de Aprendizaje Porcino (CIAP), una instalación dedicada a la excelencia en la producción porcina. Una de sus unidades más cruciales es el área exclusiva designada para la cría y el cuidado de verracos reproductores.

Este lugar alberga un selecto pie de cría compuesto por 15 verracos en plena etapa de producción, que constituyen la columna vertebral del programa de mejoramiento genético de la granja. La diversidad y calidad de este centro es notable, ya que está integrado por un conjunto de razas puras e híbridos de alto rendimiento.

La población reproductora incluye:

Las fundamentales razas maternas: Landrace, Yorkshire y Large White, reconocidas mundialmente por su prolificidad, excelente habilidad materna y buenas características de canal.

Las robustas razas paternas: Duroc y Pietrain, valoradas por su superior calidad de carne, eficiencia alimenticia y óptima conformación magra.

Además, para mantener estándares de última generación, en CIAP también incorpora la línea genética comercial Topigs, sinónimo de animales altamente especializados que permiten a los estudiantes interactuar con la genética que lidera la industria porcina.

Landrace



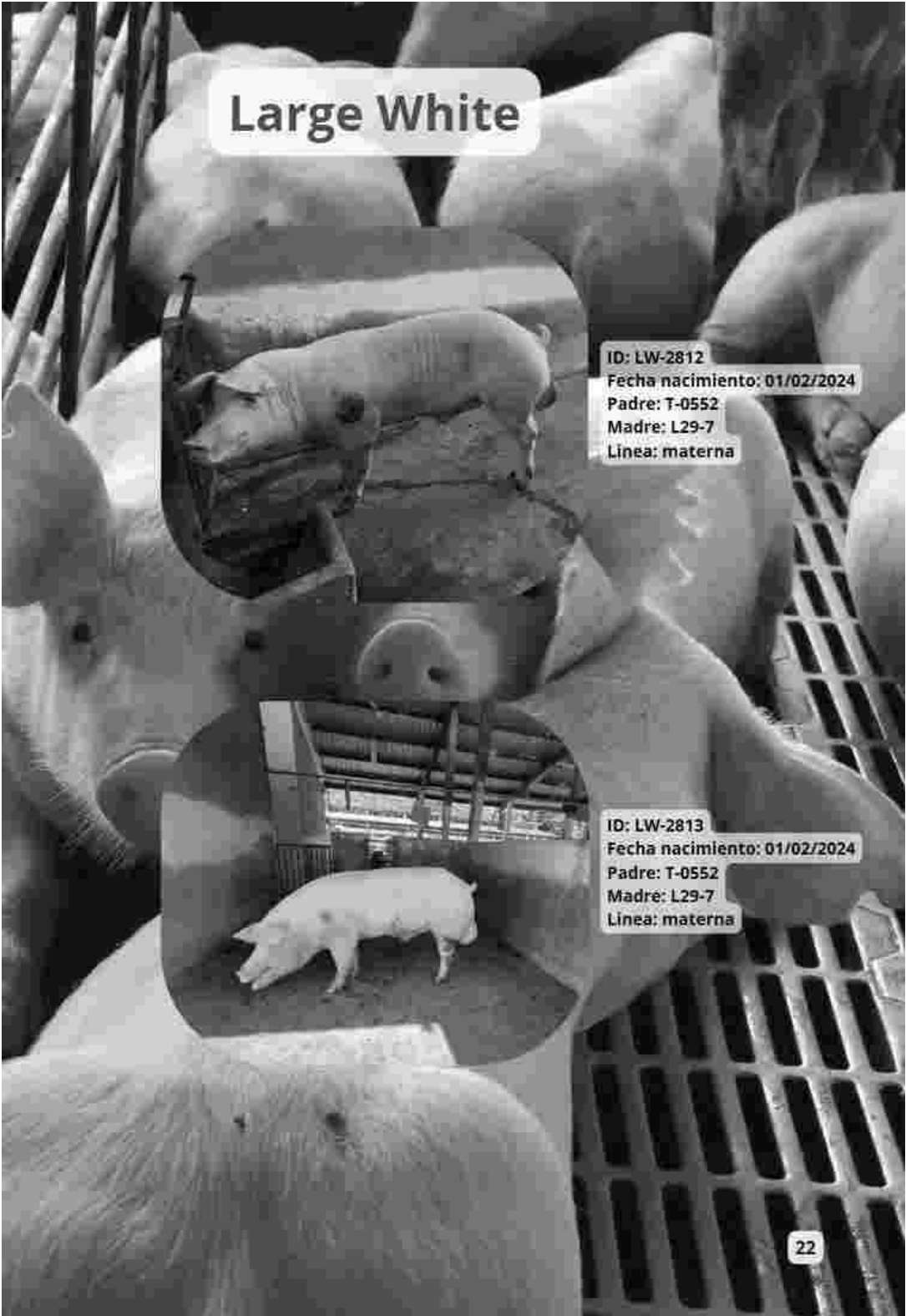
ID: L-266-7
Fecha nacimiento: 18/11/2020
Padre: L-38410
Madre: L-13002
Linea materna



ID: L-38910
Fecha nacimiento: 03/04/2019
Padre: AGC- 11505E
Madre: AGC- 44306E
Linea: materna



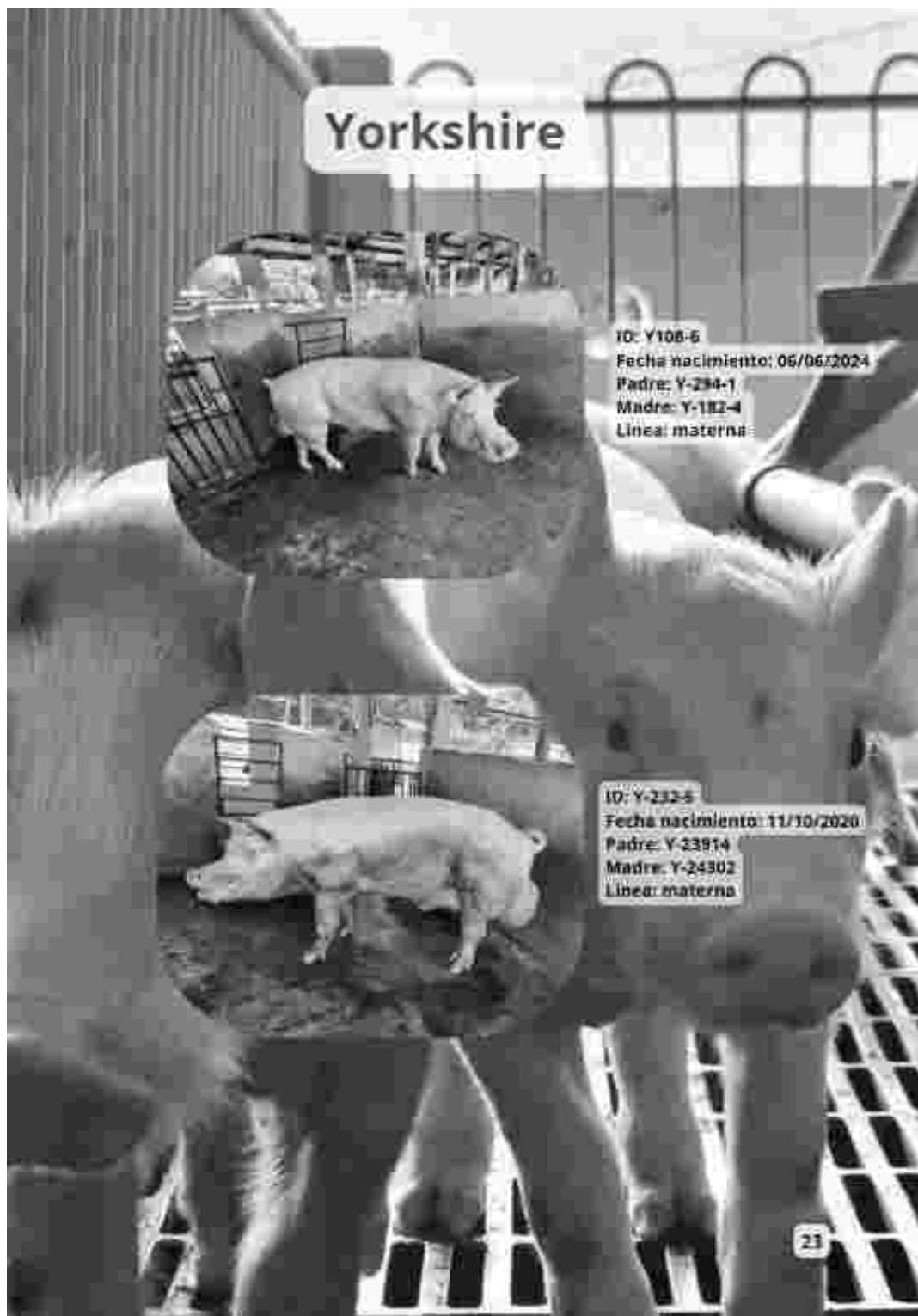
ID: L-182-8
Fecha nacimiento: 10/11/2022
Padre: L- 38910
Madre: L-13105
Linea: materna



Large White

ID: LW-2812
Fecha nacimiento: 01/02/2024
Padre: T-0552
Madre: L29-7
Linea: materna

ID: LW-2813
Fecha nacimiento: 01/02/2024
Padre: T-0552
Madre: L29-7
Linea: materna



Topigs

ID: T227-7

Fecha nacimiento: 17/09/2021

Padre: T120-13

Madre: T62-4

Línea: materna

ID: T-0551

Fecha nacimiento:

Padre:

Madre:

Línea: materna

ID: T-275-12

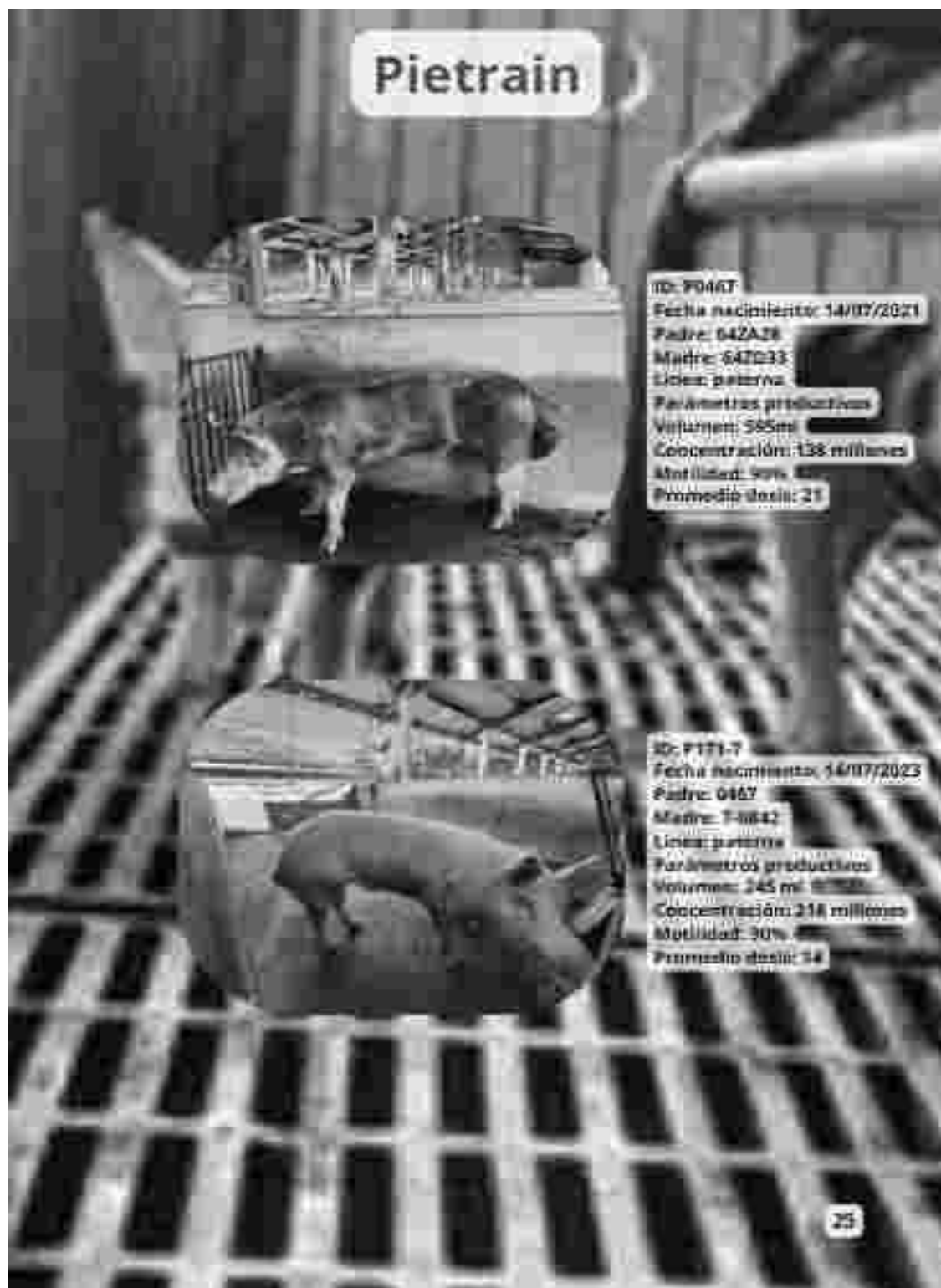
Fecha nacimiento:

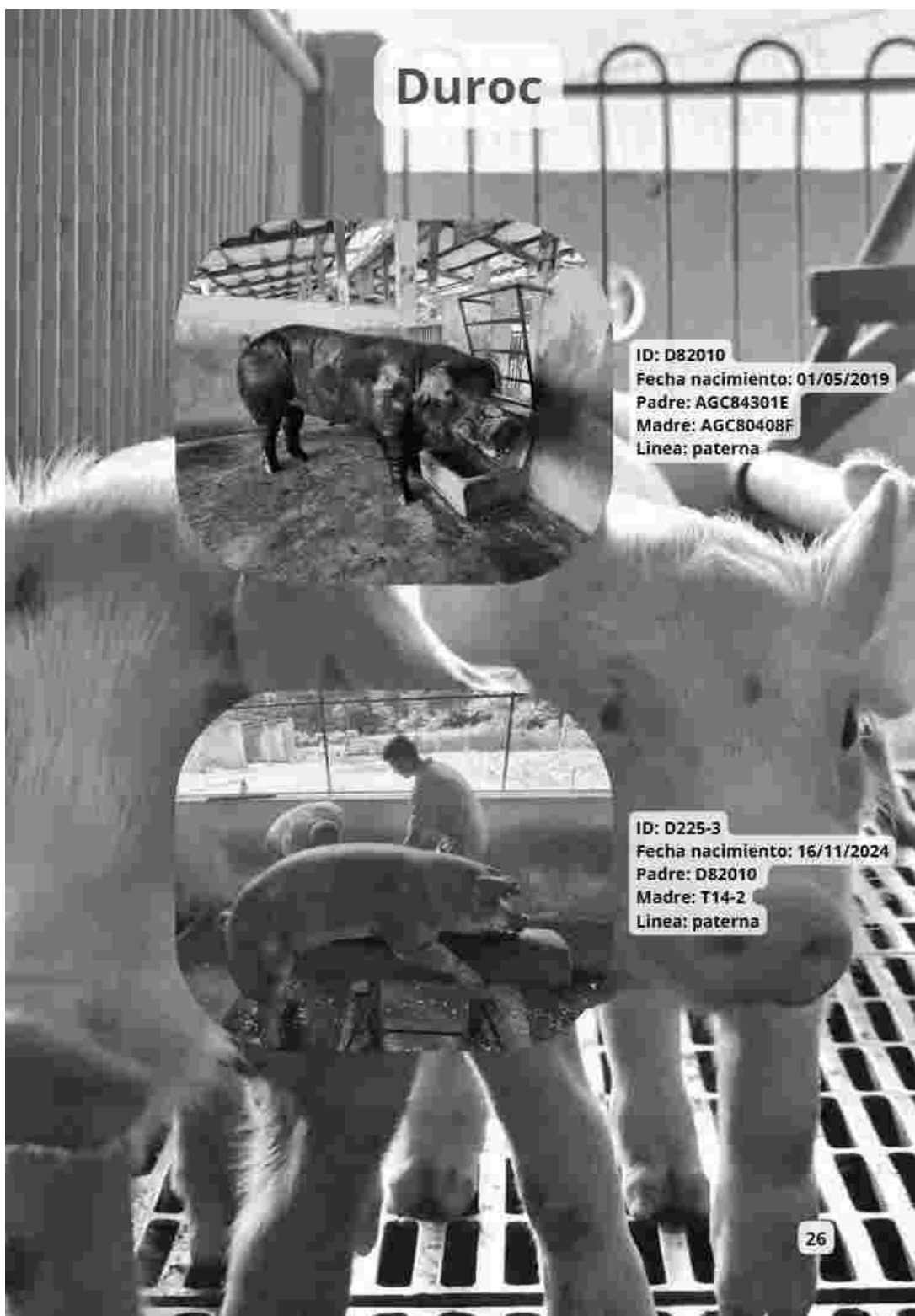
Padre:

Madre:

Línea: materna

Su función es detectar de celo.





Duroc

ID: D82010
Fecha nacimiento: 01/05/2019
Padre: AGC84301E
Madre: AGC80408F
Linea: paterna

ID: D225-3
Fecha nacimiento: 16/11/2024
Padre: D82010
Madre: T14-2
Linea: paterna

26

VI. CONCLUSIONES

Se determinó que el volumen seminal promedio fue de 321.03 ml, mostrando una amplia variabilidad entre razas, con la raza Pietrain como la de mayor volumen (484 ml) y la línea genética Topigs como la de menor volumen (277.2 ml).

La concentración espermática mostró valores por debajo de los estándares productivos, con la raza Large White presentando la mayor concentración ($198.9 \times 10^6/\text{ml}$) y Landrace la más baja ($105.2 \times 10^6/\text{ml}$).

En cuanto al número de dosis seminales, la raza Pietrain fue la de mejor rendimiento (15 dosis/eyaculado), mientras que Landrace obtuvo el menor (7.5 dosis/eyaculado). El promedio general es de 11.97 por eyaculado.

Se registró de manera completa el protocolo de inseminación artificial de la granja, elaborando una guía técnica que explica paso a paso desde la detección del celo hasta la aplicación del semen, esto permite ordenar mejor las actividades y comprender con claridad como deben realizarse los procedimientos.

Se elaboró un manual técnico que reúne y organiza la metodología estandarizada para el procesamiento de semen. Este documento servirá como referencia para asegurar que los procedimientos de colección y procesamiento de semen en el centro porcino se realicen siempre de manera consistente, con buena calidad y puedan replicarse correctamente.

VIII. BIBLIOGRAFÍAS

AMVEC (2002). *Ciclo estral de la cerda*. Asociación Mexicana de Veterinarios Especialistas en Cerdos. Recuperado de: <https://www.amvec.com/web/content/19371>

Argüello, P. (2002). *Evaluación económica de tres estrategias de reproducción para mejorar genéticamente la piara de Zamorano*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4c80b7c2-c12d-4afe-ae24-e62a915ad419/content>

ASPE (2022). Raza Yorkshire. Recuperado de: <https://aspe.org.ec/raza-yorkshire/>

Bovina, G. (2020, mayo 29). *Inseminación artificial: puntos a tener en cuenta en nuestras ganaderías*. Revista Genética Bovina Colombiana. Recuperado de: <https://revistageneticabovina.com/biotecnologia/inseminacion-artificial/>

Brizuela. M (2021) Topigs Norsvin. UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL. Managua, Nicaragua. Recuperado de: <https://cenida.una.edu.ni/Pasantia/panl02b862.pdf>

Calatayud, D. & Quintero, A. (2022). Características seminales de verracos alojados en ambiente controlado ubicado en trópico cálido. Perú. Recuperado: <file:///C:/Users/Allan%20Javier%20Mejia/Downloads/Raza%20topigs,%20parametros.pdf>

Compagnoni, V., Tittarelli, C. M., & Williams, S. I. (2019). Inseminación Artificial en la especie porcina: dosis inseminante en relación al lugar de deposición. *Analecta Veterinaria*, 39(2). Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de <https://portal.amelica.org/ameli/journal/25/25743007/html/>

Contegral.co (s/f). *Inseminación artificial en cerdas*. Recuperado el 24 de marzo de 2025 de: <https://www.contegral.co/noticias/inseminacion-artificial-en-cerdas>

Cuenca Condoy, M., & Avellaneda Cevallos, J. (2017). *Diluyentes utilizados en inseminación artificial porcina*. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009012.pdf>

Educación Continua (2013). *Inseminación Artificial en Cerdos –Universidad Veracruzana*. Recuperado de: <https://www.uv.mx/edu-cont/insemina-cerdos/>

Evaluación de calidad en semen porcino. (2020, agosto 5). *Porcinews*. Recuperado de: <https://porcinews.com/evaluacion-de-calidad-en-semen-porcino/>

Falceto, V. (2008). *Anatomía aplicada a la reproducción porcina*. Recuperado de: https://www.avparagon.com/pdfs/documentos/reproduccion/anatomia_inseminacion_mvfallceto.pdf

García, J. O. (2024, enero 11). *Diluyentes para inseminación con energía modulada línea fórmula de Medi Nova*. Actualidad Porcina. Recuperado de: <https://actualidadporcina.com/diluyentes-para-inseminacion-con-energia-modulada-linea-formula-de-medi-nova/>

Gesalor (2025) Pietrain. ciudad de Murcia, España. Recuperado de: <https://www.gesalor.es/pietrain-el-atleta-del-mundo-porcino/>

Gonzales J (2022). *Comparación de protocolos de sincronización para inseminación artificial a tiempo fijo en cerdas primerizas*. (2022). Universidad de Panamá. Recuperado de: https://up-rid.up.ac.pa/6291/1/julian_gonzalez.pdf

Jersimport. *Cáteter espiral de inseminación para marrana sin tapa*. Recuperado: <https://www.jersimport.com/producto/cateter-para-inseminacion/>

Knox. R (2015). *Evaluación de la calidad del semen de jabalí*. Estados Unidos. Recuperado: <https://porkgateway.org/resource/evaluating-boar-semen-for-quality/>

Laskar, S. Z., Talukdar, D., Ghosh, A., Lalrintluanga, K., Ahmed, F. A., Kalita, G., Tolenthomba, T. C., & Konwar, B. (2024). *Evaluation of Large White Yorkshire boar semen preserved at 18 °C*. Department of Animal Reproduction, Gynaecology & Obstetrics, College of Veterinary Sciences & A.H., Central Agricultural University, Aizawl, Mizoram, India. Recuperado de: file:///C:/Users/Allan%20Javier%20Mejia/Downloads/Resultado.pdf

Le Coz, P. (2007). *La inseminación de la cerda*. 3tres3.com. Recuperado de: https://www.3tres3.com/latam/articulos/la-inseminacion-de-la-cerda_10202/

Le Coz, P., Gil, J., Roca, J., Vázquez, J. M., Martínez, E. A., Sánchez, R., & Alexander (†), T. (2021, abril 27). *La dilución y la conservación del semen*. 3tres3.com. Recuperado de: https://www.3tres3.com/es-ar/articulos/la-dilucion-y-la-conservacion-del-semen_1049/

Le Coz, P., Roca, J., Vázquez, J. M., Martínez, E. A., Gil, J., Sánchez, R., & Alexander (†), T. (2010, octubre 15). *La recolección del semen*. 3tres3.com. Recuperado de: https://www.3tres3.com/latam/articulos/la-recoleccion-del-semen_10099/

Lopez Rodríguez, A., Van Soom, A., Arsenakis, I., & Maes, D. (2017). *Aetiology, diagnosis and treatment of infertility in female pigs*. Porcine Health Management, 3(1), 1–12.
<https://doi.org/10.1186/s40813-017-0062-5>

Main boar semen characteristics. (2012). *Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco*. Obtenido de <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/1562/FACTORES%20QUE%20INFLUYEN%20EN%20LA%20CALIDAD%20%20SEMINAL%20DEL%20VERRACO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, K. G. (2018, abril 8). Inseminación Artificial en cerdos; ventajas, desventajas y técnicas de inseminación. La Porcicultura.com. <https://laporcicultura.com/reproduccion-porcina/inseminacion-artificial-cerdos/>

Mazzarri, G. (1984). Control de la Reproducción e Inseminación Artificial en Cerdos. Obtenido: <http://www.sian.inia.gob.ve/FonaiapDivulga/fd15/texto/control.htm>

Minitube (2021). *Elección del diluyente para optimizar la producción de semen porcino*. Recuperado de: <https://www.minitube.com/catalog/es/header-navigation/temas-de-interes/eleccin-del-diluyente-3923/>

MSD Veterinary Manual. (s/f). *Manejo del verraco*. Recuperado el 2 de mayo de 2025, de: <https://www.msdsvetmanual.com/es/manejo-y-nutrici%C3%B3n/manejo-de-la-reproducci%C3%B3n-cerdos/manejo-del-verraco>

Martínez, L. (2024). *Impacto de la edad y el intervalo de descanso en la calidad y producción seminal en un centro de inseminación artificial*. Recuperado de: <https://www.porcicultura.com/articulos/impacto-de-la-edad-y-el-intervalo-de-descanso-en-la-calidad-y-produccion-seminal-en-un-centro-de-inseminacion-artificial-cia>

Najera J., Muñoz G. (2016). Evaluación de la calidad espermática del eyaculado y del semen comercial en cuatro razas porcinas. Universidad Autónoma de Tlaxcala, México. (Departamento de Agrobiología). Recuperado de: <file:///C:/Users/Allan%20Javier%20Mejia/Downloads/Evaluacion%20seminal.pdf>

Ortiz, J. C. (Coord.). (s.f.). Recolección del semen de cerdo: Protocolos y técnicas. Centro Intelectual de Analistas Porcinos (CIAP). [PDF]. Recuperado de <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/recoleccion-del-semen-de-cerdo.pdf>

PIC. (2017). *Manual de manejo para centros de sementales de PIC*. Recuperado el 2 de mayo de 2025, de: <https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Boar-Stud-Management-Guidelines-Spanish.pdf>

PIC. (2018) Manual de manejo para centros de sementales de pic. Recuperado de: <file:///C:/Users/Allan%20Javier%20Mejia/Downloads/Boar-Stud-Management-Guidelines-Spanish.pdf>

Porcinews (2020) *El manejo del semen y los factores de manejo afectan su calidad*. Recuperado de: <https://porcinews.com/el-manejo-del-semen-y-los-factores-de-manejo-afectan-su-calidad/>

Portal Veterinaria (2015). *Los diluyentes de inseminación artificial porcina*. Recuperado de: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/articulos/2736/los-diluyentes-de-inseminacion-artificial-porcina.html>

Portalveterinaria (2022). *Situación actual de la inseminación artificial porcina*. Obtenido: <https://www.portalveterinaria.com/porcino/secciones-patrocinadas/control-de-la-reproduccion/76/situacion-actual-de-la-inseminacion-artificial-porcina.html>

Ramos. D (2021). Topigs. Universidad Nacional De Agricultura, Catacamas Olancho, Honduras. Recuperado de: <https://es.scribd.com/presentation/497456788/Raza-Topigs>

Razasporcinas.com. (2023). Obtenido de: https://razasporcinas.com/como-se-usan-los-diluyentes-de-semen-para-inseminacion-artificial-porcina/?utm_source

RFEAGAS (2021). Landrace. Estado Español, a las Organizaciones de Criadores de Raza Pura, oficialmente reconocidas por el Ministerio y por las CCAA, a los Profesionales de la Ganadería, a las Universidades y a los Centros de Investigación, Selección y Reproducción. Recuperado de: <https://rfeagas.es/razas/porcino/landrace/>

RFEAGAS (2021). Large White. Estado Español, a las Organizaciones de Criadores de Raza Pura, oficialmente reconocidas por el Ministerio y por las CCAA, a los Profesionales de la Ganadería, a las Universidades y a los Centros de Investigación, Selección y Reproducción. Recuperado de: <https://rfeagas.es/razas/porcino/large-white/>

Sacristán (2020). Qué es la raza de cerdo Duroc. Recuperado de: <https://rodriguezsacristan.es/actualidad/que-es-la-raza-de-cerdo-duroc-sus-principales-caracteristicas/>

Solis. K. (2007). *Evaluación de la calidad de semen de verracos utilizados para inseminación artificial consumiendo Spermax Forte*. Zamorano. Honduras. Recuperado de: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/803dc9ff-f9b0-45f3-9fe1-603e4d51918a/content>

T., I. (2020). Comparación de métodos de evaluación de las características espermáticas del semen porcino comercial. Edu.co. <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/a1eecc0-f698-412c-aa09-65f8e560f3f1>

Tiempo. (s.f.). *Climaytiempo.es*. Obtenido de <https://climaytiempo.es/honduras/olanch-4041737/#:~:text=La%20regi%C3%B3n%20Olanch%20tiene%20un,media%20anual%20es%201132%20mm.>

Torrenes Midence, R.A.; Torrez Quiroz, K.R.; Vanegas, D.; López Flores, J.; Guevara Moya, L. 2014. Título del documento. Managua, NI: Universidad Nacional Agraria (UNA). Centro Nacional de Información y Documentación Agropecuaria (CENIDA). 58 p. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/textos/NL10U58.pdf>

TRTED. (s/f). Explicación de los resultados del análisis de semen. Recuperado el 2 de mayo de 2025, de: <https://www.trted.es/articulos/explicacion-de-los-resultados-del-analisis-de-semen>

UNAM. (2021). Aparato reproductor del macho. Obtenido de: Unam.mx. <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo2/aparato-reproductor-del-macho.html>

UNAM. (2021). Inseminación Artificial En Cerdos. Obtenido de: México, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). <https://reproduccionanimalesdomesticos.fmvz.unam.mx/libro/capitulo21/ia-cerdos.html>

Veterinariadigital.com. (2021). Obtenido de: <https://www.veterinariadigital.com/articulos/factores-que-influyen-en-el-rendimiento-reproductivo-del-cerdo-macho/>

Walling, G. & Maldjian, A. (2006). *Semen volume and concentration: how much to use and does it matter?* *The Pig Site. JSR Genetics*. Recuperado de <https://www.thepigsite.com/articles/semen-volume-and-concentration-how-much-to-use-and-does-it-matter>

ANEXOS

Anexo 57. Detección del celo.



Anexo 553. Recolección del semen del verraco bajo la técnica de mano enguantada.



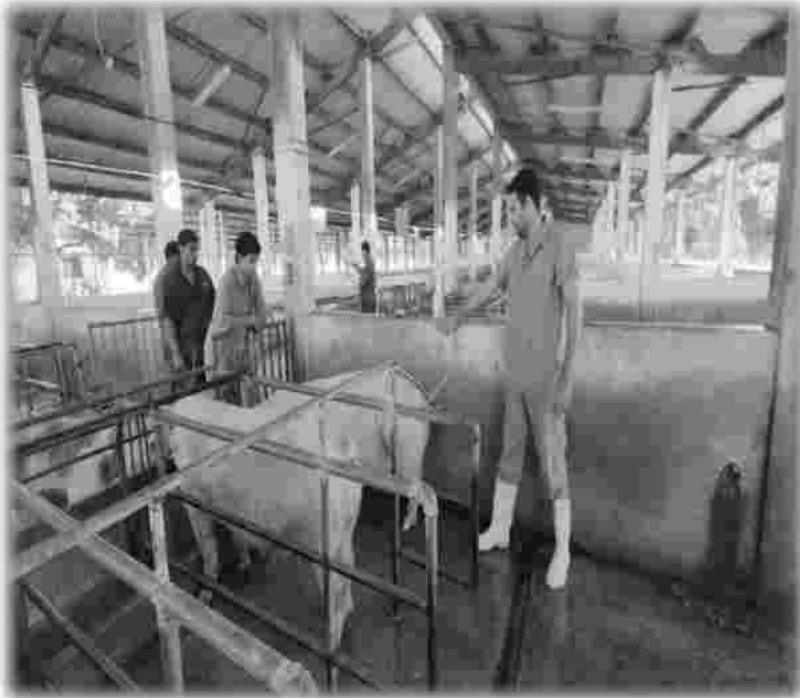
Anexo 3. Mezcla del diluyente con agua destilada y posteriormente incorporación del semen, con el fin de preparar las dosis necesarias para la inseminación.



Anexo 4. Llenado de dosis seminales para almacenamiento a 17°C.



Anexo 1066. Aplicación de la inseminación artificial en cerda



Anexo 1130. Registro de recolección y procesamiento de semen de los verracos.

Registros de recolección de semen. Raza: Pietrain					
ID Verraco	Fecha de colección	Volumen	Concentración	Cantidad espermática	# Dosis
0467	02/05/25	480	172	0.90	21
0467	21/05/25	425ml	112	0.90	12
0470	27/05/25	575 ml	133	0.90	20
0470	05/06/25	440	113	0.90	13
171-7	10/06/25	245	218	0.90	14
0467	11/06/25	550	100	0.90	14
171-7	14/08/25	270	202	0.90	14
0467	28/08/25	475	150	0.90	18
0467	16/09/25	595	125	0.90	19
0467	29/09/25	480	87	0.90	11
171-7	01/10/25	480	87	0.90	11
0467	06/10/25	650	130	0.90	22
0467	10/10/25	445	116	0.90	13
171-1	19/10/25	315	277	0.90	22
0467	26/10/25	285	203	0.90	15

Registros de recolección de semen. Raza: Landrace					
ID Verraco	Fecha de colección	Volumen	Concentración	Cantidad espermática	# Dosis
389-10	26/05/25	260 ml	116	0.90	8
266-7	26/05/25	305 ml	108	0.90	8
389-10	04/06/25	275 ml	74	0.90	5
389-10	10/06/25	330	81	0.90	7
182-8	21/08/25	320	167	0.90	14
38910	21/08/25	255	114	0.90	7
266-7	16/09/25	225ml	67	0.90	4
266-7	18/09/25	245	61	0.90	4
389-10	30/09/25	350	80	0.90	7
38910	04/10/25	245	92	0.90	6
182-8	11/10/25	255	172	0.90	11
38910	11/10/25	275	130	0.90	9
182-8	22/10/25	220	166	0.90	9
266-7		225	66	0.90	3

Registros de recolección de semen. Raza o línea: Topigs					
ID Verraco	Fecha de colección	Volumen	Concentración	Cantidad espermática	# Dosis
0551	21/05/25	250 ml	390	0.90	26
275-12	23/05/25	180 ml	222	0.90	10
227-7	14/08/25	270	200	0.90	14
275-12	21/08/25	360	134	0.90	12
227-7	21/08/25	315	56	0.90	5
0551	28/08/25	220	210	0.90	12
227-7	04/09/25	295	238	0.90	18
0551	16/09/25	150	248	0.90	11
0551	30/09/25	205	150	0.90	8
227-7	15/10/25	410	67	0.90	7
275-12	22/10/25	225	134	0.90	8
0551		195	180	0.90	9

Registros de recolección de semen. Raza: Duroc					
ID Verraco	Fecha de colección	Volumen	Concentración	Cantidad espermática	# Dosis
82010	27/05/25	235	84	0.90	5
82010	02/06/25	270	74	0.90	5
82010	07/06/25	215	84	0.90	5
82010	28/08/25	320	77	0.90	6
82010	18/09/25	215	50	0.90	3
225-3	14/08/25	270	200	0.90	14
225-3	21/08/25	275	184	0.90	13
225-3	04/09/25	390	167	0.90	17
225-3	20/09/25	425	155	0.90	17
225-3	25/09/25	150	230	0.90	9
225-3	04/10/25	355	95	0.90	9
820-10	08/10/25	315	168	0.90	14
225-3	27/10/25	265	183	0.90	12
82010		320	75	0.90	6

Registros de recolección de semen. Raza: York					
ID Verraco	Fecha de colección	Volumen	Concentración	Cantidad espermática	# Dosis
232-5	30/05/25	290 ml	156	0.90	12
232-5	06/06/25	240 ml	200	0.90	12
232-5	10/06/25	315	95	0.90	8
108-6	14/08/25	220	270	0.90	15
232-5	21/08/25	285	115	0.90	8
108-6	04/09/25	230	305	0.90	18
108-6	25/09/25	420	183	0.90	20
232-5	27/09/25	325	162	0.90	13
232-5	14/10/25	355	120	0.90	11

Registros de recolección de semen. Raza: Large White					
ID Verraco	Fecha colección	Volumen	Concentración	Calidad espermática	# Dosis
28-13	02/05/25	330	292	0.90	25
28-12	04/06/25	190	220	0.90	12
28-12	14/08/25	140	220	0.90	8
28-13	28/08/25	415	187	0.90	20
28-13	16/09/25	320	180	0.90	15
28-12	22/09/25	360	119	0.90	10
28-13	30/09/25	360	120	0.90	11
28-13	07/10/25	350	120	0.90	11
28-12	19/10/25	215	241	0.90	13
28-13	27/10/25	285	112	0.90	8
28-13		350	180	0.90	16