

# **Diseño de Estándares para el Procesamiento de Dosis Genética Líquida Porcina**

**Alejandra Castañeda López**

**Yaneth Goez Restrepo**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Medellín - Antioquia**

**2021**

**Diseño de Estándares para el Procesamiento de Dosis Genética Líquida Porcina**

**Alejandra Castañeda López**

**Yaneth Goetz Restrepo**

**Proyecto aplicado, presentado como requisito para obtener el título de Zootecnista**

**Asesor: Laura Posada**

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad**

**Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente**

**Medellín - Antioquia**

**2021**

**Página de aceptación**

---

---

---

---

Jurado

---

Jurado

---

Medellín, abril 8 de 2021

## **Agradecimientos**

Principalmente a Dios por darnos la vida y las fuerzas para levantarnos cada mañana con la energía vital para luchar por nuestro sueño, a nuestras familias por el apoyo incondicional y constante, por creer en nuestras capacidades, porque ha sido un proceso de momentos difíciles y satisfactorios que siempre han sido acompañados por maestros que nos han guiado, corregido y animado para seguir adelante y dar siempre lo mejor de cada una de nosotras, a los compañeros de estudio presentes durante todos estos años, gracias totales a todas y cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este proyecto, la gratitud es materializarlo y amarlo como una meta cumplida.

## Índice

	<b>pág.</b>
Agradecimientos	4
Índice de Gráficos	7
Índice de Ilustraciones	8
Índice de Anexos	9
Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
Planteamiento del problema	13
Justificación	14
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Marco de Referencia	16
Marco Conceptual	16
Marco teórico	19
Metodología	25
Descripción del Área de Estudio	27
Población	27
Muestra	28
Resultados y Análisis	30

Protocolo 1. Ingreso a Granjas Porcinas	49
Protocolo 2. Manejo del Cerdo Reproductor	54
Protocolo 3. Toma de Muestras y Recolección de Semen Porcino	56
Protocolo 4. Manejo de las Dosis Seminales en el Laboratorio	59
Conclusiones	61
Referencias	62
Anexos	67

## Índice de Gráficos

	<b>pág.</b>
Gráfico 1. Población encuestada por municipios del Norte de Antioquia	27
Gráfico 2. Muestra fin zootécnico	29
Gráfico 3. Participación por género en la porcicultura en el Norte de Antioquia	31
Gráfico 4. Porcentaje de edades de la población encuestada	32
Gráfico 5. Cantidad de personas graduadas por año	34
Gráfico 6. Nivel educativo de la población encuestada	35
Gráfico 7. Porcentaje de la población con algún tipo de dotación para laboratorio	36
Gráfico 8. Porcentaje de viabilidad de automatizar procesos	38
Gráfico 9. Porcentaje de productores con interés en asesoría	39

## Índice de Ilustraciones

	<b>pág.</b>
Ilustración 1. Registro de ingreso a granja	50



## Índice de Anexos

<i>Anexos A. Protocolo Ingreso al Laboratorio</i> .....	67
<i>Anexos B. Lista de Chequeo</i> .....	67
<i>Anexos C. Protocolo Colecta del Macho Reproductor</i> .....	67
<i>Anexos D. Análisis de la Calidad Seminal</i> .....	67

## Resumen

El proyecto titulado diseño de estándares para el procesamiento de dosis genética líquida porcina, es el diseño de un protocolo que busca orientar a los productores con herramientas sencillas para la gestión y producción de dosis seminales.

El cual tiene como objetivo principal integrar cada una de las etapas involucradas en la producción de dosis seminales porcinas, buscando mejorar en la porcicultura cada uno de los procesos que conlleva la recolección, el análisis, el almacenamiento y el traslado hasta la granja donde serán inseminadas las cerdas.

Logrando una mejor calidad e inocuidad en cada dosis seminal procesada y posteriormente utilizada en inseminación artificial IA.

En la porcicultura como en todo sistema productivo se deben seguir ciertos lineamientos de control para garantizar la inocuidad y calidad de los productos, con la dosis genética líquida especialmente de porcinos se debe tener especial cuidado y procurar un correcto manejo en cada una de las etapas en las que se involucra su procesamiento, aplicando técnicas, herramientas y acciones propuestas en el protocolo y así determinar el modo de ejecutar cada actividad involucrada en la producción de dosis para inseminación artificial porcina, de esta forma instruir a todo el personal involucrado en las diferentes labores tanto de granja como de laboratorios y que sea parte de las tareas diarias el apuntar a la calidad e inocuidad de cada dosis seminal.

### **Abstract**

The project titled Processing standards for liquid genetical doses on porks is the design of a protocol which aims to guide producers with basic tools for making seminal doses.

Its principal objective is to integrate each of the phases involved in the production of seminal doses on pigs with the goal of enhancing in pig farming each of the processes that involve recollection, analysis, storage and moving to the farm where the pigs are going to be inseminated.

This to achieve a better quality and safety on each processed seminal dose that will be used in the artificial insemination (AI).

In pig farming, like in any other system for production, one has to keep in mind several control guidelines to guarantee the safety and quality of the products. With the liquid genetic dose, special care has to be had with pigs with each of the phases that are part of the process. This is applying techniques, tools and actions proposed in the protocol with the aim to decide how to execute each involved activity in the production of insemination doses. All of this to teach all the involved personal in the different labour's from the farm, labs to the daily tasks that aim for quality and safety on each of the seminal doses.

## Introducción

El diseño de estándares para el procesamiento de dosis genética líquida porcina es un protocolo que busca integrar cada una de las etapas involucradas en la producción de dosis seminales, con el objetivo de brindar herramientas a los productores que mejoren sus procedimientos en las etapas en las cuales se involucra la extracción de semen porcino, el análisis, el almacenamiento, traslado y posterior uso de cada dosis seminal para Inseminación Artificial (IA).

En la porcicultura como en todo sistema productivo se deben seguir ciertos lineamientos de control para garantizar la inocuidad y calidad de los productos, con la dosis genética líquida especialmente de porcinos se debe tener especial cuidado al tratarse del manejo de una célula viva tan delicada y frágil como lo es un espermatozoide que luego va a dar vida a un animal que va a ser parte de una piara, que finalmente contribuirá a la productividad del sistema pecuario. Es por esto que es importante el diseño de cada uno de los manuales que componen el protocolo, para determinar el modo de ejecutar cada actividad involucrada en la producción de dosis para inseminación artificial porcina, de esta forma instruir a todo el personal involucrado en las diferentes labores tanto de granja como de laboratorios y que sea parte de las tareas diarias el apuntar a la calidad e inocuidad de cada dosis seminal.

***Palabras clave:*** biotecnología, genética, inseminación artificial, porcicultura, trazabilidad.

## **Planteamiento del problema**

Debido a todas las ventajas que tienen los sistemas pecuarios porcinos ha surgido la necesidad de la intervención de las prácticas tecnificadas, principalmente a nivel genético, es una de las especies con mayores cambios genéticos a lo largo de la historia, ya que fue uno de los primeros animales que domesticaron los humanos (Tomassi, 2017).

Gracias a todos los avances tecnológicos hoy en día se han alcanzado grandes logros en los procesos productivos y reproductivos en los sistemas de producción porcina, la carne de cerdo se posicionó de una manera favorable en la economía, compitiendo directamente con el pollo y la res (Cardenas, 2012), la mala imagen que tenía la carne de cerdo por ser considerado un animal sucio se ha ido cambiando notoriamente, garantizando a sus consumidores una buena inocuidad e higiene en sus procesos de producción. La demanda exige diariamente a los productores mejoramientos en sus parámetros reproductivos, sin desligar de estos los productivos.

Al enforzar uno de los procesos que juegan un papel muy importante en la industria, como es la producción de dosis seminales porcinas se encuentran aún vacíos en este sector pecuario y se evidencia que es un proceso al cual no se le ha dado la importancia que este requiere para optimizar la reproducción de los cerdos, con la implementación del protocolo para la obtención y procesamiento adecuado de dosis seminal porcina se busca integrar los procesos garantizando una mayor trazabilidad, lo que conlleva a la disminución de errores derivados del factor humano. El no aplicar protocolos y procedimientos estandarizados en la producción de dosis para inseminación artificial porcina ocasiona que se presenten desviaciones en los análisis y múltiples errores en los resultados de muestras producidas para la inseminación artificial.

## **Justificación**

La porcicultura es una de las ramas de la zootecnia que participa con mayor fuerza en los mercados de nuestro país e incluso a nivel internacional (Fajardo, 2019) aportando en buena medida con la seguridad alimentaria de la humanidad; con el transcurso del tiempo los productores diariamente buscan mejores rendimientos, fertilidad y características en los animales que representen parámetros productivos cada vez mejores, como son la ganancia de peso y conversión diaria, para luego obtener mejores rendimientos en canal, visibles por un bajo porcentaje de grasa, calidad de carne y mayor rentabilidad.

Para dar cumplimiento a todos estos ítems este proyecto busca aportar protocolos que mejoren el procesamiento de dosis para la inseminación artificial porcina, que brinden mayor control en el procesamiento genético y mejores índices reproductivos en granjas, apalancados en toda una cadena de procesos y estándares que permitan integrar los procedimientos que abarcan la producción de dosis seminales viables que aporten a mejores rendimientos, logrando con eficiencia que se alcance mayor porcentaje de éxito en los indicadores reproductivos de granjas.

El protocolo diseñado para la obtención de dosis seminales para inseminación artificial porcina permite optimizar la viabilidad de las muestras, por su correcto manejo y empaque, haciendo de este un producto que cumpla con todos los estándares en cuanto a procesamiento, almacenaje y posterior traslado a granjas, sin sufrir cambios en la calidad y poder ser utilizadas como dosis viables para inseminación artificial porcina.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Elaborar protocolos que permitan estandarizar el manejo y el procesamiento de dosis seminales para la inseminación artificial porcina.

### **Objetivos Específicos**

- Implementar a partir de los protocolos de estandarización de procesos, la homogenización de los resultados en granja, luego del procesamiento de cada dosis seminal.
- Disminuir fallas humanas en los procesos, con la eliminación de procedimientos que dependen de una percepción propia del ojo humano.
- Diseñar un checklist o listado de chequeo que permita llevar un control de la información generada en la obtención de dosis seminales para inseminación artificial porcina.

## Marco de Referencia

### Marco Conceptual

- **Genética:** es una rama de la biología que se encarga de estudiar como ocurre en todos los seres vivos la transmisión de caracteres hereditarios, que son pasados de una generación a otra, es decir de una generación a su descendencia (Instituto Bernabeu Biotech, 2020).  
Los genes son esa información almacenada en todos los organismos vivos y que son empleados para transferir a la descendencia, información codificada de instrucciones que sintetizan todas las proteínas, proteínas que finalmente ayudan a hacer visibles aquellos rasgos tanto físicos como de conducta característicos de un individuo (Biotech, 2020).
- **Porcicultura:** es la rama de la zootecnia que se encarga de criar, reproducir y comercializar cerdos, incluyendo un conjunto de técnicas y métodos que van desde diversos planes alimenticios, pasando por planes sanitarios que incluyen diversos protocolos de bioseguridad, cuidado de la salud animal, cuidado del ser humano y cuidado del ambiente, con adecuaciones especiales de infraestructura e instalaciones apropiadas para las labores diarias de una granja de cerdos, que garanticen la producción de carne de la mejor calidad (Achila y Sanchez, 2017).
- **Biotecnología:** es una rama multidisciplinaria porque involucra en sus estudios ciencias como la biología, la química y varios procesos que son usados en diferentes áreas como son la agricultura, la industria farmacéutica, la ciencia de los alimentos, ciencias forestales e incluso la medicina (Bertran, 2015).



- La biotecnología utiliza organismos vivos o algunas de sus partes aplicando diferentes técnicas, métodos y procedimientos especiales que llegan a dar como resultado la producción de una gran variedad de productos.

La biotecnología moderna está aplicando en la actualidad ingeniería genética haciendo de esta una herramienta utilizada para transferir ADN de un organismo a otro logrando en un gran número de casos una importante modificación genética de microorganismos, plantas y animales que logran mejoras importantes para el sector agropecuario (Uscátegui et al., 2011).

- Inseminación: cuando hablamos de inseminación dirigimos este concepto a la Inseminación Artificial (IA) para el caso aplicada en cerdas, puesto que es una rama de la biotecnología que se aplica en diferentes sistemas para la reproducción, en ella no se da lugar a la monta natural ya que este proceso se sustituye por la intervención directa del hombre.

La IA porcina es una técnica reproductiva que busca por medio de la intervención del hombre, con el uso de protocolos y procedimientos lograr la fecundación de una hembra sin el contacto directo con el macho (Ochoa, 2002).

- Trazabilidad: es tener la capacidad de rastrear donde tuvo lugar una actividad, un proceso, un producto, una organización o una persona, cual es su historia o cual ha sido su ubicación, todo esto gracias a diferentes registros almacenados (Blanco y Gómez, 2015).

Una trazabilidad completa nos brinda información acerca del qué, del cuándo, el dónde y el por qué de cualquier producto o proceso. Pudiendo identificar la ubicación y la condición del pasado y el presente de un producto o proceso, se puede conocer su historia y tener información oportuna a la mano (Smith, 2000).

- Fertilidad: según la Real Academia Española RAE, fertilidad es cualidad de fértil y la palabra fértil a su vez se define como aquello que produce mucho o aquello que es capaz de reproducirse (Real Academia Española, 2019).

Para el caso hablar de fertilidad en una piara o a nivel de reproducción animal se dice que es la capacidad que tienen tanto hembras como machos para producir y liberar gametos maduros fisiológicamente y que estos sean aptos para fecundar es decir los espermatozoides y que puedan ser fecundados es decir lo óvulos (López del Pino y Calderón, 2015).

- Prolificidad: esta palabra viene de prolífico o prolífica y hace referencia a la capacidad de reproducirse en abundancia (Real Academia Española, 2019).

Con el aumento en la producción de cerdos a nivel mundial los productores han ido realizando cruces de razas buscando resultados de animales híbridos con mejores características genéticas favorables para la productividad. La prolificidad es una de esas características favorables deseadas en un sistema productivo en porcicultura, ya que contar en los sistemas con cerdas capaces de parir el mayor número de lechones en un parto es muy favorable económicamente.

Uno de los indicadores a tener en cuenta en un sistema productivo es la prolificidad real siendo este indicador el número de lechones que nacen por parto y se encuentran en buen estado de salud y por otro lado también es importante calcular la prolificidad aparente, cálculo en el cual se incluyen además los lechones nacidos muertos teniendo en cuenta que son datos muy relativos e incluso difíciles de manejar pero que dependen en gran medida del genotipo de las hembras (Trolliet, 2005).

## Marco teórico

La porcicultura o crianza de cerdos bajo parámetros de reproducción y producción tecnificados ha tenido un gran aumento y avance en nuestro país, gracias a las características de esta especie se ha logrado posicionar en el mercado de una manera muy positiva, teniendo una gran participación de consumo (Zuluaga, 2018). Los productores han aprovechado sus características genotípicas y fenotípicas, las cuales se manifiestan en atributos muy favorables de los animales para tener sistemas productivos con condiciones óptimas y rentables para la producción de carne de una mejor calidad.

Algunas de las características más aprovechables de los cerdos en los sistemas productivos son su gran capacidad de adaptabilidad a diversos climas y ambientes (González, 2005) además que poseen un ciclo reproductivo que no supera los 4 meses, factor muy positivo en los sistemas productivos. Cuentan con una excelente capacidad de conversión alimenticia, mejorando aún más cuando se implementan dietas bien balanceadas.

El cerdo desde los orígenes de su domesticación hasta la actualidad ha tenido una gran transformación en cuanto a cambios genéticos, que han permitido un mayor aprovechamiento del animal en la industria, es una de las pocas especies que todas sus partes son aprovechadas: carne, huesos, vísceras e incluso pelo y sangre son comercializados.

La comercialización de carne de cerdo en nuestro país ha tenido un incremento importante a lo largo de los últimos años, según el ministerio de agricultura en promedio el sector Porcícola ha tenido un crecimiento anual del 7,2%, siendo el departamento de Antioquia el mayor productor del país con una participación del 45% seguido por Cundinamarca con una participación del 18,1% luego se encuentra el Valle del Cauca con una participación del 15%

seguido por el Eje Cafetero y el Meta con una participación de 8,6% y 5,6% respectivamente (González, 2005).

Para que la comercialización de carne de cerdo sea posible es importante garantizar las mejores técnicas de reproducción, siempre procurando el bienestar animal y las buenas prácticas ganaderas aplicadas en cada una de las etapas del sistema porcícola.

En condiciones naturales el apareamiento se da lugar con el celo de la hembra, la cual intenta montar a otras hembras, comportamiento propio de esta etapa; una vez que esta llegue donde el verraco o macho reproductor se inicia un cortejo por medio de gruñidos suaves, golpes con el hocico, olfateo e intentos de monta, la hembra a su vez luego del cortejo responde con un reflejo de inmovilidad que finaliza la monta natural (González, 2005).

Con la búsqueda de una mayor productividad en los sistemas, mejoras sanitarias y económicas, las técnicas de inseminación artificial (IA) se han ido mejorando y optimizando con el objetivo de minimizar errores causados por la intervención del hombre y la misma monta natural. Al utilizar IA es necesario seguir un protocolo previamente establecido y unas técnicas que maximizan el éxito y la efectividad del proceso de inseminación, reduciendo fallas que se puedan presentar durante el proceso, con el fin de lograr un aumento en la productividad favorable para el porcicultor.

Con el trabajo organizado y estructurado de los laboratorios genéticos se estandarizan procedimientos para el procesamiento de semen porcino, contribuyendo a la automatización de los procesos y a la homogenización de resultados en los parámetros, reduciendo riesgos de error y obteniendo información efectiva y real.

En el texto del ICA resolución 020033 del 05 de Mayo 2016 se considera que:

“El Instituto Colombiano Agropecuario - ICA es el responsable de prevenir, controlar y erradicar las enfermedades que afectan a los animales de importancia zootécnica en el territorio nacional tanto en la producción como en la calidad de sus productos.

El numeral 4 del artículo 6 del Decreto 4756 de 2008, establece que es función del Instituto ejercer el control técnico de la producción y comercialización de los insumos agropecuarios, material genético animal y semillas para siembra con el fin de prevenir la introducción de plagas o enfermedades que puedan afectar la sanidad agropecuaria y la inocuidad de alimentos en la producción primaria.

Que a través del material genético se pueden transmitir enfermedades que ocasionan grandes pérdidas económicas en el sector pecuario nacional, por lo que se hace necesario establecer los requisitos sanitarios y de bioseguridad que deben implementar las personas naturales y jurídicas que se dediquen a la recolección, procesamiento e importación de material genético de especies de interés zootécnico” (ICA, 2016).

La implementación de un protocolo de laboratorio permite a los productores cumplir con la normativa y poder certificar sus procesos en BPB (Buenas Prácticas de Bioseguridad) velando por el cumplimiento de toda medida y proceso que permitan tener una evaluación, prevención, verificación, e inspección de un probable riesgo sanitario en cualquiera de las etapas que conforman la producción de las dosis seminales: colecta, análisis, procesamiento, almacenamiento y transporte.

En la actualidad existen algunos protocolos que nos pueden ayudar en la obtención de dosis seminales porcinas, sin embargo debemos entender la responsabilidad que se adquiere con el procedimiento y como lo debemos volver un plan o un método de trabajo que se establezca como una regla a seguir en todas las etapas que se involucran en la producción de dosis

seminales porcinas viables para IA, todo esto con el fin de lograr construir un procedimiento que detalle de manera específica y cronológica las actividades a realizar buscando obtener dosis de la mejor calidad e inocuidad.

Algunos protocolos encontrados no detallan las pautas a seguir cuando se ingresa a una granja de cerdos, a un laboratorio de procesamiento genético o el paso a paso del manejo que se le debe dar al cerdo antes, durante y después de la extracción del semen o los lineamientos que se deben seguir con el semen para su conservación, almacenamiento, transporte y posterior uso, dejando enormes vacíos en la industria que limitan la capacitación de personal nuevo, de introducción de nuevas metodologías o simplemente de mejorar las condiciones existentes con el objetivo de obtener mejores resultados.

Algunos procesos de elaboración de dosis y evaluación de la calidad seminal hablan de seleccionar verracos en función de la cantidad de dosis que se hayan solicitado previamente y teniendo en cuenta el ritmo de recogida que se tenga establecido acudiendo a registros informáticos que almacenen información práctica acerca del macho (Midence et al., 2014).

Se habla de una estimulación visual del macho al encontrarse alojado en naves con barrotes que le permiten ver a otros animales, mencionando esto como un ahorro de tiempo a pesar de que algunas razas de cerdos son más problemáticos que otros para realizarse el proceso de extracción del semen (Midence et al., 2014)

La recogida del semen se realiza utilizando doble guante con el objetivo de realizar la limpieza previa y otro para realizar la extracción del semen como tal. Ya en el momento en el cual el verraco se encuentra sobre el potro de recogida se vacía el saco prepucial donde se acumulan restos de orina y semen que puede ser una fuente importante de contaminación. Una vez que el cerdo está excitado y permite la exposición del pene se debe realizar una estimulación

manual ejerciendo una pequeña presión al pene con cuidado de no ocasionar ningún daño al animal, manteniendo el pene firme y estimulado mediante suaves movimientos se da la eyaculación, teniendo en cuenta que se debe identificar la fracción pre espermática, la cual no se debe recoger, pues su principal función es la de lubricar la uretra, esta suele ser de color transparente y puede llegar a tener una carga contaminante (S. Martínez, 2015).

Luego es importante identificar la fracción rica en espermatozoides de color lechoso, esta fracción sale a continuación de la fracción pre espermática y generalmente llega con un alto número de espermatozoides. Luego se presenta la fracción post espermática, es una fracción pobre y acuosa, generalmente transparente y con un número muy bajo de espermatozoides por lo que es importante evitar también recoger esta fracción y que el contenedor final solo tenga la fracción rica en espermatozoides, permitiendo de esta forma que la muestra tenga una mejor calidad del semen (S. Martínez, 2015).

Los métodos para valoración de semen porcino han tenido un excelente desarrollo, buscando tener cada vez más información que permita evaluar la capacidad de fertilidad de los machos reproductores. Los análisis de calidad seminal se realizan principalmente con el objetivo de detectar posibles problemas de infertilidad en los machos lo que afecta notablemente que se puedan realizar dosis seminales de calidad (R. Martínez, 1998).

El paso a seguir luego de la extracción del semen, es retirar el filtro del vaso de recogida en lo que se puede denominar como zona de pre laboratorio para identificar la muestra relacionándola con el macho, su raza y el operario que realizó la extracción y en este momento ser enviada al laboratorio para su análisis y valoración. Es en esta área donde se debe almacenar toda la información referente al eyaculado, datos tales como la determinación de la calidad seminal; con la ayuda de un sistema informático se calcula la cantidad de dosis a procesar,

permitiendo un trabajo organizado y facilitando el acceso a toda la información almacenada referente a cualquier animal y con datos históricos que permiten diferentes posibilidades de gestión del centro de reproducción (Ubeda, 2012).



## Metodología

Con el crecimiento del sector porcícola en Colombia surge la idea de desarrollar un protocolo que permita garantizar los estándares de calidad en la obtención de dosis para inseminación artificial porcina.

En este espacio se realiza la descripción del diseño de investigación que se utilizó para recopilar toda la información necesaria con el fin de lograr los objetivos propuestos en este trabajo.

Inicialmente se procedió a realizar un estudio estadístico de la población de porcicultores del Norte de Antioquia, lugar donde se concentra la mayor parte de porcicultores, se tomó como muestra aquellos productores que tuvieran entre 50 y 500 hembras reproductoras, con el fin de recolectar información actual de cómo se está realizando el procesamiento genético en las diferentes granjas y sus parámetros reproductivos obtenidos con sus procedimientos actuales.

La recolección de la información se realizó mediante la implementación de una encuesta como herramienta metodológica, teniendo en cuenta que entre los procedimientos reconocidos para llevarla a cabo contamos con el medio presencial, el medio telefónico, el medio postal y el medio digital, se escogió este último como método más viable y seguro en este momento para llevar a cabo nuestra investigación (Torrado, 2004).

Buscando obtener los mejores resultados se consideró a la encuesta descriptiva ya que se adapta a las encuestas en línea, siendo esta planeada y estructurada con anticipación con un diseño tal que facilita el análisis estadístico con la información recopilada (Díaz de Rada, 2001). Una vez se recopilaron los datos necesarios se realizó un análisis predictivo que permitió identificar las oportunidades de mejora y el valor agregado que con este proyecto podemos

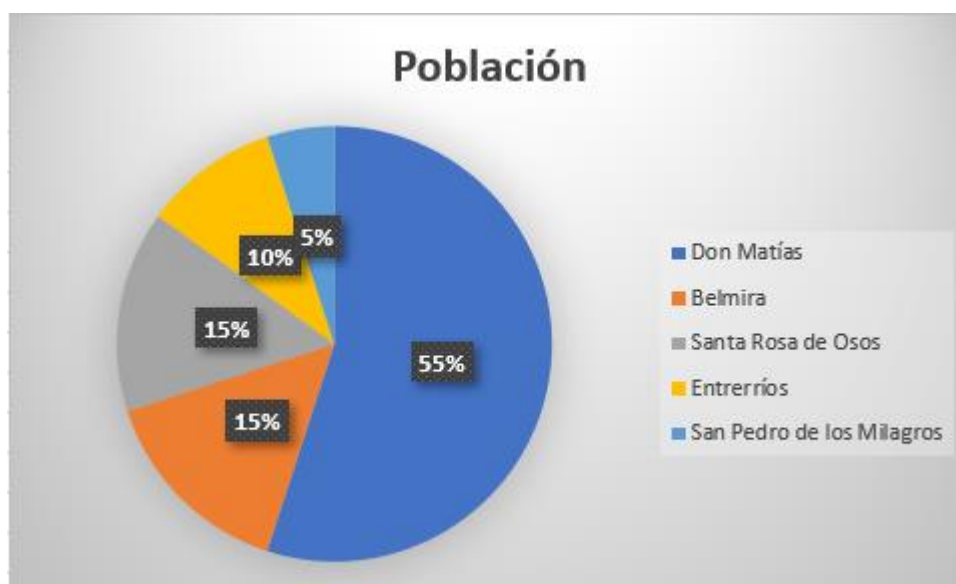
aportar para mejorar los parámetros reproductivos y por ende los productivos, con la ayuda de protocolos estandarizados que permiten la trazabilidad total de cada una de las etapas involucradas en la producción de dosis seminales porcinas.

## Descripción del Área de Estudio

### Población

El estudio estadístico se desarrolló en el departamento de Antioquia, principalmente al norte, el cual se encuentra conformado por 17 municipios, estas tierras refugian el 3,9% del total de personas que habitan en el departamento, según estadísticas del DANE a 2017 (Instituto Popular de Capacitación, 2018). En el siguiente gráfico se pueden observar los municipios que tuvieron participación en población analizada.

**Gráfico 1. Población encuestada por municipios del Norte de Antioquia**



La mayor concentración de datos se obtuvo del municipio de Don Matías ubicado a 47 km de Medellín, se ubica sobre los 2.200 msnm, y mantiene en promedio una temperatura media de 16°C haciendo de este, un lugar ideal para sistemas productivos como el de la porcicultura, razón por la cual ocupa el primer puesto en el departamento por participación en la actividad porcina, son miles los cerdos que mensualmente salen de las granjas tecnificadas para abastecer no solo al departamento de Antioquia sino también al resto del país (DonMatías, 2015).

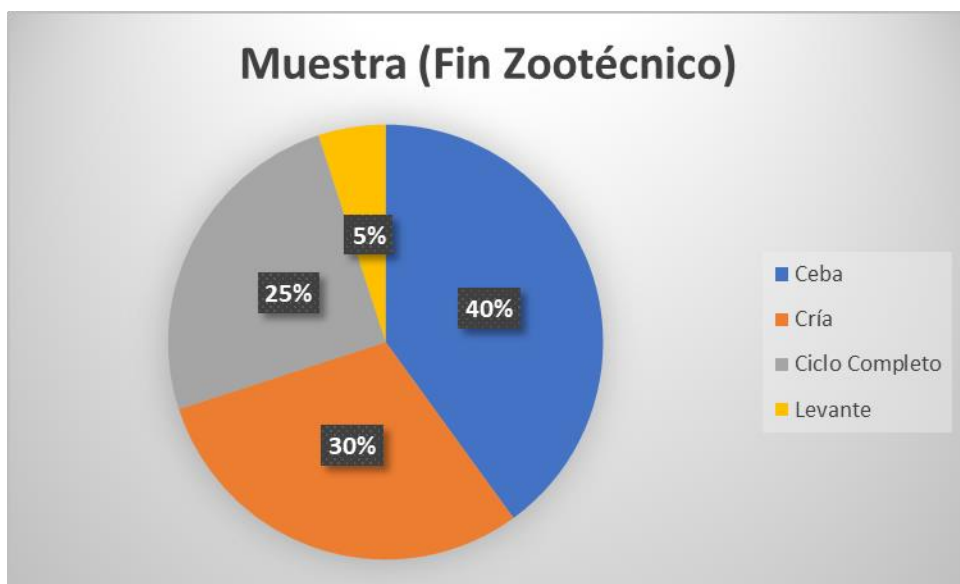
## **Muestra**

La muestra fue tomada aleatoriamente entre los productores de sistemas porcícolas de la zona, con sistemas productivos que tuvieran activas entre 50 y 500 hembras reproductoras teniendo en cuenta que se tratara de granjas tecnificadas las cuales cuentan con sistemas con parámetros productivos, ambientales y sociales encaminados a mejorar sus procesos, con una alta probabilidad de introducción a sus granjas de nuevas metodologías y de implementación de protocolos estandarizados y tecnificados para procesamiento de dosis seminal porcinal, lo que les garantiza introducir mejores genéticas y aumentar la productividad de los sistemas.

Luego de la identificación de los productores caracterizados con las condiciones anteriormente mencionadas, se realizó la encuesta a 20 productores de la zona escogidos aleatoriamente. La encuesta se llevó a cabo de manera virtual, enviando un formulario que constaba de 16 preguntas, con el fin de recopilar la información necesaria para determinar qué tan viable es el proyecto planteado, se indagó principalmente sobre el manejo reproductivo que tiene cada granja, por ejemplo: de dónde adquieren sus reproductoras/es, si las dosis seminales son procesadas en granja y con qué equipos cuentan, la existencia de un protocolo para el

procesamiento, y lo mas importante, el interés que tienen en recibir asesoría con el fin de buscar oportunidades futuras que les permitan a los porcicultores mejorar sus parámetros.

**Gráfico 2. Muestra fin zootécnico**



## **Resultados y Análisis**

Como producto de la encuesta pudimos determinar que:

Cada vez es más notorio en el sector agropecuario y en diferentes áreas de la industria un incremento importante en la participación de la mujer, asumiendo diversos roles en contextos que van desde el cuidado de los animales, hasta la búsqueda de mejores oportunidades de comercialización de sus productos, en sistemas productivos como los pecuarios incluidos los de la porcicultura en algunos sectores y en hogares campesinos se ha involucrado a la mujer en tareas que años atrás fue exclusivamente labor del hombre cabeza de hogar, sin embargo aún siguen siendo poco reconocidas realmente o valoradas las labores que estas asumen en los sistemas productivos.

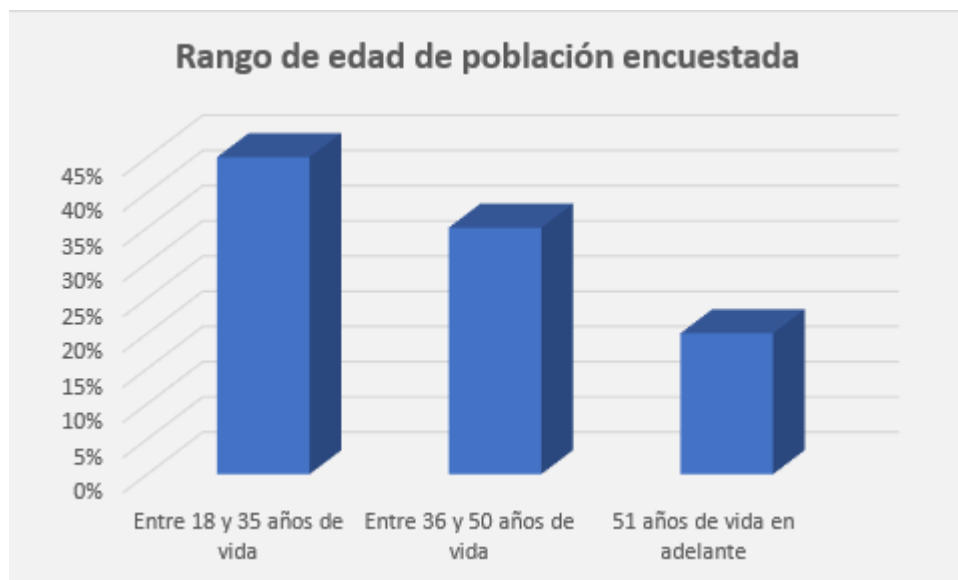
Los datos demuestran que aún sigue siendo alto el porcentaje de hombres que figuran a la cabeza, como administradores de estos sistemas y en la encuesta se muestra según cifras que un 85% de la población encuestada son hombres y solo un 15% de esta población son mujeres, quienes se encuentra al frente de estos sistemas, puede parecer poco, sin embargo esto no quiere decir que detrás de cada sistema productivo de esta pequeña población encuestada no se encuentren mujeres realizando diferentes tareas al interior de las granjas y en actividades incluso alternas que contribuyan al funcionamiento del mismo sistema.

**Gráfico 3. Participación por género en la porcicultura en el Norte de Antioquia**



Es importante también mencionar la participación de los jóvenes en el sector y valorar lo que representa para un sistema pecuario tener en frente de sus labores en su gran mayoría a una población menor a los 35 años, quienes se están encargando de labores de direccionamiento en granjas y se están encargando no solo de controlar que se realicen las labores diarias de manejo y sostenimiento de los animales si no que además están implementando metodologías nuevas para mejorar tanto parámetros productivos como reproductivos dentro de sus granjas y que esto les permita obtener mejores resultados productivos, crecer en el sector y poder tener mayor participación en el mercado siempre cumpliendo con los estándares exigidos por la norma para ser más competitivos en el medio cada día.

**Gráfico 4. Porcentaje de edades de la población encuestada**



La encuesta adicionalmente nos da la oportunidad de conocer el nivel educativo de las personas encargadas de los sistemas productivos, sistemas que cultural o tradicionalmente han sido administrados por campesinos que realizan o realizaban sus labores de forma empírica, con conocimientos basados principalmente en sus propias experiencias y en los conocimientos transmitidos de generación en generación.

Muchos de los productores de la región tuvieron sus inicios en las llamadas granjas de traspatio, como medio para obtener productos para el sustento diario, productos que con el tiempo en algunos casos, se convirtieron en el sustento familiar no solo por satisfacer la necesidad de obtener productos para su consumo interno, si no que además tenían la posibilidad de expandir estos sistemas a granjas productivas para la comercialización de diferentes productos, como son los cerdos cebados para sacrificio, lechones, hembras y machos para reproducción o reemplazos, algunos derivados como la porquinaza entre otros.



La necesidad de seguir en constante evolución y sostenimiento de estos sistemas los ha obligado a mejorar sus condiciones de infraestructura y de manejo en general de granjas y animales, y por ende sus conocimientos técnicos sobre porcicultura, conocimientos que deben ser aplicados e implementados para ser mas competitivos y eficientes en el mercado.

Muchos de estos productores como ya se mencionaba antes obtuvieron sus conocimientos de forma totalmente empírica o sus conocimientos fueron heredados de sus mayores, sin embargo, cabe mencionar que el nivel educativo en nuestro país ha tenido un aumento considerable, comparado con los años 80 por ejemplo, según conversaciones con nuestro padres las personas que lograban obtener un título profesional en la época era menor, hoy en día es mayor el numero de personas que han logrado ser profesionales, dicen que las oportunidades han aumentado y que las instituciones cuentan con más alternativas de estudio que se adaptan a entornos urbanos, rurales, de tiempo compartido entre trabajo y estudio, medios presenciales en diversos horarios, medios virtuales y combinados ambos medios, en definitiva se considera que las posibilidades son aún mayores.

Para corroborar estas teorías es posible validar datos registrados por el Ministerio de Educación con corte a junio de 2019 que dicen que en el año inmediatamente anterior es decir a 2018 en el país se presentaron a algún tipo de institución de educación superior, con el deseo de estudiar una carrera alrededor de 1.829.525 personas, de las cuales 873.753 personas fueron hombres y la restante cifra de 955.772 personas eran mujeres, de este total solo 866.779 personas fueron admitidas en alguna de estas instituciones de educacion superior, 415.022 de estos admitidos fueron hombres y 448.856 personas admitidas fueron mujeres, de todo este total de admitidos para algún tipo de pregrado se matricularon para el primer semestre de la carrera un total de 720.524 personas de las cuales 352.744 personas son hombres y 367.780 son mujeres, de

estas 720.524 personas matriculadas en su primer semestre de carrera 2.392 personas se matricularon en carreras como Administración de Empresas Agropecuarias y Zootecnia, lo que puede dar un indicador importante de que el sector agropecuario incluído el área de la porcicultura tiende cada vez más a ser una actividad administrada y manejada por profesionales (Mineducación, 2020).

Para tener una mejor visión del aumento de profesionales que tenemos en nuestro país, mostramos el número de personas graduadas por año en carreras como Administración de Empresas Agropecuarias y Zootecnia vistas a través de una línea de tiempo con datos desde el 2001 hasta el año 2018 donde se puede apreciar un incremento considerable (Mineducación, 2020).

**Gráfico 5. Cantidad de personas graduadas por año**

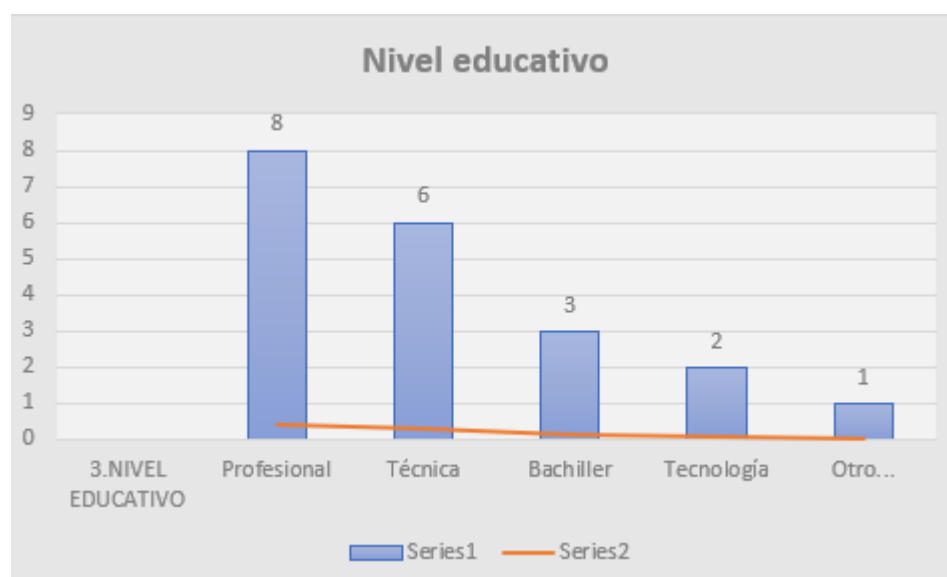


Es importante mencionar que en el año 2001 en carreras como Administración de Empresas Agropecuarias y Zootecnia se graduaron un total de 648 personas en todo el país, en el

rango de tiempo entre el año 2001 y el 2018 el año con un mayor número de graduados en estas carreras fue el año 2014 con un total de 1.175 personas, el cual es un aumento muy considerable; como dato adicional tenemos que el total de personas graduadas para estas carreras en el año 2018 fue de 891 personas, aunque este número no muestra una tendencia constante de aumento en relación a los años analizados sigue siendo un aumento con el pasar de los años si lo comparamos con el año 2001.

Después de este análisis no es extraño que entre la población encuestada haya un buen porcentaje de profesionales administrando sistemas productivos en el sector pecuario, esto es importante para una zona tan influyente para la porcicultura como es el Norte de Antioquia.

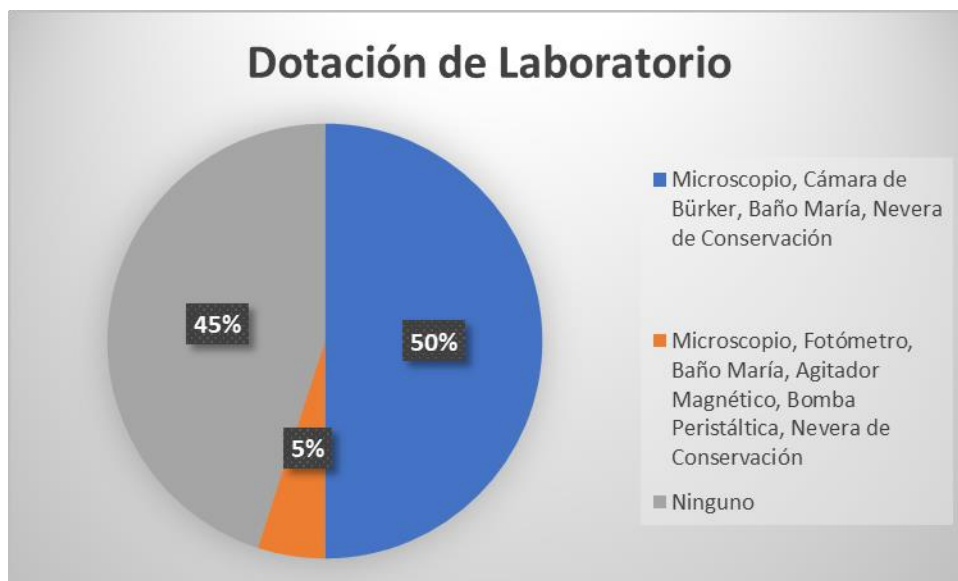
**Gráfico 6. Nivel educativo de la población encuestada**



Para la obtención de dosis seminales porcinas se requiere de una dotación mínima de algunos instrumentos y equipos por los cuales se indagaron en la encuesta, dando a conocer que el 50% de esta población cuenta con un laboratorio dotado con equipos básicos para el análisis de

semen y previo procesamiento de las dosis, un 5% cuenta con un laboratorio un poco mejor equipado tecnológicamente hablando, y un 45% no cuenta con laboratorio genético en su granja.

**Gráfico 7. Porcentaje de la población con algún tipo de dotación para laboratorio**



Teniendo en cuenta que el éxito reproductivo depende principalmente de tres condiciones: calidad seminal, condición de la cerda y factores externos; es de vital importancia la adecuación propicia de los laboratorios que sean destinados para el procesamiento de las dosis seminales y en ellos aplicar todos los protocolos necesarios para garantizar la inocuidad y calidad de cada muestra analizada y cada dosis seminal porcina procesada.

La calidad de los materiales, el agua, el diluyente, la metodología, entre otros son piezas que hacen parte de un engranaje y a medida que estas son cambiadas con el fin de propiciar una mayor precisión vamos disminuyendo errores en los análisis y las lecturas del semen procesado,

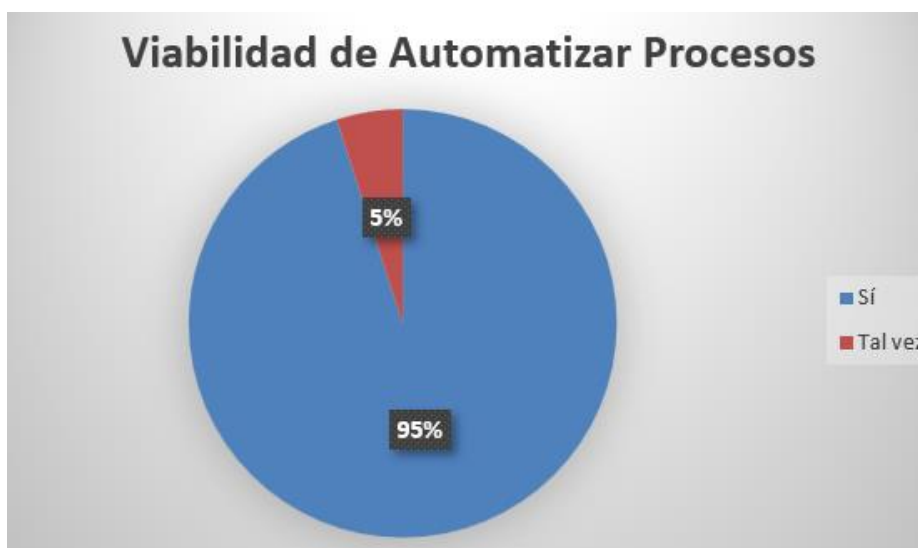
garantizando una excelente calidad de las dosis, de ahí la importancia de aplicar en cada etapa los protocolos estandarizados y tecnificados para procesamiento de dosis seminal porcina.

El 50% de la población encuestada tiene establecido un protocolo para el procesamiento de dosis seminales, el otro 50% no. No podemos condicionar los resultados a un sí y un no, el que ya se tenga establecido algo no quiere decir que no existan oportunidades de mejora, de cambios que proporcionen una estandarización de los parámetros actuales de las granjas, y por qué no, un posible aumento en estos. La población que no cuenta con un protocolo o con un laboratorio, es en algunas ocasiones quienes prefieren comprar a las casas comerciales genéticas las dosis seminales, con la garantía de una trazabilidad en la calidad de las dosis como promesa de venta, con esto el productor tiene la tranquilidad de utilizarlas velando por la seguridad sanitaria de sus reproductoras.

Se solicitó a los encuestados que calificaran en una escala de 1 a 5 qué tan importante consideraban el correcto procesamiento de dosis seminales; un 85% apuntó a la máxima calificación (5) y un 15% a una calificación de 4. Los laboratorios para procesamiento genético son de las instalaciones más olvidadas por los productores en sus granjas y por ende dejan pasar por alto la aplicación y el uso de procedimientos estandarizados que en estas áreas deben realizarse, olvidando en cierta medida la importancia que esto tiene en su producción, la manipulación de una célula viva tan delicada y frágil como lo es un espermatozoide, exige una manipulación con máximos protocolos de bioseguridad en su procesamiento, desde la extracción hasta el almacenamiento de las dosis. Cada vez en más urgente concientizar a los productores y a sus empleados acerca de la necesidad de establecer, aplicar y cumplir con los diferentes protocolos que intervienen en cada una de las etapas en las que se da manejo a una dosis seminal porcina.

Se le preguntó a los encuestados qué tan viable era que los resultados pudieran mejorar al introducir protocolos en sus granjas, especialmente en laboratorios, con el fin de automatizar y estandarizar procesos para así disminuir fallas humanas que pueden surgir de un análisis de dosis seminal sin estandarizar el procedimiento; el 95% considera viable esta hipótesis, el 5% no lo ve tan necesario. Estos resultados hacen del panorama algo muy esperanzador, ya que según la encuesta es evidente que los productores cada vez son mas conscientes de la importancia y delicadeza del procesamiento y de la repercusión negativa que puede llegar a tener en los resultados, un análisis y un procedimiento errado de dosis seminal, siendo en esta área donde se comienza a generar la vida de los futuros lechones según el fin zootecnico de la explotación.

**Gráfico 8. Porcentaje de viabilidad de automatizar procesos**



Con el ánimo de determinar qué viabilidad tiene el proyecto y siendo esta la pregunta principal, se le consultó a los encuestados si tenían interés en recibir y aplicar protocolos especialmente diseñados para el procesamiento de dosis seminales porcinas, a lo que

respondieron de la siguiente manera (Gráfico 9). Estos resultados nos dan luz verde frente a la propuesta, en Colombia la porcicultura ha velado por mantener sus parámetros productivos más que los reproductivos, pero el uno no es nada sin el otro, si reproductivamente mejoráramos nuestras condiciones, tendríamos reproductores más óptimos y no necesariamente se requeriría el crecer siempre en número de vientres, olvidando que los que hoy tengo pueden estar dando solo hasta un 80% de la efectividad, y el otro 20% se puede estar desperdiciando en la falta de cuidado minucioso en los procedimientos que involucran la parte reproductiva.

**Gráfico 9. Porcentaje de productores con interés en asesoría**



Los datos recopilados indican que para la gran mayoría de los productores encuestados es muy importante realizar un correcto procesamiento de las dosis seminales, ninguna de las personas encuestadas consideró este procedimiento poco importante, los productores en la actualidad han adquirido conocimientos y conciencia de lo significativo de estos procedimientos

y son consecuentes con el hecho de realizar buenas prácticas para obtener mejores resultados productivos y reproductivos dentro de sus sistemas pecuarios, cada vez son más conscientes de que un mal manejo genera impactos negativos y por ende menos resultados favorables en cuanto a aspectos reproductivos debido a un mal manejo de una dosis.

Es importante recalcar que un 95% de la población encuestada tiene conocimiento acerca de los beneficios a los que conduce un buen procesamiento de dosis seminal, lo que conlleva a que la mayoría de los encuestados se encuentren interesados en recibir y aplicar protocolos que mejoren las condiciones preestablecidas para el procesamiento de las dosis, un total del 60% de la población encuestada está interesada en recibir la asesoría y los protocolos estandarizados para ser aplicados en cada una de etapas que conduce a la producción de dosis seminal porcina, otro 20% respondió que tal vez, lo que nos indica que no están cerrados completamente a la posibilidad, siendo esto una oportunidad de darles a conocer todos los beneficios que se obtienen y las ventajas reproductivas que se logran al introducir estos protocolos que finalmente resultan en mejores indicadores tanto reproductivos como productivos en las granjas y ayudan a la incorporación de nuevas genéticas de animales con características fenotípicas y genotípicas superiores que aportan mejores resultados en la productividad de una granja.

Para aquellos productores que ya se encuentran a un nivel más avanzado en su sistema y deseen realizar una mayor inversión de dinero y de adecuación en la infraestructura de sus instalaciones se realizan algunas recomendaciones del aprovisionamiento necesario para la adecuación de un laboratorio para el procesamiento de dosis seminal porcina.

Dentro de los cuales se mencionan aspectos como los equipamientos básicos para el funcionamiento de un laboratorio que incluyen inicialmente la adecuación de una sala de recolección donde se debe ubicar un potro de recogida, encima o contiguo a una alfombra o



tapete antideslizante que le brinde seguridad al animal en el momento de realizar la monta para que el operario realice la recolecta, además de un vaso o bolsa estéril para la recogida (Cantero, 1984).

En la actualidad buscando alternativas más cómodas para el animal y que además minimice el contacto entre el cerdo y el operario, se han adquirido mecanismos como el de la adaptación de un cervix artificial desechable que contiene áreas de estimulación del pene y que además incluye un espacio para bolsa de colección de la fracción inicial del eyaculado (Pig Improvement Company, 2019).

Siendo esto una parte muy importante del proceso ya que se inicia la recolección del semen con una mayor higiene derivada de una mínima manipulación por parte de los operarios, los agentes externos pueden contaminar las dosis poniendo en riesgo microbiológico la dosis genética líquida, resaltemos la importancia de obtener dosis seminal de la mejor calidad, lo que conlleva a un aumento de las probabilidades de fertilización (Pig Improvement Company, 2019).

Como recomendación adicional entre los puntos especialmente importantes en la adecuación de la sala de colecta es importante garantizar la infraestructura adecuada de una zona que permita su lavado y desinfección, para el mantenimiento higienizado tanto de la zona como de todos los instrumentos utilizados, principalmente que este lugar cuente con un piso de características que garanticen su inocuidad, sin juntas en las cuales se pueda almacenar suciedad y la futura proliferación de bacterias, además antideslizantes para tener mayor seguridad en el desplazamiento, así mismo garantizar que techos y paredes se encuentren en óptimas condiciones y sin agrietamientos o espacios que permitan el ingreso de plagas o roedores que lleguen a ser un foco de contaminación en esta área. Garantizar la instalación de un potro moderno y resistente, de fácil limpieza y desinfección, para asegurar la bioseguridad y minimizar el riesgo de

proliferación de microorganismos, que sea cómodo, ergonómico y de fácil adaptación para cada animal, es necesario capacitar constantemente a los operarios que se encuentran en contacto con los reproductores para generarles conciencia acerca de la importancia de su labor y el papel tan importante que juegan en cada uno de los procesos en los cuales intervienen y una de estas es la colecta del semen que debe ser una experiencia satisfactoria, de mucha comodidad y tranquila para cada cerdo, garantizando siempre una total bioseguridad en cada etapa (Pig Improvement Company, 2019).

Un potro moderno que además de ser bioseguro y ergonómico sea resistente al peso de un cerdo de gran tamaño, seguro ante sus movimientos naturales, que se pueda regular en altura para adaptarse a las necesidades particulares por diferencias en los tamaños de cada animal, se encuentra aún más completo con el autocollect que es el sistema automático para la extracción del semen, el cual cuenta con el soporte adecuado para el cervix artificial y termo, que se puede regular de acuerdo a la altura necesaria y ubicarse en una posición fija o móvil que le permita al animal una mejor comodidad o le permita una mayor movilidad (Magapor, 2015).

Grandes e importantes son los logros alcanzados hasta la actualidad en cuanto a avances en el campo de la evaluación de la calidad seminal y los análisis predictivos que se logran obtener en cuanto a fertilidad por la evaluación espermática. Durante años el espermograma clásico ha sido una técnica que abarca una serie de procedimientos relativamente sencillos y de fácil acceso económico que permiten realizar un análisis desde lo macroscópico hasta lo microscópico de cada eyaculado, permitiendo recopilar información sobre el volumen del eyaculado, la concentración, la motilidad, morbilidad y morfoanomalías espermáticas (Sellés, 2008).

Si bien muchas de las técnicas utilizadas hasta ahora han servido y cumplido con algunos de los requerimientos necesarios para el procesamiento de la dosis seminal porcina, la automatización nos está brindando mayor información, mayor exactitud en la información recopilada, un sistema más avanzado para el análisis de la calidad seminal, que arroja resultados reales y confiables que no se limitan a la percepción del ojo humano con probabilidades altas de error o confusión.

Para otro tipo de productores con sistemas de mayor tamaño y con posibilidades de realizar una mayor inversión y adecuación de sus sistemas se recomienda la implementación de un laboratorio más avanzado para la automatización del procesamiento de dosis genética líquida que ofrece múltiples ventajas que se detallan a continuación para dar a conocer puntos que ofrecen mayor confiabilidad, exactitud, agilidad, bioseguridad y menor intervención por parte del personal operativo incluso en tiempo que llega a ser valioso para redistribuirse en otras labores técnicas de la granja.

Este tipo de laboratorios avanzados incluyen la adquisición de software o sistemas informáticos que permiten el almacenamiento de información por animal en una base de datos a la que se tiene acceso inmediato con el uso de un escaner, que arroja todos los datos acumulados por cerdo, incluida todas las evaluaciones previamente realizadas para determinar su condición física y el desempeño que cada animal ha presentado durante toda su vida reproductiva, además de datos adicionales e igualmente importantes como son la raza, línea genética, edad, el número de extracciones, los planes sanitarios que se hayan aplicado, datos importantes en cuanto a parámetros zootécnicos de valor como son su alimentación, crecimiento, ganancia de peso; y ya en cuanto a las extracciones más específicamente la posibilidad de realizar la planeación del número de dosis procesadas y los datos que acompañan a estas dosis como son el porcentaje de

anormalidades, concentración y motilidad con los registros correspondientes con los datos técnicos obtenidos luego del análisis de cada eyaculado (Magapor, 2020).

Realizar una correcta recogida y un posterior análisis del eyaculado de un cerdo aumenta la probabilidad de obtener dosis de una alta seguridad sanitaria, siendo mínima o nula la contaminación bacteriana, la posible contaminación es un factor determinante que puede incurrir en pérdidas económicas por la disminución en la tasa de concepción, posible aumento de la muerte embrionaria o fetal, infecciones causadas por microorganismos, enfermedades derivadas de estos y demás factores que esto conlleva. La automatización y el correcto manejo de cada una de las etapas que involucran el procesamiento de dosis seminal porcina aumenta considerablemente el número de dosis viables obtenidas, genera un mayor bienestar animal para los reproductores, genera mejores condiciones para los operarios al contar con los implementos necesarios que le facilitan su trabajo y le generan una mayor comodidad de sus labores (Humeco, 2019).

El uso de un software especializado en el laboratorio permite además incluir información adicional acerca del plan sanitario realizado en las granjas, recopilando información valiosa sobre los tratamientos aplicados a los animales y su plan de vacunación para realizar la trazabilidad completa por animal, lotes, operarios involucrados y así mismo los pendientes y poder gestionar mejor todo el plan. Como la bioseguridad juega un papel indispensable en todas las actividades de una granja este sistema también permite el registro y control de las actividades de limpieza y desinfección no solo del laboratorio sino también del resto de las instalaciones, el análisis de agua e incluso el registro de visitas en granja (Magapor, 2020).

El software para la automatización de dosis seminal porcina que se recomienda como parte del montaje de un laboratorio avanzado arroja en etiquetas información para tener en cuenta

en el plan de trabajo, como son el nombre del verraco al cual se le realizó la extracción, su raza, la fecha en la cual se realizó este procedimiento, cual ha sido el volumen de la dosis recogida, que número de dosis corresponde por este animal y así mismo el volumen de diluyente requerido para cada eyaculación, cálculos que realiza el sistema luego de un análisis automático donde se evalúa la calidad del semen, teniendo en cuenta una evaluación de motilidad masiva, la concentración y la morfología de los espermatozoides, cabe resaltar que es un proceso que realiza el sistema en un menor tiempo con resultados más confiables gracias al uso de un sistema integrado que ha sido diseñado especialmente para el procesamiento de dosis de semen porcino (Magapor, 2020).

Para aumentar las probabilidades de obtener mejores índices de productividad, la industria porcina ha estado introduciendo en los sistemas avances tecnológicos que aporten conocimiento, optimización de los procesos, mayor confiabilidad, precisión, bioseguridad y agilidad en cada procedimiento para aumentar el logro de los objetivos, una herramienta que brinda información confiable y veraz, es el sistema CASA por sus siglas en ingles Computer Assisted Sperm Analysis o lo que seria igual Análisis de Semen por Ordenador (Minitube, 2019).

Básicamente es un sistema computarizado de análisis seminal. Para entender mejor la necesidad y el alcance de obtener un sistema como este debemos responder el interrogante, ¿cuál es el objetivo de realizar cualquier tipo de análisis a una dosis seminal? Lo que podría ayudar a un productor en la toma de decisiones de obtener o no un sistema como este y cuales son las ventajas que este le podría aportar a su sistema. A este interrogante podemos responder que tiene como principal objetivo comprobar que una muestra analizada tiene un grado de fertilidad apropiado para inseminar una cerda, y es que aunque algunos parámetros son influenciados por el desempeño reproductivo de la hembra, es importante resaltar que el material genético del macho

tiene impacto directo en características como el peso de la camada, la eficiencia alimentaria y por ende el impacto que esta tiene en la tasa de crecimiento de los lechones, aspectos que generan impacto económico directo en la granja (Valverde y Madrigal, 2018).

En la búsqueda de análisis más confiables, precisos y rápidos se han ido reemplazando las técnicas tradicionales tales como el espermiograma clásico por este tipo de sistemas que integran el uso de hardware con dispositivos que se programan por medio de software, haciendo uso inicialmente de una cámara de video para realizar la captura de imágenes que deben ser de una buena resolución no menor a 768x576 pixeles y de alta frecuencia de captura de imágenes minimamente con una velocidad de captura de 60 imágenes por segundo. Como la cámara debe ir adaptada al microscopio es muy importante considerar la microscopía a utilizar, que permita la observación de objetos muy pequeños en aumentos considerables para una correcta observación de la muestra (Valverde y Madrigal, 2018).

En términos generales el sistema CASA cuenta con tres componentes principales para su funcionamiento y procesamiento de datos correctamente, como son un microscopio conectado a la pletina o pieza metálica de forma rectangular que debe ir atemperada para mantener las muestras a 37°C, la cámara de video de alta resolución conectada a un computador y el software que se integran para la captura y análisis de las imágenes tomadas en cada muestra de dosis seminal (Miró, 2015).

Son muchos los cambios y las adquisiciones que se pueden realizar hoy en día buscando alcanzar la productividad deseada y esto se puede lograr al adquirir la capacidad de transformar insumos en productos y para que esta transformación se dé con eficiencia se debe realizar un manejo técnico que vaya en armonía con el medio ambiente y la ubicación de la granja básicamente (Chávez y Babot, 2001).

En granjas porcinas por lo general se evalúa la productividad en la fase de reproducción animal, donde el insumo para este caso son cada una de cerdas que se encuentran en etapa de reproducción y el producto obtenido de ellas es el número de lechones destetados por cerda al año, otro de los aspectos muy importantes a evaluar y considerar como un índice de productividad, es la eficiencia en el uso del alimento, siendo este uno de los principales insumos para una granja, lo que se espera como producto, es esa ganancia de peso final que se refleja en kilogramos totales de carne de las canales que se obtienen luego del beneficio animal en los mataderos o frigoríficos (Chávez y Babot, 2001).

Los costos de producción de una granja tienden a ser un tema delicado, ya que se requieren de inversiones considerables de dinero que se esperan tengan un buen retorno con las utilidades correspondientes, y es un factor en el cual hay que tener especial cuidado puesto que una buena productividad debe estar por encima de los costos de producción, claro está en escenarios ideales, donde el costo del producto se encuentre a un buen precio en el mercado. Caso contrario ocurre en momentos en los que en el mercado acontecen situaciones que dan pie a un desbalance, causado por el aumento en el precio de algunos insumos utilizados para la preparación del alimento de los animales, cuando la mano de obra aumenta, cuando se incrementan los gastos de producción y sin embargo el precio del producto como tal no aumenta y esto causa que el desbalance económico sea muy desfavorable para la industria porcina (Chávez y Babot, 2001).

Apuntando a que se mejoren todos los índices tanto de reproductividad como de productividad podemos hacer recomendaciones para la adquisición de instrumentos y equipos de alta tecnología, para la adecuación y mejoras en las instalaciones de cada sistema pecuario, sin embargo, esto no serviría de nada sin los protocolos adecuados para el correcto manejo de los

animales y el procedimiento adecuado de las labores diarias de cada una de las áreas que componen un sistema porcino.

Con el objetivo de realizar un correcto procesamiento de dosis seminales porcinas es importante garantizar que se cumplan los protocolos de bioseguridad en cada una de las etapas en las que se interviene ya sea desde el ingreso a una granja o centro genético e incluso en cada etapa donde se tenga un posible contacto con los animales, y de esta forma lograr que la calidad de cada dosis seminal a utilizar en una inseminación artificial cumpla con los estándares necesarios para el aseguramiento de la calidad (Pig Improvement Company, 2017).

Se pueden tener equipos de alta tecnología e instalaciones modernas y perfectamente adecuadas, pero sin la aplicación y correcto uso de protocolos para el procesamiento de dosis seminales los resultados pueden llegar a no ser los esperados, por lo que se recomienda la aplicación del procedimiento establecido con los protocolos que se detallan en cada una de las etapas involucradas en la producción de dosis para inseminación artificial porcina.



## **Protocolo 1. Ingreso a Granjas Porcinas**

Toda granja porcina debe contar con una portería vehicular y otra peatonal, lugares en los cuales se debe realizar un filtro inicial, para el caso de los vehículos que ingresan a las instalaciones estos deben pasar por un arco de desinfección que cuente con un sistema de aspersión en el que se aplique a cada vehículo desinfectante, en el mercado se ofrecen diversos productos que limpian y desinfectan en una sola operación, que son además efectivos contra virus, bacterias, mohos, hongos y levaduras por su amplio espectro de eficacia, es importante validar su efecto toxicológico, que sea un producto biodegradable y para el caso de los arcos de desinfección que no lleguen a ser corrosivos y ocasionen daños a los vehículos, que actúe de forma rápida y prolongada. Como principales principios activos en desinfectantes usados para el saneamiento de sistemas como el de la porcicultura encontramos Amonio Cuaternario, Glutaraldehído, Formaldehído entre otros.

Para el caso de la portería peatonal contiguo a este lugar se debe realizar limpieza y desinfección del calzado, además de lavado y desinfección de las manos a todas y cada una de las personas que ingresan a las instalaciones y destinar un lugar donde se realice el registro de cada una de las personas.

Se debe realizar un registro de ingreso y salida de personas, vehículos y animales en el cual se debe plasmar de forma clara y detallada datos como fecha, nombre completo del visitante, cédula, motivo de la visita, cuando fue la última vez que tuvo contacto con cerdos, dónde fue este último contacto, teléfono y adicionalmente toda la información que cada productor considere necesaria para su control interno, en caso de que las personas que pretenden ingresar hayan



documento que se debe archivar y almacenar en los registros de la granja para una posible futura consulta.

En caso de que el ingreso sea de personal de mantenimiento se debe realizar un proceso de limpieza y desinfección a cada una de las herramientas que se ingresen a las instalaciones (Pig Improvement Company, 2017).

Pasado este primer filtro se debe pasar a la zona de casilleros y duchas donde se debe retirar la ropa que se trae del exterior depositarla temporalmente en una zona denominada sucia, para que cada persona se de una ducha con agua potable y se aplique jabón de pies a cabeza y de esta forma se pueda vestir con ropa limpia y adecuada para la granja, además de hacer uso de elementos de protección personal como gafas, guantes, protectores auditivos, botas con platina y otros que se consideren necesarios según condiciones de cada granja e instalación (Pig Improvement Company, 2017).

Se debe explicar a cada persona que ingrese a las instalaciones de la granja que en este lugar se cuenta con diferentes áreas y procedimientos para el manejo de los animales y por lo tanto el desplazamiento por esta se debe de hacer con precaución y siguiendo las indicaciones del personal autorizado, es decir si en el momento se tienen animales ubicados en la zona de cuarentena o aislamiento ya sea por enfermedad o porque se encuentra en observación no se debe ingresar a esta área o tocar a algún animal para luego ingresar de nuevo a los demás corrales donde se encuentran los cerdos en óptimas condiciones (Lamana, 2007).

Toda granja debe tener un instructivo visible para el personal con los síntomas y las indicaciones de manejo de las enfermedades de control oficial en porcinos, para los visitantes estos instructivos se usan a modo informativo. Es importante informar a todas las personas y

ubicar en la entrada letreros donde se prohíba el ingreso o el consumo de bebidas y alimentos dentro de los corrales (Lamana, 2007).

Todas estas recomendaciones y pautas que se deben seguir son respaldadas por diferentes resoluciones y políticas que rigen a nivel nacional para gestionar que se cumplan condiciones adecuadas de sanidad e inocuidad en la cadena porcícola, garantizando mejores condiciones para proteger la salud y el bienestar de las personas y los animales. Estadísticas indican que la informalidad en la producción porcícola tiene tendencia a disminuir, a pesar de todas las exigencias que se presentan en sistemas tecnificados para cumplir con la normatividad sanitaria, ambiental y de inocuidad. Como parte de la normatividad sanitaria es importante reconocer los principales agentes infecciosos que afectan los porcinos y por los que se deben cumplir todas las pautas y recomendaciones dadas para garantizar la salud, higiene e inocuidad en los procesos y productos, por mencionar algunos de ellos podemos hablar de Peste Porcina Clásica, Síndrome Reproductivo y Respiratorio Porcino (PRRS), Circovirus porcino Tipo II, virus de la Influenza Porcina entre otras, estos son algunos de los puntos importantes que se mencionan en la norma CONPES 3458 de Política Nacional De Sanidad e Inocuidad para la Cadena Porcícola (Departamento Nacional de Planeación, 2007).

Constantemente se está evolucionando en cuanto a la norma para el cumplimiento de los requisitos que se deben satisfacer con el objetivo de realizar mejores prácticas ganaderas en la producción porcícola; que disminuyan posibles riesgos físicos, químicos y biológicos que puedan ocasionar algún tipo de daño a este especie, cabe mencionar que es deber de todo productor garantizar las condiciones necesarias para brindar a los cerdos protección sanitaria y bienestar animal, mejorando las condiciones en las que viven y mueren, velar por la bioseguridad de una granja con el objetivo principal de evitar la propagación de enfermedades, cumplir con buenas

prácticas de alimentación animal, hacer un buen uso de medicamentos y tratamientos médicos, son puntos que hacen parte de los artículos que conforman la resolución 76509 de 2020 y por la cual se establecen los requisitos para obtener una Certificación en Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) en la producción porcina (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2020).

Los procedimientos de limpieza y desinfección de las diferentes áreas, instalaciones y equipos deben ser de conocimiento detallado de cada empleado de la granja y para el caso de las visitas se debe dar contexto de los procedimientos para que estos sigan las indicaciones necesarias, como es el caso del uso de los pediluvios ubicados en la entrada de cada etapa. El uso adecuado de los pediluvios disminuye la transmisión de agentes patógenos que ponen en riesgo de infecciones los sistemas pecuarios, por esto se recomienda un instructivo visible antes del ingreso de cada etapa de crecimiento del sistema, donde se indique que cada persona debe limpiar y desinfectar muy bien sus botas antes de ingresar, retirar la suciedad y para esto se deben tener ubicados en la entrada los cepillos y agua necesarios para esta labor y que las botas no presenten ningún tipo de material orgánico (Biotay y Razas Porcinas, 2020).

Luego se debe adecuar un recipiente con desinfectante para que las botas sean sumergidas en la solución por lo menos un minuto y de esta forma se disminuya la carga de microorganismos, como parte de la revisión diaria de las labores de limpieza y desinfección de la granja se incluye el lavado y mantenimiento de los pediluvios con desinfectante nuevo renovando la preparación del desinfectante utilizado, según la carga de material orgánico o de acuerdo a la disponibilidad de la preparación dentro del pediluvio o si hay materia orgánica acumulada y/o alto tráfico de personas, puede definirse diariamente o una vez por semana según el volumen de tránsito de cada zona y llevar un registro por escrito de las labores realizadas en cada pediluvio (Biotay & Razas Porcinas, 2020). Ver anexo 1.

## **Protocolo 2. Manejo del Cerdo Reproductor**

El correcto manejo de un reproductor se da lugar desde sus inicios, cuando el lechón es seleccionado aproximadamente entre los 6 y 7 meses de edad preferiblemente, momento en el cual ha mostrado características deseables y manifiesta particularidades sexuales externas ideales. Para la selección del macho reproductor previamente se han tenido en cuenta aspectos tan importantes como son la raza, la cual haya tenido una mayor adaptabilidad al medio en el que se encuentre el sistema productivo, es decir animales que muestren una mayor rusticidad frente a otras razas, que además presenten buena prolificidad, precocidad y en general condiciones físicas aceptables que confirmen una buena condición corporal y de salud de cada animal. Los machos reproductores seleccionados por lo general provienen de camadas numerosas, de lechones muy parejos en cuanto a peso y vitalidad (Instituto Nacional de Desarrollo Social, 2015).

Cuando un macho reproductor es recibido en una granja este debe ser aclimatado a su nuevo entorno, a su nuevo espacio, debe ser recibido en un lugar ventilado, limpio y seco, en el cual tenga constante acceso al agua, que sea de la mejor calidad, se le debe suministrar alimento balanceado, con una formulación especial para machos que le brinde la mejor nutrición y de esta forma se le permita un óptimo desarrollo y desempeño, además de ingresarlo al plan sanitario en el que se deben validar los requerimientos de vacunación según sea el caso ya que esto puede variar según la ubicación geográfica de cada sistema (Indesol, 2015).

Es importante tener en cuenta que, en el inicio de la fase adulta del cerdo, momento en el cual comienza su etapa sexual madura y fértil tiene lugar a partir de los seis meses de edad aproximadamente, lo que puede llegar a ser visible por la presencia de libido constante y sus espermatozoides comienzan a tener capacidad fecundante, claro está sin llegar a su tope en

cuanto a cantidad y calidad. Por lo que se hace necesaria una rutina de extracción mínima de una (1) vez por semana tanto para su evaluación de motilidad y aglutinación como por bienestar animal (Indesol, 2015).

Siempre que se trabaja con animales hay que tener conciencia del respeto que cada animal merece y el deber que se adquiere como profesionales de velar por el bienestar animal, el deber inicia con cada actividad que mejore las condiciones físicas y mentales de un animal en relación con las condiciones en las que vive e incluso con las condiciones de como muere y esto incluye en la capacitación constante a los empleados para que pongan en práctica diariamente las labores de manejo adecuadas (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2020).

Como parte del manejo del cerdo es necesario verificar diariamente sus condiciones, validando que se encuentre sano, cómodo y bien alimentado, que se encuentre en un lugar seguro y protegido, que se le permita expresar libremente su comportamiento natural y que no presenten condiciones de dolor o miedo (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2020). Ver anexo 3.

### **Protocolo 3. Toma de Muestras y Recolección de Semen Porcino**

Una vez ubicados en la zona de recolección de semen se debe hacer una verificación total del área, validando que se encuentren limpias todas las superficies, paredes, piso y especialmente el potro de monta. Toda el área de recolección, el potro y demás utensilios ubicados en esta área de recolección deben ser lavados con detergente y desinfectados luego de cada proceso de producción (Pig Improvement Company, 2017).

Esta área debe contar con un gabinete que se pueda cerrar, que sea de fácil limpieza y desinfección para almacenar todos los insumos necesarios como guantes, vasos de recolección, bolsas, gasas, filtros y demás, incluso los gabinetes deben ser lavados, desinfectados y secados, posiblemente aplicar alcohol a las superficies (Pig Improvement Company, 2017).

Una vez seguros de que el área de recolecta se encuentra en óptimas condiciones de limpieza y desinfección debemos garantizar que el potro se encuentre adaptado a las condiciones particulares del cerdo al cual se le va a realizar el proceso de recogida, dependiendo de su tamaño este debe ser posicionado a la altura correcta y según haya manifestado con anterioridad su adaptación al potro permitir mayor o menor movilidad de este o simplemente dejarlo fijo y que el verraco se sienta cómodo y libre de realizar movimientos naturales que se deriva de un eyaculado al momento de la monta.

El traslado del eyaculado desde la zona de recogida hasta el laboratorio se debe realizar en el menor tiempo posible, para aquellos casos en los cuales el laboratorio queda contiguo a esta zona se utiliza una ventana de transferencia en donde el operario que realiza la recogida deposita la muestra en este lugar para que sea tomada por el personal encargado del análisis, procurando siempre que se mantenga la inocuidad de este producto; en otros casos en los que se requiere de



realizar el transporte de la muestra a otras instalaciones es importante que este proceso se realice en un contenedor que proteja la muestra de la luz directa, cambios bruscos de temperatura y posibles agentes que estén presente en el ambiente, exponiendo la muestra a una contaminación bacteriana disminuyendo la calidad y la higiene de esta misma; una dosis contaminada es un posible causante de infecciones en el tracto reproductivo de la hembra (Acosta et al., 2011).

Cada sistema tiene sus particularidades en cuanto a infraestructura, sin embargo es importante garantizar sin importar las dimensiones de cada sistema que el área de recogida y el laboratorio se encuentren separadas de alguna forma y que la zona que comunica estas dos áreas sea una zona adecuada para el traslado de las muestras, es decir que sea cubierta y permita la protección del eyaculado de posibles inclemencias del clima (Ubeda, 2012).

Este proceso de traslado de la muestra de un lugar a otro se debe realizar en contenedores que permitan mantener el eyaculado en una temperatura estable preferiblemente de 37°C y que por ningún motivo se permitan cambios bruscos en la temperatura lo que deriva en la muerte o aglutinación de los espermatozoides (Ubeda, 2012).

Es recomendable que estas dos actividades tanto de recogida como de análisis de muestra sean realizadas por personas diferentes, sin embargo en sistemas donde sea necesario que estas actividades sean realizadas por la misma persona se recomienda que utilice un calzado y un vestuario diferente para cada área con el fin de evitar posibles contaminaciones o la introducción de un posible agente patógeno, por lo que es recomendable también que el termo en el cual se transporta la muestra tampoco ingrese al laboratorio y es en este punto donde se hace importante nuevamente hacer uso adecuado de la ventana de transferencia para que el contenedor de la muestra ingrese al laboratorio, incluso en caso de haber utilizado alguna gasa para la contención

de tapioca o simple filtrado del eyaculado tambien debe quedar por fuera del laboratorio (Ubeda, 2012).

En el momento de dar inicio con el análisis y procesamiento de la dosis seminal el primer paso a realizar es validar la temperatura en que se encuentra, e inmediatamente se debe poner al baño maria o en camara para que permanezca en la misma temperatura preferiblemente de 37°C, mientras se realizan los cálculos pertinentes para determinar la cantidad de dosis que se vaya a producir, como parte de todo este proceso se debe verificar que todo el material necesario se encuentre atemperado al momento de tener contacto con el eyaculado (Ubeda, 2012). Ver anexo 1 y 2.

#### **Protocolo 4. Manejo de las Dosis Seminales en el Laboratorio**

Para dar inicio con el procesamiento de las dosis seminales porcinas es necesario garantizar que se cumplen a cabalidad ciertas reglas que nos ayudan a minimizar la posible carga bacteria y evitar la contaminación cruzada durante el procesamiento que se le va a dar al semen (Pig Improvement Company, 2017).

Antes de ingresar al laboratorio se debe tener en cuenta que solo se ingresa a esta área con ropa limpia, que se debe usar bata de laboratorio de manga larga, tela antifluido, pantalón largo, zapato cerrado, malla para el cabello, tapabocas y cubre barbas de ser necesario. El lavado de manos es obligatorio sin excepciones aplicando el procedimiento previamente establecido y publicado visiblemente donde se indique realizar primero el lavado de manos, luego la aplicación de jabón para frotar mínimo 20 segundos por cada lado de la mano, frotar cada dedo, limpiar uñas y antebrazos, luego enjuagar con abundante agua por al menos 10 segundos para luego secar con toallas desechables, en caso de requerir salir del laboratorio se deben lavar las manos antes de salir y luego para volver a ingresar (Pig Improvement Company, 2017).

No se deben ingresar ni consumir ningún tipo de bebidas y alimentos dentro del laboratorio.

Se debe tener completamente despejada la ventana de transferencia, no almacenar ningún tipo de objeto que no sea necesario para el proceso.

Se recomienda que las personas encargadas del laboratorio no se desplacen por zonas de la granja donde se encuentren alojados los animales, de ser estrictamente necesaria esta labor esta persona debe ducharse nuevamente y realizar un cambio de ropa limpia para poder ingresar

nuevamente al laboratorio y portar la bata limpia que solo debe ser usada dentro del laboratorio (Pig Improvement Company, 2017).

Es importante no tocar con las manos directamente cualquier superficie o contenedor que se vaya a encontrar en contacto directo con el semen o el diluyente. Ver anexo 4.

## Conclusiones

La encuesta revela gran interés por parte de los porcicultores en mejorar cada día sus parámetros zootécnicos, que les permita introducir en sus sistemas metodologías y estándares de calidad para mejorar indicadores principalmente de reproductividad que finalmente contribuyen a mejorar los indicadores de productividad.

Se encontró la necesidad de crear un protocolo para el manejo y procesamiento de dosis seminales porcinas que fuera ilustrado de forma práctica y sencilla para entregar a los productores herramientas básicas para aplicar en sus tareas cotidianas tanto de granja como de laboratorios para el procesamiento de dosis seminales porcinas.

Finalmente, para complementar el diseño de estándares para el procesamiento de dosis genética líquida porcina se realiza una recopilación de información teórica y se presentan los protocolos de forma gráfica buscando tener una mejor visión de las actividades a realizar en cada etapa.

Se reconoce la importancia de aplicar e implementar en las actividades diarias, tanto de granja como de laboratorios para el procesamiento de dosis genética líquida, los protocolos necesarios para garantizar la bioseguridad y calidad de cada dosis seminal porcina procesada y luego utilizada en IA, siendo esto parte importante de la cadena que finalmente hará llegar a un consumidor final un producto de la mejor calidad garantizando siempre inocuidad e higiene en sus procesos de producción.

## Referencias

- Achila, A., & Sanchez, A. (2017). Evaluar la productividad del proyecto porcino de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña. [Trabajo de pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander]. Repositorio UFPSO  
<http://repositorio.ufps.edu.co:8080/dspaceufps/bitstream/123456789/2290/1/32100.pdf>
- Acosta, M., Ruedas, M., Arias, T., Paez, R., Espinosa, I., Martinez, V., & Perdigón, R. (2011). Evaluación de la contaminación bacteriana de semen porcino puro y diluido. *Livestock Research for Rural Development*, 23(4), 1–6.
- Bertran, P. (2015). *Biotecnología: qué es, aplicaciones y ramas*.  
<https://medicoplus.com/ciencia/biotecnologia>
- Biotay & Razas Porcinas. (2020). *Gestión de Pediluvios para la Bioseguridad de Explotaciones Porcinas*. <https://razasporcinas.com/gestion-de-pediluvios-para-la-bioseguridad-de-explotaciones-porcinas/>
- Instituto Bernabeu Biotech, (2020). *¿Qué es la genética?* <https://www.ibbiotech.com/es/info/que-es-la-genetica/>
- Cantero, C. (1984). Inseminación Artificial. *Inseminacion Artificial De Ganado Porcino*, 8, 8.
- Cardenas, W. I. (2012). *La competitividad de la cadena productiva de carne de cerdo en Colombia entre 2007 - 2010*. 109. <http://www.bdigital.unal.edu.co/11411/>
- Chávez, E. y B. D. (2001). *Análisis comparativo de la productividad de granjas porcinas: Parámetros reproductivos*. [https://books.google.com.co/books?id=6DH0TOLD9-4C&pg=PA157&dq=productividad+de+granjas+de+cerdos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-gxf2Jn\\_LuAhWGo1kKHbI0A0wQ6AEwAnoECAUQA#v=onepage&q=productividad de granjas de cerdos&f=false](https://books.google.com.co/books?id=6DH0TOLD9-4C&pg=PA157&dq=productividad+de+granjas+de+cerdos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwi-gxf2Jn_LuAhWGo1kKHbI0A0wQ6AEwAnoECAUQA#v=onepage&q=productividad%20de%20granjas%20de%20cerdos&f=false)

- Departamento Nacional de Planeación. (2007). *Documento Conpes 3458. Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la Cadena Porcícola*. 42.
- Díaz de Rada, V. (2001). *Diseño y elaboración de cuestionarios para la investigación comercial*.  
<https://books.google.com.pe/books?id=kER9q4koSnYC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- DonMatías, A. de. (2015). *Presentación*. <https://www.donmatias-antioquia.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Presentacion.aspx>
- Fajardo, J. (2019). *Consumo percapita de carne de cerdo*.  
<https://www.agronegocios.co/agricultura/consumo-per-capita-de-carne-de-cerdo-es-103-kg-segun-calculos-de-porkcolombia-2901296#:~:text=Hemos realizado un gran trabajo, en 12.4% frente al 2017.>
- González, H. C. (2005). Manual De Produccion Porcina. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Humeco. (2019). *Control de la contaminación seminal mediante la automatización en la recogida del semen porcino*. <http://www.humeco.net/noticias/control-contaminacion-seminal-automatizacion-recogida>
- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2016). *Resolucion\_020033\_2016\_ICA*. Por medio de la cual se establecen los requisitos sanitarios y de bioseguridad para el registro de centrales de recolección y procesamiento, unidades de procesamiento, unidades de recolección e importadores de material genético de especies de interés zootécnico y se dictan otras disposiciones. Bogota D.C.: Instituto Colombiano Agropecuario ICA.  
<https://www.ica.gov.co/getattachment/af910d50-9adb-485e-a967-5ffe5a54e1d3/2016R20033.aspx>

- Instituto Colombiano Agropecuario ICA. (2020). *Resolucion 76509*. ICA. Por medio de la cual se establecen los requisitos para obtener la Certificación en Buenas Prácticas Ganaderas BPG en la producción Porcina. Bogota D.C.: Instituto Colombiano Agropecuario ICA. <https://www.ica.gov.co/getattachment/af26e0f9-18bb-4fd7-8100-ba74f386ee28/2020R76509.aspx>
- Instituto Nacional de Desarrollo Social. (2015). *Manual de manejo técnico integral de producción de porcinos.pdf*. <http://indesol.gob.mx/cedoc/pdf/III>. Desarrollo Social/Cría de Animales/Manual de manejo técnico integral de producción de
- Instituto Popular de Capacitación. (2018). *Norte Antioqueño*. <http://ipc.org.co/index.php/regiones/norte-de-antioquia/>
- Lamana, J. M. (2007). *Intensivas De Ganado Porcino*. 44–49.
- López del Pino, S., & Calderón, S. (2015). Factores que afectan la fertilidad. Editorial Elearning S.L. [https://books.google.com.co/books?id=xmFWDwAAQBAJ&pg=PA397&dq=definicion+de+fertilidad+en+hembras&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwisi5\\_3zO3rAhWQ1FkKHYzLAhsQ6AEwAnoECAMQAg#v=onepage&q=definicion de fertilidad en hembras&f=false](https://books.google.com.co/books?id=xmFWDwAAQBAJ&pg=PA397&dq=definicion+de+fertilidad+en+hembras&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwisi5_3zO3rAhWQ1FkKHYzLAhsQ6AEwAnoECAMQAg#v=onepage&q=definicion+de+fertilidad+en+hembras&f=false)
- Magapor. (2015). *Potro Ergos*. <https://magapor.com/portfolio-items/ergos-autocollect/>
- Magapor. (2020). *Gesipor*. <https://magapor.com/portfolio-items/gesipor-software/>
- Martinez, R. (1998). Principales factores que afectan la reproducción en el cerdo. *Ciencia Veterinaria*, (8),187–222. <http://200.7.141.37/Sitio/Archivos/principalesfactoresqueafectanlareproduccionenelcerdo.pdf>
- Martinez, S. (2015). Recolección del semen de cerdo. <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/recoleccion-del-semen-de-cerdo.pdf>



- Midence, R. A. T., Vanegas, Deleana, K. R. T. Q., Flores, J. L., & Moya, L. G. (2014). Manual De Inseminación Artificial Porcina. *Universidad Nacional Agraria Facultad De Ciencia Animal Departamento De Veterinaria*, 4.
- Mineducacion. (2020). *Estadísticas*.  
<https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/Informacion-a-la-mano/212400:Estadisticas>
- Minitube. (2019). *AndroVision: programa CASA con Laptop*.  
<https://www.minitube.com/catalog/es/sistema-casa-androvision-p4387/>
- Miró, M. (2015). *Valoración seminal: Sistema CASA*. 6–8.
- Ochoa, R. (2002). *la Porcinocultura*. 1–2.
- Pig Improvement Company. (2017). *Manual de manejo para centros de sementales de PIC*.  
<https://www.pic.com/wp-content/uploads/sites/3/2018/10/Boar-Stud-Management-Guidelines-Spanish.pdf>
- Pig Improvement Company. (2019). *dosis de semen producida en un CTG PIC ?*  
<https://pic.co/JornadaTecV2019/1-QuehaydetrasdeunadosisCTGPIC.pdf>
- Real Academia Española. (2019). *Real Academia Española*. <https://dle.rae.es/fértil>
- Smith, G. (2000). *Trazabilidad*.  
[https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96\\_04.htm](https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R96/R96_04.htm)
- Tomassi, A. (2017). *Historia de la domesticación del cerdo*. Intergenética.  
<http://intergenetica.com/historia-la-domesticacion-del-cerdo>
- Torrado, M. (2004). Estudios de encuesta. *Metodología de La Investigación Educativa*, 231–257.  
[http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/19822/1/Estudio\\_de\\_encuesta\\_Capitulo.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/19822/1/Estudio_de_encuesta_Capitulo.pdf)
- Trollet, J. C. (2005). Productividad numérica de la cerda factores y componentes que la afectan. *Sitio Argentino de Producción Animal*. <http://www.produccion->

animal.com.ar/produccion\_porcina/00-produccion\_porcina\_general/09-productividad\_numerica\_cerda.pdf

Ubeda, J. (2012). *Manejo del eyaculado durante la extracción.*

<https://www.porcicultura.com/micrositio/Magapor/Manejo-del-eyaculado-durante-la-extracción>

Valverde, A; & Madrigal, M. (2018). *Sistemas de análisis computadorizado de semen en la*

*reproducción animal.* 469–484. <https://doi.org/https://doi.org/10.15517/ma.v29i2.29852>

Zuluaga, J. (2018). *Crecimiento del 8,23% en el consumo de carne de cerdo, impulsa la*

*producción porcícola.* <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/Crecimiento-del-8,23-en-el-consumo-de-carne-de-cerdo,-impulsa-el-crecimiento-de-la-producción-porcícola.aspx>

## **Anexos**

### **Anexos A. Protocolo Ingreso al Laboratorio**

[Protocolo Ingreso a Laboratorio.pdf](#)

### **Anexos B. Lista de Chequeo**

[Lista de chequeo ingreso al laboratorio.pdf](#)

### **Anexos C. Protocolo Colecta del Macho Reproductor**

[Protocolo Colecta del Macho Reproductor.pdf](#)

### **Anexos D. Análisis de la Calidad Seminal**

[Protocolo Análisis de Calidad Seminal.pdf](#)