

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



Uso de GnRH para mejorar la implantación embrionaria en cabras bajo un sistema de producción extensivo

Por:

ERNESTO MISSAEL SERRANO RODRIGUEZ

Tesis

Que presenta como requisito parcial para obtener el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

**Torreón, Coahuila
Junio 2022**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Uso de GnRH para mejorar la implantación embrionaria en cabras bajo un sistema de producción extensivo

Por:


ERNESTO MISSAEL SERRANO RODRÍGUEZ


TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por:


Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Presidente


Dra. Zurisaday Santos Jiménez
Vocal


Dr. Ramiro González Avalos
Vocal


Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno
Vocal Suplente


MC. José Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Uso de GnRH para mejorar la implantación embrionaria en cabras bajo un sistema de producción extensivo

Por:

ERNESTO MISSAEL SERRANO RODRÍGUEZ


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz
Asesor Principal Interno


Dra. Zurisaday Santos Jiménez
Coasesor Externo


Dr. Ramiro González Avalos
Coasesor


MC. José Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Junio 2022

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Uso de GnRH para mejorar la implantación embrionaria en cabras bajo
un sistema de producción extensivo
POR**

ERNESTO MISSAEL SERRANO RODRIGUEZ

TESIS

**Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:**

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR:

DIRECTOR:



Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz

CO-DIRECTOR:



Dra. Zurisaday Santos Jiménez



MC. JOSÉ LUIS FRANCISCO SANDOVAL ELÍAS
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



**Torreón, Coahuila
Junio 2022**

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme la vida y salud, por iluminarme el camino correcto y por todas las bendiciones que me ha dado.

A mis padres

Que sin ellos jamás había logrado cada una de mis metas en mi vida, que por ellos soy el hombre que soy.

A mis asesores

Por el tiempo, apoyo y esfuerzo que pusieron en mí y que compartieron sus conocimientos, sin su guía profesional jamás habría llegado hasta aquí me refiero a el Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz y Dra. Zurisaday Santos Jiménez.

A los profesores

Que cada uno coloco un escalón para formarme de manera profesional, que de todos aprendí algo, y siempre tuvieron la disponibilidad de enseñarme y compartir su conocimiento.

DEDICATORIA

Principalmente a mi familia

Que sin el apoyo incondicional de todos y cada uno jamás hubiera llegado tan lejos. **Mamá**, gracias por estar siempre a mi lado, en todas mis etapas, en las buenas y en las malas, por escucharme, aconsejarme, tú apoyo y confianza siempre me inspiro para seguir adelante. **Papá**, por tu tiempo, por compartirme tus experiencias, por forjarme y darme carácter, sé que aun puedes estar más orgulloso se mí. Por su amor, gracias a ambos. Esto es por y para ustedes.

A mis abuelos, que son para mí también mis padres, por estar desde niño conmigo, por llevarme a conocer el mundo con ustedes, porque, aunque no nos íbamos tan lejos, para mí era un mundo, espero ser ese nieto ejemplar y que los haga sentir orgullo.

A mis hermanos Johan y Oswaldo, quiero ser un ejemplo para ustedes y sobre todo verlos llegar más lejos, que siempre sean grandes y exitosos y que sepan que juntos somos invencibles.

A mis tíos, que todos han estado siempre ahí para mí, apoyándome y dándome ánimos.

A mis amigos más cercanos, que jamás podre imaginarme haber estado toda la carrea sin ustedes, **Erika, Regina, China, Pepe, Andrea**. Gracias por todos esos momentos y anécdotas. Siempre estaré para ustedes como sé que ustedes estarán para mí.

INDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. HIPOTESIS	3
2.1 OBJETIVO GENERAL	3
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Aparato reproductor del macho cabrío.....	4
3.2 Aparato reproductor de la hembra caprina	9
3.3 Antecedentes de la domesticación de cabras.....	13
3.4 Producción de cabras en el mundo	13
3.5 Producción de cabras en México	15
3.6 Sistemas de producción de caprinos.....	16
3.7 Actividad reproductiva.....	17
3.8 Pérdidas embrionarias y fetales	19
3.9 GnRH.....	21
4. MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1 VARIABLES EVALUADAS.....	23
5. RESULTADOS.....	25
6. DISCUSIÓN.....	26
7. CONCLUSIÓN	28
8. LITERATURA CITADA	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aparato reproductor del macho.....	4
Figura 2. Esquema idealizado de la anatomía del sistema reproductor en la hembra ovina-caprina. Se indican diferentes órganos y algunas observaciones obtenidas por laparoscopia	9
Figura 3. Representación del inventario mundial en cabras	15
Figura 4. Representación esquemática del ciclo estral de la cabra	18

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Respuesta estral, ovulatoria y gestaciones utilizando diferentes dosis de progesterona natural con GnRH, a los 12 después de inicio de la actividad estral en cabras.....	25
--	----

RESUMEN

Las pérdidas fetales es uno de los principales factores que repercuten en la producción de cabras en el Norte de México, esto es debido a la deficiente calidad de los pastos haciendo que las cabras no cumplan con los requerimientos necesarios para el mantenimiento de la gestación. El objetivo de esta investigación fue determinar si el uso de GnRH es efectivo para mejorar la implantación embrionaria cuando se administra 12 días después de la monta natural. El estudio se llevó a cabo en una granja comercial lechera ubicada en el Norte de México (25 N, 103°W; 1140 m). Se utilizaron 20 cabras de raza Alpina-Frances con una edad en un rango de 24-30 meses, una condición promedio de 2.5 (en una escala de 0-5) y un peso promedio de 43.7 ± 1.4 kg. En el día -1, las hembras fueron tratadas con 10 y 20 mg de progesterona natural vía intramuscular ($n=10$; G10) y ($n=10$; G20), el día 0 se les administro a todas las hembras 100 UI de eCG para comenzar con la detección de celos cada 12 horas por 15 minutos con la ayuda de machos activos de fertilidad comprobada, durante 10 días, posteriormente el día 12 las hembras se subdividieron en 4 grupos experimentales, G10-G Y G20-G que se les administro 4 μ g de GnRH mientras que los grupos G10-S y G20-S, solo recibieron solución fisiológica. Se evaluo la actividad estral, porcentaje de ovulación y tasa de preñez. El uso de GnRH no mostro un efecto negativo ni positivo en el mejoramiento de la implantación embrionaria, cuando se administró 12 días después de la introducción de los machos ya que en los cuatro grupos la actividad estral fue del 100%, las ovulaciones y gestaciones fueron $>75\%$; $P>0.05$.

Palabras clave: Cabras; Pérdidas Fetales; GnRH, Implantación; Sistema Extensivo.

ABSTRACT

Fetal losses are one of the main factors that affect the production of goats in the North of Mexico, this is due to the poor quality of the pastures, causing the goats not to meet the necessary requirements for the maintenance of pregnancy. Therefore, a study was carried out in which the objective was to evaluate if the use of GnRH is effective for the maintenance of pregnancy when administered 12 days after natural mating. The study was carried out on a commercial dairy farm located in Northern Mexico (25 N, 103°W, 1140 m). 20 Alpine-French breed goats with an age in a range of 24-30 months, an average condition of 2.5 (on a scale of 0-5) and an average weight of 43.7 ± 1.4 kg were used. On day -1, the females were treated with 10 and 20 mg of natural progesterone intramuscularly (n=10; G10) and (n=10; G20), on day 0 all females were administered 100 IU of eCG to start with heat detection every 12 hours for 15 minutes with the help of active males of proven fertility, for 10 days, later on day 12 the females were subdivided into 4 experimental groups, G10-G and G20-G, which were administered 4 µg of GnRH while the groups G10-S and G20-S only received physiological solution. Estrous activity, ovulation percentage and pregnancy rate were evaluated. The use of GnRH did not show a negative or positive effect on the improvement of pregnancy maintenance when it was administered 12 days after the introduction of the males, since in the four groups the estrous activity was 100%, the ovulations and pregnancies were >75%; $P > 0.05$.

Key words: Goats; Fetal Losses; GnR, Implantation, Extensive System.

1. INTRODUCCIÓN

La preservación de la especie es uno de los objetivos principales en la reproducción animal. Por lo cual, es de gran importancia la implementación de tratamientos para asegurar el mantenimiento y finalización de la gestación.

En el norte de México, el sistema de producción es extensivo por lo que los productores pastan a sus cabras en áreas de cultivo, de rastrojo y residuos de estos, la nula precipitación pluvial resulta ser una de las principales limitantes para que las cabras cumplan con sus requerimientos nutricionales (Escareño-Sánchez *et al.*, 2011; Salinas-González *et al.*, 2015). Uno de los principales problemas son las pérdidas fetales que ocurren debido a la subnutrición de las cabras ya que al disminuir la ingesta de alimento bajan los niveles de glucosa disponible en sangre lo cual puede repercutir negativamente en el mantenimiento del cuerpo lúteo (Mellado, 2008).

Las pérdidas reproductivas se pueden clasificar dependiendo del momento de su incidencia en los fallos durante la fertilización, muertes embrionarias y/o fetales y también en las llamadas pérdidas perinatales. La mortalidad embrionaria es definida como pérdida del producto que se obtiene entre la concepción y el término del período embrionario de diferenciación (35-40 días de gestación; Fernández-Abella, 2011).

Se han evaluado tratamientos a base de hormonas exógenas con el fin de favorecer el proceso de implantación estimulando la formación de cuerpos lúteos accesorios,

el mecanismo mediante el cual funcionan es que estimulan la producción de p4 en tejido lúteo aislado (Duncan, 2019). La hormona coriónica humana (hCG) ha sido utilizada ampliamente en cabras (Bustamante-Andrade *et al.*, 2021) y ovejas (Fernández *et al.*, 2018). Así como también el uso de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), se han utilizado ampliamente en el tratamiento terapéutico, las líneas de investigación a evaluar es el momento y las dosis en que deben ser administradas dichas hormonas. El objetivo de esta investigación fue evaluar si el uso de 5 μg de un análogo de GnRH (acetato de buserelina), era eficaz para mejorar la implantación embrionaria, cuando se administra 12 días después de la monta natural.

2. HIPOTESIS

La administración de una dosis de GnRH 12 días después de la monta natural mejorara la implantación embrionaria en cabras bajo un sistema de producción extensiva.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar si el uso de GnRH es efectivo para el mejoramiento de la implantación cuando se administra 12 días después de la monta natural.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Determinar la efectividad de 4 µg de un análogo de GnRH (Acetato de Buserelina), sobre la tasa embrionaria en cabras.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Aparato reproductor del macho cabrío

Es de suma importancia conocer la fisiología y la anatomía de cualquier aparato o sistema para poder entender cómo es que las estructuras que lo componen participan en la funcionalidad a la cual están destinados a realizar. Estudiar el aparato reproductor, ha permitido además de comprender la participación de cada parte en el proceso reproductivo, obtener una ventaja al mejorar este proceso, mediante la aplicación de algunas tecnologías (Cervantes-Morali, 2013).

El aparato reproductor del macho cabrío está comprendido básicamente por testículos, epidídimo, conducto deferente, bolsa escrotal, glándulas accesorias y el pene (Figura 1).

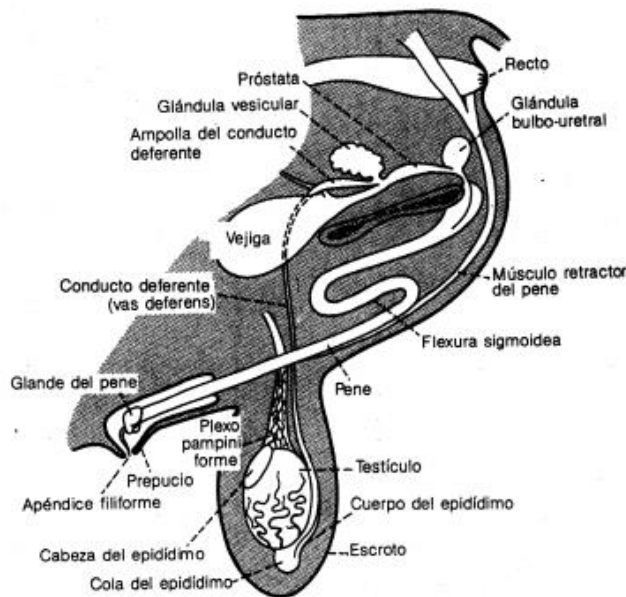


Figura 1. Aparato reproductor del macho, (tomado de Evans y Maxwell, 1990).

Testículos y epidídimo

Los testículos están rodeados por una firme cápsula de tejido conectivo, la túnica albugínea, que tiene 1-2 mm de espesor y está constituida por fibras de colágeno y la túnica vaginal que es la capa serosa (Köning y Liebich, 2011). La cual está dividida en dos capas: una externa formada en su mayoría por tejido conectivo fibroelástico denso, con algunas células musculares lisas, y una capa interna abundante en vasos sanguíneos, llamada túnica vasculosa (Megias, 2019).

El epidídimo es un órgano tubular que está adherido al testículo y que se divide en cabeza, cuerpo y cola. La maduración de los espermatozoides, es decir, la obtención de la motilidad y la capacidad de fertilización se realizan en la cabeza y cuerpo, mientras que las células maduras se almacenan en la cola. Ya que el ciclo completo de la formación y maduración espermática dura aproximadamente 2 meses, toda alteración del estado general que el animal tenga podrá verse reflejado en su semen eyaculado, cuando se cumpla el periodo (Aisen y Venturino, 2004).

Escroto

En los ovinos y los caprinos, el escroto es pendular. La piel es delgada y también elástica, tiene pelos diseminados en el caso del caprino o lana en los ovinos (Aisen y Venturino, 2004).

Fascia escrotal; esta se deriva al parecer de los músculos oblicuos abdominales y principalmente está conformada por tejido conectivo laxo.

Capa parietal de la túnica vaginal; tiene vasos y nervios (Hafez y Hafez, 2002).

La bolsa o conjunto de vainas que constituyen el escroto, tienen como finalidad proteger las glándulas masculinas y mantener la temperatura homogénea menor a

la corporal, que es aproximadamente de 4°C para no afectar la espermatogénesis y brindar protección al parénquima testicular (König y Liebich, 2011).

Mediante el intercambio de calor que se produce a nivel del plexo pomiforme se lleva a cabo la regulación en la temperatura, entre la sangre venosa y arterial, y por la capacidad que le brinda al dartos para poder contraerse. Y el musculo cremáster (Aisen y Venturino, 2004).

Pene y prepucio

Este órgano tiene una doble función: la evacuación de orina y de semen. El pene es el órgano donde finaliza el trayecto del conducto urogenital, de hecho, este órgano hace posible que se deposite el semen en las vías genitales de la hembra para que se pueda realizar la fecundación posteriormente (Caravaca y Castell, 2003). El pene tiene tres cuerpos cavernosos que se agrupan alrededor de la uretra, esto en los mamíferos. Los toros, cerdos y carneros poseen una curva en forma de S que es la flexura sigmoidea en el pene, lo que hace que se contraiga completamente, la cual al relajarse se distiende de los músculos retractores del pene esto pasa en la erección y mediante la contracción de estos músculos retorna a su porción de descanso (Hafez y Hafez, 2002).

Los tejidos subcutáneos de la parte libre del pene forman un cuerpo cavernoso muy desarrollado en algunas especies, que es el cuerpo eréctil del glande peneano, llamado cuerpo esponjoso del glande (Rodríguez, 2016). La erección comienza por estímulos que llegan hasta el cerebro, la información es procesada y de ahí se originan los impulsos parasimpáticos. Las arteriolas del pene al dilatarse comienzan a acumular sangre dentro de los cuerpos cavernosos. A su vez comienzan a

contraerse los músculos isquiocavernoso y bulboesponjoso, lo que llega a comprimir la vena dorsal del pene, impidiendo el retorno venoso, la erección finaliza cuando los músculos se relajan (Samper *et al.*, 2007). El pene y el escroto están irrigados mediante la arteria pudenda externa, la cual desciende de la cavidad abdominal por medio del conducto inguinal (Hafez y Hafez, 2002).

La porción libre del pene está dentro de una vaina cutánea, llamada prepucio, que en la erección permite la salida de este mediante el orificio prepucial (Caravaca y Castell, 2003)

Esta estructura se desarrolla a partir de la piel. En los porcinos y los rumiantes se considera conformado por dos porciones, que son peniana y prepeniana (Galina y Valencia, 2008).

Conductos deferentes y glándulas anexas

En la parte final del epidídimo se localizan los conductos deferentes, de origen muscular que inician en la cola del epidídimo y finaliza en la uretra pélvica, los cuales están demasiado vascularizados e inervados (Caravaca y Castell, 2003).

La función de estos conductos es llevar a los espermatozoides a la uretra en preparación para la eyaculación, así como también el almacenar los espermatozoides (Guido *et al.*, 2014). La dilatación que tiene cada conducto al finalizar la trayectoria es conocida como ámpula del conducto deferente o ampolla, y funciona como reservorio espermático (Aisen y Venturino, 2004).

Los conductos deferentes que se encuentran uno en cada testículo, junto con la arteria y vena testicular, vasos linfáticos, nervios y músculo cremáster, conforman

el cordón espermático. Estos atraviesan el anillo inguinal, la cavidad abdominal y la cavidad pelviana y finalizan en la uretra pélvica, donde se localizan dos esfínteres, uno interno que corresponde a la vejiga y da paso a la orina y el otro externo que durante la eyaculación da paso al espermatozoide (Caravaca y Castell, 2003).

Uretra

Funciona mayormente como vía urinaria y seminal en machos. En estos la uretra se divide en las siguientes partes:

Parte pélvica, que se extiende desde el orificio interno de la uretra, en el cuello de la vejiga, hasta el arco isquiático en la salida de la pelvis. El segmento localizado entre el orificio interno de la uretra y el colículo seminal es denominado parte peniana y genital, la parte prostática y la parte peniana de la uretra. La primera se extiende hasta la salida de la pelvis en el arco isquiático. Después, inicia la parte peniana, mediante a su doble función urinaria y genital (König y Liebich, 2005).

El músculo uretral, estriado, en casi toda su longitud es el que rodea la uretra. Las fibras musculares caudales se ubican alrededor de la uretra en formando una U. Sus contracciones cierran el orificio uretral por medio de la presión de una sobre otra. El músculo uretral, voluntario, recibe fibras simpáticas y parasimpáticas. La tela submucosa de la uretra tiene un plexo venoso que debido a sus características eréctiles ayudan al mantenimiento de la continencia (König y Liebich, 2005).

3.2 Aparato reproductor de la hembra caprina

El sistema reproductor tiene características parecidas y solo hay pequeñas diferencias de tamaño, características en algunas estructuras de las hembras caprinas y ovinas. Se encuentra inmediatamente por debajo del recto, divididos mediante el saco recto genital, e incluye las siguientes estructuras: ovarios, trompas u oviductos, útero, cérvix o cuello uterino, vagina y genitales externos o vulva (Aisen y Venturino, 2004).

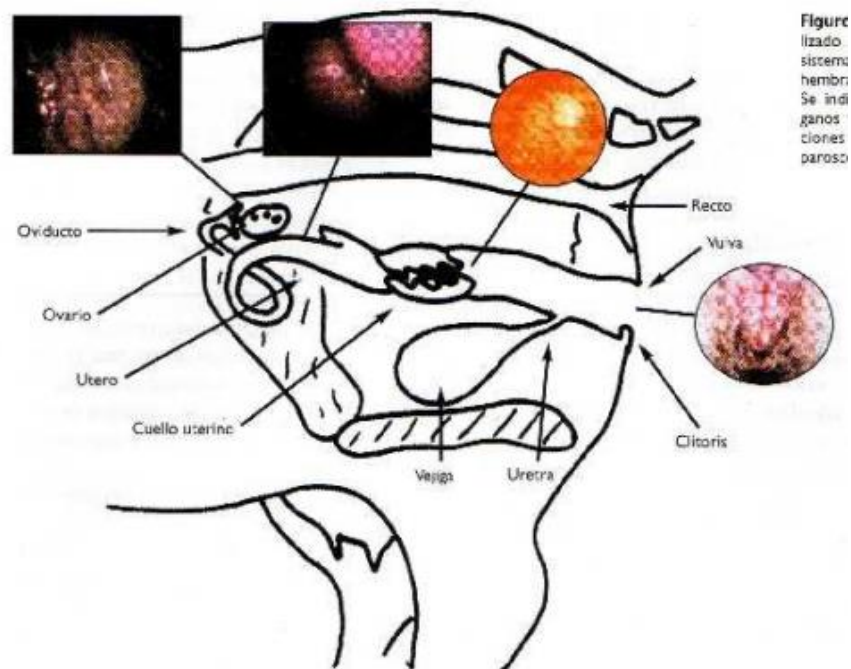


Figura 2. Esquema idealizado de la anatomía del sistema reproductor en la hembra ovina-caprina. Se indican diferentes órganos y algunas observaciones obtenidas por laparoscopia (Aisen y Venturino, 2004).

Ovarios

Los principales órganos del aparato reproductor femenino son los ovarios (DeJarnette y Nebel, 2014), así como la mayor estructura de tracto reproductivo de esta (Senger, 2003). Los ovarios tienen función endocrina y citogénica (productora de células) ya que producen hormonas, que son liberadas directamente al torrente sanguíneo, también se encargan de liberar los óvulos de la superficie del ovario. Su origen es bilateral a partir de la cresta gonadal en la región lumbar, medial al riñón embrionario (Frandsen *et al.*, 2009).

Oviductos

También llamados trompas de Falopio o Salpinx, es un tubo delgado que se expande hacia el útero. Tiene forma alargada y es poco uniforme, su medida estimada es de 20.45 cm el izquierdo y 18.95 cm el derecho. La parte próxima al ovario posee forma de embudo y su función es transportar el ovario al cuerno del útero correspondiente. Esta estructura es llamada infundíbulo y está localizada en la superficie del ovario, envolviendo parcialmente (Vera, 1993).

Son conductos sinuosos que dirigen el ovocito del ovario respectivo al cuerno del útero, al mismo tiempo que sirven como la zona donde dicho óvulo puede ser fecundado por el espermatozoide (López-Mazz, 2010).

Útero

El útero (útero bicorne) une el oviducto con la vagina y está conformado por dos cuernos (9-16 cm de largo) y un pequeño cuerpo uterino (3-5 cm). El útero se abre hacia la vagina mediante un canal cervical simple (cuello uterino). En rumiantes, la superficie del endometrio se diferencia por la presencia de áreas carentes de

glándulas, pero sumamente vascularizadas, que dan lugar a la porción materna de la placenta y a las cuales se les da el nombre de carúnculas (Aisen y Venturino, 2004).

El útero es un órgano intermedio que está formado de dos secciones: Los cuernos que son la parte más gruesa y final de las trompas de Falopio y el cuerno del útero que es la parte en la que se desarrolla la cría o crías durante la gestación, su medida es de 1.70cm y en la parte interna de la matriz se ubica el endometrio, estructura mucosa la cual posee vascularización y un espesor que varía debido a las alteraciones hormonales. El cuello del útero es un tubo conformado por 3-4 anillos transversos fibromusculares que son rígidos y cerrados que dividen a la matriz de la vagina teniendo una medida de alrededor 3.5 a 1.59 cm. (Vera, 1993).

Cérvix

En los rumiantes, el cérvix se ubica dentro de la cavidad pélvica generalmente posando sobre el piso de la esta, se distingue como una estructura firme, cilíndrica y un tanto nodular; el tamaño es diferente según la edad, la etapa del ciclo reproductivo y anormalidades (Zemjanis, 1966).

El cuello uterino o cérvix se localiza en la línea media de la caja pelviana sobre los huesos pubianos (Camacho y Mantilla, 2008).

Vagina

La vagina es la parte externa del aparato reproductivo de la hembra, su ubicación es dentro de la pelvis entre el útero a craneal y caudalmente a la vulva, siendo el lugar donde se deposita el semen durante la monta natural e interfiere como el canal

del parto (Abebe, 2008), ésta va desde la abertura externa del cérvix hasta el meato uretral externo, en estado pasivo se encuentra colapsada (Gloobe, 1990).

Las células de revestimiento de la mucosa de la vagina son modificadas durante el ciclo sexual por la dependencia hormonal y son usadas satisfactoriamente como indicadores de celo en algunas hembras y en el segmento craneal de la vagina es donde se localiza la parte glandular (Konig y Liebich, 2005)

Es la parte del conducto del parto ubicada en la cavidad pelviana, entre el útero por delante y el vestíbulo caudalmente. Funciona como receptáculo para el pene del macho en la cópula (López-Mazz, 2010).

Vestíbulo y vulva

El vestíbulo está entre la vagina y la vulva. La unión de vagina y el vestíbulo son marcados por la presencia de un orificio uretral externo al igual que un pliegue, inmediatamente craneal al orificio uretral externo, un vestigio del himen. La vulva es la parte externa de los genitales de la hembra, comprendidos desde el vestíbulo al exterior (López-Mazz, 2010).

Sigue de la vagina y es el órgano que se enlaza al exterior, su estructura abarca dos líneas carnosas o labios que son una continuación de la piel, la vulva es la parte final del tracto reproductor de la hembra (Vera, 1993).

3.3 Antecedentes de la domesticación de cabras

La cabra es una de las especies domesticada hace más de 10,000 años en las regiones de Asia central y el suroeste (Reed, 1959). En el siglo XVI fueron introducidas por los españoles al caribe y posteriormente al continente americano, se sabe también que los portugueses contribuyeron activamente en el establecimiento de la caprinocultura en América ya que algunos de sus ejemplares provenían de África en el periodo del comercio de esclavos. Esta especie se desarrolla en diferentes tipos de agroecosistemas con son el trópico, zonas áridas y países en vías de desarrollo. En la mayoría de las regiones áridas y semiáridas de África, Asia y América, la cabra representa el principal ingreso económico en los sistemas de producción de los pequeños productores (Salinas-González *et al.*, 2015). En los últimos años en un intento por mejorar los parámetros reproductivos y productivos se han exportado a países en vías de desarrollo razas especializadas en producción de leche para cruza con razas locales. Las razas más distribuidas son Alpina, Saanen, Anglo Nubian, Toggenburg y West African Dwarf (FAO, 2021).

3.4 Producción de cabras en el mundo

La producción de pequeños rumiantes representa un eslabón importante en la economía y alimentación de la humanidad con la producción de carne, leche, fibras, pieles y cuernos. Además, se ha documentado que sus heces fecales se utilizan como materia prima para la producción de composta o biogás, y contribuyen de manera indirecta en el control de las malezas y plantas invasivas (Carias, 2013).

Con la cría y producción de pequeños rumiantes se obtienen varias ventajas como la alta prolificidad (de algunas razas) y el requerimiento mínimo de espacio (con una relación 1 a 10 en comparación con el ganado vacuno), ya que como se sabe en

algunos países subdesarrollados los productores crían a sus ovejas y cabras en corrales de “traspatio”, en zonas rurales y peri-urbanas y de esta manera es más fácil el manejo y la obtención de los productos como son carne y/o leche. Además del costo mínimo inicial que se necesita para su producción (Mendoza, 2011; Carias, 2013). Lo cual permite que se reproduzca en cualquier lugar del mundo donde la condiciones son comprometidas. En los años 60’s en EUA adquirió gran importancia le leche de cabra ya que presenta una fácil digestibilidad y menos propiedades alergénicas a diferencia de la leche de vaca (Clark y García, 2017).

Se sabe que la producción de leche de cabra y carne de oveja son de las principales actividades zootécnicas en todo el mundo ya que al ser especies con una alta adaptación en diferentes climas hace que sea más fácil su producción desde el punto de vista adaptativo sobre todo las cabras, ya que la distribución mundial de esta especie se encuentra habituada principalmente en el continente asiático y africano.

Se estima que al año 2019 según datos de la FAO, la población mundial de cabras fue de 1, 094,068,295. Los países más productores de leche de cabra fueron India, Bangladesh, Sudan, Pakistán, Francia y Turquía; Las razas de cabras lecheras más ampliamente distribuidas son Saanen, Anglo Nubian, Toggenburg, Alpina y West African Dwarf (FAO, 2021). La producción de carne de cabra es liderada por China, India, Pakistán, Nigeria, Bangladesh, Myanmar y Chad. Por otro lado, para la producción de leche de oveja lo países más productivos fueron Turquía, China, Grecia, Republica Árabe Siria, España e Italia; para la producción de carne de oveja los países con mayor producción fueron China, Australia, Nueva Zelanda, Turquía,

Argelia y Reino Unido. A nivel mundial el consumo de carne y leche (caprina u ovina) representa el 4.8 y 3.4 % del consumo total, respectivamente (Carias, 2013).



Figura 3. Representación del inventario mundial en cabras (FAO, 2021).

3.5 Producción de cabras en México

En México el inventario nacional de cabras para el año 2020 es de 8,830,720 de los cuales la región laguna que comprende parte de Coahuila y Durango cuenta con 392,407 teniendo una gran disminución si lo comparamos a el año 2011 donde contaba 430,381 y una producción lechera de 78,074.79 misma que aportaba el 48 % de la producción nacional.

En lo que respecta a la producción de leche de cabras en el año 2020 se registró un total de 163,590 miles de litros de leche de los cuales los estados con mayor aportación fueron Coahuila con 44,888, seguido de Guanajuato con 42,792 y en tercer lugar el estado de Durango 24, 822.24 mil de litros de leche. La Comarca Lagunera aporta a la producción nacional 57,622 miles de litros de leche lo que corresponde al 35% de la producción nacional (SIAP, 2020). Esto nos muestra que

la mayor producción de leche se establece en el norte de México, y habla de lo bien que la cabra se desempeña en terrenos semiáridos.

3.6 Sistemas de producción de caprinos

- *Sistemas Extensivos*

Este sistema de producción necesita de grandes extensiones de terreno ya que las cabras se alimentan pastoreando a voluntad en forma semi-nómada o sedentaria. Tiene la ventaja de reducir los costos en alimentación e instalaciones, pero por lo regular sus rendimientos productivos son menores.

- *Intensivos*

Este sistema necesita de instalaciones para una producción estabulada, y del abastecimiento de concentrados alimenticios de gran valor proteico y energético. Posee como desventaja el ocupar mayores costos pero facilita el manejo de los animales y se logran mejores índices en producción de carne y leche.

- *Semi-intensivos*

Este sistema es una fusión de los otros sistemas. Aquí se pastorea durante el día y durante tarde y/o la noche, les proporcionan suplementos alimenticios y se estabulan. La inversión en las instalaciones es necesaria y en los alimentos concentrados. Normalmente, aquí se tiene mejores rendimientos productivos a diferencia del sistema extensivo (Carias, 2013).

Dentro de las estrategias a un plazo largo que los países en vías de desarrollo han adaptado en el desarrollo de sus sistemas de producción de leche caprina se encuentran:

- a) Mejora en los sistemas de monitoreo de la calidad de leche y de producción de forma permanente.
- b) Adaptar la inseminación artificial (IA) y otras tecnologías reproductivas.
- c) Introducir programas eficientes para sanidad caprina.
- d) Desarrollar y comercializar productos caprinos innovadores y de mayor plusvalía (Aréchiga *et al.*, 2008).

3.7 Actividad reproductiva

El comportamiento de la actividad estral se ve influenciado por la raza, presencia del macho, nutrición y, principalmente, el fotoperiodo son factores por los cuales La actividad reproductiva de la cabra domestica se ve afectada. Esta actividad sexual comienza cuando el periodo al día de horas-luz disminuye, lo cual sucede en las temporadas de otoño e invierno. Esto es considerado como medida de adaptación que favorece a los animales nacer periodos en los cuales las condiciones de clima y ambientales son favorables en su desarrollo y supervivencia. Una de las limitaciones más serias en la reproducción de la especie es sin duda la estacionalidad resultante de ello, es bien sabido que es una característica genética adquirida mediante la selección natural, desde la perspectiva productiva implica un obstáculo para aumentar la frecuencia de los partos, resultando en que la disponibilidad de la leche y de cabritos a través del año no sea constante,

significando un serio problema de comercialización para los productores (Álvarez *et al.*, 1999).

Ciclo estral

Las cabras tienen un ciclo estral de 21 días (rango de 18 a 23 días), el cual se divide en dos fases: fase folicular y fase lútea.

La fase folicular se caracteriza por la manifestación de la actividad estral debido al crecimiento de un folículo preovulatorio mismo que produce estradiol (E2) el cual efectúa un feed back positivo a nivel de hipotálamo para estimular la producción de hormona luteinizante (LH), a nivel de adenohipófisis para que se dé la ovulación.

Por otro lado, en la fase lútea se comienza a formar el cuerpo lúteo, esta fase se caracteriza por los altos niveles de progesterona (P4), si la hembra queda gestante estos niveles se mantienen durante toda la gestación, de no ser así la fase lútea solo tiene una duración de 15 a 17 días, para volver a reiniciar el ciclo estral, por acción de las prostaglandinas (PGF2 α) que son secretadas por el útero grávido para luteinizar el cuerpo lúteo, figura 4 (Fatet *et al.*, 2011).

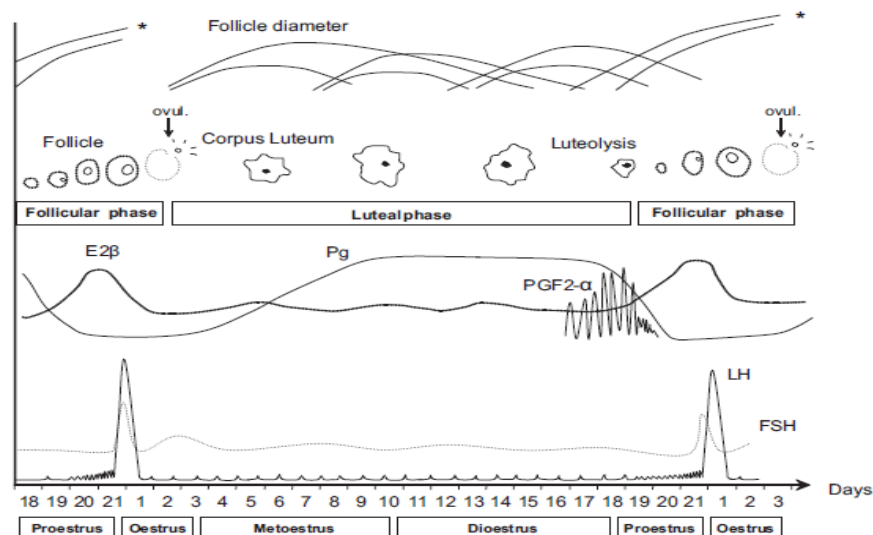


Figura 4. Representación esquemática del ciclo estral de la cabra (Tomado de Fatet *et al.*, 2011).

3.8 Pérdidas embrionarias y fetales

Las pérdidas fetales en caprinos representan uno de los principales problemas reproductivos, con una tasa de entre el 15 al 70%. Los dos tipos de abortos son los infecciosos causados por (brucelosis, clamidiasis, toxoplasmosis y fiebre Q) y aquellos causados por el estrés nutricional, sobre todo si se trata de cabras en sistemas extensivos (Mellado, 2008).

Mellado (2008), menciona que una de las causas de las pérdidas fetales es debido a la subnutrición de las cabras ya que al disminuir la ingesta de alimento bajan los niveles de glucosa disponible en sangre lo cual puede repercutir negativamente en el mantenimiento del cuerpo lúteo.

Existen otras causas predisponentes para que se presenten las pérdidas fetales, como es la condición corporal. Mellado *et al.* (2004), menciona que las cabras que al momento de la monta presentan una condición menor a 1.5 presentan 9 veces mayor riesgo de abortar a comparación de las cabras con mejor condición. En un estudio realizado por Santiago-Miramontes *et al.* (2011) se sometieron a flushing 22 días antes del empadre a hembras que fueron expuestas o no previamente con machos y hembras estrogenizados, donde se observó que la respuesta estral y ovulatoria del 100% y una tasa de gestación entre el 75%, pero se observaron pérdidas fetales hasta de un 50% de las hembras gestantes, por lo que los autores concluyen que la subnutrición durante la gestación es una causa para las pérdidas fetales bajo sistemas de producción en el norte de México. Además de las mejoras que se puedan implementar en el ámbito nutricional, para incrementar las tasas de

concepción evitar las pérdidas, hay algunos factores que afectan así de forma directa sobre los resultados reproductivos, resaltando entre estos, las pérdidas reproductivas. Entre las causas principales que tenemos durante la gestación son las pérdidas embrionarias o muertes (15 - 30 % de los ovocitos liberados), mientras que en la etapa fetal estas muertes son por lo habitual menores (5 - 7 %; Abella *et al.*, 2021).

Las pérdidas reproductivas se pueden clasificar dependiendo del momento de su incidencia en los fallos durante la fertilización, muertes embrionarias y/o fetales y también en las llamadas pérdidas perinatales. La mortalidad embrionaria es definida como pérdida del producto que se obtiene entre la concepción y el término del período embrionario de diferenciación (35-40 días de gestación; Fernández-Abella, 2011).

El incremento de las pérdidas fetales tiene como consecuencia un aumento de riesgos de procesos infecciosos en el útero de las cabras provocando muchas veces la muerte (Mellado, 2008), además que se limita la selección de animales para reemplazo.

Entre los factores que afectan estas pérdidas, se encuentran:

a. Factores genéticos

- Defecto de los gametos
- Raza
- Desequilibrio o deficiencia hormonal
- Anomalías cromosómicas Tasa ovulatoria

b. Factores internos

- Peso vivo y Condición corporal
- Edad
- Localización del embrión

c. Factores ambientales

- Nutrición
- Temperatura
- Fotoperiodo
- Estrés pluviométrico
- Sanidad

3.9 GnRH

La GnRH también llamada gonadorelina (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) se produce en el hipotálamo, que se encuentra en la base del cerebro; esta a su vez manda una señal a la glándula pituitaria para que secreta Gonadotropinas (FSH, LH). La Hormona Folículo Estimulante (LH) se encarga del desarrollo del folículo y la Hormona Luteinizante hace que comience el proceso de ovulación (Velez *et al.*, 2006).

Previo a la madurez sexual, la secreción de la (GnRH está de forma significativa inactiva. Comenzando la pubertad, el gonadostato hipotalámico está deprimido y la amplitud de los pulsos de GnRH aumenta. Los niveles de las hormonas FSH y LH, se elevan gradualmente durante la pubertad, estimulando así la maduración de folículos y la producción de estrógenos en los ovarios (Huffman *et al.*, 1987). La GnRH se utiliza para incrementar la tasa de concepción posterior a la inseminación y también en el tratamiento de quistes ováricos foliculares (Ayala *et al.*, 2010).

El sincronizar e inducir el celo y ovulación simplifican el comienzo de la ciclicidad, logrando así la inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) a su vez son una buena opción para tener un control en el momento de la primera inseminación artificial. Diversos protocolos de sincronización que emplean progestágenos, estradiol, GnRH, prostaglandinas y gonadotrofina coriónica equina se han utilizado en los últimos años (Bartolomé *et al.*, 2013).

En investigaciones anteriores la aplicación de GnRH a los 12 días pos-inseminación artificial en las cuales se ha demostrado reducir el total de servicios por concepción logrando optimizar así el porcentaje de preñez. Mientras tanto en otro estudio diferente se demostró que el uso de GnRH al momento de detectar el celo finalizo en una tasa de concepción superior que el control y así mismo el porcentaje de concepción fue más alto al momento de inseminar que el control (Ayala *et al.*, 2010).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una granja comercial lechera ubicada en el Norte de México (25 N, 103°W; 1140 m). Se utilizaron 20 cabras de raza Alpina-Frances con una edad en un rango de 24-30 meses, una condición promedio de 2.5 (en una escala de 0-5) y un peso promedio de 43.7 ± 1.4 kg, bajo un sistema de producción extensivo.

En el día -1, las hembras fueron tratadas con 10 y 20 mg de progesterona natural (Progesvit, Brovel, México, DF) vía intramuscular ($n=10$; G10) y ($n=10$; G20), el día 0 se les administro a todas las hembras 100 UI de eCG (Ceva Sante Animale, Libourne, Francia) para comenzar con la detección de celos cada 12 horas por 15 minutos con la ayuda de machos activos de fertilidad comprobada durante 10 días, posteriormente el día 12 las hembras se subdividieron en 4 grupos experimentales, G10-G Y G20-G que se les administro 4 μ g de GnRH mientras que los grupos G10-S y G20-S, solo recibieron solución fisiológica.

4.1 VARIABLES EVALUADAS

Actividad estral

Se determinó el estro desde el primer día del empadre para detectar el inicio de la respuesta estral cada 12 h por 15 días consecutivos dos veces al día (7:00 y 19:00 h) durante un periodo de 15 min en la mañana y 15 min en la tarde, después de este periodo, los machos fueron retirados de los corrales de las hembras. Se anotó la inmovilización de las cabras como signo tanto de la proceptividad como de la receptividad (Fabre-Nys y Gelez, 2007).

Porcentaje de ovulación y tasa embrionaria

La ultrasonografía fue realizada por el mismo operador. El porcentaje de ovulación fue determinada a través de la presencia de cuerpos lúteos según lo descrito por Simões *et al.* (2005), los cuales fueron evaluados 10 días después de la aplicación de eCG con la ayuda de un ultrasonido (Aloka SSD 500, Tokio, Japón) por vía transrectal conectada a una sonda lineal 7.5-MHz. La tasa embrionaria se realizó el día 35 después de la monta mediante ultrasonido transrectal (HS-2000, Honda Electronics CO, LTD).

5. RESULTADOS

El uso de GnRH no mostro un efecto negativo ni positivo en el mejoramiento de la implantación embrionaria, cuando se administró 12 días después de la introducción de los machos (Cuadro 1), con el protocolo de progesterona, ya que en los cuatro grupos la actividad estral fue del 100%, las ovulaciones y gestaciones fueron >75%; $P>0.05$.

Cuadro 1. Respuesta estral, ovulatoria y gestaciones utilizando diferentes dosis de progesterona natural con GnRH, a los 12 después de inicio de la actividad estral en cabras.

	G10-G	G10-S	G20-G	G20-S
Respuesta estral (n)	5/5 ^a 100%	4/4 ^a 100%	5/5 ^a 100%	6/6 ^a 100%
Ovulaciones (n)	5/5 ^a 100%	3/4 ^a 75%	5/5 ^a 100%	5/6 ^a 83%
Implantación embrionaria (n)	4/5 ^a 80%	3/4 ^a 75%	4/5 ^a 80%	5/6 ^a 83%

a, b = Valores con diferente literal en la misma fila difieren ($p<0.05$).

6. DISCUSIÓN

El objetivo de esta investigación fue evaluar si el uso de 4 µg de un análogo de GnRH (Acetato de Buserelina) era eficaz para mejorar la implantación embrionaria en cabras bajo un sistema de producción extensivo, cuando este era administrado al día 12 después de la monta natural. El conocimiento previo de la implantación nos muestra que esta inicia entre los días 15 y 16 de gestación y finaliza hasta el día 50 y 60 (Igwebuike, 2009), por lo que en las primeras semanas existe mayor riesgo de pérdida del producto es por eso que las investigaciones realizadas al igual que la nuestra se busca favorecer la producción de p4 mediante la formación de cuerpos lúteos accesorios (Beck *et al.*, 1996) de tejido lúteo aislado (Hughes, 2019), por lo cual al utilizar GnRH exógena estimulamos a nivel de hipotálamo la liberación de LH hormona de gran importancia para la producción de progesterona. Nuestros datos mostraron que la GnRH no mostro un efecto positivo ni negativo en las hembras gestantes, ya que no existió diferencia estadística entre los grupos tratados $p>0.05$, independientemente si las hembras se sincronizaron con 10 o 20 mg de progesterona. Por lo que los resultados de esta investigación concuerdan con los obtenidos por García-Pintos y Menchaca (2017) en la que evaluaron el uso de GnRH administrado 5 días después de la inseminación y determinaron que no existió diferencia con las hembras que no recibieron la aplicación de la hormona. Por otro lado, según lo publicado por Fernández *et al.* (2017) el uso de GnRH si mostro un aumento de los cuerpos lúteos accesorios en ovejas que recibieron la aplicación 4 días post inseminación artificial. En nuestra investigación la administración de GnRH fue a los 12 días siguiendo la pauta de investigaciones

previas en las cuales se observó un efecto benéfico en la supervivencia del embrión al mejorar la función lútea (Cam y *Kuran*, 2004).

7. CONCLUSIÓN

Existen resultados variables en cuanto al uso de GnRH como tratamiento terapeutico para mejorar la tasa de gestación en cabras, tal como se muestra en nuestra investigación donde no existio un efecto positivo ni negativo en las hembras tratadas bajo las condiciones de nuestra investigation.

8. LITERATURA CITADA

- Abebe, G. (2008). Reproduction in sheep and goat. 59-79-
- Abella, D. F., Folena, G., Formoso, D., Irabuena, O. (2021). Estudio de la mortalidad embrionaria y fetal en ovinos. IV. Efecto del estrés pluviométrico artificial y natural sobre la actividad ovárica y las pérdidas reproductivas. In Simposio: Gestión Sostenible de campo Natural. Recopilación de Ponencias.
- Aisen, E. G., & Venturino, A. (2004). Recolección y evaluación de semen. Reproducción ovina y caprina. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica. p, 55-69.
- Alvarez Ramirez, L., Ducoing Watty, A. E., Zarco Quintero, L. A., Trujillo Garcia, A. M. (1999). Conducta estral, concentraciones de LH y función lútea en cabras en anestro estacional inducidas a ciclar mediante el contacto con cabras en estro. Veterinaria México, Vol. 30, Num 1 pp 2531.
- Aréchiga, C. F., Aguilera, J. I., Rincón, R. M., De Lara, S. M., Bañuelos, V. R., & Meza-Herrera, C. A. (2008). Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 9(1), 1-14.
- Ayala Constante, D. C., Castillo R., Orlando J. (2010). Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales. Zamorano, Honduras.
- Bartolomé, J.A., Blanco Sereno, M., Picco, R., Zapata, L., Piccini, J.P., Cledou, G., Massara, N., Colazo, M.G. (2013). Tasas de concepción en vaquillonas utilizando un protocolo de 5 días con o sin GnRH en su inicio y diferentes dispositivos de progesterona y prostaglandinas. Facultad de Ciencias Veterinarias, UNLPam, General Pico. Taurus Año 15 N° 57: 26-33.
- Beck, N. F. G., Jones, M., Davies, B., Peters, A. R., & Williams, S. P. (1996). Oestrus synchronization in ewes: the effect of combining a prostaglandin analogue with a GnRH agonist (buserelin). Animal Science, 62(1), 85-87.
- Beck, N. F. G., Jones, M., Davies, B., Peters, A. R., & Williams, S. P. (1996). Oestrus synchronization in ewes: the effect of combining a prostaglandin analogue with a GnRH agonist (buserelin). Animal Science, 62(1), 85-87.
- Bustamante-Andrade, J. A., Meza-Herrera, C. A., Rodríguez-Martínez, R., Santos-Jimenez, Z., Ángel-García, O., Gaytán-Alemán, L. R., ... & Véliz-Deras, F. G. (2021). Luteogenesis and Embryo Implantation Are Enhanced by Exogenous hCG in Goats Subjected to an Out-of-Season Fixed-Time Artificial Insemination Protocol. Biology, 10(5), 429.
- Cam, M. A., & Kuran, M. (2004). Effects of a single injection of hCG or GnRH agonist on day 12 post mating on fetal growth and reproductive performance of sheep. Animal reproduction science, 80(1-2), 81-90.

- Camacho Fajardo, J. D., & Mantilla Sequeda, A. M. (2008). Clasificación de alteraciones morfológicas en cérvix de hembras cebú dedicadas a la cría en hatos del sur del césar y sur de bolívar. Trabajo de grado. Bucaramanga. Universidad Cooperativa de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y zootecnia.
- Caravaca R.F.P. y Castel G. J. M. (2003), Bases de la reproducción animal. Universidad de Sevilla, España
- Cariás, A. A. R. (2013). Sostenibilidad y competitividad de sistemas de producción de pequeños rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 278-283.
- Cervantes Morali, J. (2013). Anatomía y fisiología básica del aparato reproductor en el caprino. 1-6.
- Clark, S., & García, M. B. M. (2017). A 100-year review: Advances in goat milk research. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10026-10044.
- DeJarnette, M., & Nebel, R. (2014). Anatomía y fisiología de la reproducción bovina. USA: Select Reproductive Solutions.
- Duncan, W. C. (2019). Physiology of Ovulation. How to Prepare the Egg and Embryo to
- Escareño Sánchez, L. M., Wurzinger, M., Pastor López, F., Salinas, H., Sölkner, J., & Iñiguez, L. (2011). La cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el norte de México. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 235-246.
- Evans, G. y Maxwell, W. M. (1990). Inseminación artificial de ovejas y cabras. Acribia, Zaragoza. 192p.
- Fabre-nys, C., & Gelez, H. (2007). Sexual behavior in ewes and other domestic ruminants. *Hormones and Behavior*, 52, 18-25.
- FAOSTAT. 2021. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Estadísticas. <http://www.fao.org/faostat/es/#home>.
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal reproduction science*, 124(3-4), 211-219.
- Fernández Abella, D. H. (2011). Pérdidas embrionarias y fetales en ovinos en Uruguay. In XV Congreso Latinoamericano de Buiatría/XXXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Fernandez, J., Bruno-Galarraga, M. M., Soto, A. T., de la Sota, R. L., Cueto, M. I., Lacau, I. M., & Gibbons, A. E. (2018). Hormonal therapeutic strategy on the induction of accessory corpora lutea in relation to follicle size and on the increase of progesterone in sheep. *Theriogenology*, 105, 184-188.
- Frandsen, R. D., Wilke, W. L., & Fails, A. D. (2009). *Anatomy and Physiology of Farm Animals*. Fort Collins, Colorado: Wiley-blackwell.

- Galina C. y Valencia J., (2008), Reproducción de animales domésticos. 3ra. Edición, Ed. Limusa, México DF.
- García-Pintos, C., & Menchaca, A. (2017). Pregnancy establishment and maintenance after the administration of equine chorionic gonadotropin (eCG) associated or not with gonadotropin-releasing hormone (GnRH) after insemination in sheep. *Animal Production Science*, 58(10), 1802-1806.
- Gloobe, H. (1990). Anatomía aplicada al bovino. Turrialba, Costa Rica: servicio editorial iica.
- Guido P.M., Zevallos J., Pérez U. H., (2014), Recuperación de espermatozoides de Alpaca del conducto deferente durante la época reproductiva. 4 (2) ,139-144.
- Hafez, B., & Hafez, E. S. E. (Eds.). (2002). Reproducción e inseminación artificial en animales. Interamericana. McGraw-Hill.
- Huffman, L.J., Inskeep, E.K., Goodman, R.L. (1987). Changes in episodic luteinizing hormone secretion leading to puberty in the lamb. *Biol. Reprod.* 37: 755-761.
- Hughes, C. K., & Pate, J. L. (2019). Luteolysis and the Corpus Luteum of pregnancy. In *The Ovary* (pp. 269-292). Academic Press.
- Igwebuike, U. M. (2009). A review of uterine structural modifications that influence conceptus implantation and development in sheep and goats. *Animal reproduction science*, 112(1-2), 1-7.
- König, H. E., & Liebich, H. G. (2005). *Anatomía de los animales domésticos: órganos, sistema circulatorio y sistema nervioso*. Ed. Médica Panamericana.
- Konig, H. E., & Liebich, H.-g. (2011). Anatomía de los animales domésticos (Vol. II). Buenos Aires: Madrid, España: Medica panamericana SA.
- López-Mazz Carlos Rafael. (2010). Aparato reproductor de hembra. Departamento de Producción Animal y Pasturas Grupo Disciplinario Fisiología y Reproducción. Maximize IVF Success, 1
- Megias M, P. M. (2019). Atlas de Histología. Obtenido de mmegias.webs.uvigo.es.
- Mellado, M. (2008). Técnicas para el manejo reproductivo de las cabras en agostadero. *Tropical and subtropical Agroecosystems*, 9(1), 47-63.
- Mellado, M., H. González, J.E. García, R. García. 2004b. Anthelmintic treatment of goats on an arid range and its effect on milk production in late lactation. *J. Appl. Anim. Res.* 25: 91-95.
- Mendoza, D. F. G. (2011). Pequeños rumiantes: Un proyecto con posibilidad de rentabilidad. *Conexión agropecuaria JDC*, 1(1), 67-74.
- Reed, C. A. (1959). *Animal domestication in the prehistoric Near East*. Bobbs-Merrill.
- Rodríguez, L. A. (2016). Bases fisiológicas y características reproductivas de las. Departamento de patología animal, sanidad animal, Universidad de León.

- Salinas-González, H., Maldonado, J. A., Torres-Hernández, G., Triana-Gutiérrez, M., Isidro-Requejo, L. M., & Meda-Alducin, P. (2015). Compositional quality of local goat milk in the Comarca Lagunera of Mexico. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 14(2), 175-184.
- Samper, J. C., Estrada, A. J., & Mckinnon, A. O. (2007). Insemination with frozen semen. In *Current therapy in equine reproduction* (pp. 285-288). WB Saunders.
- Santiago-Miramontes, D., de los Ángeles, M., Marcelino-León, S., Luna-Orozco, J. R., Rivas-Muñoz, R., Rodríguez-Martínez, R., ... & Véliz-Deras, F. G. (2011). La presencia de hembras estrogenizadas al momento del efecto macho induce la actividad estral de cabras en el semidesierto mexicano. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 17(SPE), 77-85.
- Senger, P. (2003). *Patways to pregnancy and parturion* (Segunda ed.). Estados Unidos: current conseptions.
- SIAP. 2020. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Producción pecuaria. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/655389/Inventario_2020_caprino.pdf
- Simões, J., Potes, J., Azevedo, J., Almeida, J. C., Fontes, P., Baril, G., & Mascarenhas, R. (2005). Morphometry of ovarian structures by transrectal ultrasonography in Serrana goats. *Animal Reproduction Science*, 85(3), 263-273.
- Velez, M; Hincapie, J.J y Matamorros, I. (2006). Producción de ganado lechero en el tropico. 5a ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. p. 175-176.
- Vera Garza Telesforo. (1993) Reproducción de ganado caprino. Universidad autónoma de Nuevo León. Centro regional de fomento agropecuario
- Zemjanis, R. (1966). *Reproducción animal-Diagnostico y tecnicas terapeuticas*. Mexico: Limusa.