

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**SINCRONIZACIÓN E INDUCCIÓN DEL ESTRO EN CABRAS  
CON CIDR A 6 Y 9 DÍAS**

Por:

**NAYELLI ROMERO RODRÍGUEZ**

**Tesis**

**Presentada como Requisito Parcial Para Obtener El Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

DICIEMBRE 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

SINCRONIZACIÓN E INDUCCIÓN DEL ESTRO EN CABRAS  
CON CIDR A 6 Y 9 DÍAS

Por:

**NAYELLI ROMERO RODRÍGUEZ**

TESIS

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

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada Por:



Dr. Alejandro Garcia Salas

Asesor y/o director principal



M.C. Dante Josafet Hernandez Rubio

Co-director



Dr. Julio Cesar Espinoza Hernandez

Coasesor



M.C. Pedro Carrillo Lopez

Coasesor



Coordinador de Ciencia Animal

MC. Pedro Carrillo-Lopez

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre 2025



## DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

### DECLARO QUE:

El trabajo de investigación titulado: "Sincronización e inducción del estro en cabras con CIDR a 6 y 9 días" fue realizado con transparencia y con respeto por el esfuerzo intelectual de otras personas. Me hago completamente responsable de las ideas, análisis y contenidos que presento, y confirmo que cualquier información, dato o material que no es de mi autoría está citado de manera clara. Declaro que ningún momento recurría prácticas indebidas, como copiar sin citar, usar trabajos ajenos, omitir referencias o emplear material digital sin permiso o sin el reconocimiento correspondiente. También reconozco que un uso inadecuado de información puede generar sanciones legales o institucionales y asumo la responsabilidad.

Atentamente



---

Nayelli Romero Rodríguez

# SINCRONIZACIÓN E INDUCCIÓN DEL ESTRO EN CABRAS CON CIDR A 6 Y 9 DÍAS

## RESUMEN

El presente estudio evaluó la eficacia de dos protocolos de sincronización e inducción del estro en cabras Toggenburg x Alpina mediante dispositivos intravaginales nuevos (CIDR). Se utilizaron 20 hembras distribuidas aleatoriamente en dos tratamientos: T1 (CIDR durante 6 días) y T2 (CIDR durante 9 días), administrando al retiro del dispositivo cloprostenol y eCG en ambos grupos. La detención de estros se realizó mediante machos celadores con mandil, permitiendo la monta natural controlada, y el diagnóstico de gestación se efectuó a los 35 días post-monta mediante ultrasonido transrectal.

Los resultados mostraron que el 100% de las cabras manifestó estro en ambos tratamientos, evidenciando una alta efectividad de los protocolos hormonales. Se registraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el tiempo de aparición del estro siendo mayor en T1 (24.8 h) respecto a T2 (16.8 h) lo que indica una manifestación más rápida y agrupada del estro con protocolo de 9 días. Sin embargo, esta diferencia no se refleja con los indicadores reproductivos finales, ya que la tasa de gestación no presentó diferencias significativas en ambos tratamientos, mientras que la tasa de parición alcanzó el 100% sin reportarse pérdidas embrionarias o fetales. La prolificidad fue de 200% en los dos grupos, equivalente a dos crías por hembra parida.

En conclusión, ambos protocolos con CIDR nuevo demostraron altamente efectivos para sincronizar el estro y mantener un desempeño reproductivos óptimo. Aunque tratamientos de 9 días promovió una aparición más temprana del estro, el protocolo de 6 días mostro la misma eficiencia reproductiva con menor tiempo de manejo, lo que convierte en una alternativa práctica y funcional para programas de reproducción asistida en caprinos.

**Palabras clave:** eCG, cloprostenol, prostaglandinas, CIDR, Post-monta.

## ABSTRACT

This study evaluated the effectiveness of two estrus synchronization protocols in Toggenburg × Alpine goats using new intravaginal progesterone devices (CIDR). Twenty females were randomly assigned to two treatments: T1 (CIDR for 6 days) and T2 (CIDR for 9 days). At device removal, both groups received cloprostenol and eCG. Estrus detection was performed using apron-fitted teaser bucks, allowing controlled natural mating, and pregnancy diagnosis was conducted 35 days post-mating using transrectal ultrasonography.

Results showed that 100% of the goats exhibited estrus in both treatments, demonstrating the high effectiveness of the hormonal protocols. Significant differences ( $P < 0.05$ ) were recorded in the time to estrus onset, with T1 presenting estrus at 24.8 h compared to 16.8 h in T2, indicating a faster and more synchronized estrus response in the 9-day protocol. However, this difference did not affect the final reproductive outcomes, as pregnancy rate reached 90% in both treatments, kidding rate was 100%, and prolificacy was 200% in both groups, equivalent to two offspring per doe.

In conclusion, both CIDR-based protocols proved highly effective for estrus synchronization and supported optimal reproductive performance. Although the 9-day protocol induced earlier estrus expression, the 6-day treatment achieved the same reproductive efficiency with reduced handling time, making it a practical and efficient alternative for assisted reproduction programs in goats.

**Keywords:** eCG, cloprostenol, prostaglandins, CIDR, Post-mount.

## DEDICATORIA

A mi padre

A mi papa **Miguel Ángel** por enseñarme la importancia del esfuerzo, la honestidad y la responsabilidad por el esfuerzo que haces cada día para que no me falte nada. Gracias por tu sacrificio que haces por estar de pie en cada etapa de mi vida, por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mí misma. Esta meta cumplida es fruto tuyo de tus esfuerzos por enseñarme a ser valiente y de nunca darme por vencida por eso y más gracias, te amo patito.

A mi madre

A mi mamá **Alejandra** viejita chula, por ser mi impulso de cada día por ser mi fortaleza, por ser mi consuelo cuando más necesitaba por ser mi inspiración. Gracias por tus palabras llenas de amor, por tu fe inquebrantable en mí por acompañarme incluso en los momentos más difíciles, por dejarme volar incluso cuando tenías miedo de dejarme, por ser una guerrera que te levantas cada día con la ilusión de que tu hija chiquita lo logre. Esta tesis es el reflejo de amor, y la dedicación y valor que sembraste en mí siempre, te amo viejita.

A mis hermanos

A hermanos Yesenia, Graciela y Luis ángel de mi corazón gracias por ser el motor y mi refugio en cada etapa de mi vida. Gracias por las risas, las palabras de aliento y el cariño que me impulsaron a no rendirme, por estar a mi lado siempre. Este logro también es un regalo para ustedes los amo mucho.

A mis sobrinos

A mis queridos sobrinos de mi corazón por llenar de alegría y cariño y saber lo que es el amor a distancia gracias por recordarme que cada esfuerzo vale la pena cuando se hace con amor por los que uno ama. esta tesis también es para ustedes, para ser la inspiración de ustedes para que nunca dejen de soñar en grande y luchar por lo que desean con todo mi amor, les dedico este logro los quiero.

A mis amigos

A Dani, Jared y Juan por acompañarme en este camino con su alegría y apoyo y comprensión.

Por estar en los momentos más difíciles, por las palabras de aliento cuando más lo necesitaba, y por celebrar cada pequeño avance conmigo. Gracias por las risas y aventuras que hemos vivido por compartir el cansancio y por hacer de que este proceso algo más ligero y significativo. Esta meta también es para ustedes

A mi amiga

Jessi a ti que ya no estás en este mundo, pero sigues viva en mi corazón. Gracias por los momentos compartidos, por tu amistad sincera y por tu luz que sigue guiando mis pasos a un que ya no estés físicamente. Esta tesis también es para ti, por que fuiste este camino y tu recuerdo me dio fuerza en los días difíciles, te extraño tanto.

Siempre estarás conmigo.

A mis amigos de practicas

Peque, Isaías y Víctor gracias por abrirme las puertas de su casa por mostrarme su amor incondicional muchas gracias por nunca dejarme sola por ser mi apoyo por escucharme y darme ánimos cuando no podía más por eso y más los quiero mucho. Gracias por todo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios

A ti mi dios, gracias por ser mi guía en cada paso de este camino.

por darme fuerza cuando creí rendirme, por abrir puertas cuando todo parecía cerrado y por acompañarme en silencio con tu paz y amor.

Este logro es una muestra de tu fidelidad, de tu propósito y de tu gracia en mi vida. A ti, que nunca me dejaste sola te doy las gracias con el corazón lleno y en tus manos.

A mis padres

A ustedes, papa y mama, por ser el pilar de mi vida

Gracias por su amor incondicional, por su paciencia en los momentos más difíciles y por enseñarme a caminar con humildad, esfuerzo y fe.

cada logro que hoy celebro lleva impreso su sacrificio, su ejemplo y su apoyo constante. Esta tesis es también suya, por que, sin ustedes, este camino no habría sido posible LOS AMO.

A mi asesor

Profesor Alejandro, por darme la oportunidad de trabajar conmigo por darme ánimos, por sus palabras sinceras cuando más las necesitaba por apoyarme en todo y no dejarme sola.

Muchas gracias por todo.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
<b>TABLA DE FIGURAS</b> .....	11
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
<b>II.OBJETIVOS</b> .....	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos.....	14
<b>III. Hipótesis General</b> .....	14
<b>IV. JUSTIFICACIÓN</b> .....	15
<b>V. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	16
5.1 Producción caprina en México .....	16
5.2 Producción caprina Mundial.....	21
Reproducción en la especie caprina.....	22
5.3 Anatomía y fisiología del aparato reproductor.....	22
5.4 Aparato Reproductor .....	22
5.6 Característica sexual de la cabra .....	24
5.7 Pubertad.....	24
5.8 Temporada de empadre .....	25
5.9 Ciclo estral de la cabra: Fases y duración.....	25
5.10 Fases del ciclo estral.....	26
5.10.1. Fase folicular.....	26
5.10.2. Fase lútea.....	27
5.11. Celo o Estro .....	27
5.12. Reconocimiento del celo.....	28
5.13. Sincronización del estro.....	28
5.14 Técnicas de sincronización.....	28
5.15. Hormonas utilizadas en protocolos de sincronización e inducción del estro .....	29
5.15.1. Progesterona (P4).....	29
5.15.2. Prostaglandina F2a (PGF2a) .....	30

5.15.3. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG).....	30
5.16. Efecto macho .....	31
5.17 Uso del efecto macho para la inducción de la ovulación.....	32
5.18. Fotoperiodo y estacionalidad reproductiva .....	33
5.19 Uso del CIDR .....	34
5.20. Ventaja del uso del CIDR.....	35
VI. MATERIALES Y METODOS .....	36
6.1. Ubicación.....	36
6.2. Animales .....	36
6.3. Alimentación .....	36
6.4. Protocolos de sincronización con CIDR nuevo .....	36
6.8. Análisis estadístico.....	38
VII.RESULTADOS.....	39
VIII. DISCUSIÓN .....	41
IX. CONCLUSIONES .....	44
LITERATURA CITADA.....	46

## TABLA DE FIGURAS

<u>figura 1: producción caprina 2020 – elaboración propia tomada (SIAP , 2024) .....</u>	17
<u>figura 2: producción caprina 2021-elaboracion propia tomada de: (SIAP , 2024) .....</u>	18
<u>figura 3: Producción caprina 2022-elaboracion propia tomada de (SIAP , 2024) .....</u>	19
<u>figura 4: Producción caprina 2023-elaboracion propia tomada de (SIAP , 2024) .....</u>	20

## I. INTRODUCCIÓN

La producción caprina representa un elemento importante dentro de los sistemas agropecuarios, ya que aporta proteína de origen animal, genera ingresos y provee materias primas esenciales para distintos modelos productivos. Sin embargo, uno de los mayores retos para lograr un buen rendimiento en los rebaños es mantener una adecuada eficiencia reproductiva. En las cabras, la actividad reproductiva está fuertemente influenciada por la estacionalidad, pues la mayoría de las razas dependen del fotoperiodo para regular su ciclo ovárico, aumentando su actividad estral durante los meses de días cortos. Esta condición fisiológica provoca periodos prolongados de anestro y una variabilidad notable en la presentación del celo, lo que dificulta la sincronización reproductiva, y puede llegar a la planeación de los empadres y afecta la uniformidad de los partos (Fatet et al., 2011; Chemineau et al., 2010).

Ante estas limitaciones naturales, el desarrollo de biotecnologías reproductivas ha permitido implementar estrategias más precisas para regular el ciclo estral y mejorar la productividad. Entre estas alternativas, los protocolos de sincronización que emplean dispositivos de intravaginales con progesterona (CIDR), junto con hormonas como prostaglandinas y gonadotropinas, han demostrado ser altamente efectivos para inducir y sincronizar el celo tanto en la temporada reproductiva como durante el anestro estacional. Su uso facilita la concentración de celos, y permite programar con mayor exactitud las montas naturales y contribuye a mejorar tasas de concepción, fortaleciendo así la sostenibilidad técnica y económica del sistema productivo (Menchaca & Rubianes, 2004; Abecia et al., 2012).

La sincronización del celo en cabras se puede lograr modificando la duración de una etapa del ciclo reproductivo llamada fase lútea. Esto puede hacerse acortándola mediante la aplicación de prostaglandinas o prolongándola con el uso de esponjas o dispositivos intravaginales que contienen hormonas similares a la progesterona, como los CIDR. En la práctica, los protocolos más utilizados para inducir y sincronizar el celo combinan estos dispositivos hormonales con la aplicación de eCG, lo que ayuda a que

las hembras presenten un celo más claro y en tiempos uniformes (Souza, January 2011).

Uno de los protocolos más reconocidos consiste en usar un CIDR junto con prostaglandina (PGF2 $\alpha$ ) y eCG, ya que ha demostrado ser muy efectivo para sincronizar el estro en cabras (Menchaca & Rubianes, 2004). Este método funciona colocando el dispositivo para detener temporalmente el ciclo estral de la hembra. Después se aplica PGF2 $\alpha$  para favorecer la regresión del cuerpo lúteo y al finalizar el tratamiento, se administra eCG para estimular el crecimiento de folículos, como resultados las cabras presentan celos más evidentes, ovulan de manera sincronizada, y en muchos casos aumenta sus posibilidades de quedar preñadas, incluso en épocas en las que normalmente no están en actividades reproductivas (Menchaca & Rubianes, 2004).

En esta investigación se busca evaluar dos protocolos hormonales con CIDR, uno de seis días y otro de nueve días, aplicados en cabras de raza Toggenburg x Alpina. El objetivo es identificar cuál de los dos genera una respuesta reproductiva más eficiente. Los resultados permitirán aportar información útil para mejorar las practicas de manejo reproductivo en el campo, aumentar la productividad del rebaño, así como disminuir costos por fallas reproductivas y fortalecer la sostenibilidad de la producción caprina en diferentes sistemas caprinos (Abecia et al., 2012).

En general, los tratamientos basados en progesterona o progestágenos siguen siendo herramientas muy confiables para sincronizar el estro y ovulación tanto en ovinos como en caprinos (Souza, January 2011).

## **II.OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar la eficacia reproductiva de dos protocolos hormonales de sincronización del estro e inducción de la ovulación a 6 y 9 días de inserción del CIDR nuevo en cabras.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar la manifestación de señales externas de estro.
- Cuantificar el tiempo transcurrido desde el retiro del CIDR hasta el inicio del estro (hE).
- Determinar la tasa de gestación.
- Estimar la tasa de partos.
- Calcular la prolificidad.

## **III. Hipótesis General**

La aplicación de protocolos hormonales de sincronización del estro e inducción de la ovulación con dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR nuevo) durante seis y nueve días presentaran diferencias en las variables reproductiva de las cabras.

#### IV. JUSTIFICACIÓN

La producción caprina contribuye una actividad de gran importancia económica y social en diversas regiones, ya que provee alimentos, ingresos y materias primas para la elaboración de productos derivados, especialmente en sistemas de pequeña y mediana escala. Sin embargo, uno de los desafíos más relevantes en la cría de cabras es optimizar la eficiencia reproductiva, que esta influye directamente en la producción y rentabilidad del rebaño.

El manejo reproductivo de las cabras presenta dificultades debido a la naturaleza estacional de su ciclo estral y a la variabilidad en la manifestación del celo factores que pueden generar descoordinación en la reproducción y pérdidas económicas. En este contexto, los protocolos hormonales de sincronización del estro, mediante dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR), representa una herramienta confiable y practica para lograr la sincronización del celo y mejorar la planificación reproductiva, permitiendo concentrar los partos y optimizar el uso de los machos reproductores.

En resumen, la justificación de este estudio radica en su relevancia para optimizar la eficiencia reproductiva, apoyar la toma de decisiones en programas de manejo reproductivo aportar evidencia científica que respalde la aplicación de protocolos hormonales adaptados a las condiciones específicas del rebaño y la región de producción.

## V. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1 Producción caprina en México

La introducción de las cabras al continente americano ocurrió hace más de cuatro siglos, y desde entonces este tipo de ganado ha demostrado una excelente capacidad de adaptación a las condiciones del territorio mexicano, consolidándose como una actividad pecuaria rentable. Hoy en día en México se crían muchas razas de cabras algunas destinadas para carne, así como otras para leche y algunas con doble propósito. La producción de carne es la más frecuente en algunas regiones del norte de México ya que algunos disfrutan platillos tradicionales como el cabrito, la barbacoa birria entre algunos otros platillos que forman parte de nuestra gastronomía mexicana. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2015).

En regiones como la laguna y el bajío, se ha desarrollado unas industrias caprinas más modernas, donde se dedican más en la producción caprina tales como el queso y dulces elaborados de la leche de cabra donde tiene una larga tradición en nuestro país, donde se destaca la tradicional cajeta de Guanajuato o las glorias del norte del país dulces que forman parte de nuestra cultura y tradición gastronómica. La elaboración de quesos ha aumentado la producción de ellos en los últimos años, además la piel de cabra es un material muy valioso, tanto de animales adultos como de cabritos, con ellas se fabrican ropa, zapatos guantes, carteras e incluso para encuadernar libros lo que demuestra su importancia económica artesanal. Entre las razas más comunes de México encontramos la Alpina, Angora, Bóer, Anglonubia, Saanen y Toggenburg y la criolla. En cuanto la población de los estados con más cabras son Puebla (15.4%), Oaxaca(12%), San Luis Potosí (10%), Guerrero (7.9%) y Zacatecas (6.1%) y si hablamos de los estados más productores de leche, los líderes son Coahuila (37.2 % del total nacional), Durango (21%) Guanajuato (16.8%), Nuevo León (9.9%) Jalisco (3.7%) y Zacatecas(3.2%). Este panorama muestra la ganadería caprina no solo forma parte de la tradición gastronómica mexicana si no la actividad económica de nuestro país (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2015).

## Producción caprina 2020

Estado/ Delegación	2020
Jalisco	329,075
Nuevo León	413,453
Guanajuato	442,116
Michoacán	483,900
Guerrero	665,586
Coahuila	679,018
Zacatecas	715,037
San Luis Potosí	748,226
Oaxaca	1,185,895
Puebla	1,186,305
Total, nacional	8,830,720

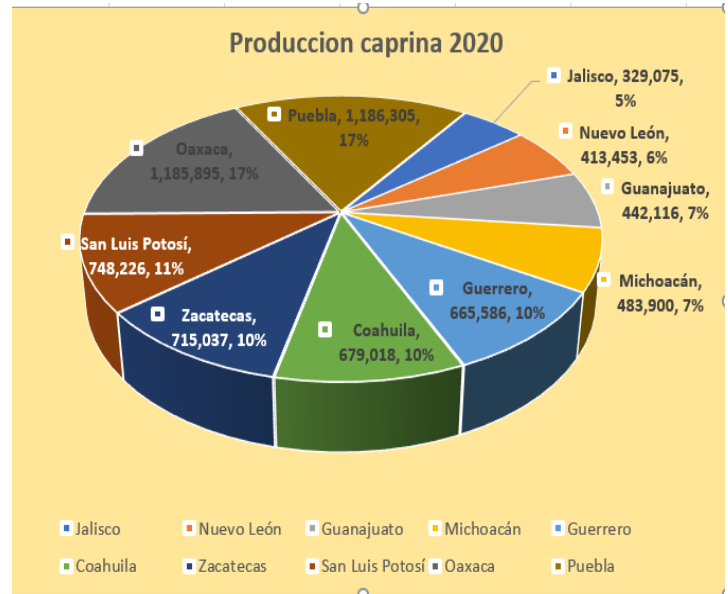


figura 1: producción caprina en México 2020

Fuente: Elaboración propia tomada Secretaria de Información Agroalimentaria Pesquera (SIAP, 2024)

## Producción caprina 2021

Estado/Delegación	2021
Coahuila	702,947
Coahuila (Delegación)	487,700
Guanajuato	448,761
Guerrero	684,234
Michoacán	491,725
Nuevo León	414,790
Oaxaca	1,098,522
Puebla	1,118,150
San Luis Potosí	772,075
Zacatecas	750,875
<b>Total, Nacional</b>	<b>8,786,027</b>

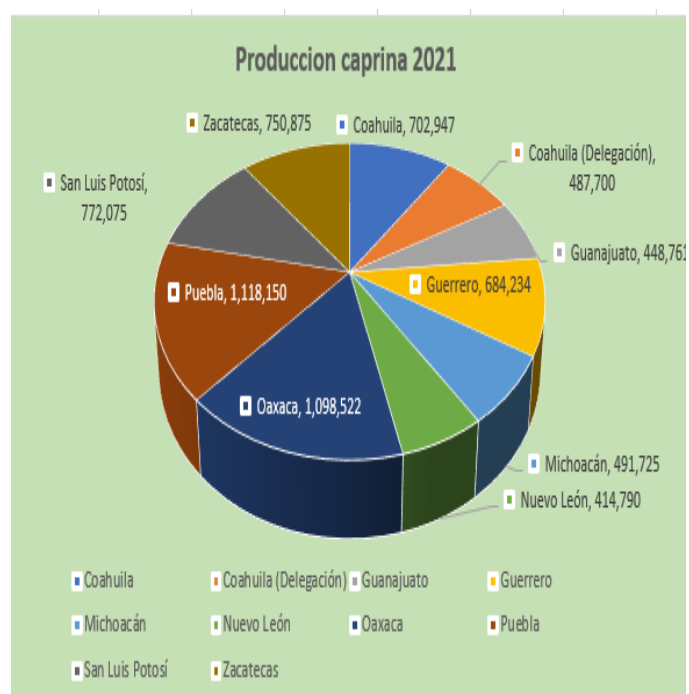
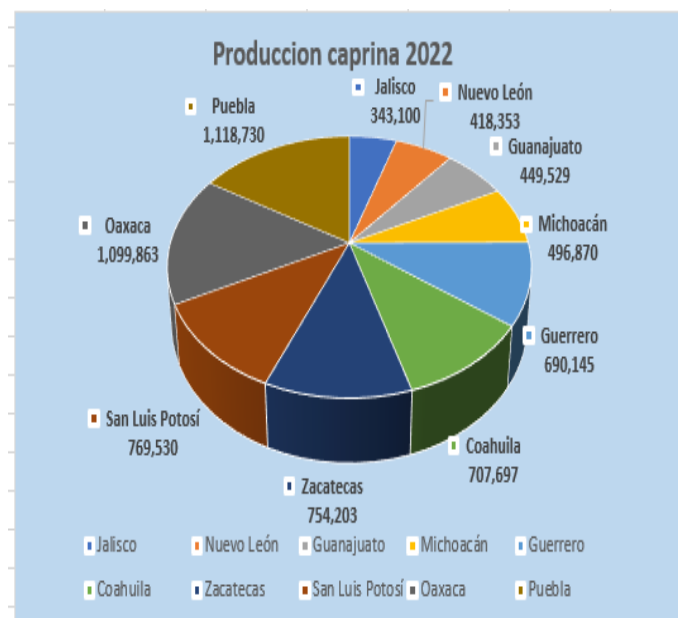


figura 2: producción caprina en México 2021

Fuente: Elaboración propia tomada de Servicio de Información Agroalimentaria Pesquera (SIAP, 2024)

## Producción caprina 2022

Jalisco	343,100
Nuevo León	418,353
Guanajuato	449,529
Michoacán	496,870
Guerrero	690,145
Coahuila	707,697
Zacatecas	754,203
San Luis Potosí	769,530
Oaxaca	1,099,863
Puebla	1,118,730
<b>Total, Nacional</b>	<b>8,824,664</b>



**figura 3:** Producción caprina 2022

**Fuente:** Elaboración propia tomada de Servicio de Información Agroalimentaria Pesquera (SIAP, 2024)

## Producción Caprina 2023

Estado/Delegación	2023
Jalisco	345,350
Nuevo León	418,739
Guanajuato	454,932
Michoacán	499,456
Guerrero	695,666
Coahuila	708,156
Zacatecas	753,800
San Luis Potosí	768,900
Oaxaca	1,101,965
Puebla	1,120,443
<b>Total, Nacional</b>	<b>8,840,467</b>



figura 4: Producción caprina en México 2023

Fuente: Elaboración propia tomada de Servicio de información Agroalimentaria Pesquera (SIAP, 2024)

La producción caprina en México se mantiene estable, con una tendencia ligeramente ascendente del 2021 al 2023. Los estados de Puebla y Oaxaca lideran consistentemente la actividad, mientras que estados como Zacatecas y San Luis potosí muestran incrementos constantes.

En resumen, los datos reflejan un sector caprino sólido, como variaciones menos año con año y una concentración de producción en estados tradicionales (SIAP, 2024).

## 5.2 Producción caprina Mundial

Se estima que la población mundial de cabras asciende a unos 720 millones de cabezas. Esta especie se encuentra distribuida prácticamente en todos los países donde existen pastos, arbustos o matorrales, gracias a su notable capacidad de adaptación, rusticidad y su facilidad para aprovechar distintos tipos de alimento. Por estas razones, se considera una de las especies domesticas más difundidas en el mundo, con una distribución aproximada del 55.4% en Asia, 29.8% en África, 10.3% en América, 4.4% en Europa y 0.1% en oceánica. En el continente americano, más de la mitad del hato caprino se ubica en Sudamérica, mientras que en México contribuye con 9 y 10 millones de ejemplares lo que representa cerca del 1.33% del total mundial (Ignacio, 2023).

Actualmente, las cabras se encuentran distribuidas en prácticamente todos los países del mundo, ya que los elevados ingresos que generan, especialmente a través de la leche, han atraído nuevos productores e inversionistas del sector como resultado, en regiones como Europa y Norteamérica los sistemas de producción caprina tienden a ser más intensivos y se enfocan principalmente en la obtención de leche. En contraste, en otras partes del mundo, el valor del ganado caprino radica en su gran asistencia y rusticidad, así como en su capacidad para generar alimento incluso bajo condiciones ambientales extremas y con forrajes de bajo valor nutricional. De acuerdo con datos de FAOSTAT (2019), la mayoría del censo caprino mundial se encuentra en zonas marginales y ambientales adversos, especialmente en países en desarrollo, siguiendo prácticas de manejo tradicionales que se han mantenido prácticamente sin cambios a lo largo de numerosas generaciones (Ariza, 2023).

## **Reproducción en la especie caprina**

### **5.3 Anatomía y fisiología del aparato reproductor**

El sistema reproductor de la cabra está conformado por una serie de órganos que interviene en funciones esenciales como la producción de ovocitos, la copula y la gestación. Entre las estructuras que integran este sistema se encuentran los ovarios, los oviductos, el útero, el cérvix, la vagina y la vulva (Morello & Chemineau, 2004).

### **5.4 Aparato Reproductor**

#### **5.4.1 Ovarios**

Los ovarios al igual que los testículos en los machos, se consideran órganos sexuales primarios por que cumplen funciones esenciales en la formación de gametos y en la producción de hormonas que regulan la ciclicidad sexual y el mantenimiento de la gestación. están sostenidos por el ligamento útero- ovárico, que los mantiene cerca de los cuernos uterinos. Cada ovario este cubierto por el epitelio germinal y debajo de este, se encentra la túnica albugínea, una capa del tejido conectivo que sostiene el tejido ovárico. Este tejido incluye el estroma, folículos en diversas etapas de desarrollo y cuerpos lúteos que sean funcionales o en regresión (Ana Karla García Rodríguez, 2020).

#### **5.4.2 Oviducto**

El oviducto cumple funciones esenciales en la reproducción, como la captación del ovocito tras la ovulación y la facilitación de su encuentro con los espermatozoides. Está estructurado en cuatro secciones: la fimbria; un segundo segmento que ayuda a recoger el ovocito mediante la acción de cilios; el ámpula que representa aproximadamente la mitad de la longitud del oviducto y donde ocurre la fecundación;

y el istmo, que contiene células glandulares secretoras responsables de nutrir al embrión durante su tránsito por esta estructura (Ana Karla García Rodríguez, 2020).

### **5.4.3 Útero**

El útero de la cabra presenta una estructura bicorne, compuesta por dos cuernos y un cuerpo uterino. Este órgano fundamental en la reproducción, ya que participa en el transporte de espermatozoides contiene carúnculas que, junto con los cotiledones fetales, forman placentomas, estructuras esenciales para el intercambio de nutrientes y desechos durante la gestación. (Ana Karla García Rodríguez, 2020).

### **5.4.4 Cérvix**

Es la estructura que conecta el útero con la vagina y está formado por el tejido conjuntivo, músculo liso y glándula secretora que produce moco cervical, el cual facilita el paso de espermatozoides. Su pared interna presenta de seis a siete pliegues cartilagosos llamados anillos cervicales, que funcionan como barrera para separar el ambiente externo del interior y filtrar espermatozoides, reteniendo aquellos que no son viables o defectuosos. Durante el estro, el aumento en la producción de moco y la ligera relajación de los anillos permite la comunicación temporal entre el medio externo e interno. En cambio, durante la gestación, el moco se vuelve espeso y turbio, obstruyendo el canal cervical y protegiendo el útero frente a la invasión de agentes externos (Taípe, 2016).

## **5.5 Vagina, Vestíbulo y Vulva**

### **5.5.1 Vagina**

Es un órgano que cumple las funciones tanto en el aparato reproductor como el urinario. Está delimitada por la entrada del cérvix y el meato urinario, que separa del vestíbulo y la vulva. Su notable elasticidad le permite expandirse considerable durante el parto.

### **5.5.2 Vestíbulo**

se encuentra en la vagina y la vulva. La unión entre la vagina y el vestíbulo se identifica del orificio uretral externo y un pliegue, situado justo por delante del orificio, que presenta un vestigio del himen.

### **5.5.3 Vulva**

corresponde a la porción externa de los genitales femeninos extendiéndose desde el vestíbulo hacia el exterior cuerpo (Taípe, 2016).

## **5.6 Característica sexual de la cabra**

Las cabras tienen una forma de reproducirse que está muy ligada a las estaciones del año. Durante los meses en los que los días se vuelvan más largos especialmente hacia final del verano comienzan a entrar en celo varias veces y ovulan de manera natural, sin embargo, cuando llega la época en la que hay menos horas de luz, las cabras prácticamente “descansan” en lo reproductivo. En ese periodo, conocido como anestro, su cuerpo simplemente hace una pausa hasta que vuelve la temporada adecuada (Estrada, 2014).

## **5.7 Pubertad**

El desarrollo del aparato reproductivo y el inicio de la vida sexual de las cabras depende mucho de cómo crezcan físicamente y en esta alimentación juega un papel clave. También influyen factores como la raza y la época del año en que nació el animal. Cuando una cabra ha recibido buenos cuidados y ha crecido de manera adecuada, puede empezar a mostrar actividad sexual desde los 5 meses. Aun así, no es recomendable que quede preñada tan pronto lo ideal es esperar a que alcance alrededor del 75% de su peso adulto. En una hembra Saanen, por ejemplo, esto significa que debe llegar a unos 30 kilos antes de que puede reproducirse de forma segura. En

los machos sucede algo parecido. Aunque un cabrito puede empezar a producir espermatozoides entre los 3 y 4 meses, su deseo sexual y su capacidad real para montar llegan un poco más tarde. Por eso, si no quieren preñeces inesperadas, es importante separar a los machos de las hembras a partir de los 4 meses de edad (Estrada, 2014).

## **5.8 Temporada de empadre**

Para decidir cuándo realizar el empadre, es importante tomar en cuenta tres cosas: cuando la cabra está en su etapa reproductiva, cuánto dura la gestación y en que época del año queremos que nazcan los cabritos. Las cabras suelen estar listas para reproducirse durante el verano, y su gestación dura alrededor de 150 días o sea unos cinco meses. Por esta razón, suelen recomendarse empadrear entre abril y mayo, lo que permitiría que los partos ocurran entre septiembre y octubre. En esos meses el clima ya es más suave y los partos empiezan a creer, lo que favorece tanto a las madres como a las crías. Pero si busca tener la leche disponible durante todo el año, lo más práctico es realizar dos empadres al año: uno temprano (entre diciembre y enero) y otro más tardío (entre abril y mayo). Así se garantiza una producción constante y además se aprovecha que en invierno el litro de leche suele tener un mejor precio en el mercado.

## **5.9 Ciclo estral de la cabra: Fases y duración**

El ciclo estral abarca una serie de transformaciones fisiológicas y morfológicas que ocurren en los ovarios y en el aparato reproductor de la hembra no gestante, dichos los cambios permiten la manifestación del celo, la ovulación, la posible fecundación y la implantación embrionaria posterior. Estas solidificaciones presentan de manera periódica durante los intervalos de actividad sexual que corresponden a la estación reproductiva. Durante esta etapa reproductiva, las cabras experimentan ciclos estrales que suelen durar aproximadamente 21 días, con la ovulación ocurriendo entre 30 y 36

horas después del inicio del estro el ciclo sexual se define como el periodo comprendido entre episodios consecutivos de celo u ovulación. En esta especie es común observar presencia de ciclos más cortos, que pueden extenderse de 3 a 9 días (Rodríguez, 2018).

Las cabras se caracterizan por presentar una frecuencia relativamente alta de ciclos estrales cortos, fenómeno que se intensifica cuando la ovulación es inducida justo antes o al inicio de la temporada reproductiva. La incidencia de estos ciclos puede verse influenciada por distintos factores ambientales, entre ellos el fotoperiodo y el estado nutricional del animal.

El ciclo estral se compone de dos fases principales: la fase folicular, que abarca el proestro y el estro y la fase lútea, que incluye el metaestro y el diestro. El proceso de ovulación es consecuencia de una serie de transformaciones que ocurren en el ovario, las cuales comprenden cambios morfológicos (como el reclutamiento y crecimiento folicular) bioquímicos (relacionados con la maduración del folículo) funcionales (mediados por la regulación endocrina) que permite la liberación del ovocito (Rodríguez, 2018).

## **5.10 Fases del ciclo estral**

### **5.10.1. Fase folicular**

La fase folicular del ciclo estral corresponde al periodo de desarrollo folicular origina el folículo ovulatorio, proceso que incluye la maduración de folículos dependientes de gonadotropinas hasta alcanzar la ovulación o crecimiento terminal. Durante esta etapa la hormona folículo estimulante (FSH) secretada por la hipófisis promueve el crecimiento de una cohorte de folículos antrales de aproximadamente de 2 a 3 mm de diámetro, los cuales inician su desarrollo terminal. De este grupo, solo entre dos y tres folículos alcanzan un tamaño cercano de 4, y son seleccionados para avanzar hacia la fase de dominancia folicular. Bajo la acción de la hormona luteinizante (LH), los folículos dominantes continúan su crecimiento hasta alcanzar un diámetro

preovulatorio de entre 6 y 9 mm, mientras que los folículos subordinados (no seleccionados) sufren atresia. efecto de esponjas vaginales sobre el microbiota

El incremento en las concentraciones plasmáticas de estradiol, secretado por los folículos dominantes, provoca manifestación del comportamiento estral y ejerce un retrocontrol positivo sobre el eje hipotalámico- hipófisis- gónada. Este mecanismo estimula la liberación de GnRH, que a su vez desencadena una oleada preovulatoria de LH, responsable de inducir la ovulación entre 20 y 26 horas después, seguida por la luteinización de las células foliculares. El inicio de esta fase, previo a la manifestación evidente del celo, se denomina proestro mientras la fase de estro abarca desde la aparición del comportamiento receptivo hasta la ovulación (Mogedas, 2016).

### **5.10.2. Fase lútea**

la fase lútea se inicia inmediatamente después de la ovulación. Aproximadamente cinco días tras el comienzo de celo, las células folículo ovulatorio sufren un proceso de luteinización, transformándose en células lúteas que conforman el cuerpo lúteo (CL). Este tejido comienza a secretar progesterona, lo que ocasiona un incremento progresivo de su concentración plasmática, alcanzando niveles superiores manteniéndose elevados durante cerca de 16 días. (Mogedas, 2016).

Durante esta etapa, el crecimiento de folículos dependientes de gonadotropinas continua de forma ondulatoria.

### **5.11. Celo o Estro**

El celo es la etapa del ciclo reproductivo en la que la hembra cambia su comportamiento y muestra disposición para permitir la monta varias veces. Este periodo puede durar entre 28 y 48 horas, a un que lo más común es que ocurra dentro de un intervalo de 24 a 36 horas. La ovulación suele presentarse entre 6 y 12 horas después de que el celo ha finalizado.

### **5.12. Reconocimiento del celo**

Cuando una cabra entra en celo, es bastante fácil darse cuenta. Unas 24 horas antes de estar lista para aparearse comienza a mostrar varios comportamientos característicos: mueve más cola, aumenta la secreción de fluidos, orina con más frecuencia y si hay macho cerca, puede presentar una especie de moco transparente en vulva. A diferencia del ganado bovino, las cabras no suelen montarse entre ellas para indicar que están en celo (Estrada, 2014).

### **5.13. Sincronización del estro**

La sincronización del celo es una estrategia ampliamente aplicada en programas de mejoramiento genético en la producción animal, ya que facilita el control del ciclo estral y permite planificar la época de parto, optimizando así la eficiencia reproductiva. En las últimas décadas, las tecnologías reproductivas en rumiantes domésticos han avanzado significativamente y las técnicas farmacológicas actuales permiten concentrar los celos de varios animales, posibilitando la preñez de un gran número de hembras en un solo día, incluso sin la necesidad de detectar la manera individual del estro (Miranda, 2018).

### **5.14 Técnicas de sincronización**

La sincronización del estro consiste en controlar mediante hormonas en el momento en que las cabras entran en celo, lo que permite que varias hembras ovulen en periodos simultáneos. Esto se logra a través de tratamientos hormonales que regulan o imitan el ciclo estral, utilización dispositivo intravaginales de progesterona (CIDR), prostaglandinas (PGF2a) y gonadotropinas(eCG).

Existen diversos protocolos que varían entre 5 y 11 días. En los protocolos cortos, que suelen durar entre 6 y 9 días, se emplea un CIDR para mantener niveles de progesterona durante un periodo determinado, combinado con prostaglandinas para inducir la regresión del cuerpo lúteo y eCG para estimular la ovulación. Estos métodos

permiten acortar el tiempo de tratamiento, mejorar el bienestar animal y reducir los costos especiales si los dispositivos CIDR se pueden reutilizar (Miranda, 2018).

## **5.15. Hormonas utilizadas en protocolos de sincronización e inducción del estro**

### **5.15.1. Progesterona (P4)**

La progesterona (P4) es una hormona esteroidea sintetizada principalmente en los ovarios, las glándulas adrenales y la placenta, tras la ovulación es producida por el cuerpo lúteo (CL). Esta hormona desempeña funciones esenciales en el proceso reproductivo, entre ellas la estimulación del comportamiento maternal, la facilitación de la implantación embrionaria y el mantenimiento de la gestación. Además, antes de la ovulación la p4 actúa junto con los estrógenos en la manifestación de los signos externos del estro (Moreno, 2016 ).

La progesterona ejerce una influencia clave sobre el sistema reproductivo ya que participa en un mecanismo de retroalimentación negativa dentro del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, regulando la secreción de gonadotropinas. Este efecto se manifiesta mediante la reducción de la frecuencia y el aumento de amplitud de los pulsos de la hormona luteinizante (LH), lo que inhibe el crecimiento folicular y bloquea la ovulación. Asimismo, la P4 actúa directamente sobre el ovario, impidiendo la maduración del folículo dominante. (Mogedas, 2016).

Los métodos hormonales de sincronización del estro y la ovulación que emplean progesterona (P4) o sus análogos sintéticos (progestágenos) se fundamentan en su capacidad para modular la fase lútea del ciclo estral, imitando la función de la progesterona natural secretada por el cuerpo lúteo (CL) después de la ovulación. La acción de estas sustancias induce una inhibición de la liberación de la hormona gonadotropina (GnRH); lo que a su vez reduce la secreción de LH (Hormona luteinizante) FSH (Hormona folículo estimulante) Como consecuencia, se controla la actividad del cuerpo lúteo y las concentraciones plasmáticas de progesterona,

regulando así tanto el ciclo estral como el momento de la ovulación de ovocitos envejecidos y con menor capacidad fecundante (Moreno, 2016 ).

### **5.15.2. Prostaglandina F2a (PGF2a)**

Es una sustancia secretada de forma natural por el endometrio uterino, cuya función principal consiste en inducir la regresión del cuerpo lúteo (CL), proceso más conocido como luteólisis. Esta acción suele producirse entre 15 y 20 horas después de su administración (Mejía & María, 2010). Por ello, la aplicación exógena de PGF2a ya sea en su forma natural o en versiones sintéticas como cloprostenol o prostianol durante la mitad o el final de la fase lútea (entre los días 3 y 14 del ciclo estral) provoca un acortamiento de dicha fase, reduciendo el flujo sanguíneo hacia el CL y generando su degeneración o lisis (Moreno, 2016 ).

Además, su efecto luteolítico, la PGF2a también estimula el comportamiento sexual en hembras cíclicas, al activar los centros nerviosos responsables del estro. Debido a estos efectos, la PGF2a representa una alternativa eficaz para la sincronización del estro y la ovulación un que su uso puede promover la persistencia de folículos dominantes durante la temporada reproductiva, lo que puede influir en la calidad de los ovocitos en la respuesta reproductiva (Moreno, 2016 ).

### **5.15.3. Gonadotropina Coriónica Equina (eCG)**

La gonadotropina coriónica equina (eCG) es una hormona utilizada con frecuencia en los protocolos hormonales destinados a sincronizar e inducir el estro y la ovulación en los pequeños rumiantes. Generalmente, su aplicación se realiza al momento del retiro de los dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos, con el propósito de estimular la actividad ovárica. La (eCG) actúa promoviendo la secreción de la hormona folículo estimulante la (FSH) y en menor grado, de la hormona luteinizante (LH), lo cual favorece el crecimiento folicular y el reclutamiento de folículos pequeños, incrementando así la tasa ovulatoria y el reclutamiento de folículos pequeños,

incrementando así la tasa ovulatoria Este efecto contribuye a que la manifestación del estro y la ovulación ocurran de manera más rápida y sincronizada

Así mismo, la (eCG) reduce los efectos inhibitorios de la progesterona (P4) y aumenta la secreción de estradiol (E2), lo que facilita la aparición temprana del estro (sin embargo, cuando se emplea en altas dosis y de forma aislada, su eficacia es inferior en comparación con los tratamientos que la combinan con progestágenos exógenos Es importante considerar que la administración excesiva de (eCG) pueden incrementar de forma considerable la tasa de ovulación, lo que conlleva un mayor riesgo de partos múltiples y el nacimiento de crías con menor vitalidad (Moreno, 2016 ).

#### **5.16. Efecto macho**

Un método muy práctico y económico para estimular la reproducción en las cabras es lo que se conoce como” el efecto macho” básicamente, consiste en mantener a las hembras alejadas de los machos durante unas tres semanas y después volver a juntarlos. Ese simple cambio provoca en las cabras una reacción natural que Activa su ciclo reproductivo. Si bien u oler al macho ya les genera cierto estímulo, nada funciona tan bien como el contacto directo a diferencia de las ovejas, que el principio de la temporada reproductiva suele tener celos entre los 8 y 12 días después de haber reintroducido a los machos y en general estos celos son bastantes fértiles.

Para obtener mejores resultados, se puede hacer una monta natural en corral aproximadamente 12 horas después de que la hembra muestra señales de celo. Esto suele dar altos porcentajes de preñez. Lo ideal es que los machos usados solo para estimular sean de menor calidad genética y estén vasectomizados. Los mejores reproductores se reservan para las montas controladas, lo que además permite llevar un registro claro de que macho cubro a que hembra y calcular la fecha aproximada de partes

### **5.17 Uso del efecto macho para la inducción de la ovulación**

Las interacciones sociales entre individuos de una misma especie pueden tener un impacto directo de su función reproductiva (Bronson, 1985). En las especies de caprinos silvestre, los machos suelen mantenerse separados de las hembras durante gran parte del año y solo se reúnen con los grupos matriarcales durante la temporada reproductiva. En el caso de las cabras domesticas durante el periodo de anestro no presenta ciclos estrales ovulatorios; sin embargo, la exposición a los machos puede inducir en forma inmediata cambios en la secreción, estimular la liberación de LH, lo que desencadena la ovulación y la reanudación de los ciclos estrales. (Alberto, 2024).

Este proceso de estimulación sexual, también denominado bioestimulación es conocido "*como el efecto macho*" (Alberto, 2024).

La presencia del macho provoca en las hembras una respuesta endocrina inmediata, se caracteriza por un rápido incremento en la frecuencia de pulsos de la hormona luteinizante (LH). Este cambio hormonal ocurre en un periodo muy breve, ya que el primer aumento en las concentraciones plasmáticas de LH puede observarse aproximadamente 20 minutos después de la introducción del macho en el grupo de cabras (Chemineau 1987).

El propósito de los protocolos que combinan el efecto macho con la administración de progesterona y sus análogos es lograr que la primera ovulación ocurra de manera sincronizada, favoreciendo así el inicio del ciclo estral normal después del primer contacto entre machos y hembras. Esto puede contribuir en la mejora de la fertilidad que se asocia a la ovulación iniciada inducida. Sin embargo, estos tratamientos permiten una mejora de la sincronización del evento ovulatorio, no aumenta la sensibilidad o capacidad de respuesta de las hembras frente al estímulo generado por la presencia del macho (Moreno, 2016).

## 5.18. Fotoperiodo y estacionalidad reproductiva

La estacionalidad reproductiva funciona como una estrategia adaptiva en especies como cabras y ovejas, lo cual permite ajustar el periodo de actividad reproductiva en relación con factores del entorno donde viven en condiciones naturales. Entre lo que influye en los principales elementos como fotoperiodo, latitud, genotipo, sistema de manejo reproductivo, además temperatura y disponibilidad de alimento. esta tiene como una estrategia asegurar las pariciones coincidan en épocas del año las cuales las condiciones climáticas y nutricionales favorecen la supervivencia y crecimiento de las crías (Manuel, 2018).

El fotoperiodo es uno de los factores que influyen en la estacionalidad de las cabras. Este concepto hace referente a las horas luz que hay durante un día, lo cual varía según la latitud y la época del año. Por mucho tiempo se pensó que este era el único elemento que podía regular la reproducción estacional en cabras y ovejas. Sin embargo, hoy en día se sabe que este proceso ya es más complejo además del fotoperiodo interviene la fotorefractariedad y un ritmo interno propio del animal ya que juntos ayudan a la regulación de patrones reproductivos anuales.

Hace tiempo se creía que cuando los días empezaban a hacerse más cortos en otoño e invierno, las cabras interpretaban este cambio como una señal para retomar sus ciclos estrales. Pero estudios más recientes como los de Gómez demostraron que el inicio de la actividad reproductiva no ocurre únicamente por el acortamiento de los días sino porque las cabras dejan de responder a los días largos del verano. Que en otras palabras se representa como estado fotorefractariedad, lo que permite el sistema reproductivo se reactive (Manuel, 2018).

Los caprinos durante los meses que son los días más cortos, se observa en la frecuencia de pulsos de hormonas como la melatonina y la GnRH, lo cual estimula el crecimiento de los folículos ováricos, y como consecuencia incrementa la secreción de los estrógenos, es fundamental para que ocurra la ovulación. por otro lado, en primavera y verano, cuando los días se alargan y las horas de oscuridad disminuyen, la producción de melatonina se reduce. Esto hace que el hipotálamo sea más sensible

y ocurra la retroalimentación negativa de los estrógenos sobre la secreción de GnRH, lo que inhibe la liberación de hormonas necesarias para la ovulación. Como resultado hace que las hembras entren en un periodo anaovulatorio no cíclico conocido como anestro. (Manuel, 2018).

La variación en la duración del día o largo del año es más pronunciada cuanto más lejos se encuentra un lugar del ecuador, por esta razón el efecto del fotoperiodo sobre la aparición de la temporada reproductiva tiende a disminuir en zonas cercas del ecuador, donde los cambios de luz son menos marcados (Duarte, 2008). sin embargo, existen estudios como el de Chemineau (1992). muestra que las cabras alpinas mantienen su patrón estacional de reproducción incluso bajo condiciones de fotoperiodo tropical, otro factor que incluye de manera significativa en la aparición de la temporada reproductiva en cabras es el genotipo ya que en algunas cabras muestran estacionalidad más marcada que otras, por ejemplo las cabras originadas con latitudes(40°) como las razas Saanen, Alpina francesa, Toggenburg y la Macha tienen un periodo reproductivo bastante limitado y concentrado en ciertos meses del año (Manuel, 2018).

### **5.19 Uso del CIDR**

A finales de la década de 1980, en nueva Zelanda se creó y comenzó a comercializarse un dispositivo de liberación controlada de fármacos (CIDR) diseñado para administrar progesterona de manera intravaginal. Desde su introducción, este dispositivo ha permitido optimizar la sincronización del estro en animales de producción, facilitando la agrupación de fechas de parto, la inseminación fuera de la temporada y convertirse en una herramienta de técnicas reproductivas avanzadas.

La progesterona (P4) es la principal hormona utilizada en la mayoría de los protocolos de reproducción ganadera. En las hembras la P4 es producida por el cuerpo lúteo (CL) y es necesaria para mantener la gestación, además suprime el estro(celo) y la ovulación, lo que convierte en una herramienta importante para la sincronización del ciclo estral. (Ohio, 2022).

El CIDR es un dispositivo intra vaginal que contiene 0,3 g de P4. Según el protocolo empleado, se mantiene insertado entre 5 y 14 días, al retirarlo, los niveles de progesterona disminuyen a lo que permite a la hembra fácilmente en estro aproximadamente 48 horas después.

La sincronización del estro suele combinarse con la administración de una dosis de la hormona gonadotropina crónica de yegua preñada(PMSG) al retirar el CIDR a lo que ayuda a inducir el estro y aumenta la prolificidad especialmente durante la reproducción fuera de temporada, además, cuando se aplican protocolos de corta duración con CIDR (por ejemplo 6 días) durante la temporada reproductiva, se recomienda administrar al retirar el dispositivo una dosis de prostaglandina luteica(PGF2a) para controlar la producción de progesterona endógena y ,mejorar la respuesta del estro. (Ohio, 2022).

### **5.20. Ventaja del uso del CIDR**

Una de las principales ventajas del CIDR es que permite alcanzar rápidamente niveles elevados de progesterona tras su colocación. Esto se logra gracias a la forma en que el dispositivo libera la hormona estas partículas sólidas de progesterona están distribuidas de manera uniforme sobre una capa delgada de un polímero inerte, que cumple con una función de solución saturada. La liberación de progesterona ocurre por difusión, que pasa sobre las capas internas hacia las externas del recubrimiento, y finalmente hacia el fluido vaginal, los tejidos y el torrente sanguíneo. Estos niveles de progesterona en la sangre inhiben parcialmente la recreación de la LH que favorece la renovación folicular que permite que se desarrolle un nuevo folículo, alcanzando un tamaño preovulatorio entre los 5 y 7 días posteriores a la inserción del dispositivo (Antonio, 2018).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 6.1. Ubicación

El estudio se llevó a cabo a partir del 12 al 24 de junio de 2024, en el ejido Cuauhtémoc, municipio de Saltillo, Coahuila, México. El cual está situado geográficamente en la latitud de 25°16'03.77" N, 100°57'57.79" O y con una altitud de 2245 m.

### 6.2. Animales

En el desarrollo del estudio se utilizaron 20 cabras con cruces de las razas Toggenburg x Alpino, con un peso de  $45.43 \pm 5.7$  kg, edad de  $3.5 \pm 0.835$  años y condición corporal  $3.0 \pm 0.6$  en escala 1-5, (1 = flaco; 5 = obeso, de acuerdo a Villaquiran et al. (2017), aptas fisiológica y reproductivamente). No se les realizó ninguna aplicación de vitaminas ni desparasitante. Se utilizaron 2 sementales adultos de la raza Toggenburg, los cuales se mantuvieron en corrales separados.

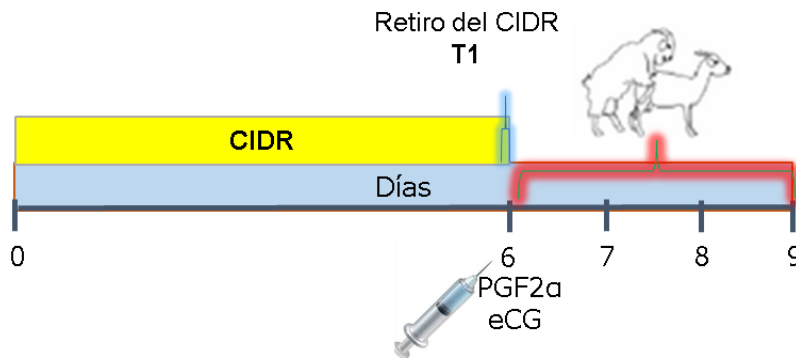
### 6.3. Alimentación

Las cabras pastorearon diariamente en un monte de pino y encino, durante 7-8 h d<sup>-1</sup>, y se les ofreció una ración extra de heno de avena. Por las tardes se mantuvieron alojadas en corrales con sombra, comederos y bebederos. Se les proporcionó agua limpia "*ad libitum*" todo el tiempo. Los sementales estuvieron alojados en los corrales todo el tiempo, su alimentación fue a base de heno de avena, además de una ración de 300 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de complemento, a base de maíz. Se les proporcionó agua limpia "*ad libitum*" todo el tiempo.

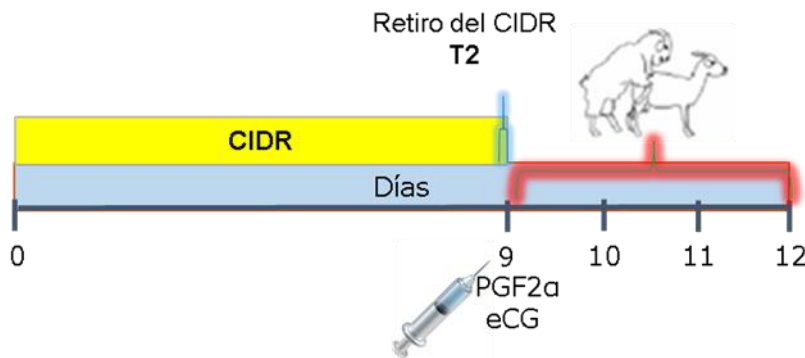
### 6.4. Protocolos de sincronización con CIDR nuevo

Se evaluaron dos tratamientos, utilizando diez cabras por grupo experimental (n = 10), las cuales se asignaron al azar en dos grupos, dando un total de 20 cabras. La

sincronización del estro fue mediante la inserción de un dispositivo intravaginal nuevo (día cero, por la mañana, CIDR<sup>®</sup>, Pfizer, Hamilton, Nueva Zelanda), impregnado con 0.3 g de progesterona P4, por un periodo de 6 y 9 días para Tratamiento (T) 1 y 2. Al momento de retirar el CIDR, se les aplicó una dosis de 130 µg vía intramuscular de cloprostenol (SINCROPLEX\*, Animal Care Products S.A. de C.V.), más una dosis de 150 UI de eCG (Vetegon, Calier, México); esto fue para los dos tratamientos.



**Figura 1.-** Protocolo de sincronización. T1=Con CIDR a seis días de inserción.



**Figura 2.-** Protocolo de sincronización. T2=Con CIDR a nueve días de inserción.

### 6.5. Detección de estros y monta natural

Una vez retirado el dispositivo intravaginal, las cabras se expusieron a los machos celadores; a estos se les colocó un mandil para evitar la cópula y realizar la detección de estros. El tiempo de exposición de las cabras al macho fue de 30 min, cada 4 h. En el momento en que las cabras manifestaran estro, se le permitía al macho que la

montara, una vez que la cabra recibió la primera monta, esta fue separada en otro corral para que trascurridas 24 horas se le permitiera un segundo servicio de monta.

#### **6.6. Diagnóstico de gestación**

El diagnóstico de gestación se realizó por vía transrectal al día 35 post-monta con un ultrasonido portátil (SIUI, CTS 800, transductor 7.5 Mhz).

#### **6.7. Las variables evaluadas fueron**

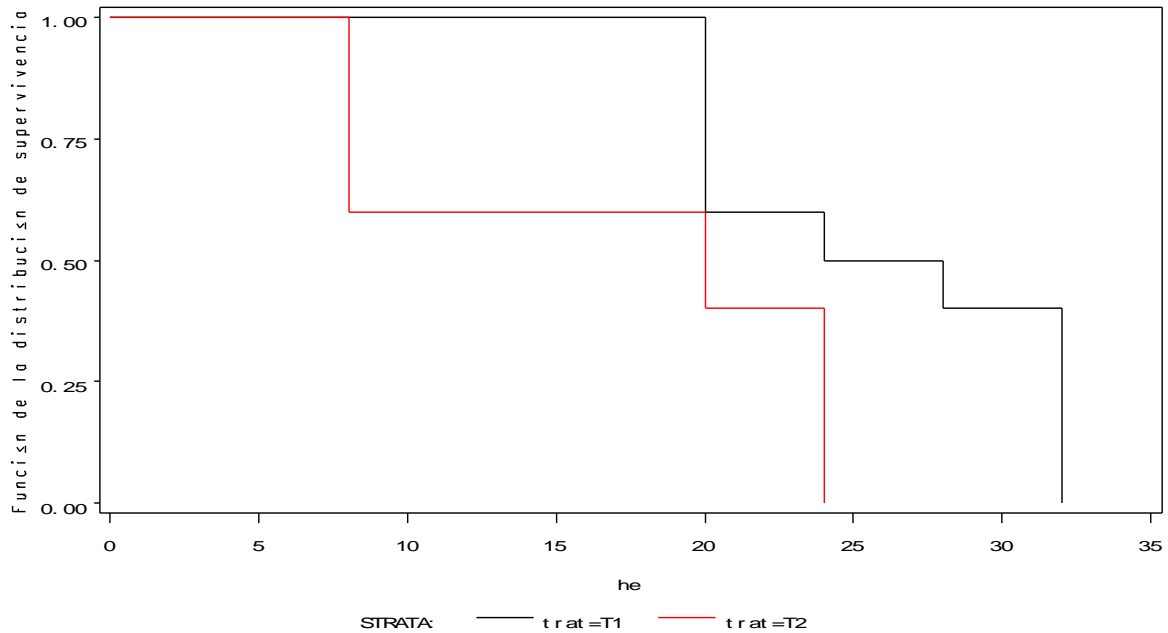
manifestación de señales externas de estro, horas del inicio del estro post-retiro del CIDR (hE), tasa de gestación, tasa de parto y prolificidad (Ruiz et al., 2025).

#### **6.8. Análisis estadístico**

Los datos fueron analizados con el Modelo Lineal Generalizado (GENMOD) del paquete estadístico (SAS 2013), se utilizó la prueba de tukey para la comparación de medias ( $p < 0.05$ ). Para la variable hE, se evaluó por medio de la curva de supervivencia de Log Rank y las gráficas de Kaplan-Meier.

## VII.RESULTADOS

En las condiciones en que se desarrolló la presente investigación, se obtuvo que en los tratamientos T1 y T2 de las cabras tratadas el 100% presentaron señales externas de estro, lo cual es una respuesta favorable del protocolo hormonal utilizado en el estudio. Por otra parte, en la variable horas del inicio a la manifestación del estro después de retirado el CIDR se encontraron diferencias significativas siendo mayor el intervalo en el T1 vs T2 ( $p < 0.05$ ) (Figura 3 y Tabla 1).



**Figura 3.** Curvas de supervivencia del hE en horas post-retiro del CIDR en cabras Toggenburg x Alpino sometidas a diferentes tratamientos de sincronización (T1=CIDR-Nuevo (6 días) y T2=CIDR-Nuevo (9 días)).

En la respuesta de las variables: tasa de gestación, tasa de parición y prolificidad se muestra un comportamiento similar entre tratamientos ( $p > 0.05$ ) respectivamente (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables reproductivas evaluadas en cabras Toggenburg x Alpino, sometidas a diferentes tratamientos de sincronización del estro con CIDR nuevo a 6 y 9 días de inserción.

Variable	Tratamientos	
	T1 (CN-6)	T2 (CN-9)
Cabras en estro (%)	100 (10/10)	100 (10/10)
Horas a la presencia del estro (h)	24.8 <sup>a</sup>	16.8 <sup>b</sup>
Tasa de gestación (%)	90 (9/10)	90 (9/10)
Tasa de parición (%)	100 (9/9)	100 (9/9)
Prolificidad (%)	200	200

a, b Medias con literales diferentes entre hileras indican diferencias entre tratamientos ( $p < 0.05$ ). T1=CN-6: CIDR nuevo a 6 días de inserción, T2=CN-9: CIDR nuevo a 9 días de inserción

## VIII. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio demuestran que ambos protocolos de sincronización del estro con CIDR nuevo tanto de 6 como de 9 días de duración, son altamente efectivos en cabras Toggenburg x Alpina. La respuesta del estro fue del 100% en ambos tratamientos, mostrando que la duración del dispositivo no compromete la manifestación del celo, con lo reportado por Cadena- Villegas et al. (2022), quienes también observaron respuestas estrales del 100% bajo condiciones similares. Aunque el tratamiento de 9 días indujo una parición del estro más rápida y agrupada, esta diferencia no influyó en los indicadores reproductivos finales, ya que las tasas de gestación, parición y prolificidad fueron igualmente altas entre protocolos, resultados que coinciden con lo descrito por Li et al. (2021) respecto a la eficiencia reproductiva de protocolos cortos y largos con CIDR.

La presentación del estro fue del 100% en ambos tratamientos, lo cual indica que la sincronización con CIDR nuevo es altamente efectiva, independientemente del tiempo de permanencia del dispositivo (6 o 9 días). Estos resultados sugieren que la dosis y la liberación de progesterona fueron suficientes para inhibir la actividad ovárica durante el tratamiento y permitir una manifestación más eficiente de la entrada al estro tras el retiro del dispositivo CIDR. Este hallazgo coincide con lo reportado por Cadena-Villegas et al. (2022), quienes observaron una respuesta al estro del 100% en cabras Saanen y Alpina sincronizadas con CIDR nuevo, la ausencia de diferencia entre tratamientos confirma que extender el periodo del CIDR de 6 y 9 días no compromete la presencia del estro.

En este estudio se presentaron diferencias significativas en el tiempo que tardaron las cabras en mostrar estro después de retirar el CIDR, las hembras del tratamiento de 6 días (T1) lo presentaron en un promedio de 24.8 horas, mientras que las del tratamiento 9 días (T2) lo hicieron mucho antes en solo 16.8 horas. Esto significa que el protocolo más largo permitió que el estro apareciera de manera más rápida y agrupada. Una explicación posible es que mantener el CIDR por más tiempo ayuda a que la progesterona controle de forma más estable la actividad folicular así cuando se

retira el dispositivo, los folículos pueden avanzar de manera más pareja hacia la ovulación. Este comportamiento también ha sido reportado por Nassif et al. (2021), quienes observaron que las cabras tratadas durante 9 días mostraron el estro más pronto que aquellas sometidas a otros tiempos de tratamiento. En conjunto, estos resultados sugieren que los protocolos ligeramente más largos pueden favorecer una manifestación del estro más rápida y uniforme, lo cual es beneficioso para programas de sincronización e inseminación.

Para la variable tasa de gestación, no se presentaron diferencias significativas. Esta similitud en las tasas de gestación indica que los ovocitos ovulados en ambos protocolos fueron de calidad comparable y que las condiciones endocrinas previas y posteriores a la ovulación fueron adecuadas para establecer la gestación. Este resultado coincide con lo reportado por Li et al. (2021), quienes encontraron que las cabras sincronizadas con protocolos de corta y larga duración con CIDR presentaron tasas de gestación similares, demostrando que los tratamientos cortos pueden ser igual de efectivos que los más prolongados.

La tasa de parición fue del 100% en ambos tratamientos entre las cabras gestantes, lo que indica que no hubo pérdidas embrionarias o fetales de los tratamientos hormonales aplicados. Este hallazgo respalda la idea de que la sincronización con CIDR nuevo de 6 y 9 días no afecta negativamente el mantenimiento de la gestación ni el desarrollo fetal. Algunos resultados similares han sido reportados por Cadena-Villegas et al. (2022), quienes observaron que cabras Saanen y Alpina sometidas a protocolos de sincronización con CIDR mostraron tasas de parición de un 100%, confirmando que los tratamientos hormonales no comprometen el éxito del parto.

La prolificidad fue de 200% en ambos tratamientos, equivalente a un promedio de dos crías por parto. Este resultado indica que la tasa de ovulaciones múltiples fue similar entre protocolos, lo cual sugiere que la dinámica folicular no fue significativamente alterada por la duración del CIDR. En razas lecheras como Toggenburg y Alpina, estos niveles de prolificidad son considerados altos y deseables, reflejados en un adecuado manejo reproductivo y un buen estado fisiológico de las hembras en estudio. Resultados similares fueron reportados por Li et al. (2021), quienes observaron que

cabras sometidas a protocolos de sincronización con CIDR mostraron prolificidades de 200-220%, confirmando que los tratamientos hormonales no afectan negativamente la ovulación múltiple ni la capacidad de parición.

Los resultados muestran que ambos protocolos de sincronización del estro con CIDR nuevo (6 y 9 días) son altamente efectivos para inducir el estro y mantener tasas elevadas de gestación, parición y prolificidad. La única variable con diferencias significativas fue el tiempo de presencia del estro, siendo más rápido en el tratamiento de 9 días, sin embargo, esta diferencia no se tradujo en cambios en los indicadores finales de eficiencia reproductiva. En conjuntos estos hallazgos sugieren que el tratamiento de 6 y 9 días puede ser utilizado como una alternativa eficiente, con menor tiempo de manejo y potencial reducción de costos, sin afectar el desempeño reproductivo.

## **IX. CONCLUSIONES**

### **9.1. Conclusiones generales**

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar la efectividad de dos protocolos hormonales de sincronización de estro en cabras de raza Toggenburg x Alpina mediante el uso de dispositivos intravaginales de progesterona (CIDR nuevos) durante dos periodos de inserción diferentes (6 y 9 días). Los resultados obtenidos demuestran que ambos tratamientos fueron altamente eficaces para inducir el estro y la ovulación, ya que el 100% de las cabras tratadas presento manifestaciones externas de celo, lo que confirma que los protocolos utilizados generaron una adecuada respuesta fisiológica en los animales.

Finalmente, este estudio aporta información valiosa sobre la respuesta fisiológica y reproductiva de cabras Toggenburg x Alpina frente a distintos tiempos de exposición de la progesterona, contribuyendo al conocimiento y optimizando de los protocolos hormonales utilizados en la sincronización del estro. Los resultados aquí obtenidos pueden servir de base para futuros trabajos orientados a mejorar la eficiencia reproductiva y productiva en sistemas caprinos, ajustado la duración de los tratamientos de acuerdo con las condiciones ambientales, fisiológicas y de manejo de cada rebaño.

## **X. RECOMENDACIONES**

### **10.1. Recomendaciones para el manejo reproductivo en campo**

Se recomienda que los protocolos de sincronización hormonal sean aplicados bajo supervisión técnica especializada, asegurando el correcto manejo del dispositivo, la higiene durante su inserción y retiro y, monitoreo constante del comportamiento reproductivos de los animales. Estos factores son determinantes para garantizar la eficacia del tratamiento y prevenir posibles complicaciones

### **10.2. Recomendaciones para futuras investigaciones**

Para futuros estudios, sería conveniente evaluar diferentes concentraciones de progesterona o combinaciones hormonales complementarias, así como analizar la influencia de la nutrición y la condición corporal y la época del año sobre la respuesta al tratamiento, tales investigaciones podrían contribuir a ajustar y optimizar los protocolos reproductivos según las condiciones específicas de cada sistema de producción caprina.

## LITERATURA CITADA

- Alberto, D. J. (29 de agosto de 2024). El “efecto macho” y el “efecto macho sobre macho” permiten el control sostenible de la reproducción. doi:<https://doi.org/10.59741/agri.v3iNE.240>
- Ana Karla García Rodríguez, Y. Y. (Diciembre de 2020). Manual de manejo y técnicas reproductivas. *Manual de manejo y técnicas reproductivas*, 84. Obtenido de file:///D:/articulos%20biblioteca/manejo%20de%20la%20cabra.pdf
- Antonio, G. B. (2018). Setenta años de tratamientos con progestágenos para el. *Machine Translated by google*.
- Ariza, A. G. (Abril de 2023). *ResearchGate*. doi::10.21071/az.v72i278.5717
- Estrada, K. P. (2014). MANEJO REPRODUCTIVO DE LA CABRA. *Produccion animal*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/inseminacion\\_transferencia\\_caprino/43-Manejo\\_Reproductivo.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/inseminacion_transferencia_caprino/43-Manejo_Reproductivo.pdf)
- Hablemos del campo* . (25 de julio de 2024 ). Obtenido de Hablemos del campo : <https://hablemosdelcampo.com.mx/la-caprinocultura-un-mundo-de-oportunidades/#:~:text=En%202022%2C%20M%C3%A9xico%20produjo%20un,cabra%2C%20alcanzando%20las%204%2C495%20toneladas>.
- Ignacio, J. (Abril de 2023). Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español. *Situación actual y perspectivas del sector caprino mundial y español*, 5. doi:<https://doi.org/10.21071/az.v72i278.5717>
- Letelier et al., 2., Vilariño et al., 2., & Martemucci y D’Alessandro, 2. (s.f.).
- Manuel, G. K. (2018). “Determinación de la tasa de presentación de celo y la. 7. Obtenido de file:///D:/Reutilizaci%C3%B3n%20del%20CIDR/323351834.pdf
- Menchaca & Rubianes, E. (2004). Nuevos tratamientos asociados con la inseminación artificial programada en pequeños rumiantes.
- Miranda, D. A. (julio de 2018). EFECTO DE ESPONJAS VAGINALES SOBRE LA MICROBIOTA. Obtenido de file:///D:/articulos%20biblioteca/ciclo%20estral.pdf
- Mogedas, M. M. (2016). Sincronización de la ovulación y el ciclo inducido por el efecto. 28. Obtenido de file:///D:/articulos%20biblioteca/T37628%20tesis%20de%20efeto%20macho%20y%20progest erona.pdf
- Moreno, M. M. (2016 ). Sincronización de la ovulación y el ciclo inducido por el efecto . 43. Obtenido de file:///D:/articulos%20biblioteca/T37628%20tesis%20de%20efeto%20macho%20y%20progest erona.pdf

- Moreno, M. M. (2016). Sincronización de la ovulación y el ciclo inducido por el efecto "macho" mediante la administración de progesterona por vía intravaginal en cabras en período de anestro estacional. 69. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/e6c7e116-3c34-48e8-9756-27b9054a4fc1/content
- Ohio, E. d. (28 de JUNIO de 2022). Obtenido de OSU.EDU: <https://ohioline.osu.edu/factsheet/as-1025>
- Rodríguez, M. D. (JULIO de 2018). EFECTO DE ESPONJAS VAGINALES SOBRE LA MICROBIOTA. 3. Obtenido de file:///D:/articulos%20biblioteca/ciclo%20estral.pdf
- Said, C. V. (24 de 08 de 2021). Respuesta reproductiva de cabras Saanen x Alpina al aplicar un. *ABANICO VETERINARIO*. Obtenido de <https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-veterinario/article/view/55>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (09 de junio de 2015). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural* . Obtenido de La capricultura en México: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-capricultura-en-mexico#:~:text=La%20elaboraci%C3%B3n%20de%20quesos%20de,de%20la%20leche%20de%20vaca>.
- SIAP . (22 de julio de 2024). *Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Obtenido de Población ganadera: <https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/documentos/poblacion-ganadera-136762#acciones>
- Souza, M. I. (January de 2011). Reutilizacion del dispositivo de progesterona (CIDR) asociado con protocolos. 3. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/284724098\\_httpswwwresearchgatenetpublications\\_Actualizacion\\_de\\_variables\\_herramientas\\_y\\_modelos\\_agregados](https://www.researchgate.net/publication/284724098_httpswwwresearchgatenetpublications_Actualizacion_de_variables_herramientas_y_modelos_agregados)
- Souza, M. I. (January 2011). Reutilizacion del dispositivo de progesterona (CIDR) asociado con protocolos. 3.
- Cadena-Villegas S, Velasco-Villanueva D, Germán-Alarcón C, et al. (2022). Respuesta reproductiva de cabras Saanen × Alpina al aplicar un reconstituyente metabólico durante la sincronización del estro. *Abanico Veterinario*.
- Li, X., et al. (2021). Assessment of estrous synchronization protocols and pregnancy specific protein B concentration for the prediction of kidding rate in Lezhi black goats. *Small Ruminant Research*, 195, 106299.