

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL  
LICENCIATURA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SEMINALES EN CERDOS  
CRIOLLOS “TS ÚDI XIRGO”**

**Prestador de Servicio Social:**

Valencia Mauricio, Jazmín Lucía  
Matrícula: 2163062077

**Asesor Interno:**

Dra. Adelfa del Carmen García Contreras  
No. económico: 15716

**Asesor Externo:**

Dra. Yasmin Gpe. De Loera Ortega  
Cedula profesional: 5047572

**Lugar de realización:**

Laboratorio de Imagenología Zootécnica y Gestión Ambiental del DPAA,  
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.

**Fecha de inicio y terminación:**

16 de mayo de 2022 al 16 de noviembre de 2022

## ÍNDICE

### RESUMEN

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	4
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	5
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	6
<b>3.1. Diversidad genética</b>	6
<b>3.2. Crianza del cerdo criollo</b>	6
<b>3.3. Importancia del cerdo criollo</b>	7
<b>3.4. Características reproductivas de sementales en cerdos criollos</b>	9
<b>3.5. Eyaculado</b>	10
3.5.1 Fracciones del eyaculado	10
<b>3.6. Evaluación seminal</b>	11
3.6.1. Evaluación seminal	12
3.6.2. Evaluación microscópica	13
<b>4. OBJETIVOS</b>	16
<b>4.1. Objetivo general</b>	16
<b>4.2. Objetivos específicos</b>	16
<b>5. MATERIAL Y MÉTODOS</b>	17
<b>5.1. Lugar de estudio</b>	17
<b>5.2. Material Biológico</b>	17
<b>5.3. Obtención de las muestras</b>	17
<b>5.4. Variables de estudio</b>	17
<b>6. METAS ALCANZADAS</b>	20
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	21
<b>8. CONCLUSIÓN</b>	30
<b>9. LITERATURA CITADA</b>	31
<b>10. ANEXOS</b>	40
<b>10.1. Anexo 1.</b>	40

## RESUMEN

La evaluación seminal forma parte importante de la selección de los verracos junto con la evaluación del tamaño testicular y epididimario, el cual se realiza principalmente en las razas comerciales y no en los verracos criollos, por lo que su producción aún está relacionada a su condición natural y conservada. El objetivo de este proyecto fue evaluar las características seminales en los cerdos criollos para determinar su calidad, y así, contribuir en el uso y conservación de la raza. Se analizaron 48 muestras seminales provenientes de tres cerdos del biotipo *Ts'üdi xirgo* de la Unidad de producción porcina de baja densidad del Estado de Hidalgo. El ritmo de trabajo fue semanal, y se utilizó el método de la "mano enguantada" para la obtención del eyaculado. Se evaluaron características macroscópicas (volumen, color y olor) y microscópicas (motilidad en masa e individual, concentración espermática, aglutinación, morfoanormalidades y contaminación). Los resultados obtenidos mostraron valores superiores de volumen, motilidad en masa e individual, y concentración espermática/ml comparados con diferentes cerdos criollos (cerdo Pelón mexicano, cerdo ibérico, cerdo criollo colombiano, de ecuador y de la comuna Colonche). Aunque algunas características de calidad seminal tuvieron valores similares al de los verracos comerciales, concluyendo que los valores obtenidos en los cerdos *Ts'üdi xirgo* se encuentran dentro de los parámetros establecidos considerados como buena calidad seminal.

## 1. INTRODUCCIÓN

La porcicultura de baja densidad es una actividad importante, debido a que contribuye al aporte de proteína de origen animal y al sostén económico de familias en comunidades rurales (**Martínez et al., 2016; Hernández et al., 2018**). Debido a sus características de resiliencia y rusticidad se utilizan principalmente cerdos de razas criollas o locales, en este tipo de producciones porcinas.

La FAO reconoce como recursos zoogenéticos, a los cerdos criollos o nativos que las comunidades rurales los reconocen como parte de su ganadería, adquiriendo gran importancia como un medio para la preservación de la diversidad genética de una nación, así como, para conservar características genéticas de importancia económica (**Vargas et al., 2016, Hernández et al., 2017**).

En el 2012, SAGARPA informó que, por la falta de estrategias para su uso y conservación los animales de razas criollas disminuyeron su población abruptamente, señalando que el 35 % de estos recursos se encontraban en riesgo de desaparecer (**Candelaria et al., 2017**). Por esta razón, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) elaboró el Plan de Acción Mundial sobre los Recursos Zoogenéticos, el cual señala como prioridad combatir la erosión genética animal apoyando iniciativas internacionales que contribuyen en la conservación de las especies (**FAO, 2007; Chan, 2019**).

Estas acciones han permitido que el cerdo criollo, aumente su inventario en algunas zonas del país, apoyados de la gran adaptabilidad y productividad de estos animales, dándoles el valor natural de los mismos, tratando de entender que no pueden ser comparados con razas especializadas, y que su gran aportación a la biodiversidad es su resiliencia y calidad cárnica (**Hernández, 2012**).

La producción y sostenimiento de la crianza de los cerdos criollos, tienen su base en el macho, la eficiencia reproductiva se determina principalmente por la calidad seminal (**Del Valle, 2017**), y se evidencia en la fertilidad y prolificidad de sus crías. Por lo que, resulta necesario describir y evaluar las características seminales que presentan los cerdos criollos para determinar sus particularidades y contribuir en el uso y conservación de biotipos o razas criollas, así como en la preservación de la diversidad zoogenética nacional.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La capacidad reproductiva del verraco debe ser evaluada desde que es seleccionado como futuro reproductor, llevando a cabo mediciones de crecimiento y desarrollo corporal, incluidas de forma particular el crecimiento y forma testicular **(De Loera, 2016)**. Esta evaluación permite establecer el crecimiento acorde a la edad y peso del animal, e inclusive acorde a la raza o biotipo. Sin embargo, hay incipientes estudios sobre la condición reproductiva de cerdos criollos, por lo que, su evaluación se hace aún más interesante, no hay que olvidar que existen razas y biotipos de cerdos criollos que están en condiciones críticas de población **(FAO, 2019)**, que ponen en riesgo la pérdida de los recursos zoogenéticos y por tanto, la pérdida de la biodiversidad, por lo que, la evaluación de las características reproductivas de los sementales porcinos criollos podría potencializar su crianza y conservación **(Tsakmakidis et al., 2010; Hernández, 2012)**.

La importancia en la caracterización de los eyaculados de los verracos criollos no solo permitiría su conservación y el establecimiento de programas de reproducción asistida para evita que se aumente la endogamia, también la erosión genética del germoplasma porcino con el cual cuenta México **(Hernández et al., 2017)**.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Diversidad genética**

En México, se conoce una gran variedad de razas comerciales (Duroc, Hampshire, Yorkshire, Landrace y Large white) y algunas razas criollas mexicanas (Cerdo Pelón Mexicano, Cerdo Pata de Mula y Cuino) **(Huerta, 2001)**, las últimas mencionadas han sido denominadas por la FAO como recursos zoogenéticos, los cuales contribuyen con las necesidades humanas proporcionando alimentos de origen animal **(Fernández y Gómez, 2007)**. Actualmente, se reconoce en estos recursos el salvaguarda el patrimonio genético, debido a que son consideradas importantes en el ámbito socioeconómico y cultural **(Mujica, 2009)**.

La constante introducción de razas mejoradas ha causado que las locales se encuentren en riesgo de disminuir su variabilidad genética y desaparecer **(Fernández et al, 2007; Núñez et al., 2016; Ángel et al., 2021)**. Los recursos genéticos animales están completamente integrados en las naciones, participando en su cultura culinaria, en fiestas populares y costumbres ancestrales, además de ser la única fuente de proteínas en aquellas comunidades marginales económicamente, mediante la producción de la llamada ganadería familiar de subsistencia **(Delgado, 2012; Lapian, 2022)**. Esto ha generado que varios países incluyendo México comenzarán a tomar medidas para la conservación y preservación de estos recursos, partiendo de inventarios, caracterización faneróptica, morfológica, productiva, reproductiva y genética **(Chan, 2019)**. Aunado a ello, la concientización de la población sobre la importancia de la preservación de estos animales y con todo ello, la implementación de programas de conservación y en algunos casos de mejoramiento de las razas criollas **(Ángel et al., 2018)**.

#### **3.2 El cerdo criollo**

Durante 500 años los cerdos criollos han logrado adaptarse a diferentes cambios del medio, con gran rusticidad y resistencia a enfermedades, siendo uno de los grupos raciales más difundidos en Latinoamérica **(Perezgrovas et al., 2007; Delgado, 2012)**. En el caso de México, los cerdos criollos son considerados como biotipos endémicos adaptados a diferentes regiones de la república mexicana como

Campeche, Chiapas, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz, Yucatán, y **(Hernández et al., 2018; Salas, 2012; Lemus-Flores et al., 2022)**, donde la *Domestic Animal Diversity Information System* (DAD-IS) reconoce tres razas nativas; el cerdo Pelón Mexicano, cerdo Pata de Mula y Cuino Mexicano, los cuales se encuentran distribuidos principalmente en el sureste del país y en menor proporción en la región centro-norte. Las características productivas de estas razas mexicanas locales o criollas, en general presentan una prolificidad de baja a media, lechones de bajo peso, crecimiento lento en comparación con razas mejoradas, y la acumulación de grandes cantidades de grasa, no obstante, poseen grandes ventajas para la producción de carne en áreas rurales, esto debido a su tamaño, rusticidad, bajo costo y un bajo capital para el manejo productivo de la piara **(Lemus, 2008)**. Debido a ello, se considera como una alternativa la producción de estos recursos criollo, para la diversificación económica en el sector pecuario principalmente en zonas rurales **(Lemus y Ly, 2010)**.

La importancia de los recursos zoogenéticos locales no está solo en su capacidad para cumplir funciones de subsistencia (socioculturales, alimenticias y culturales), sino también en la contribución genética que representan en términos de rasgos adaptativos (Anderson, 2003). Actualmente en el estado de Hidalgo en la región del Valle del mezquital, se ha descrito la existencia de un biotipo porcino diferente a los antes mencionados, mismo que ha sido denominado como *Ts'üdi xirgo* (cerdo peludo), el cual como su nombre lo señala y referido por los pobladores de la región es un cerdo peludo, negro, de trompa chata, con gran cantidad de grasa corporal, orejas paradas y de sabor exquisito **(García et al., 2021)**.

No obstante, se desconoce la población exacta de cada una de estas razas de cerdo criollo mexicano, su estatus actual y condiciones de crianza, por lo que no están registradas en el DAD-IS **(FAO, 2019)**.

### **3.3 Importancia del cerdo criollo**

La producción de cerdo criollo está relacionada con la porcicultura de las zonas rurales, con las familias de escasos recursos económicos, e inclusive con las comunidades alejadas de las zonas urbanas con limitado desarrollo social.

Esta variedad de cerdos, es apreciado por los pobladores de zonas rurales y marginadas, ya que es una importante fuente de proteína muy accesible para su consumo, no solo por el precio (menor al precio que se paga por la carne de cerdo comercial en carnicerías o centros de abasto), sino también porque es un producto que se cría, sacrifica y se consume localmente. Los cerdos criollos, son animales que han demostrado su capacidad de adaptarse y sobrevivir, aun bajo condiciones de escaso cuidado, baja calidad nutricional, alimenticia, y prácticamente ningún programa sanitario, por lo que los recursos genéticos locales juegan un papel importante en el contexto actual de cambio climático donde la adaptación (un atributo de los recursos locales) a entornos desfavorables les permite formar parte del equilibrio ecológico de los agro-ecosistemas, ya que están ligados a sistemas extensivos o sistemas familiares integrados que se consideran de bajo impacto ecológico. Lo cual cumple el gusto del consumir, además de ser un producto que se consume “fresco”, es decir sin refrigeración, lo cual le da una forma diferente de apreciar la carne y reúne las características que tradicionalmente acostumbran conforme a sus gustos de consumo tradicional (**Delgado, 2012; Ángel et al., 2020, Lapian, 2022**).

El constante cambio en el mercado consumidor en zonas en donde la población se va haciendo más urbana, da la posibilidad de realizar una comercialización de los cerdos criollos de una forma diferente, ya que se abre la posibilidad de comercializar a este cerdo como un producto artesanal, lo cual le da un valor agregado que puede favorecer la economía familiar potencializando las posibilidades de mercado y de pago justo (**García, 2020**). Por otra parte, son reducidas las investigaciones en cerdos criollos mexicanos, que aporten información suficiente sobre las características reproductivas que guardan los sementales porcinos criollos, de los diferentes biotipos o razas, por lo que se requiere profundizar en lo que respecta a las características seminales de los cerdos criollos (**Lemus y Ly, 2010**). Es importante considerar el hecho de que un verraco no solo sea fértil, si no que aporte características específicas que puedan potencializar su conservación, estos son elementos importantes para resguarda su valor genético mediante el uso de bancos



de germoplasma, para posteriormente difundir la genética de estos animales, lo cual hace factible la conservación de rasgos de alta prioridad (**Lapian, 2022**).

### **3.4 Características reproductivas de los sementales porcinos criollos.**

La caracterización del valor reproductivo de un semental se hace identificando los rasgos de mayor valor genético de un individuo, mediante evaluaciones fenotípica (condición corporal, color de piel, tamaño testicular), lo cual a nivel genotípico, permite aportar un mejoramiento en la producción (**Peralta, 2021**). Por otra parte, se consideran las características de fertilidad mediante la evaluación de la calidad espermática (concentración, movilidad, morfoanomalías, estado del acrosoma, integridad del ADN espermático, entre otras), por ello, resulta de gran interés desarrollar un manejo reproductivo adecuado de los machos, con ello la eliminación de aquellos animales o eyaculados que presentan baja fertilidad, mediante la utilización de técnicas adecuadas para valorar la calidad del semen (**Valverde et al., 2021**).

En cerdos criollos **Chan et al. (2015)** mencionan que los productores manejan un sistema libre de reproducción debido a que los machos son muy difíciles de manejar. Suelen adquirir a los sementales en comunidades cercanas solo con una valoración visual, igual a lo reportado por **Matías (2021)**, donde encontró que el 97.2% de los sistemas de producción no seleccionan un semental por sus características seminales. La edad a partir de la cual se puede iniciar los entrenamientos de los machos para la obtención de eyaculado varía en función de las líneas genéticas y las condiciones de manejo en granja, en el caso de los cerdos criollos, se tiene documentado que estos animales inician su vida reproductiva aproximadamente a los 9 meses de edad y principalmente vía monta natural, reportando que casi el 80% de ellos permanecen junto a las hembras en montas libres y suelen tener una vida productiva de más de 5 años (**Ángel et al., 2020; Valverde et al., 2021**).

En los últimos años la mayoría de los sementales comerciales fueron seleccionados con muy poco énfasis en características de fertilidad o calidad espermática (**Martínez, 2017**). Es por ello, que el manejo reproductivo adecuado de los machos

es importante, particularmente por motivos de carácter económico, debido al gran impacto que tiene en la eficacia reproductiva de las granjas **(Valverde et al., 2021)**. Las biotecnologías reproductivas se han aplicado rutinariamente durante décadas, siendo la inseminación artificial (IA) con semen líquido conservado a 17 ° C la más utilizada en la porcicultura comercial **(Valverde et al., 2021)**, sin embargo, en el caso de los recursos criollos la IA, es muy poco implementada, por lo que se trabaja con monta directa. En verracos se suele utilizar la técnica de la mano enguantada **(Espinosa, 2017)**, en donde el eyaculado obtenido se utiliza como parte de las biotecnologías reproductivas para inseminar a las cerdas. No obstante, en zonas rurales en donde se utiliza el cerdo criollo, esta actividad es prácticamente inexistente, ya que el 80% de los verracos están permanentemente en contacto con las hembras, mientras que aquellos que se pueden trabajar en potro para la colecta de semen, por lo general no se suelen evaluar utilizando la técnica de espermiograma básico.

La extracción seminal en la mayoría de los machos porcinos, se inicia, en aquellos que hayan iniciado su actividad sexual, en los cuales su rendimiento reproductivo se puede comenzar a evaluar a la edad de 6 a 8 meses lo cual corresponde al periodo de puberal, alcanzando la madurez sexual al año de edad aproximadamente **(Valverde et al., 2021)**, no obstante, en el caso de los cerdos criollos esta actividad se registra después de los 9 meses de edad **(Ángel et al., 2020)**.

### **3.5 Eyaculado**

El eyaculado está constituido por el paquete celular y la fracción de secreciones de los órganos accesorios del aparato reproductivo del macho **(Caiza, 2009)**. Se obtiene debido a una expulsión forzada del semen, donde la presión en el espiral del glande, genera la contracción y el vaciado del epidídimo, la uretra y las glándulas sexuales accesorias del macho **(Hernández, 2012)**.

#### **3.5.1 Fracciones del eyaculado**

El verraco presenta una eyaculación trifásica, es decir se conforma por tres partes como lo señala **Rodríguez-Martínez (2013)**, la primer porción o fracción pre-

espermática (acuosa, con algunos coágulos gelatinosos, sin espermatozoides ~ 25 ml), está constituida fundamentalmente por plasma seminal de aspecto transparente, proveniente de la próstata, glándulas vesiculares y de Cowper (**Córdova et al, 2015; García, 2020; Valverde et al., 2021**). Esta fracción no debe colectarse debido a su baja cantidad espermática y a su elevada carga de contaminantes. La siguiente porción o también denominada fracción rica o espermática, es la de mayor concentración de células espermáticas, su volumen varía entre 40 - 150 ml, lo cual representa entre el 80 y 90% de todas las células de espermáticas en la eyaculación, se observa de color blanco lechoso, sin coágulos con aspecto denso, y proviene de las vesículas seminales y próstata (**Contreras, 2009; García, 2020**). Por último, la tercera parte del eyaculado es la fracción pobre o post-espermática, siendo la que aporta la mayor cantidad de plasma seminal, con un volumen de 150 a 200 ml, de color blanquecino transparente debido a la gran cantidad de plasma seminal, por lo que es acuosa, y que esta fase está acompañada con una fracción gelatinosa que se le suele denominar “tapioca”, o coágulos, también llamados corpúsculos, procedentes de las glándulas de Cowper (**Córdova et al., 2015**), su función es “sellar” el cérvix de la hembra evitando el reflujo del eyaculado del verraco durante la monta natural (**Estrada, 2008; García, 2020; Valverde et al., 2021**) y que se debe eliminar con el propósito de evitar una posible aglutinación de los espermatozoides. El proceso de obtención del eyaculado debe ser aséptico en todo momento, ya que al no mantener las condiciones higiénicas se puede provocar una contaminación de las dosis seminales.

Las características del eyaculado antes señaladas están reportadas principalmente en cerdos comerciales. No obstante, y aunque limitados los trabajos que destacan las características de los eyaculados de cerdos criollos, **Chan et al. (2015)** señalan que en promedio el volumen del eyaculado para el Cerdo Pelón Mexicano se encuentra entre 40 y 80 ml por eyaculado.

### **3.6 Evaluación seminal**

La evaluación del semen es una de las actividades más frecuentes en las unidades de producción porcinas debido a que forma parte de la valoración de la aptitud reproductiva del semental y porque resulta ser una práctica esencial dentro del

proceso de la inseminación artificial, al predecir la fertilidad de los eyaculados antes de ser utilizados **(Chan, 2019; García, 2020)**. En la valoración de la calidad de los eyaculados intervienen factores intrínsecos como son: edad del verraco, raza, genética, así como la presencia de patologías, las cuales pueden comprometer la calidad del semen. Por otra parte, los factores extrínsecos como: factores ambientales (temperatura, fotoperiodo), factores de manejo (alimentación, instalaciones, bioseguridad, método de colecta, frecuencia de extracción) pueden influir en la cantidad y calidad (funcional y microbiológica) del semen obtenido **(Valverde et al., 2021)**.

El examen espermático, seminograma o espermiograma, consiste en la evaluación de características macroscópicas (características físicas del eyaculado) y características microscópicas (propias de las células espermáticas), que permiten determinar las particularidades básicas del semen **(Chan, 2019)**.

Esta evaluación seminal debe realizarse de forma rápida, inmediatamente después de realizar la colecta del eyaculado, utilizando el material, instalaciones y técnicas de manejo adecuadas, que son determinantes de la calidad de las dosis seminales producidas **(Bellido y Blanco, 2013)**.

### **3.6.1. Características macroscópicas**

Su evaluación consiste en observar las características cualitativas del semen, se realiza inmediatamente después de la colecta del semen **(Hernández, 2012)**, debido a que funciona como un indicador sobre la calidad de la muestra y permite preseleccionar y decidir si se envasa como dosis para la inseminación artificial **(Bravo, 2015; Trujillo et al, 2019)**.

Dentro de estas características macro se evalúa la apariencia general: color, olor, volumen y pH:

**Color:** Resulta ser un indicador sobre la calidad de la muestra, normalmente debe ser blanco-lechoso y su grado de opacidad varía según la concentración de espermatozoides **(Bravo, 2015)**.

**Olor:** En el semen fresco en buenas condiciones (sin contaminaciones) debe ser inodoro, en caso de que se perciba algún olor se asocia a contaminación con sangre, pus o líquido prepucial por alteraciones patológicas del aparato genital **(Espinosa, 2017)**.

**Volumen:** Se cuantifica en mililitros (ml) o en centímetros cúbicos (cc). La medición de este parámetro permite tener un registro de la producción de semen del verraco, además de poder calcular la concentración espermática en el eyaculado **(García, 2020)**. El volumen normal oscila de 50 – 500 ml de acuerdo con la edad, tamaño testicular, raza y la alimentación de cada semental **(Estrada, 2008)**.

**pH:** Es un indicador de la actividad metabólica de los espermatozoides y estima el grado de acidez o alcalinidad. Debe medirse preferentemente después de 30 minutos de obtenerse o una hora después de haber realizado la eyaculación **(Ariagno y Mormandi, 2018)**. Normalmente el pH aumenta con el tiempo debido a la producción de ácido láctico y a la pérdida de CO<sub>2</sub>. Los valores normales se encuentran entre 6.8 y 7.8 con un valor óptimo entre 6.9 y 7.2 **(García, 2020)**.

### **3.6.2. Características microscópicas**

El análisis microscópico del semen se refiere a la evaluación de manera cuantitativa de la motilidad, aglutinación, vitalidad, concentración, así como la morfología de los espermatozoides **(Hernández, 2012; Ariagno y Mormandi, 2018)**. Es utilizado para detectar anomalías morfológicas y evaluar la integridad de la membrana celular y la del acrosoma **(Velázquez, 2013)**, además permite detectar la presencia de células (leucocitos y células de la progenie espermática) y/o elementos diferentes a los espermatozoides como las células inflamatorias, bacterias y cristales **(Ariagno, 2016)**.

**Concentración:** Permite determinar la cantidad de células espermáticas por mililitro de semen, esta característica refleja indirectamente la capacidad de producción gonadal del reproductor y permite determinar el número de dosis seminales obtenidas, dependiendo de la técnica de inseminación artificial **(Rodríguez, 2005; Knox, 2012; Trujillo et al., 2019)**.

**Motilidad:** Es uno de los parámetros más usados para evaluar la calidad de semen, indica la capacidad de movimiento de los espermatozoides, el cual debe ser rectilíneo, en una sola dirección, y con movimientos rápidos de la cola (**Conza, 2002; Velázquez, 2013**).

**Aglutinación:** Es el acúmulo de espermatozoides (muertos o vivos), que pueden estar adheridos a células epiteliales, o bien, unidos entre ellos cabeza con cabeza, esta unión directa entre espermatozoides se le atribuye a una alteración en sus membranas acrosomales (**Espinosa, 2017**). Este fenómeno puede ser observado tanto en el eyaculado fresco, como en el semen diluido (**Hernández, 2012**).

**Anormalidades:** La morfología del espermatozoide es una de las características que te permite estimar la viabilidad del semen, se encuentra estrechamente relacionada con la motilidad espermática de manera directa debido a que existe una correlación entre defectos espermáticos e infertilidad, por esta razón solo se permite un 25% de anomalías totales en una muestra seminal (**García, 2020**).

De acuerdo con su origen se dividen en dos grupos, primarias y secundarias. Las primarias ocurren a nivel del testículo durante el proceso de la espermatogénesis, ocasionando principalmente una alteración en el proceso de condensación de la cromatina y/o desarrollo del acrosoma, formando defectos en la forma de la cabeza y en el flagelo.

A su vez, las secundarias, se presentan durante el proceso de maduración espermática en el epidídimo, ocasionando espermatozoides con múltiples cabezas, flagelo enroscado y gotas citoplasmáticas (**Espinosa, 2017; Estrada, 2008**).

- **Gotas citoplasmáticas:** son residuos del citoplasma normal de la fase de maduración del epidídimo. Se logra ver en cerdos sexualmente inmaduros, sobre utilizados, en condiciones de estrés térmico o con traumatismo a nivel del epidídimo (**Estrada, 2008**). Se clasifican en gotas citoplasmáticas proximales y distales, ambas evidenciando inmadurez espermática y, con ello, una disminución en su capacidad fecundante (**Córdova et al, 2015**).

- **Flagelos torcidos o enroscados:** esta anomalía impide el desplazamiento al momento de la fecundación (**Córdova et al, 2015**).

**Presencia de bacterias:** La recolección de semen ha sido identificada como el punto más crítico para la contaminación bacteriana. Las bacterias son los contaminantes más habituales del eyaculado, reflejan una disminución en la viabilidad espermática, debido a la competencia por el mismo sustrato y por el efecto nocivo que los metabolitos bacterianos provocan sobre la membrana celular ocasionando aglutinación, pérdida de motilidad, disminución del tiempo de conservación, disminución de la fertilidad y, ocasionalmente, infecciones uterinas en las hembras inseminadas (**Conza et al., 2004; Acosta, 2011; Valverde et al., 2021**).

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general**

Determinar la calidad seminal mediante la evaluación de las características macroscópicas y microscópicas del eyaculado de cerdos criollos *Ts'üdi xirgo*.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Comparar las características seminales de los cerdos *Ts'üdi xirgo* con los cerdos comerciales y otros cerdos criollos.
- Determinar la influencia de la edad en el volumen, motilidad y concentración espermática
- Determinar las anomalías primarias y secundarias presentes en las muestras seminales



## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 Lugar de estudio

El presente informe se desarrolló en una Unidad de producción porcina de baja densidad localizada en el municipio de Francisco I. Madero, el cual se ubica al centro del territorio hidalguense entre los paralelos 20° 11' y 20° 18' de latitud norte; los meridianos 99° 00' y 99° 10' de longitud oeste; con una altitud entre 1900 y 2700 msnm, dentro de la región geográfica denominada como Valle del Mezquital en el Estado de Hidalgo (INDEMUN, 2021). Se caracteriza por un clima seco y semiseco con una temperatura media anual de 16 °C (INEGI, s.f).

### 5.2 Material Biológico

Se utilizaron 48 eyaculados de tres machos porcinos de diferentes edades (entre 12 a 37 meses) del biotipo *Ts'üdi xirgo* del Valle del Mezquital.

La evaluación de las características seminales de cada eyaculado se realizó en el Laboratorio de Reproducción Asistida perteneciente a la Unidad de producción porcina y en el Laboratorio de Imagenología Zootécnica y Gestión Ambiental del DPAA, de la UAM-Xochimilco.

### 5.3 Obtención de las muestras

Previo a la obtención de los eyaculados se procedió al entrenamiento de los sementales, los cuales fueron trabajados de manera individual en un área destinada a la colecta seminal. Para la obtención de los eyaculados se utilizó la técnica “de la mano enguantada” descrita por **Espinosa (2017)**. Se ingresó al cerdo de manera individual en un corral techado de 2.96 x 2.52 m x 1.03 m (altura) donde se utilizó un potro o maniquí de monta, modelo estándar CG690F de acero. El ritmo de trabajo o colecta de los eyaculados fue de un intervalo de 7.31 días, los cuales se colectaron por un periodo de 16 semanas.

### 5.4 Variables de estudio

En la evaluación macroscópica, para cuantificar el volumen seminal Se utilizó la técnica p/v (1g=1ml), utilizando una báscula digital para pesar cada uno de los eyaculados (**Caiza, 2009; Iglesias, 2021**).

La evaluación del color de las muestras se realizó de acuerdo con lo mencionado por **Bravo (2015)**, considerando la clasificación utilizada: blanco transparente, blanco lechoso y blanco cremoso, blanco grisáceo utilizada por **Espinosa (2017)** e **Iglesias (2021)**. El semen se desechó si presentaba sangre o un tono similar (de rojo a café que indica hemospermia). Los tonos verdosos o reflejos metálicos indicaron contaminación con tapioca oxidada y los tonos amarillos fueron sugerentes de contaminación por orina. El olor se evaluó directamente del vaso al momento de la recolección. De acuerdo con **Espinosa (2017)**, el olor se describe como *sui generis*, en caso de que se percibiera un olor desagradable se considerará como anormal.

En la evaluación microscópica, el cálculo de la concentración espermática se realizó con la metodología descrita por **Contreras (2009)** y **Gutiérrez et al. (2009)**. Para esta evaluación se tomaron 0.5 mL de semen con una pipeta de Thoma para glóbulos rojos, y se realizó el llenado hasta la marca de 101 que se encuentra en la parte superior de dicha pipeta, con la solución salina formolada. Seguido se agitó y se desecharon tres gotas de la pipeta, y posteriormente se llenó por capilaridad los cuadrantes (superior e inferior) de la cámara Neubauer. En cada cuadrante se contaron cinco cuadros de la cámara utilizada, tomando los de las esquinas y del centro. El resultado del conteo total, se dividió entre dos (cuadrante inferior y superior) y después entre 0.0001 (volumen de la cámara), el resultado se multiplicó por 1000 y lo obtenido fue la concentración de espermatozoides por mL.

La evaluación de la motilidad en masa se realizó con la técnica de **Bonet et al. (2006)** y **Del valle (2017)**, en la cual se tomó una gota de semen sin diluir, se colocó en un portaobjetos y se cubrió con un cubreobjetos, ambos previamente atemperados a 37°C (en una platina), se colocó en un microscopio óptico con un objetivo a 10X. La observación de las muestras de semen fue subjetiva por lo que se dio valores de 0 a 100 % siguiendo la escala de **Hernández (2012)**, la cual considera: Presencia de movimiento rectilíneo sin oleaje, toma valores entre 60-65%, si hay oleaje oscila entre 70-75% y si se presenta en forma de remolino y muy

rápido, la motilidad es del >75%. Por otra parte, se evaluó el tipo de movimiento a tiempo real, utilizando una escala del 0 al 5 (**Contreras, 2009; KUBUS, 2010**):

- 0:** Espermatozoides sin movimiento:
- 1:** Espermatozoides con movimiento pobre, las cabezas de los espermatozoides quedan fijas, y sólo se mueven las colas, pudiendo girar sobre sí mismas.
- 2:** Espermatozoides con desplazamiento en círculos y algunos progresivos.
- 3:** Movimientos progresivos y sinuosos.
- 4:** Movimientos progresivos rápidos.
- 5:** Movimientos progresivos muy rápidos.

Al evaluar la motilidad de la muestra, las células aglutinadas no se consideraron en el porcentaje total de células en movimiento. La medición de la aglutinación espermática se realizó simultáneamente con la evaluación de la motilidad espermática en un objetivo 40X. implementando la metodología descrita por **Del valle (2017) y Avalos et al. (2018)**, utilizando una escala de 0 a +++ o 0 a 3 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Escala de la aglutinación espermática

Escala	Descripción
0	Sin aglutinación
+ o 1	Unión entre algunos espermatozoides- (en algunos casos/ ligeramente aglutinados)
++ o 2	Unión evidente de espermatozoides (en todos los campos evaluados/ aglutinados)
+++ o 3	Agrupamiento masivo de todos los espermatozoides (en todos los espermatozoides/muy aglutinados, más del 30 a 40% de espermatozoides aglutinados)

(Del valle, 2017 y Avalos et al., 2018)

En la evaluación de anomalías primarias y secundarias, se utilizó la técnica descrita por **Chan et al. (2015) y Salazar et al. (2017)**. Se realizaron tres frotis

teñidos con la tinción eosina-nigrosina por cada muestra, se les colocó una gota de inmersión sobre cada uno de ellos y se observaron con el objetivo 100X. En cada uno de los frotis se realizó el conteo de 100 células normales y anormales y posteriormente se calculó el porcentaje de espermatozoides que presentaron anomalías.

Para la identificación de anomalías se realizó conforme a lo descrito por **Rodríguez (2005) y KUBUS (2010)**. Por último, en la evaluación de la contaminación, se colocó una gota de semen sin diluir, en un portaobjetos que se cubrió con cubreobjetos ambos previamente atemperados a 37°C (en una termoplatina), se colocó en un microscopio óptico, se revisaron tres campos con un objetivo 40x, se realizó la observación y se dieron valores de 0 a 3 de acuerdo con la cantidad de contaminantes.

## **6. METAS ALCANZADAS**

- Se estableció la calidad seminal, determinando las características microscópicas y macroscópicas del semen de los cerdos criollos *Ts'üdi xirgo*.
- Se identificaron las anomalías primarias y secundarias en las células espermáticas de los cerdos *Ts'udi xirgo*

## 7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 7.1. Características macroscópicas

A continuación, se describen las características macroscópicas y microscópicas observadas en los eyaculados de los verracos criollos del biotipo *Ts'üdi xirgo*. Los promedios y porcentajes se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Características seminales en verracos *Ts'üdi xirgo*.**

CARACTERÍSTICAS	n= 48
Tiempo de eyaculado (min)	5.43
Volumen (ml)	142.37
Olor	<i>Sui generis</i>
Color (%)	1 31.25
	2 47.91
	3 14.59
	4 6.25
Motilidad en masa (%)	91.85
Motilidad individual (0 a 5)	3.75
Aglutinación (%)	1 35.42
	2 64.58
Concentración espermática x 10 <sup>6</sup> /ml	332.35
Anormalidades totales (%)	4.39
Contaminación (0 a 3)	0 27.08
	1 72.91

**Color:** blanco (1-transparente; 2-lechoso; 3-cremoso; 4-grisáceo):

**Aglutinación:** (0- Sin aglutinación, 1-ligeramente aglutinado; 2-Aglutinados; 3-muy aglutinados).

**Contaminación:** (0-Sin contaminación; 1-ligeramente contaminado; 2-Contaminado).

El tiempo promedio de eyaculado en los cerdos *Ts'üdi xirgo* fue de 5.43 minutos, este valor se encuentra dentro de los valores mencionados por **Guevara (2021)** de 4 a 15 min, e inferior a lo descrito por **Oberlender et al. (2012) (6 min)**, en donde utilizaron verracos Pietrain de entre 7 a 25 meses de edad. Este autor también observo una relación directa sobre el volumen de eyaculado recolectado y una correlación moderada con la edad de los animales.

Es común señalar que a mayor edad del verraco se espera una producción espermática superior y un volumen de eyaculado mayor, por lo que se necesita más tiempo para que el proceso de eyaculación termine.

En este estudio el volumen seminal fue de 142.37 mL e inferior a lo mencionado por **Oberlender et al. (2012)** y **Huang et al. (2010)**, con un volumen de  $217.81 \pm 67.38$  mL, esta diferencia es seguramente debida a la raza, más que a la edad, ya que los verracos que fueron utilizados en este estudio de cerdos criollos, las edades de más de 26 meses tuvieron un volumen promedio menor a lo descrito en sementales Pietrain y Duroc (218.26) (Grafica 1).

No obstante **Almaguer-Pérez et al. (2015)** describe que las razas comerciales (Duroc, Landrace y Yorkshire) tienen volúmenes de eyaculado de entre 132.8 mL a 206.1 mL, por lo que al contrastar estos valores con los eyaculados de *Ts'üdi xirgo* (142.37 mL), se puede hacer referencia que la producción de semen es similar a los verracos de razas comerciales.

Por su parte, **Gómez (2012)** en la investigación con diferentes variedades de cerdo ibérico (Torbiscal, Manchado de Jabugo, Entrepelado, Lampiño y Retinto) encontró un volumen promedio de 81.58 ml. Más tarde **Villegas (2022)** reportó en cerdos criollos de Ecuador un volumen de 60.95 ml, por lo que el volumen de estos cerdos fueron menores a los obtenidos en el biotipo *Ts'üdi xirgo*. **Valverde et al. (2018)** mencionan que el volumen es una característica que puede influir en la calidad del semen, ya que a mayor volumen suele incrementar la cantidad de espermatozoides (concentración espermática), tanto viables como no funcionales. **Estrada (2008)** señala que esta variable puede estar relacionada a los diferentes grupos raciales, al tamaño testicular y la alimentación de cada semental. Por lo que, en este estudio, la diferencia de razas podría ser la razón por la que existe variaciones entre volúmenes.

La evaluación del volumen por individuo se presenta en el Gráfico 1. Se observa al individuo 1 con un volumen de 134.64 mL, un volumen más alto de 214.28 mL en el verraco 2, y un descenso en el volumen del verraco 3 con un volumen de 78. 21 mL. Un factor que puede influir en la variación es la edad, si comparamos a los individuos

de este estudio, el comportamiento fue, un volumen menor en el verraco joven (12-16 meses), un volumen mayor en el verraco maduro (26 a 30 meses) y un descenso en el verraco más grande (33 a 37 meses). Estos resultados coinciden con lo reportado por **Kondracki (2004)**, quien señala la presencia de volúmenes más altos (171.70- 176.96 mL.) en sementales en edades de 27 a 36 meses comparados con los de 11 a 16 meses de edad (140.78-159.69 mL). En cerdos criollos **Suarez et al. (2021)** obtuvieron un volumen de 185.5 mL. en animales de 1 a 2 años (12 a 24 meses) siendo superior a lo que se reportó en el verraco 3, que se encuentra entre ese rango de edad.

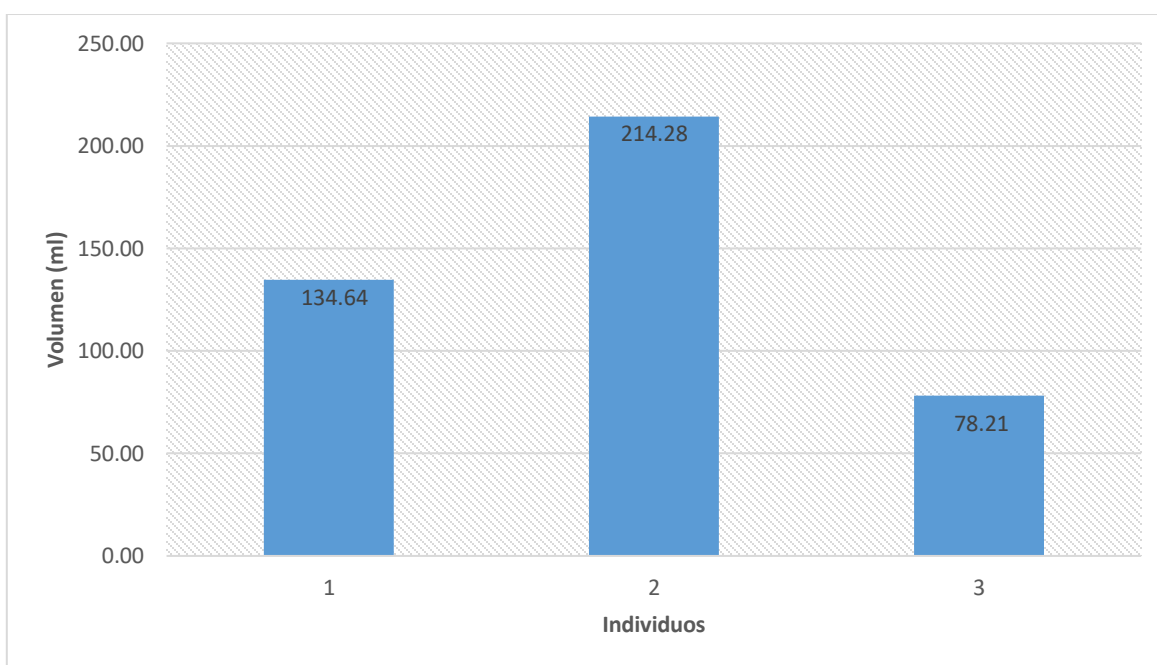


Gráfico 1. Volumen del eyaculado (mL) en verracos del biotipo *Ts'üdi xirgo*.

No obstante, se describen otros factores como la época del año, **Hernández y Alemán (2008)**, señalan que las altas temperaturas causan un efecto negativo específicamente en el volumen total del eyaculado, al verse afectado el plexo pampiniforme que es el que contribuye a mantener la temperatura, por lo tanto se ve afectada la cantidad y calidad de la producción espermática. En este estudio las muestras se recolectaron en primavera y verano, por lo que puede ser la razón de haber tenido volúmenes más bajos que en los autores ya mencionados.

En el color, la mayoría de las muestras se observaron como Blanco lechoso (47.91%) el cual concuerda con lo encontrado por **Chan (2019)**, que describe el blanco lechoso como color predominante (45.2 %) del eyaculado en el cerdo criollo Pelón Mexicano. **Caiza (2009)** menciona que el color puede ser variable según la concentración espermática y es un indicador sobre la calidad de la muestra, porque funciona como un indicativo de problemas inflamatorios del sistema genital y urinario. Por lo que en este estudio la mayoría de las muestras tienen un color normal y sin alteraciones patológicas del aparato reproductor o contaminaciones aparentemente.

### **7.1 Características microscópicas.**

Con respecto a la motilidad masal, **Valverde et al. (2021)** mencionan es de las características más importantes para la calidad del esperma porque se utiliza para la decisión de aprobación o rechazo de los eyaculados para su uso en inseminación artificial (IA). En este biotipo, se obtuvo un valor superior (91.85 %) a lo encontrado por **Valverde et al. (2018)** en sementales de raza Duroc, Yorkshire y Landrace (70.83 a 76.46 %), pero siendo un poco similar a **Suarez et al. (2021)**, con 90.9% en siete verracos criollos colombianos, así como, lo reportado por **Gómez (2012)** en diferentes variedades de cerdos ibéricos con motilidad de 85.83 a 91.5 %. Por lo que señala **Chan (2015)**, los eyaculados son considerados “normales” si presentan mínimo un 70% de motilidad masal, por lo tanto, los valores obtenidos en este trabajo se encuentran dentro de lo normal para la motilidad masal.

En la motilidad masal por individuo se obtuvieron porcentajes que va de 91.56% al 92.06 % (Grafico 2). Se observó un mayor porcentaje en el verraco 1 (33-37 meses de edad), seguido del verraco 2 (26 a 30 meses) y por último el verraco 3 (12 a 16 meses), siendo mayor en animales maduros y habiendo un descenso en cerdos más jóvenes. Este comportamiento coincide con **Kondracki et al., (2004)** y **López et al. (2006)**, quienes reportan que la motilidad aumenta cuando mayor edad presentan. Pero difiere a lo que menciona **Bellido y Blanco (2013)**, en sementales de nueve meses siendo superior (83.4%) a lo encontrado en animales de 36 meses (81.05 %) y **Jaishankar et al., 2021** donde la edad no tuvo una influencia



significativa en la motilidad debido al alto valor genético de los sementales utilizados.

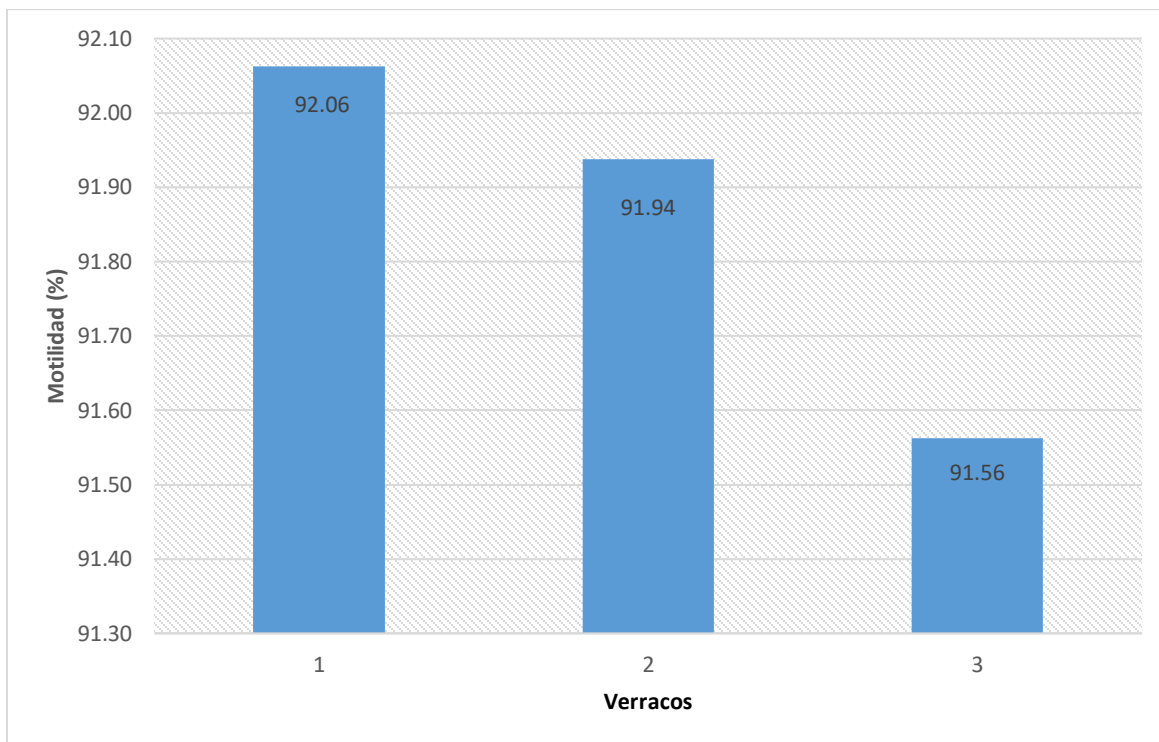


Gráfico 2. Motilidad masal del eyaculado (%) en verracos del biotipo *Ts'üdi xirgo*.

Además de la motilidad masal, la motilidad individual es una característica evaluada. **Flores et al. (2012)** y **Córdova et al. (2015)** mencionan que el tipo de motilidad (desplazamiento) de los espermatozoides vivos es indispensable porque permite que viajen en el líquido seminal, en la cavidad vaginal, útero y cuernos uterinos, y cuanto más rápido y rectilíneo sea el desplazamiento, mayor será su potencial fecundante. En este estudio se reportó en los cerdos *Ts'üdi xirgo* una motilidad individual de 3.75, un valor similar al reportado por **Chan (2015)** en el cerdo pelón mexicano con una motilidad individual de 3.6. De acuerdo con lo señalado por **Chan (2019)**, los niveles aceptables son de 3 en adelante, por lo que la motilidad individual del biotipo *Ts'üdi xirgo* se encuentra entre el nivel aceptable.

En la aglutinación espermática, se encontró un mayor porcentaje (64.58 %) en la aglutinación grado 2, seguido del grado 1 con 35.42%, que difiere de lo mencionado

por **Del Valle (2017)**, quien reporta un porcentaje mayor de aglutinación con grado 1 (83.6 %) en cerdos comerciales. La aglutinación puede ser causada, según **Córdova et al. (2015)** por la presencia de restos de gel procedente de las glándulas bulbouretrales (filtrado defectuoso), concentración muy elevada de espermatozoides en el eyaculado, shock térmico por manipulación inadecuada del semen, pero de acuerdo a **IIP (2008)** y **Hernández (2012)** las muestras suelen presentar menor y mayor grado de aglutinación, siendo muy frecuente en casi todos los eyaculados porcinos, por lo que podría ser esa la razón del grado obtenido en este estudio además de considerar que la concentración espermática fue más alto ( $332.35 \times 10^6$  / mL.) que en los otros estudios en razas criollas, por lo que también puede ser una razón de encontrar un nivel mas alto de aglutinación.

El promedio de la concentración espermática en esta investigación fue de  $332.35 \times 10^6$  / mL, comparado con biotipos criollos, **López et al. (2006)** señalan un promedio ligeramente inferior, con una concentración de  $304.18 \times 10^6$  / mL en cerdos del Istmo de Tehuantepec. Un factor a causar variaciones es el efecto de la época, **Caiza (2009)** y **Del Valle (2017)**, mencionan que, en estaciones de primavera y verano, las temperaturas son relativamente altas (superiores a 29°C) y estas comprometen la calidad de los eyaculados. Si lo vemos por temperatura, el Istmo de Tehuantepec presenta una temperatura media de 26° C y siendo mas alta en las temporadas calurosas, en cambio, el municipio de Francisco I. Madero, se presenta una temperatura de 16 °C, por lo que podría ser la razón del porque se reportó una concentración menor en los cerdos criollos del Istmo de Tehuantepec.

De acuerdo con la evaluación de concentración espermática de cada individuo (Gráfico 3), la concentración más alta ( $447.0625 \times 10^6$  mL) se encontró en el verraco 3, de menor edad (12-16 meses), seguido del verraco 1 ( $308.625 \times 10^6$  mL) y por último el verraco 2 ( $241.375 \times 10^6$  mL.). Se ha señalado que la edad tiene una influencia significativa en el volumen del eyaculado y la concentración espermática, **Jaishankar et al. (2021)**, señalan que se presenta un aumento del volumen en los eyaculados desde los 14 meses de edad hasta los 30 meses, ligado a un aumento en la concentración espermática a la edad 24 a 29 meses ( $324.227 \pm 6.51 \times 10^6$  mL.)

habiendo un descenso a partir de los 30 meses ( $322.25 \pm 10.85 \times 10^6$  mL.), pero comparado a lo que se obtuvo, el aumento de la concentración no se relacionó al crecimiento de edad, más bien parece estar más relacionado negativamente con el volumen, siendo que a mayor concentración menor volumen y a menor concentración mayor volumen. Similar a lo reportado por **Valverde- Abarca et al., (2019)**, en volúmenes menores a 250 mL encontró concentraciones mayores ( $423.52 \times 10^6$  /mL), que lo atribuye a un efecto de dilución que hace que por unidad de volumen haya menos espermatozoides porque hay mayor cantidad de plasma seminal. Además, también otra de las razones como lo mencionan **Tsakmakis et al., (2012)**, una disminución del volumen, motilidad y concentración espermática depende de los cambios hormonales y celulares, vinculados a la reducción de la concentración de testosterona, ya que puede ser un factor que afecte la calidad seminal, así, como su capacidad fecundante.

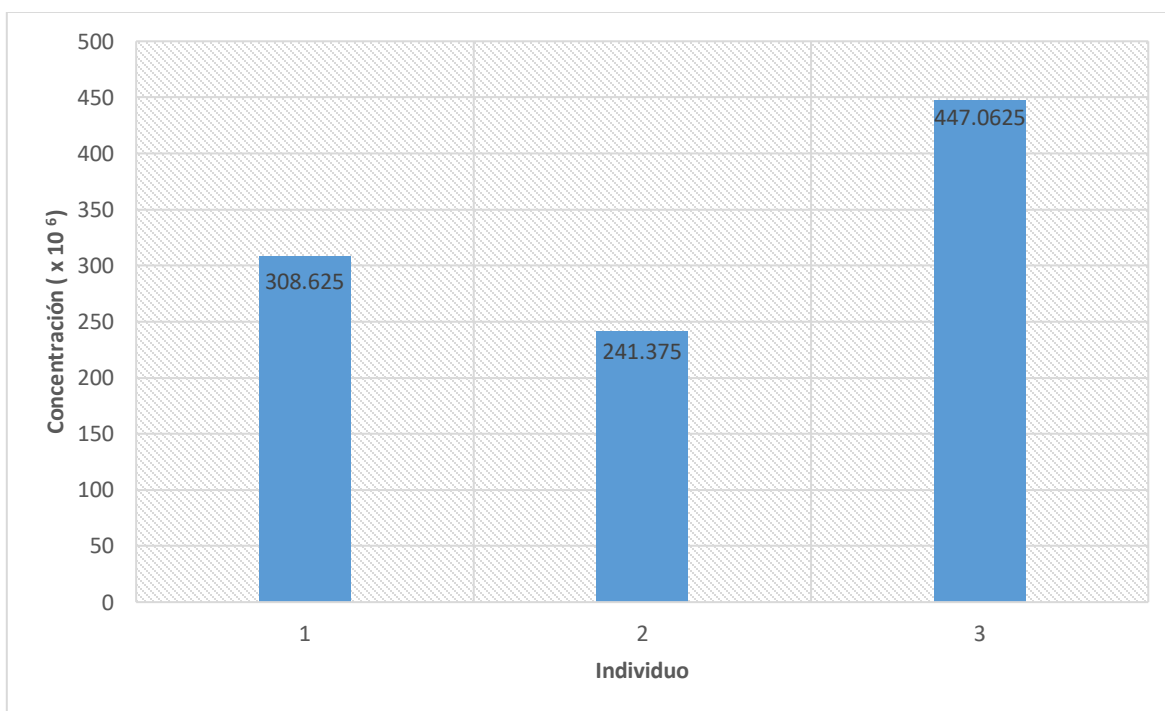


Gráfico 3. Concentración espermática (Epz/ml) en verracos del biotipo *Ts'üdi xirgo*.

Las anomalías totales fueron inferior (4.39 %) a lo reportado por **Hernández (2012)** con 16.2% y de **Frangéz et al. (2005)** en cerdos comerciales, con 13.92 % en un intervalo de colecta de siete días, que difiere con lo encontrado por **Gómez**

(2012) en cerdos ibéricos con porcentajes menores, 1.42% a 1.54% de las anomalías totales, lo atribuyen a un buen manejo, en donde las fluctuaciones de temperatura fueron controladas para no afectar la espermatogénesis en los testículos.

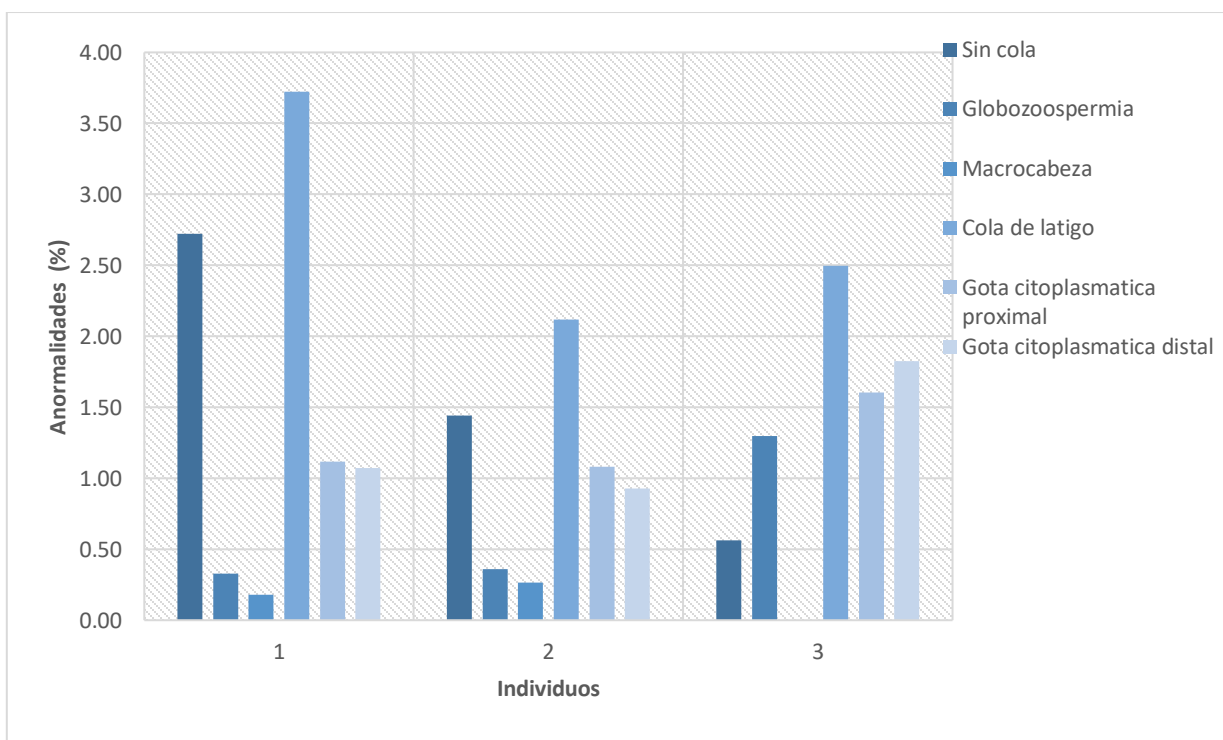


Gráfico 4. Anormalidades primarias y secundarias presentes en los verracos *Ts'üdi xirgo*

En los cerdos *Ts'üdi Xirgo* se pudo observar la presencia de morfoanormalidades celulares en los eyaculados (Gráfico 4). Las cuales se pueden dividir en primarias, como es el caso de espermatozoides sin cola, globozoospermia y macrocabezas, mientras que las secundarias; se observaron colas látigo, gota citoplasmática distal y proximal, siendo la cola de látigo el porcentaje más alto (2.71 %) en los tres verracos, seguido de espermatozoides sin cola (1.65%) y con 1.40% espermatozoides con gota citoplasmática distal.

Lo encontrado en el informe difiere con lo reportado por **Piscoya (2015)**, en cerdos (Landrace x Belga x Pietrain), donde se encontró mayor porcentaje de gota citoplasmática proximal (7.73%), anomalía que está relacionada principalmente

con la frecuencia de colección, por lo que se recomienda un ritmo de colección con intervalo de 7 días como lo señala **Rocha et al., 2005**. En este estudio el promedio del intervalo de trabajo fue de 7.3 días, por lo que justifica porque la gota citoplasmática no fue la anormalidad más alta. En cambio, **Salazar et al. (2017)** concuerdan con lo obtenido en este estudio, con un porcentaje de cola látigo (10.9 %) como el más alto, así como **Chakurkar et al. 2014** con porcentajes de 4.12 y 3.11% en colas enrolladas encontrados en cerdos locales de India. **Piscoya (2015)**, ha mencionado que los espermatozoides con cola látigo están directamente relacionados con el factor temperatura, cuando esta se encuentra entre los 34.4° a 37.7 °C, los espermatozoides se ven afectados en la fase de la espermiogénesis y en el transporte dentro del epidídimo. Esto puede tener varias razones tanto propias del semental, como de las técnicas de colección seminal y de manejo del semen durante su evaluación, como la temperatura, como lo señalan **López et al., 2017**, el enfriamiento rápido o el shock térmico causa daños a los espermatozoides, por lo tanto, afecta la calidad del eyaculado.

Pero el valor encontrado se encuentra dentro de lo que menciona **Rodríguez, 2005**, el porcentaje permitido de anormalidades en la cola es de 1 a 5 % por lo que los *Ts'üdi xirgo* se encuentran entre el rango aceptable con 2.71% en colas de látigo.

De acuerdo con lo reportado en la contaminación del eyaculado, se encontró un mayor porcentaje en ligeramente contaminada con 72.91%. De acuerdo con **Conza (2002)** los contaminantes pueden provenir de los testículos, glándulas anexas, el prepucio o ser provocada por el contacto del semen con el aire que lo rodea o provenir de localizaciones diversas (piel del verraco, materia fecal, mano del operador y material de la colecta) pero su presencia puede ocasionar, una disminución de la motilidad espermática, presencia de aglutinaciones y la consecuente disminución de la capacidad fecundante. **Acosta et al. (2011) y Vera (2018)** realizaron un análisis microbiológico en razas comerciales, donde reportaron la presencia de varios géneros bacterianos entre flora normal y patógenas asociadas a procesos de mala higiene durante la recolección y procesamiento del semen por lo que puede ser la razón de que en este biotipo *Ts'üdi xirgo* se encontró

un porcentaje alto en ligeramente contaminado, por lo que se debe tener un mejor manejo de limpieza durante el proceso de recolección.

Por lo tanto, la edad si puede afectar características como el volumen, motilidad y concentración espermática, y con ello calidad del semen en los verracos *Ts'üdi xirgo*, por otra parte, las variaciones encontradas pueden estar asociadas a otros factores como la raza, el intervalo entre eyaculados, la ubicación geográfica y medioambiental, que influyen directamente en las variables reproductivas. Se puede decir que de manera general el comportamiento de los eyaculados de los verracos del biotipo *Ts'üdi xirgo* en cuanto a características como el volumen, motilidad masal, motilidad individual, concentración espermática/ml y presencia de anomalías, se observaron valores superiores a los reportados por **López et al. (2006)**, **Gómez (2012)**, **Chan et al. (2015)**, **Chan (2019)** y **Suarez et al. (2021)**, **Villegas (2022)** con otros cerdos criollos como es el caso de cerdo Pelón Mexicano, cerdo ibérico, cerdos criollos colombianos, de Ecuador y de la comuna Colonche.

## 8. CONCLUSIÓN

Los verracos *Ts'üdi xirgo* presentan valores de calidad espermática superiores a otros cerdos criollos.

Los valores de calidad seminal son similares a los presentes a verracos comerciales.

El cuidado de los verracos *Ts'üdi xirgo* (intervalo entre eyaculados) favoreció la calidad del eyaculado.

Consideraciones:

Es necesario que se profundicen las investigaciones sobre la relación de factores nutricionales, época del año y edad en la calidad de los eyaculados.

## 9. LITERATURA CITADA

- Acosta M., Ruedas M., Arias T., Paez R., Espinosa I., Martínez V., Perdigón R., (2011). Evaluation of the bacterial contamination of pure and diluted swine semen. *Livestock research for rural development*. 23(4).
- Almaguer Y., Font H., Rosell R. (2015). Evaluación de la calidad seminal en sementales porcinos en un Centro de inseminación artificial. *Revista Electrónica de Veterinaria*.16(7):1-7.
- Anderson, S. (2003). Animal genetic resources and sustainable livelihoods. *Ecological economics*, 45(3), 331-339.
- Ángel A., García C., García A., Ortiz J., Sierra A., Morales S. (2020). Sistema de producción del cerdo Pelón Mexicano en la península de Yucatán. *Nova scientia*, 12(24): ISSN 2007-0705.
- Ángel A, García C.A., García A.M., Valencia M, Hernández J, Velázquez P.A. (2021). Tipificación y caracterización del sistema de producción del cerdo criollo de la Región Centro, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* Núm. Esp. II: e2777. DOI: 10.19136/era.a8nII.2777
- Ángel A., García M.C.A., Valencia P. M., Gutiérrez C. A. J., García M.A.M., Gómez S.J.A. y Morales S. (2018). Estudio de cerdos criollos mexicanos para la instalación del centro de conservación en la Universidad de Guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal AICA*.12 (2018) 77-8.
- Ariagno, J., Mormandi, E. (2016). Guía práctica para la evaluación del semen. *ByPC*; 80(3):29-36.
- Ávalos, R.A., González, S.J.A., Vargas, I.A.K., y Herrera, B.J.A. (Eds). (2018). Recolección y manipulación seminal in vitro. Universidad Autónoma Metropolitana.  
[http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/r ecoleccion\\_manipulacion.pdf](http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/r ecoleccion_manipulacion.pdf).
- Bellido E., Blanco H.S. (2013). Efecto de dilutores sobre la criopreservación de semen de verraco. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Huancavelica. <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/738>

- Bravo O. (2015). Manejo del semen para la producción de dosis. *Sitio Argentino de Producción Animal*.
- Bonet, S., Martínez, E., Rodríguez, E. J., y Barrera. X. (2006). Manual de Técnicas de Reproducción Asistida en Porcino. Universidad de Girona. Red Temática Nacional de Reproducción Porcina: 1-306.
- Caiza D. (2009). Manejo de verracos para la obtención y procesamiento de semen porcino e inseminación artificial. Tesis de Licenciatura. Escuela Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1667>
- Candelaria M.B., Ramírez M.M., Flota B.C., Dorantes J.J. (2017). Recursos genéticos “criollos” de zonas rurales de Campeche, México. *Agroproductividad*. 9(9):29-32.
- Chakurkar, Eaknath B.; Naik, Sajan S.; Barbuddhe, S.B.; Karunakaran, M.; Naik, P.K.; Singh, N.P. (2016). Seminal attributes and sperm morphology of Agonda Goan pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1), 130–134.
- Chan C.R. (2019). Caracterización de los parámetros de calidad espermática en verracos pelón de Yucatán. Tesis de maestría. Tecnológico Nacional de México.
- Chan C., Mukul C., Sierra A.C., Ortiz J.R., Rodríguez J.C., Canul M., Bojórquez J.C., Tamayo- Canul J. (2015). Comportamiento sexual y calidad seminal en verracos pelón mexicano de Yucatán.
- Contreras M.E. (2009). Efecto de la cafeína sobre la motilidad de las células espermáticas en la especie porcina (*Sus strofa*). Tesis de maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/1311/browse?value=Cafe%C3%ADna+An%C3%A1lisis.+Inseminaci%C3%B3n+artificial+Cerdos&type=subject>
- Conza L.B. (2002). Evaluación bacteriológica de semen de verracos aparentemente sanos según el sistema de crianza semitecnificada y tecnificada. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7378>
- Conza L., Calle S., Echavarría L., Falcón N., Cerón M. (2004). Evaluación bacteriológica de semen de verracos usados como reproductores en granjas



porcinas de la zona de Lurín, Lima. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 15(2), 163-165.

- Córdova A., Pérez J.F., Méndez W.; Villa A.E., Huerta R. (2015). Obtención, evaluación y manipulación del semen de verraco en una unidad de producción mexicana. *Rev. vet.* 26 (1): 69-74,73. *Revista electrónica de Veterinaria* - ISSN 1695-7504 18 N° 10.
- De Loera Y.G. (2016). Efecto de la fuente y nivel de zinc en el comportamiento productivo de machos no castrados (40-110 kg) y su relación con el comportamiento sexual. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/38797/>
- Del Valle A. (2017). Evaluación de la calidad espermática de sementales porcinos, utilizados en la monta natural. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 18(10): 1-17.
- Delgado, J.V. (2012). Conservación y utilización de los recursos genéticos de los animales de granja. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2(1), 19-23.
- Espinosa S. (2017). Procesamiento de semen de calidad y preparación de dosis. En Trujillo M.E., Contreras A.J., Espinosa S. *et al.*, El verraco. (pp.96-106). UNAM.
- Estrada S.G. (2008). Efecto del virus de "Ojo blanco" asociado a leucospermia sobre la calidad y viabilidad espermática en verracos. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco. <https://repositorio.xoc.uam.mx/jspui/handle/123456789/2050>
- FAO. (2007a). Global Plan of Action for Animal Genetic Resources and the Interlaken Declaration. Rome. [www.fao.org/3/a-a1404e.pdf](http://www.fao.org/3/a-a1404e.pdf). Consultado el 04-04-2022.
- FAO, (2007b). La Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura – resumen, editado por Dafydd Pilling & Barbara Rischkowsky. Roma. ISBN 978-92-5-305763-4

- Fernández G., Gómez A.G. (2007). Caracterización, utilización y conservación de los recursos zoogenéticos locales. *Archivos de Zootecnia*, 56 (Su1),377-378. ISSN: 0004-0592.
- Frangez R. Gider T. Kosec M. (2005). Frequency of Boar Ejaculate Collection and its Influence on Semen Quality, Pregnancy Rate and Litter Size. *Acta Vet. Brn.* 74: 265-273.
- García R. (2020). Complejo ciclodextrina-colesterol y su efecto sobre la calidad de espermatozoides conservados a 5°C. Tesis de maestría. Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB\\_UMICH/1918](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/1918)
- García A.C., De Loera O.Y., Guevara G.J., Rodríguez J., Medina C., Rivera U., Segura M., Martínez Y. (2021). Recuperación de la población del cerdo negro peludo (Ts'udi Xirgo) del Valle del Mezquital. *Revista de la Academia Veterinaria Mexicana LVII*. Bienio 2020-2021.
- Gómez M.M. (2012). Contrastación Seminal de Cinco Variedades de Ibérico ( Manchado de Jabugo, Retinto, Torbiscal, Entrepelado y Lampiño ) y Estudio de la Fertilidad y Prolificidad Utilizando Semen Refrigerado de la Variedad Torbiscal. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Guevara J.A. (2021). Entrenamiento del verraco y recolección de semen. En glesias A. Segura M.J, Guevara J.A., Juárez M.L., Gutierrez O., Garcia A.C. y De Loera Y.G. Manual de obtención, evaluación y almacenamiento de semen de verraco. Universidad Autónoma Metropolitana. México. p. 53.
- Gutiérrez, P. O., Juárez, M. M., Uribe, C. S., Trujillo, O. M. (2009). Boar spermatozoa cryopreservation in low glicerol/trehalose enriched freezing media improves cellular integrity. *Cryobiology*, 59, 287-292. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2009.02.003>.
- Hernández I. (2012). Evaluación de la calidad espermática de sedimentos porcinos utilizados en la montaña natural. Tesis de maestría. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas. <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/3526>

- Hernández J.L.D., Alemán R. (2008). Efecto de la época del año en algunas características del eyaculado de diferentes genotipos porcinos. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. IX, núm. 12, diciembre, pp. 1-12.
- Hernández A., García M.C.A., Valencia P.M. Gutiérrez C.A.J., García M.A.M., Gómez S.J.A., Morales S. (2018). Estudio de cerdos criollos mexicanos para instalación del centro de conservación en la universidad del centro de conservación en la Universidad de Guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 77-84.
- Hernández M., Gámez A., Zeledón Y. (2017). Caracterización morfológica del cerdo criollo (*Sus scrofa domesticus*) en el municipio de Nueva Guinea, RACCS. *Revista científica La Calera*, 17 (28). 21-27.
- Huang Y.H; L.L; Liu S.H; Yang T. S (2010). Age-related changes in semen quality characteristics and expectations of reproductive longevity in Duroc boars., 81(4), 432–437.
- Huerta B.J. (2001). Estudio del origen y diversidad genética del cerdo criollo (*Sus scrofa*) por análisis de la secuencia de DNA mitocondrial. Tesis de maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. [https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=pRYYM3&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_0&as=0](https://repositorio.unam.mx/contenidos?c=pRYYM3&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0).
- Iglesias A. Segura M.J, Guevara J.A., Juárez M.L., Gutierrez O., Garcia A.C. y De Loera Y.G. (2021). Manual de obtención, evaluación y almacenamiento de semen de verraco. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- IIP. (2008). Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina. Instituto de Investigaciones Porcinas. Ediciones CIMA. La Habana.
- Instituto Hidalguense para el Desarrollo Municipal (INDEMUN). (2021, Enero). <http://indemun.hidalgo.gob.mx/>.
- Jaishankar S., Gnanaraj P.T., Sivakumar T., Ronald B.S.M., Subramanian, A. (2021). Influence of age on semen quality of large white yorkshire boars. *Pharma Innov.*, 10, 27-30.
- Knox R. (2012). Evaluating Boar Semen for Quality. How TO's Número 08-03-01.

- Kondracki S., Banaszewska, Wysokińska A., Radomska M. (2004). Effect of age on semen traits of duroc breed used in insemination. *Animal Science Papers and Reports*. 22, 281-288.
- KUBUS (2010). Producción de dosis seminal. En manual práctico para profesionales: Inseminación artificial porcina. (pp.17-37). Polígono industrial Európolis.
- Lapián, H.F.N. (2022). Domestication and genetic characteristics of pig—a review. *ZOOTEC*, 42(2), 278-284.
- Lemus C. (2008). Diversidad genética del cerdo criollo mexicano. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*.15(1):33-40.
- Lemus C., Ly J. (2010). Estudios de sostenibilidad de cerdos mexicanos pelones y cuinos, la iniciativa nayarita. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. 17(2).
- Lemus-Flores, C., Díaz, J.R.G., Grageola-Núñez, F., Bugarin-Prado, J.O., Ávalos, G.L. (2022). Diferencia en el comportamiento reproductivo de las cerdas razas pelón mexicano y cuino de Nayarit-México con la cerda York-Landrace: Diferença no comportamento reprodutivo das porcas mexicanas das raças Pelón e Cuino de Nayarit-México com a porca York-Landrace. *STUDIES IN ENVIRONMENTAL AND ANIMAL SCIENCES*, 3(2), 395-405.
- López J.R., Altamirano, Z.A., Martínez A.J.G. y Fuentes- Mascorro G. (2006). Evaluación de semen de cerdo criollo del istmo de Tehuantepec. Memorias del XLI Congreso Nacional de AMVEC A.C., Ixtapa, Guerrero, 16-19 de Julio de 2006.
- López A., Van, A., Arsenakis, I. y Maes D. (2017). El manejo del jabalí y los factores de manejo del semen afectan la calidad del semen extendido del jabalí. *Porc Health Manag* **3**, 15.
- Martínez R, Selección del semental. (2017) En Trujillo M.E., Contreras A.J., Espinosa S. *et al.*, El verraco. (pp.76-86). UNAM.

- Matías S.A. (2021). Parámetros Zootécnicos de Cerdos Criollos (*Sus Scrofa Domesticus*) en la Parroquia Simón Bolívar, Cantón Santa Elena. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La libertad.
- Martínez G., Román S.I., Vélez A., Cabrera E., Cantú A., De la Cruz L., Durán M., Maldonado J.A., Martínez F.E., Ríos A., Vega V. E., De Jesús F. (2016). Morfometría del cerdo de traspatio en áreas rurales de México. *Rev Mex Cienc Pecu*;7(4):431-440.
- Mujica F. (2009). Diversidad y conservación de los Recursos Zoogenéticos del país. *Agro Sur*. 37(3): 134-175.
- Murgas LDS, Zangeronimo MG (2004). Reproductive aspects related to the boar. In: Murgas LDS, Zangeronimo MG (eds). *Swine Reproduction and Artificial Insemination*. 1 st Edition. Publisher UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brazil, Pp 45-60 (in Portuguese).
- Nario M.J. (2017). Caracterización de la crianza porcina de traspatio en el distrito de San Antonio-Huaro-chiri. Tesis de licenciatura. Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1422>
- Núñez R. Ramírez R., Saavedra L.A., García J.G. (2016). La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos Criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. *Archivos de Zootecnia*. 65, (251): 461-468.
- Oberlender G., Murgas L.D.S., Zangeronimo M.G., Silva A.C. y Pereira L.J. (2012). Influence of Ejaculation Time on Sperm Quality Parameters in High Performance Boars. *Journal of Animal Science Advances*. 2(5): 499-509.
- Peralta Y.E. (2021). Evaluación reproductiva en machos porcinos. Pagina wed. (PDF) EVALUACIÓN REPRODUCTIVA EN CERDOS (researchgate.net). Consultado el 12 de enero de 2022.
- Perezgrovas R., Pérez R., Galdámez D. (2007). Caracterización del sistema de cría de cerdos criollos en el contexto social de Aguacatenango, Chiapas. *Quehacer Científico en Chiapas*. I. (3): 5-12.
- Piscoya C.A. (2015). Efecto de la temperatura ambiental y frecuencia de colección de semen en la calidad espermática de porcinos. Universidad Nacional de Cajamarca. Tesis de maestría. Perú, Cajamarca.

- Poto A, Peinado B, Rosique M, Martínez M, Barba C (2000). Comportamiento del cerdo chato murciano frente maniquí en la sala de extracción de semen. Estudio preliminar de la libido. Arch. Zootec., 49: 87-93.
- Rocha G., Castañeda J. y Valencia J.J. (2005). Factores que afectan la producción de dosis de semen en centros de inseminación artificial porcina.
- Rodríguez H. (2005). Evaluación de la calidad seminal en el verraco. Universidad Suecia de ciencias Agrícolas.
- Rodríguez-Martínez H. (2013). Es posible simplificar la congelación del semen porcino. [https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/%C2%BFes-posible-simplificar-la-congelacion-del-semen-porcino\\_2258/](https://www.3tres3.com/es-mx/articulos/%C2%BFes-posible-simplificar-la-congelacion-del-semen-porcino_2258/)
- Salas C. (2012). Características, Distribución y Perspectivas del Cerdo Criollo en América Latina. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". <https://es.scribd.com/document/412652344/Cerdo-Criollo-en-America-Latina-pdf>
- Salazar L., Zoo J., Chamorro J., Patiño R., González D., (2017). Evaluación del efecto de un suplemento minerales sobre la calidad seminal de cerdos reproductores. *Revista colombiana de ciencia animal*.9. (supl):76-84. DOI: 10.24188/recia.v9.nS.2017.524
- Suárez-Mesa R., Estany J., Rondón-Barragán I. (2021). *Semen quality of Colombian Creole as compared to commercial pig breeds. Tropical Animal Health and Production*. 53: 129.
- Trujillo M.E., Silva H.R., Gutiérrez O. (2019) Manejo del semental. En Trujillo M.E., Silva H.R. y Gutiérrez O. Reproducción del cerdo: una visión práctica. (pp.119 a 120). UNAM.
- Tsakmakidis I.A., Lymberopoulos A.G., Khalifa A.A. (2010). Relationship between sperm quality traits and field-fertility of porcine. *Journal of Veterinary Science*. 11(2):151-154.
- Valverde A. Madrigal-Valverde M., Zambrana-Jimenez A. (2018). Evaluación de la cinética y movilidad espermática de verracos en condiciones tropicales. Actas iberoamericanas de Conservación Animal. 12. pp. 125-132.

- Valverde-Abarca A., Madrigal-Valverde M., Solís- Arias J. y W. Paniagua-Madrigal. (2019). Variabilidad en los métodos de estimación de la concentración espermática en verracos. *Agronomía Costarricense*. 43(2): 25-43.
- Valverde, A., Barquero, V., Carvajal, V. (2021). Biotecnología aplicada al estudio de la movilidad del semen porcino. *Agronomy Mesoamerican*, 662-680.
- Vargas B.J., Velázquez R.F., Chacón M.E. (2016). Estructura genética y caracterización molecular del cerdo criollo (*Sus scrofa domestica*) de Ecuador, utilizando marcadores microsatélites. *Acta Agron.* 65(3):292-297.
- Velásquez C. (2013). Factores que influyen en la calidad y principales características seminales del verraco. Universidad Nacional José Faustino Sánchez. Resolución N° 062-2013-VRI-UNJFSC.
- Vera Y.B. (2018). Evaluación de la flora bacteriana del semen de reproductores de la unidad hato porcino ESPAM. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Tesis de licenciatura. Calceta, Bolívar.
- Villegas G.J. (2022). Evaluación de la calidad seminal de cerdos criollos (*Sus scrofa domesticus*) de la comuna Colonche de la zona rural de la provincia de Santa Elena. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

## ANEXOS

### Anexo 1. Evaluación seminal macroscópica y microscópica

ID: \_\_\_\_\_

Fecha														
Hora														
Duración de eyaculado														
Temperatura (°C)														
Volumen (ml)														
Color / Olor														
Motilidad en masa (%)														
Motilidad individual (0 a 5)														
Aglutinación (0 a 3)														
Contaminación (0 a 3)														
Conteo de células (Cámara de Neubauer)														
Conc. Espermática/ml														
Conc. Espermática Total														
<b>Anormalidades</b> (Conteo mínimo de 10 campos)  CL: Colas de látigo GP: Gota proximal GD: Gota distal SC: Sin cola MC: Macrocaabeza GE: Globozoospermia	CL	GP	GD	SC	MC	GE	Total	CL	GP	GD	SC	MC	GE	Total