

**Universidad Autónoma Metropolitana**  
**Unidad Xochimilco**  
**División de Ciencias Biológicas y de la Salud**  
**Departamento de Producción Agrícola Animal**  
**Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL:**

*“La ruta del espermatozoide, desde su formación hasta la fecundación”.*

**Presentadora del servicio social**

Basilio Caraves Andrea

**Matrícula:** 2153061497



Asesor

Ávalos Rodríguez Alejandro.

NE: 26809



Asesor interno:

Dr. José Antonio Herrera Barragán

N.E:25416

**Lugar de realización:** Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco. (Este proyecto se realizará 100% en línea- Proyecto emergente UAM-X).

Fecha de inicio y término: 05 de Abril del 2021 al 05 de octubre del 2021

## Índice

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	4
3. Marco teórico.....	4
4. Objetivos	
4.1 Objetivo general.....	12
4.2 Objetivos particulares.....	12
5. Metodología.....	12
6. Actividades realizadas.....	13
7. Objetivos alcanzados.....	14
8. Conclusión.....	14
9. Bibliografía.....	15

## 1. Resumen

El espermatozoide es considerado como la célula más especializada de todas, ha evolucionado hasta llegar a ser diferente a las demás células. Tiene diferentes características particulares tales como tener una cabeza que contiene información genómica, una parte media con mitocondrias que le brindan movilidad al flagelo, estas características le dan una diversidad morfológica entre especies (Ávalos et al., 2018).

Cabe mencionar que no todos los espermatozoides son iguales y no todos llevan procesos de capacitación y reacción acrosomal al mismo tiempo dentro del aparato reproductor de la hembra (Ávalos et al., 2018). La célula germinal masculina se produce en los testículos mediante un proceso permanente de división de las células germinales o espermatogonias. El proceso de división meiótica denominado espermatogénesis está controlado hormonalmente por el eje hipófisis-hipotálamo-gónada. A partir de cada espermatogonia se producen cuatro espermatocitos haploides que permanecen unidos entre sí por puentes citoplasmáticos y a la vez están en comunicación con la célula de Sertoli; estas últimas, a partir de moléculas señalizadoras, inducen el proceso denominado espermiogénesis, que convierte las espermátides en espermatozoides (Olvera et al., 2006). La espermatogénesis es un proceso continuo que comienza en la pubertad y perdura toda la vida del animal. Como ya se mencionó, la espermatogénesis comienza con la división meiótica que da origen a los espermatocitos secundarios y estos a su vez por otro ciclo de meiosis dan origen a las espermátidas, las cuales tendrán la mitad del material genético original. Luego comienza un ciclo de maduración mediante el cual las espermátidas maduran a espermatozoides funcionales, este proceso de maduración se conoce con el nombre de espermiogénesis. Los espermatozoides dentro de los testículos tienen poca o ninguna movilidad y son incapaces de fertilizar el ovocito, adquieren su funcionalidad sólo después de atravesar el epidídimo, donde finaliza el proceso de maduración. En los espermatozoides de mamíferos es necesario que se presenten tres procesos fisiológicos para que obtengan la capacidad fertilizante, estos son: maduración epididimaria, capacitación y reacción acrosomal. La maduración del espermatozoide se adquiere durante su tránsito por el epidídimo. Una vez que los espermatozoides son transportados en el epidídimo y transitan a través de la cabeza, cuerpo hasta llegar a la cola del epidídimo, se consideran igualmente maduros que los eyaculados y son potencialmente fértiles. La capacitación y reacción acrosomal ocurren después de que el espermatozoide

ha sido eyaculado dentro del aparato reproductor de la hembra y es transportado hacia el oviducto (Ávalos et al., 2018).

Una vez en el oviducto, forman un “reservorio espermático” adhiriéndose al epitelio en la región del istmo. Allí, los espermatozoides completan la capacitación, un proceso fisiológico que comprende una serie de cambios biofísicos y bioquímicos, que los prepara para fecundar al ovocito. Una vez capacitados, los espermatozoides se liberan del epitelio y migran hacia el sitio de fecundación (Agostina, 2018).

## **2. Introducción**

La reproducción es un proceso mediante el cual todas las especies dan origen a su descendencia con el fin de perpetuar la especie. En el caso de las especies domésticas la explotación que tienen por parte del hombre implica por necesidad un conocimiento detallado del proceso reproductivo, la célula de reproducción masculina es el espermatozoide, el espermatozoide (del griego espermasemilla, y zoon-animal) es una célula haploide que constituye el gameto masculino y cuya función es la formación de un cigoto totipotente, resultado de la fusión de su núcleo con el del gameto femenino, fenómeno que dará lugar, posteriormente, al embrión y al feto. La célula espermática tiene 3 regiones altamente diferenciadas y especializadas: cabeza, cuello y cola o flagelo (Luño et al., 2005). Esta célula sufre diferentes transformaciones tanto morfológicas como de sus componentes moleculares, en la actualidad estos procesos han sido ampliamente investigados.

**3.**

## **4. Marco teórico**

### **4.1 Anatomía y fisiología del espermatozoide.**

Los espermatozoides maduros son células alargadas consistentes de una cabeza aplanada portadora del núcleo y una cola que contiene el aparato necesario para la movilidad celular. La célula espermática está cubierta en

su totalidad por la membrana plasmática. El extremo anterior del núcleo espermático está cubierto por el acrosoma, un delgado saco membranoso de doble capa estrechamente adherido al núcleo durante las últimas etapas de la formación del espermatozoide en el testículo. Un cuello une la cabeza del espermatozoide con la cola (flagelo), la cual se subdivide en los segmentos medio, principal y caudal (Vera, 2008).

#### **4.2 Cabeza**

La cabeza del espermatozoide contiene cromatina muy compacta. La cromatina condensada consiste en un complejo formado por ADN y una clase especial de proteínas básicas llamadas protaminas espermáticas (Vera, 2008).

#### **3.3 Acrosoma**

El acrosoma es un organelo con forma de capucha, ubicado en la región apical del espermatozoide, sobre el segmento anterior del núcleo, cuyo contenido incluye una mezcla única de enzimas, tales como acrosina y otras enzimas presentes en el lisosoma, peroxisoma e incluso en el citoplasma. Cada espermatozoide está dotado de un único acrosoma, cuya forma y tamaño varía ampliamente entre las especies. La formación de este organelo, a partir del aparato de Golgi, es un proceso altamente sincronizado y bastante lento en comparación con la biogénesis de otras vesículas secretoras y, en mamíferos, está asociada con la diferenciación de espermátidas durante la espermatogénesis (Del Río, 2007).

#### **3.4 Núcleo**

En general, la cromatina de los núcleos espermáticos se organiza en nucleohistonas y/o nucleoprotamina para condensar el DNA espermático. Ésta función de compactación del DNA espermático también puede ser realizada por polipéptidos especializados, que también son muy diversos,

pero pueden ser agrupados en dos tipos: 1) Variantes muy especializadas de las histonas y 2) proteínas específicas. El conocimiento de la estructura (de hecho, se trata de una estructura con gran variabilidad) del núcleo espermático es un aspecto muy importante, y representa el punto de partida para la remodelación nuclear que se efectuará luego de la fertilización. Es evidente que la estructura de la cromatina espermática definirá los mecanismos y procesos moleculares de remodelación (Del Valle, 2003).

### **3.5 Cola**

La cola espermática está formada por el cuello y los segmentos medio, principal y caudal. La región de la cola comprendida entre el cuello y el anillo citoplasmático es el segmento medio. El centro de este segmento medio, junto con toda la longitud de la cola, constituye el axonema. Este se compone de nueve pares de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de los filamentos centrales (Vera, 2008).

## **3.6 Anatomía y fisiología del aparato reproductor masculino.**

### **3.6.1 Testículos**

Los testículos son estructuras ovoideas suspendidas dentro de una bolsa denominada escroto, ubicada fuera de la cavidad abdominal. Al ser una prolongación del peritoneo, el escroto contiene dos capas de mesotelio entre las que se encuentra un líquido seroso secretado por las células mesoteliales que actúa de lubricante y que permite la movilidad al testículo (Pichardo, 2010).

La función de los testículos es la de producir células sexuales o reproductivas masculinas; consisten en una masa de tubos seminíferos, rodeados de una capa fibrosa llamada túnica albugínea, de la cual salen estructuras que forman una red de soporte. En este tejido conectivo se

hallan las células de Leydig que son las encargadas de producir la testosterona. A nivel de la región periférica de los tubos seminíferos se encuentra el epitelio germinal, donde se encuentran los gametos masculinos primitivos, los cuales maduran y salen de los tubos seminíferos y se convierten en espermatozoides. Los tubos seminíferos se originan en un extremo ciego y continúan en forma contorneada para desembocar en la red testis. De esta red parten los conductos eferentes que salen de los testículos por la extremidad superior de los mismos y progresivamente conforman el epidídimo (Olivas, 2015).

### **3.6.2 Cordón espermático**

El cordón espermático se extiende desde el anillo inguinal a su fijación en el polo dorsal del testículo. Su función es proporcionar la vía hacia y desde el cuerpo para los vasos testiculares, linfáticos y nervios. El cordón espermático también alberga el conducto deferente, el músculo cremaster y una red vascular especializada llamada plexo pampiniforme (Senger, 2012).

### **3.6.3 Epidídimo**

Es un conducto conformado por tres partes: Cabeza, cuerpo y cola; se halla adherido a los lados y los extremos de los testículos. Su función es la de permitir la maduración de los espermatozoides y al mismo tiempo servir de lugar de almacenamiento de los mismos (Olivas, 2015)

### **3.6.4 Glándulas accesorias.**

#### **3.6.4.1 Vesículas seminales**

Se sitúan detrás de la próstata y son estructuras alargadas cuyo conducto excretor se une al conducto deferente para formar el conducto eyaculador. Están formadas por un epitelio pseudoestratificado de células secretoras que producen un líquido alcalino viscoso amarillento: el líquido seminal (Pichardo, 2010).

#### **3.6.4.2 Próstata**

Esta glándula está ubicada cerca del cuello de la vejiga y su función consiste en producir líquidos alcalinos con el fin de neutralizar la condición ácida de la uretra y de la vagina (Olivas, 2015).

#### **3.6.4.3 Glándulas bulbouretrales**

Las glándulas bulbouretrales, también llamadas glándulas de Cowper, son pequeñas y se encuentran posteriores a la uretra. Cada glándula bulbo-uretral es de tipo compuesta túbulo-alveolar cuyo conducto excretor desemboca en la uretra del pene. La parte secretora está formada por epitelio cúbico o cilíndrico, rodeado por tejido conectivo, donde se pueden encontrar fibras musculares esqueléticas, las cuales emiten prolongaciones a modo de tabique para separar los lobulillos de la glándula. Su producto de secreción es fundamentalmente lubricante y se libera independientemente de la eyaculación (Pichardo, 2010).

#### **3.6.4.4 Conductos deferentes**

Los conductos deferentes son tubos que van desde la cola del epidídimo hasta la uretra y su función consiste en transportar los espermatozoides desde el epidídimo hasta el exterior (uretra) (Olivas, 2015).

### **3.7 Uretra**

Esta estructura hace parte del aparato urinario y a su vez sirve de conducto para el plasma seminal, por esta razón se incluye dentro del tracto reproductor masculino. La uretra es un tubo o conducto que va desde la vejiga hasta el exterior, esta va por el interior del pene. Su función es permitir la salida de la orina y del semen al exterior (Olivas, 2015).

### **3.8 Escroto**

Esta constituido de adentro hacia afuera por una sucesión de capas. La más interna es una prolongación del peritoneo (túnica vaginal) recubierta de

piel que adopta la forma de bolsa, aloja a los testículos y al epidídimo (Montalvo, 2016).

### **3.9 Pene**

El órgano reproductor masculino es el pene. Está dividido en dos masas dorsales denominadas cuerpos cavernosos y una masa central denominada cuerpo esponjoso, donde se encuentra la uretra. Hay una capa de tejido conectivo que rodea a cada una de estas partes y además un tejido fibroelástico, la túnica albugínea, que las enlaza. Los cuerpos cavernosos son cavidades vasculares grandes anastomosadas que se llenan de sangre durante la erección. Externamente están recubiertas por musculatura lisa. La parte final del pene se denomina glande y está bordeada por un repliegue de la piel denominado prepucio (Pichardo, 2010).

### **3.10 Espermatogénesis**

La espermatogénesis es el desarrollo y transformación de las células gaméticas del macho, este proceso está controlado por el eje hipotálamo-hipófisis-testículo y este proceso se lleva a cabo de forma cíclica en los túbulos seminíferos la duración del ciclo depende de cada especie. Durante la espermiogénesis el centriolo produce el flagelo del espermatozoide, aquí las mitocondrias se reúnen y se acomodan en la base del núcleo formando parte de la pieza media, el aparato de Golgi dará origen a la vesícula acrosómica, el resto del citoplasma se elimina y el núcleo se condensará. Una vez finalizado el proceso de espermiogénesis, los espermatozoides son liberados hacia el lumen de los túbulos seminíferos en un proceso llamado: espermiación y son transportados hacia el epidídimo, donde alcanzan la maduración necesaria para adquirir la capacidad de fertilizar al ovocito (Ávalos et al., 2018).

### **3.11 Erección y eyaculación**

La erección del pene es un evento neurovascular modulado por factores psicológicos y por el estado hormonal. En la estimulación sexual, los impulsos nerviosos causan la liberación de los neurotransmisores de las terminales del nervio cavernoso y de factores relajantes de las células endoteliales en el pene, resultando en la relajación de la musculatura lisa en las arterias y arteriolas que abastecen al tejido eréctil provocando un incremento en el flujo sanguíneo del pene. Al mismo tiempo, la relajación del músculo liso trabecular aumenta la distensibilidad de las sinusoides, para facilitar el rápido llenado y la expansión del sistema sinusoidal. Así, el plexo venoso subtúnica es comprimido entre las trabéculas y la túnica albugínea, resultando en la oclusión casi total del flujo venoso. Estos acontecimientos atrapan la sangre dentro de los cuerpos cavernosos y llevan al pene de una posición de flaccidez a una de erección con una presión intracavernosa de aproximadamente 100 mm Hg (Martínez, 2010).

La eyaculación se puede dividir en varias fases:

**Emisión:** Durante la emisión, los conductos deferentes y las ampollas deferenciales se contraen para impulsar los espermatozoides desde el epidídimo en sentido distal hacia la uretra prostática. El contenido espermático se va mezclando con los fluidos de las vesículas seminales, próstata y glándulas bulbouretrales. El semen se acumula en la uretra prostática gracias a que tanto el complejo esfinteriano interno (liso) como el esfínter estriado externo permanecen cerrados. Al mismo tiempo, se van produciendo las secreciones de las glándulas uretrales para facilitar la lubricación de la uretra. Esta fase está regulada fundamentalmente por el sistema nervioso simpático dorsolumbar.

**Cámara de alta presión:** La uretra prostática se transforma en una cámara de alta presión cuando permanecen cerrados los dos esfínteres. Al contraerse el esfínter interno el verumontanum se acerca hacia la luz. Actúa en forma de tapón y dilata la uretra prostática durante un breve período de tiempo. Gracias, por último, a la rigidez del pene erecto, se comporta como

si de un arma de fuego se tratase. Esta fase es controlada por los sistemas simpático y parasimpático.

**Expulsión:** El aumento de presión en la cámara posterior, junto con las contracciones clónicas de los músculos perineales y el peristaltismo uretral, condicionan una proyección anterógrada del eyaculado. La salida de semen no es continua, sino discontinua, rítmica, espasmódica. El primer chorro, con una velocidad superior a 50 km/h, permite alcanzar las zonas más profundas de la vagina; los siguientes impulsos son de menor velocidad. Tras la abertura del esfínter externo, manteniéndose cerrado el interno, y mediante estas contracciones rítmicas que forman parte del proceso eyaculatorio, el semen es propulsado hacia la uretra peneana. Las contracciones rítmicas iniciales se dan con un intervalo medio de 0,6 s. Las siguientes aumentan este intervalo, con un incremento ascendente de 0,1 s por contracción. El semen comienza a expulsarse violentamente desde el pene durante la primera o segunda contracción (Cruz, 2012).

### **3.12 Activación espermática**

El espermatozoide adquiere la capacidad de mover el flagelo en su tránsito por el epidídimo, pero el movimiento empieza después de la eyaculación. Este proceso es conocido como la activación del esperma. El movimiento del flagelo es característico y consiste en un bateo simétrico de la cola que hace que el espermatozoide se desplace en forma progresiva. El esperma pasa rápidamente a través del cuello y el útero de la hembra; a 10 minutos de la deposición del semen en el tracto femenino se encuentran espermatozoides en la unión útero-tubárica. De aquí los espermatozoides pasan a lo que se conoce como el reservorio del oviducto (istmo) caracterizado por cilios luminales epiteliales y plegamientos de la mucosa que forman criptas. Los espermatozoides son retenidos en las criptas oviductales y allí pierden los factores decapacitantes como mucopolisacáridos y proteínas que habían aportado las glándulas anexas; éste es el comienzo del proceso conocido como capacitación

nombre que indica el potencial que adquiere el espermatozoide para hiperactivarse y para lograr la reacción acrosomal (Olivera, 2006).

### **3.13 Capacitación espermática**

El espermatozoide, al abandonar el testículo a través de los túbulos seminíferos, debe atravesar el epidídimo donde sufre un proceso de maduración. Ahora bien, estas células aún no son capaces de fertilizar un ovocito sino que todavía requieren de cambios que suceden justo antes del encuentro entre las dos gametos. Esto se descubrió en el año 1951, cuando Chang y Austin observaron que los espermatozoides eyaculados de varias especies de mamíferos no eran capaces de fertilizar ovocitos si no permanecían un tiempo en el tracto de la hembra durante el periodo previo a la ovulación. De sus observaciones dedujeron que los espermatozoides sufrían cambios en ese periodo que en su conjunto los denominaron “capacitación” (Castellón et al., 2018).

La capacitación es un proceso del espermatozoide que comprende una serie de cambios previos a la fecundación, se desarrolla en el aparato reproductor femenino en vertebrados de fecundación interna, y requiere de la comunicación entre el espermatozoide y los ambientes que recorre en su tránsito hacia el sitio de fertilización. Cuando se une al ovocito, se induce otro proceso denominado reacción acrosomal (exocitosis), así como la hiper movilidad, que es un movimiento especial del flagelo, el cual facilita su desplazamiento, la penetración de las cubiertas del ovocito y finalmente la unión con éste. Hay que aclarar que el proceso de capacitación puede también ser inducido in vitro. En el espermatozoide de cobayo, la F-actina está involucrada en la estabilización de la STP. La localización de la actina en la región acrosomal de algunas especies de mamíferos respalda su posible participación en la capacitación espermática y en la reacción acrosomal (RA); así, la polimerización y despolimerización de la actina pueden estar involucradas en la función espermática. En el espermatozoide del cerdo, cobayo, toro, ratón y carnero, la polimerización de la actina

ocurre durante la capacitación y el desdoblamiento de la F-actina debe ocurrir para que se lleve a cabo la RA. En el espermatozoide de verraco, la inhibición de la polimerización de la actina bloquea su capacidad para fertilizar in vitro (Arenas et al., 2010).

### **3.14 Reacción acrosomal**

La reacción acrosomal es un proceso especializado de fusión de la membrana citoplasmática con la membrana acrosomal externa en la zona apical de la cabeza espermática originando la liberación de las enzimas almacenadas en el acrosoma y la exposición de la membrana acrosomal interna. La importancia de la reacción acrosomal podría ser la liberación de las enzimas hidrolíticas que son requeridas para que el espermatozoide pueda penetrar la zona pelúcida; este proceso se desencadena luego que el espermatozoide entra en contacto con una serie de moléculas presentes en la zona pelúcida, lo cual permite el reconocimiento específico entre el espermatozoide y el ovocito. Es aceptado que estos dos eventos, capacitación y reacción acrosomal, están unidos secuencial y funcionalmente y que varios de los procesos de activación de señales intracelulares que ocurren durante la reacción acrosomal, fueron iniciados durante la capacitación (Cardona, 2005).

### **3.15 Composición general del semen.**

El semen en humano es también conocido como fluido seminal y está compuesto en un 10% por espermatozoides y en un 90% por plasma seminal (PS). Este último en mamíferos contiene las secreciones provenientes de las glándulas accesorias (próstata, vesícula seminal, glándulas bulbouretrales o de Cowper y glándulas uretrales), del epidídimo y del conducto deferente. En el caso de animales como rata, ratón, conejo, cobayo y mono, además, poseen la glándula de la coagulación que también libera sus secreciones al plasma seminal. El plasma seminal está

compuesto principalmente por un 75% de agua y solutos que constituyen un medio isotónico, cercano a la neutralidad, en el que la osmolaridad se mantiene gracias a componentes orgánicos. Si bien la composición exacta depende de la especie y, a la vez, ésta cambia luego de la eyaculación, se pueden encontrar electrolitos ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  y  $\text{Fe}^{2+}$ ), proteínas, péptidos y aminoácidos, carbohidratos (principalmente fructosa), lípidos (fosfolípidos y colesterol) formando microvesículas, prostaglandinas, ácidos (cítrico, piruvico, ascórbico y úrico), carnitina y acetilcarnitina, adrenalina, dopamina, entre otros (Castellón et al., 2018).

### **3.16 Fecundación**

Tras la reacción acrosomal se provoca una remodelación de la superficie del espermatozoide, quedando expuesta la membrana acrosomal interna que contactará con las microvellosidades del ovocito. La interacción se inicia por una primera unión lábil y a continuación tiene lugar la adhesión celular propiamente dicha entre los dos gametos, para culminar con la fusión de las dos membranas. Las proteínas espermáticas que participan en este proceso presentan homología con las desintegrinas, una familia de moléculas conocidas, como ADAM entre las que se destaca la proteína 1 secretora rica en cisteína, CRISP 1, fertilina  $\alpha$  ADAM1, fertilina  $\beta$  ADAM2 y ciritestina ADAM3. Se ha descrito además la existencia de una familia de proteínas tipo inmunoglobulinas, denominadas IZUMO que son necesarias para la fusión. Respecto al oolema, las sustancias implicadas en esta integración, son denominadas integrinas  $\alpha 6 \beta 1$  y tetraspaninas CD9. La fusión queda restringida a una región de cada gameto. En el espermatozoide existe una porción de membrana plasmática, denominada región o segmento ecuatorial, que cubre parte del acrosoma, pero no se fusiona con la membrana acrosomal externa durante la reacción acrosómica. En esta región es donde ocurre el contacto con el oolema y se inicia el proceso de fusión entre ambos gametos. En el ovocito la fusión se

inicia a nivel de las microvellosidades presentes en la mayor parte del oolema (Gutiérrez, 2018).

## **5. Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Realizar una recopilación bibliográfica actualizada del proceso por el cual el espermatozoide alcanza su transformación final, así como del proceso de fecundación.

### **5.2 Objetivos particulares**

Explicar todas las fases por las que atraviesa el espermatozoide, desde que es espermátida hasta su fase funcional.

Explicar el proceso de fecundación.

## **6. Metodología**

Este escrito se realizó mediante una recopilación bibliográfica, la información seleccionada fue del año 2000 al presente año, se consultaron las siguientes bases para la obtención de la información:

- Elsevier  
<https://www.elsevier.com/es-mx>
- Google académico  
<https://scholar.google.es>
- Redalyc  
Sistema de información científica redalyc red de revistas científicas.  
<https://www.redalyc.org/>
- Scielo

Con la información obtenida se abarcaron los siguientes temas:

- Anatomía y fisiología del espermatozoide.
  - Anatomía y fisiología del aparato reproductor masculino.
  - Espermatogénesis
  - Erección y eyaculación
  - Activación espermática
  - Capacitación espermática
  - Reacción acrosomal
  - Fecundación

## **7. Actividades realizadas.**

La duración de este proyecto fue de 10 meses, iniciando desde el 05 de Abril y finalizando el 05 de Febrero.

Durante este tiempo, se realizaron entregas mensuales con el fin de que al término de los 10 meses, poder presentar una revisión bibliográfica elaborando una revisión completa acerca de *la ruta espermatozoide desde su formación hasta la fecundación*. Durante los primeros dos meses se realizó la elaboración y registro del proyecto para poder así dar inicio a la revisión. Posteriormente, en los siguientes meses, se recopilaron las bases de datos relevantes sobre el ajolote mexicano para poder entonces crear el marco teórico de forma correcta y fundamentada.

Mientras se realizaba la recopilación de la información, al mismo tiempo se hizo la elaboración e integración del documento y finalmente, durante los últimos dos meses se realizó el informe final sobre la revisión bibliográfica del espermatozoide.

## **Ubicación**

Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco.

(Esté proyecto se realizará 100% en línea - proyecto Emergente UAM-X).

### **8. Objetivos y metas alcanzadas**

Se cubrieron satisfactoriamente las metas y los objetivos planteados al principio del proyecto. Se realizó, satisfactoriamente, la revisión bibliográfica del espermatozoide, concluyendo cada uno de los apartados del manual. Así mismo, se describió lo más importante en cada uno de los apartados. El proyecto fue realizado de forma satisfactoria utilizando bibliografía de distintos sitios de búsqueda de artículos científicos, teniendo una duración de 10 meses.

### **9. Conclusión**

El espermatozoide es una de las dos células más importantes para la reproducción y preservación de la vida. Se deben comprender y conocer todas y cada una de las fases por las que este debe pasar para llegar al punto de la fecundación. Es por esto que se considera importante el total conocimiento de esta célula, en este informe el objetivo principal fue realizar una recopilación con información actual y fidedigna, para de este modo comprender dichas fases.

## 10. Bibliografía

1. Arenas Ríos E., Cambrón Ruíz A., Ambríz García D., Zuñiga Rubio J., Rodríguez Tobón A. Rosado García A (2010). Bases fisiológicas de la capacitación y de la reacción acrosomal del espermatozoide.  
Consultado el 15 de Mayo del 2021 disponible en:  
<http://www2.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n78ne/fisiologica.pdf>
2. Argiel Agostina D. (2018). Mecanismos que regulan la fecundación en mamíferos: Modulación de la quimiotaxis espermática en bovinos mediada por acetato de ulipristal y zinc.  
Consultado el 31 de marzo del 2021 disponible en:  
<https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/6635/TESINA%20-%20AGOSTINA%20ARGIEL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. Ávalos Rodríguez A., González Santos J., Vargas Ibarra A., Herrera Barragán J. (2018). Recolección y manipulación seminal in vitro.  
Consultado el 31 de Marzo del 2021 disponible en:  
[https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/recoleccion\\_manipulacion.pdf](https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/recoleccion_manipulacion.pdf)
4. Castellón E., Cesari A., Fornés M. 2018. Biología de la gameta masculina.  
Consultado el 10 de Octubre del 2021 disponible en:  
<http://www2.mdp.edu.ar/images/eudem/pdf/biologia%20de%20la%20gameta%20masculina.pdf>
5. Cardona Maya, W.D., y Cadavid, A.P.. (2005). Evaluación de la reacción acrosomal en espermatozoides humanos inducida por los monosacáridos manosa y N-acetilglucosamina. *Actas Urológicas Españolas*, 29(7), 676-684.

Consultado el 6 de junio del 2021 disponible en:  
[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0210-48062005000700007&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0210-48062005000700007&lng=es&tlng=es).

6. Cruz Navarro N. y San Juan Salas A. (2012). Anatomía y fisiología de la eyaculación. Clasificación de los trastornos de la eyaculación.

Consultado el 6 de Junio del 2021 disponible en:

<https://www.berri.es/pdf/TRATADO%20DE%20ANDROLOG%C3%8DA%20Y%20MEDICINA%20SEXUAL/9788498353433>

7. Del Río M., Godoy A., Toro A., Orellana R., Cortés M., Moreno R., Vigil P. (2007). La reacción acrosómica del espermatozoide: avances recientes.

Consultado el 15 de mayo del 2021 disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1698031X07740864>

8. Del Valle L (2003) Fisiología del espermatozoide.

Consultado el 15 de mayo del 2021 disponible en:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6441/04Ljvm04de12.pdf;jsessionid=9F511DD4C5C018AAB2E7D08936E4B04F?sequence=4>

9. Gutiérrez N. R (2018) Fecundación Humana. Aspectos moleculares. Revisión bibliográfica. Revisado el 10 de octubre del 2021 disponible en:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/multimed/mul-2018/mul186o.pdf>

10. Luño Lázaro V., Matas Parra C., (2005). Cambios en el espermatozoide desde la eyaculación hasta la fertilización.

Consultado el 1 de Abril del 2021 disponible en:

[http://axonveterinaria.net/web\\_axoncomunicacion/criaysalud/42/cys\\_42\\_espermatozoide\\_eyaculacion\\_hasta\\_fecundacion.pdf](http://axonveterinaria.net/web_axoncomunicacion/criaysalud/42/cys_42_espermatozoide_eyaculacion_hasta_fecundacion.pdf)

11. Martínez J., Martínez Ballesteros, C., Portillo L., Gabancho S., Ignacio, Carballido J. (2010). Fisiología de la erección. *Archivos Españoles de Urología*.  
Consultado el 15 de mayo de 2021, disponible en [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06142010000800003&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06142010000800003&lng=es&tlng=es)
  
12. Montalvo Arenas César. Aparato reproductor masculino. Universidad Autónoma de México  
Consultado el 4 de mayo del 2021 disponible en:  
<http://www.facmed.unam.mx/deptos/biocetis/Doc/Mas.pdf>
  
13. Olivas Ochoa Belinda Yadira (2015). Anatomía y fisiología de tracto reproductivo de bovinos. Universidad Autónoma de Sinaloa.  
Consultado el 4 de Mayo del 2021 disponible en:  
<https://es.slideshare.net/Belioli/1anatomia-y-fisiologiadoc>
  
14. Olivera, M., Ruiz, T., Tarazona, A., & Giraldo, C. (2006). El espermatozoide, desde la eyaculación hasta la fertilización. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 19(4), 426-436.  
Consultado el 1 de Abril del 2021 disponible en:  
[https://www.researchgate.net/publication/44960257\\_El\\_espermatozoide\\_de\\_sde\\_la\\_eyaculacion\\_hasta\\_la\\_fertilizacion](https://www.researchgate.net/publication/44960257_El_espermatozoide_de_sde_la_eyaculacion_hasta_la_fertilizacion)
  
15. Pichardo Hernández J. E. & Fernández Reyes F. (2010). Reproducción de siete especies domésticas Pp. 17  
Consultado el 31 de marzo del 2021.
  
16. Philip L. Senger (2012). *Pathways to pregnancy and parturition*, 3rd edición. Pp. 45  
Consultado el 4 de mayo del 2021.

17. Toro Montoya, A. I. (2009). Espermograma (Licenciatura). Universidad de Antioquia, Medellín.

Consultado el 1 de Abril del 2021 disponible en:

<https://www.medigraphic.com/pdfs/medlab/myl-2009/myl093-4c.pdf>

18. Vera Muñoz O. (2008). Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito, Fisiología de los espermatozoides bovinos.

Consultado el 30 de Abril del 2021 disponible en:

[http://www.avpa.ula.ve/libro\\_desarrollosost/pdf/capitulo\\_40.pdf](http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_40.pdf)

## SOLICITUD DE TERMINO DE SERVICIO SOCIAL

Mtra. María Elena Contreras Garfias  
 Directora de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud  
 PRESENTE

Por este medio informo el término de Servicio Social, cuyos datos son los siguientes:

Fecha de recepción	Día	Mes	Año	Fecha de aprobación	Día	Mes	Año
	02	Marzo	2022		19	Mayo	2021

### Datos del Alumno

Nombre : <b>Andrea Basilio Caraves</b>	
Matrícula : <b>2153061497</b>	Licenciatura : <b>Medicina Veterinaria y Zootecnia</b>
Domicilio : <b>Calle 1ro de mayo mz 13 lt 22 col. Castillo chico</b>	
Teléfono : <b>55 53065688</b>	Celular : <b>56 11707212</b>
Correo Electrónico : <b><a href="mailto:andreacaraves@outlook.com">andreacaraves@outlook.com</a></b>	CURP : <b>BXCA960416MDFSRN07</b>

### Datos del Proyecto

Nombre del Proyecto : <b>"LA RUTA DEL ESPERMATOZOIDE DESDE SU FORMACION HASTA LA FECUNDACIÓN"</b>							
Lugar donde se realizará el Servicio Social : <b>Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco</b>							
Dependencia :							
Entidad Federativa : <b>Distrito Federal</b>							
Municipio : <b>Alcaldía Coyoacán</b>				Localidad :			
Fecha de Inicio	Día	Mes	Año	Fecha de Término	Día	Mes	Año
	05	04	2021		05	10	2021

### PARA SER LLENADO POR LOS ASESORES

Sector: **3.- Público** Tipo: **2.- Interno**

Orientación: **10.- Otros**

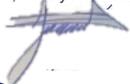
### FIRMAS

  
**Alejandro Ávalos Rodríguez NE 26809**

Asesor Interno  
 Nombre, firma y No. Económico

  
**José Antonio Herrera Barragán NE 254116**

Asesor Externo  
 Nombre, firma y No. Económico

  
**Basilio Caraves Andrea**

Alumno  
 Nombre, firma

**Vo. Bo. de la Comisión**  
 Nombre y firma de la persona que autoriza