

Eficiencia en la utilización de dispositivos de bajo costo para la sincronización de celos en  
caprinos

Elkin Alejandro Vargas Tibana

Trabajo de Grado para Optar al Título de Zootecnista

Director

Daniel Felipe Torres Ruda

Msc. Zootecnista

Programa Zootecnia

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia

Zootecnia

Bucaramanga

2022

### **Dedicatoria**

Dedico esta tesis primeramente que todo a **DIOS** por haberme dado el don de la vida, junto con los dones de la sabiduría, entendimiento, junto con la facultad de adquirir e aplicar conocimientos y capacidad para afrontar momentos adversos sin perder de vista el sueño de ser una profesional.

A mis padres **Isaias Vargas Lozano** y **Maria Yibisay Tibana Wilches**, a mis dos **hermanas** y a mi abuela **Ana Victoria Wilches Velandia** pilares fundamentales en mi formación como persona, por su bendición y apoyo incondicional, fuente de inspiración y acompañamiento durante el desarrollo académico, por sembrar en mi principios y valores, por su ejemplo de superación incasable, comprensión y confianza, por su amor incondicional, porque sin su apoyo no hubiera sido posible la culminación de mi carrera profesional

A mi hijo **Eder Matteo Vargas Baron** por ser, ese ángel dador de fuerzas para culminar con este lindo proceso esto es para ti y para ustedes familia los amo.

### Agradecimientos

En primer lugar, a *Dios* por permitir la culminación de los logros propuestos y ser mi mano derecha durante el proceso de formación, por darme la oportunidad de haberme formado con conocimientos técnicos y científicos aplicados a esta bonita profesión.

A mis padres *Isaias* y *Yibisay*, a mi abuelita *Ana Victoria* por el apoyo incondicional y el haberme educado con principios éticos y tenerme tanta paciencia.

A mi director de tesis *Daniel Felipe Torres Ruda* por su apoyo, conocimiento, colaboración y paciencia durante el desarrollo del trabajo.

Al señor *Julio Roberto Cano* y *Familia*, propietario de la finca caprina donde fue realizada la investigación por su confianza para prestarme los animales y aportar al desarrollo, innovación e transformación de los sistemas tradicionales.

A la *Universidad Industrial de Santander*, *docentes*, *administrativos* y *colaboradores* de la carrera de Zootecnia por suministrar y fortalecer el conocimiento mediante sus procesos misionales de docencia, con la innovación en la investigación y extensión.

A mis *compañeros de estudio* por hacer parte de este sueño que empezamos juntos a forjar para ejercer la Zootecnia como ciencia encargada de la producción animal, transformación y comercialización; bajo los principios del bienestar animal, la conservación del medio ambiente y productividad de nuestros predios.

**Tabla de Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción.....	13
1. Objetivos.....	15
1.1 Objetivo general.....	15
1.2 Objetivos específicos .....	15
2. Marco referencial .....	16
3. Marco teórico .....	19
3.1 Métodos naturales .....	19
3.1.1 Efecto macho.....	20
3.1.2 Tratamiento fotoperiódico .....	20
3.2 Tratamientos hormonales: .....	21
3.2.1 Prostaglandina: .....	21
3.2.2 Progesterona:.....	21
3.3 Dispositivos de aplicación.....	22
3.3.1 Esponjas intravaginales .....	22
3.3.2 Tampones.....	22
3.3.3 Espuma .....	23
4. Metodología .....	24
4.1 Ubicación Geográfica.....	24
4.2 Unidades experimentales.....	24
4.3 Elaboración de dispositivos .....	24
4.4 Protocolos de sincronización .....	25

4.5	Aplicación de dispositivos y seguimiento de campo .....	25
4.6	Signos de celo .....	26
4.7	Análisis estadístico.....	26
5.	Resultados y discusión.....	26
6.	Conclusiones .....	35
7.	Recomendaciones .....	36
8.	Referencias Bibliográficas .....	37
9.	Apéndices.....	42

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Anatomía del aparato reproductor de la hembra.....	27
Tabla 2. Diseño de los dispositivos. ....	27
Tabla 3. Hembras que tuvieron respuesta de rechazo e infección al dispositivo .....	28
Tabla 4. Costo elaboración de dispositivos.....	30
Tabla 5. Presentación de los signos de celo .....	32
Tabla 6. Confirmación de preñez .....	34

**Lista de Figuras**

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Descripción de los tratamientos.....	18

**Lista de Apéndices**

	<b>pág.</b>
Apéndice A. Preparación de los tratamientos y aplicación de dispositivos.....	42
Apéndice B. Resultados examen hematocrito.....	43
Apéndice C. Resultados examen coprológico.....	44
Apéndice D. Toma de datos.....	45
Apéndice E.. Recolección de los dispositivos terminado el tratamiento.....	46
Apéndice F. Detección de signos de celo .....	47
Apéndice G. Registro de monta y confirmación de preñez .....	48

### Glosario

**Ciclo estral:** Una vez que la hembra alcanza la pubertad, el proceso de maduración del óvulo ocurre en forma cíclica o períodos estrales que duran de 16 a 21 días. En este período se dan cuatro fases comprendidas por; el proestro en esta fase el tejido celular que rodea el óvulo es activado por la hormona folículo estimulante (FHS), esta fase tiene una duración de 1 a 3 días; para dar paso al estro en esta fase el tamaño del folículo y la secreción del estrógeno son mayor, la duración de esta fase varía de 24 a 48 horas, finalizado el estro se inicia el metaestro esta fase, en la que generalmente se produce la ovulación, aquí inicia la producción de progesterona que actúa sobre el útero y lo prepara para la gestación. 2 o 4 días después del celo, la última fase comprendida por el diestro es el último periodo del ciclo, se extiende hasta que la cabra comienza un nuevo ciclo sexual; a menos que haya quedado preñada. (Carrasco Ruiz, 2020)

**Dispositivos intravaginales:** simulan la acción de un cuerpo lúteo mediante la liberación lenta de progesterona. Se colocan en la vagina de la hembra por un período de tiempo que iguala el tiempo de vida media del cuerpo lúteo. Este método permite alcanzar una elevada concentración de celos y llevar a cabo la IA a tiempo fijo luego de finalizado el tratamiento hormonal.(Gibbons et al., 2012)

**Hormonas:** son sustancias segregadas por células especializadas, localizadas en las glándulas endocrinas, su fin es influir en la función de otras células, son los mensajeros químicos del cuerpo que controlan numerosas funciones y circulan a través de la sangre hacia los órganos y los tejidos. Estos componentes químicos intervienen en los procesos de, metabolismo, reproducción, crecimiento y desarrollo.(Lozano-gonzález et al., 2012)

**Ovulación:** La ovulación es donde la hembra libera uno o más óvulos al acercarse el final del celo, unas 24 a 27 horas después del comienzo. Es decir, el número de óvulos por cada celo, va

aumentando con la edad y a la edad de 3 a 6 años y empieza a declinar en forma gradual. Hay factores ambientales que afectan la tasa de ovulación los cuales son, la estacionalidad; las tasas de ovulación son más altas al principio de la estación reproductiva, el estado nutricional de la hembra.(Manes & Ungerfeld, 2015)

**Pubertad:** Una hembra en estado de pubertad se le considera cuando presenta su primera actividad sexual (1er eyaculado fértil y 1er estro fértil), es decir cuando el individuo alcanza el total desarrollo sexual y comienza la funcionalidad de sus órganos reproductivos y sistema hormonal. (García Rodríguez & Yaoska Zeledón, 2020)

**Sincronización:** los métodos de sincronización de celo constituyen una herramienta de gran utilidad para el productor, la sincronización es usada para aumentar en un hato el número de hembras en celo simultáneamente para, obtener los siguientes beneficios; inseminación artificial a tiempo fijo, para el uso adecuado de un macho de alto valor genético, para la realización de montas concentradas en un periodo más corto de tiempo con el fin de tener lotes de crías más homogéneos.(Ungerfeld, 2016)

## Resumen

**Título:** Eficiencia en la utilización de dispositivos de bajo costo para la sincronización de celos en caprinos\*

**Autor:** Elkin Alejandro Vargas Tibana\*\*

**Palabras Clave:** ciclo estral, sincronización, tratamientos hormonales, dispositivos intravaginales, signos de celo.

### Descripción:

La sincronización de celo en caprinos, surge como una alternativa para evitar los largos periodos de inactividad sexual en los hatos caprinos de nuestra región y los altos costos en la ejecución de un protocolo de sincronización de celos mediante dispositivos intravaginales. Es por esto que se realizó este trabajo de sincronización de celo en caprinos, basado en tres tratamientos uno control y dos nuevos con el objetivo de dar a conocer su eficiencia reproductiva y su beneficio económico para los productores. El T1 consistía en un tratamiento control con los dispositivos intravaginales que el mercado nos ofrece, los cuales son muy costosos y difíciles de encontrar en el país, el T2 consistía en la utilización de un nuevo dispositivo que cumpliera los parámetros anatómicos y fisiológicos del sistema reproductivo de las hembras, se buscó un material, de bajo costo y para ello se utilizaron los tampones comerciales, impregnados con hormonas, para el T3 se utilizó la espuma comercial que se utiliza para la elaboración de colchones también impregnados con hormonas. Los tratamientos consistían en la aplicación de los 3 tratamientos en el aparato reproductivo de las hembras durante 7 días para después de retirados los tratamientos se evaluaron las siguientes variables, signos de celo, costos en la elaboración de cada uno de los dispositivos, adaptabilidad de los tratamientos al aparato reproductor de las hembras, infecciones y confirmación de preñez. Los tres tratamientos utilizados arrojaron resultados buenos a la hora de la presencia de los signos de celo en los caprinos, los costos en relación con el tratamiento control fueron realmente muy significativos donde encontramos gran diferencia de precios.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Instituto de proyección regional y educación a IPRED. Programa de Zootecnia. Director: Daniel Felipe Torres Ruda. Msc Zootecnista.

### Abstract

**Title:** Efficiency in the use of low-cost devices for jealousy synchronization in goats \*

**Author:** Elkin Alejandro Vargas Tibana \*\*

**Key Words:** estrous cycle, synchronization, hormonal treatments, intravaginal devices, signs of heat.

#### **Description:**

The synchronization of heat in goats, arises as an alternative to avoid the long periods of sexual inactivity in the goat herds of our region and the high costs in the execution of a protocol of jealousy synchronization through intravaginal devices. That is why this work of heat synchronization in goats, based on three treatments one control and two new with the aim of publicizing that they are effective and low cost for producers. The T1 consisted of a control treatment with intravaginal devices that the market offers us, which are very expensive and difficult to find in the country, T2 consisted in the use of a new device complying with the anatomical and physiological parameters of the female reproductive system, a low-cost material was sought and commercial tampons impregnated with hormones were used, For T3, commercial foam was used to make mattresses also impregnated with hormones. The treatments consisted in the application of the 3 treatments in the reproductive system of the females for 7 days after the treatments were withdrawn the following variables were evaluated, signs of heat, costs in the elaboration of each of the devices, Adaptability of treatments to the reproductive system of females, infections and confirmation of pregnancy. The three treatments used showed good results when the presence of the signs of zeal in goats, the costs in relation to the control treatment were really very significant where we found a large price difference.

---

\* Degree Work

\*\* Institute of regional projection and education to IPRED. Zootechnics Program. Director: Daniel Felipe Torres Ruda. Msc Zootecnista.

## Introducción

En nuestro país la producción de cabras está asociada a sistemas extensivos, manejo de forma tradicional dependientes de las condiciones climáticas, lo que agrava la capacidad de especie; asimismo, la situación socioeconómica de los productores es baja, con lo que nos enfrentamos a un círculo de pobreza, deterioro ambiental y por ende baja productividad dada que algunas producciones tienen los animales por “hobbies” y no como su principal fuente económica la cual genere un valor económico aparte. La cabra es una de las especies zootécnicas con mayor potencial y rentabilidad, demostrando ser una excelente opción por su adaptación a las condiciones críticas en las que vivimos actualmente. (García Rodríguez & Yaoska Zeledón, 2020). Basado en los datos de la FAO (2010), la caprinocultura desempeña un papel de fundamental importancia, para aquellos que viven en zonas donde la cantidad de forrajes no es muy abundante y de calidad esto conlleva al mejoramiento de las condiciones de vida para un agricultor. (Davila Davila & Gómez Espinoza, 2012)

La cría de ganado caprino en la región de Santander es una importante actividad realizada por los pequeños productores, cuyo principal producto para la venta es la carne. Sin embargo, el manejo reproductivo dentro de los sistemas se realiza permaneciendo el macho todo el año junto con las hembras, afectando los ciclos productivos y concentraciones de pariciones en épocas de invierno (60%) y fines de verano (40%) (Gaona Torres, 2015). En los últimos años se han comprendido mejor los factores que controlan la reproducción en los animales de granja, particularmente los mecanismos de control hormonal que regulan el ciclo estral y el anestro. La sincronización de celos y ovulaciones es una de las técnicas que permite manipular la actividad hormonal de la hembra, acortando el anestro producido por diferentes causas, facilitando el reinicio

de la actividad reproductiva de las hembras, disminuyendo el tiempo en la detección de celo, el uso más efectivo de la inseminación artificial, la mejora genética y concentrar las pariciones. (Tomas et al., 2013)

El hecho de que se presente el anestro, limita en forma directa las posibilidades de que las hembras queden preñadas en determinados períodos del año, con lo que se condicionan los momentos en que se pueda ofertar el producto final a menos que se apliquen técnicas que permitan manipular los ciclos reproductivos.(Grizelj & , B. Ževrnja, 2012) Para ello existen varias alternativas para inducir celos y ovulaciones en ovejas y cabras durante el anestro, y potenciar la actividad reproductiva del rebaño. Algunas de ellas se basan en tratamientos hormonales, otras utilizan los propios mecanismos fisiológicos de estas especies.(Ungerfeld, 2016)

Se dispone de una serie de métodos para el control del ciclo sexual que permitirán aumentar la eficiencia reproductiva regulando la época de parición (inducir y sincronizar celos) lo que sea más beneficioso para el productor. La sincronización de celos es una herramienta ampliamente utilizada en el programa de mejoramiento genético (Ocampo Marin, 2020).Las técnicas farmacológicas permiten agrupar los celos de tal manera que es posible inseminar y someter a monta natural un gran número de animales en un solo día de trabajo, e incluso sin necesidad de detectar el estro. Estos tratamientos pueden ser utilizados tanto durante la estación reproductiva como durante el anestro estacional.(Davila Davila & Gómez Espinoza, 2012; Manes & Ungerfeld, 2015).

Con el fin de maximizar la producción de la explotación caprina, tenemos que reducir al máximo los periodos improductivos de las cabras. Es por ello que se busca utilizar un método de sincronización de bajo costo que permita evaluar la respuesta o signos de celo y la respuesta reproductiva.

## **1. Objetivos**

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar la respuesta de un dispositivo de bajo costo sobre la sincronización de celos en hembras caprinas.

### **1.2 Objetivos específicos**

Definir los rasgos que debe tener el dispositivo de acuerdo con las características anatómicas de las hembras caprinas.

Determinar la viabilidad del uso del dispositivo en cuando a los materiales de fabricación y el análisis de costos.

Evaluar la eficiencia del dispositivo en cuanto a la presentación de signos de celo y la respuesta reproductiva.

## 2. Marco referencial

El caprino es una especie que ha acompañado al pequeño y mediano productor durante muchos años, siendo una fuente importante de alimento y sustento en Colombia. Derivado de la cría de caprinos se obtienen múltiples productos como carne, pieles, leche y otros subproductos potencialmente utilizables en industria y alimentos. (Ocampo Marin, 2020). La crianza de caprinos en el país es sinónimo de pobreza, debido a que es una actividad que se encuentra asociada a productores de bajos niveles económicos, los cuales aprovechan recursos como los residuos de cosecha, pastos naturales y especies arbustivas para su sostenibilidad. La crianza de caprinos tradicionalmente es excluida, de investigaciones en aspectos productivos y económicos, es uno de los principales factores limitantes para el desarrollo, otro de los factores es la carencia de asistencia técnica para el manejo de los animales, no teniendo un control sanitario adecuado, un programa de mejoramiento genético ni un buen manejo reproductivo en el hato. (García Agüero, 2018)

La caprinocultura es una actividad que cada día es más nombrado por la capacidad reproductiva y adaptabilidad a climas adversos, aun en condiciones desfavorables pueden aumentar la eficacia global de la actividad pecuaria del país (Grizelj & , B. Ževrnja, 2012). Sin embargo, lentamente se ha venido tecnificando los sistemas extensivos pasando a sistemas semi-intensivos, donde se ha comprobado que pueden expresar mejor su potencial genético en la producción de producto final, así como el aprovechamiento de sus subproductos generando un valor agregado a la rentabilidad de la producción. (Vázquez Hernández, 2017).

La reproducción de las cabras es afectada por un gran número de factores, entre los que predomina la raza, presencia del macho y la nutrición. La fase reproductiva en cabras se manifiesta a través de un ciclo de actividad ovárica, que comprende dos periodos: la estación de actividad sexual o

época de apareamiento y la estación de anestro. (Vázquez Hernández, 2017). El creciente estudio de la fisiología de la reproducción ha permitido conocer los mecanismos que regulan la secreción hormonal y proponer alternativas para mejorar la eficiencia reproductiva de las unidades de producción, mediante la implementación de técnicas para controlar el ciclo estral, como la sincronización de estros.

La sincronización puede realizarse por métodos naturales, conocido como efecto macho o por métodos farmacológicos con progestágenos y prostaglandinas (Sosa Pérez et al., 2014). Los tratamientos tradicionales para sincronizar consisten en la inserción de un dispositivo con progestágenos durante 7 o 9 días (tratamientos cortos) o 12 a 14 días (tratamientos largos) además de utilizar dosis de prostaglandina y (PGF $2\alpha$ ). Con el avance de nuevos conocimientos en el área de la fisiología reproductiva se ha acortado la duración de estos tratamientos. Se ha probado que el uso de estos protocolos es posible inseminar todas las hembras en un mismo momento mediante inseminación artificial a tiempo fijo y con ello desarrollar procesos de mejoramiento genético en las producciones. (Manes & Ungerfeld, 2015).

En los pequeños rumiantes, el protocolo más ampliamente utilizado para la sincronización del celo se basa en el uso de implantes intravaginales, principalmente esponjas, basados en progestágenos, seguido de la aplicación de prostaglandinas (PGF $2\alpha$ ) o un análogo de 50 $\mu$ g cloprostenol vía intramuscular y una aplicación de 250-600 UI eCG 48 horas antes de la extracción de la esponja (Vázquez Hernández, 2017). Este protocolo de sincronización puede usarse en cualquier época del año, independientemente del anestro o etapa no reproductiva, combinado con Inseminación Artificial. Los protocolos que utilizan progesterona o sus análogos se basan en la simulación de la acción de la progesterona natural, responsable del control de la secreción de la hormona luteinizante (LH). La incorporación de gonadotropinas que favorezcan el inicio de los

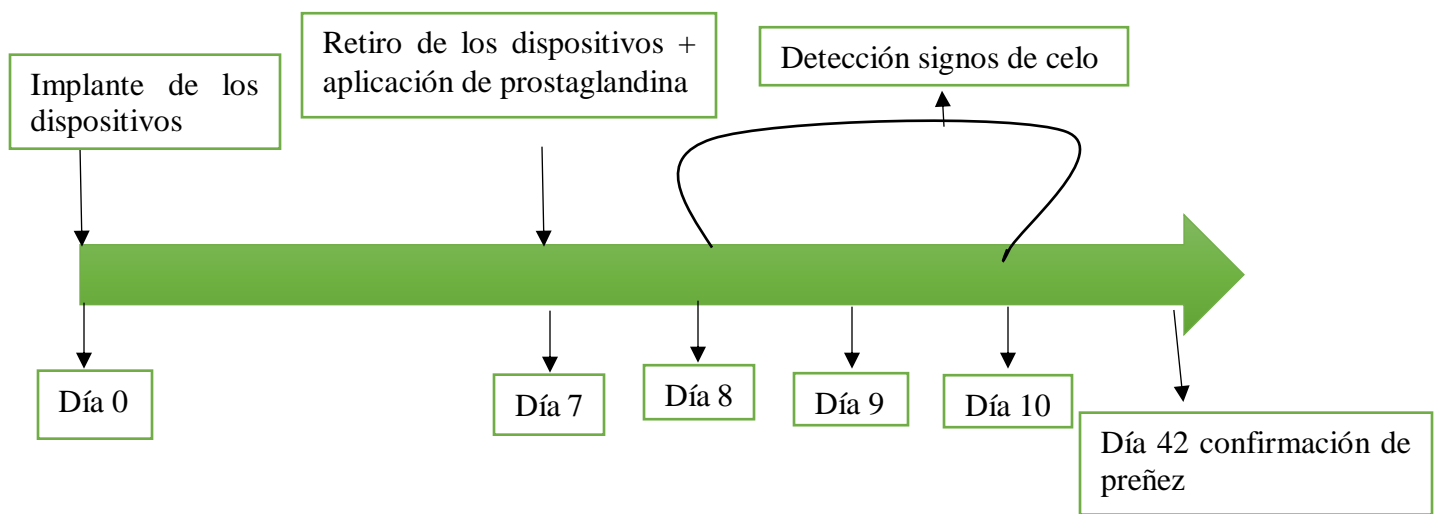
eventos preovulatorios es de uso común para incrementar la tasa de eficiencia en protocolos de sincronización de celos con dispositivos intravaginales en pequeños rumiantes, especialmente la eCG. Se reconoce que la eCG favorece las tasas de presentación de celos, distribución de los celos en cortos periodos de tiempo y un incremento en la tasa ovulatoria y fertilidad. (López et al., 2021)

Sin embargo, en los últimos años se están empleando protocolos de corta duración (5 ó 6 días), que no sólo permiten un más fácil manejo, sino que permiten disminuir el periodo vacío de la cabra regulando la primera onda folicular.

Por otro lado, Viñoles (1999) mencionan que con el empleo de protocolos de larga duración puede disminuir las tasas de fertilidad debido a las concentraciones subluteales de progesterona que se presentan a partir del sexto día de tratamiento. Esto prolonga la vida de los folículos grandes y bloquea la emergencia de la siguiente onda folicular. Martemucci y D'Alessandro (2011) obtuvieron adecuados índices de ovulación empleando tratamientos de corta duración. (Sandoval et al., 2013). (ver figura 1)

### Figura 1.

Descripción de los tratamientos.



Nota: Descripción de un tratamiento corto en la sincronización de celo en caprinos.

### 3. Marco teórico

La prolificidad en los pequeños rumiantes está determinada por el número de folículos que ovulan, la tasa de fertilización y la sobrevivencia embrionaria. La tasa de ovulación puede incrementarse por un aumento del número de folículos dependientes de gonadotropinas (Jorrat et al., 2014). Es por esto que en regiones tropicales más de 60 % de los pequeños rumiantes muestran actividad ovulatoria todo el año, lo que representa un potencial productivo alto para estas razas. El manejo reproductivo de los pequeños rumiantes se puede mejorar con tratamientos hormonales. El constante estudio de la fisiología reproductiva de las hembras ha permitido conocer los mecanismos que regulan la secreción hormonal y proponer alternativas para mejorar la eficiencia reproductiva de los rebaños en producción, mediante la implementación de técnicas para controlar el ciclo estral, como la sincronización de celos (García A et al., 2020). Mediante el uso de métodos naturales, conocido como efecto macho o métodos farmacológicos con progestágenos y prostaglandinas, o la combinación de progestágenos. Existen diversos métodos para la sincronización del estro o celo en los pequeños rumiantes, los cuales varían según su eficiencia y según los recursos que se requieran para ser ejecutados. (Arroyo et al., 2012)

#### 3.1 Métodos naturales

El método natural es más económico y consisten en el cambio en el ambiente de los animales, se logra con la introducción del macho, la manipulación del fotoperíodo y los cambios en la dieta, sin embargo no agrupa tan estrechamente a las hembras en un periodo corto de estro y solo se puede utilizar en ciertas regiones y en determinadas épocas del año (Balcázar Sánchez & Porras Almeraya, 2012)

### **3.1.1 Efecto macho**

El efecto macho consiste en la introducción de machos sexualmente activos en un grupo de hembras con capacidad reproductiva, que previamente han sido aisladas de los machos, con el objetivo de inducir y sincronizar el celo y la ovulación. Para trabajar con el efecto macho, tanto los machos como las hembras deberán de estar alejados totalmente, donde no haya contacto alguno entre ellos; esta separación no debiera ser menor a 21 días antes de la fecha prevista de la introducción de los machos, se reporta que “existe una estimulación por parte del macho hacia la hembra a través del contacto físico, junto con ciertas particularidades como la emisión de feromonas”, existen otros estímulos como el visual, el auditivo y la percepción olfatoria de los machos por parte de las hembras. Después de la exposición de los machos a las hembras, la mayoría de las cabras muestran estros fértiles a los 30 días. (Mogedas Moreno, 2016)

### **3.1.2 Tratamiento fotoperiódico**

El fotoperiodo es el principal regulador de la estacionalidad de la reproducción en cabras, por lo tanto, la manipulación de éste mediante un tratamiento lumínico permite controlar la estacionalidad, haciendo posible la reproducción fuera de la temporada reproductiva natural. Este sistema consiste básicamente en someter a los animales a una alternancia de días largos, donde se mantiene 16 horas luz de forma continua con 8 horas de oscuridad, y días cortos, donde se mantiene de ocho a 12 horas luz de forma continua con 12 horas o menos de oscuridad. (Woolfolk Galindo, 2016)

Resulta importante que tanto las hembras como los machos reciban el mismo tratamiento, con el fin de que al momento de la cópula o inseminación artificial estos animales se encuentren sexualmente activos; se ha reportado que los machos cuando reciben tratamiento fotoperiódico, incrementan sus niveles de testosterona y con ello su libido. En general, el uso exclusivo del

tratamiento fotoperiódico con luz artificial, o alternando luz artificial con luz natural, para inducir la actividad sexual requiere del empleo de métodos adicionales como el uso del efecto macho. (García Meneses, 2013).

### **3.2 Tratamientos hormonales:**

El uso de tratamientos hormonales permite obtener resultados predecibles, ya que la respuesta depende más del tratamiento en sí mismo que del estado fisiológico del animal. Su utilización en forma masiva puede tener limitaciones en cuanto a su rentabilidad y disponibilidad, las condiciones de nuestra región son la mayor afectadas por este tipo de mercados ya que su uso puede verse limitado por la disponibilidad de los productos, así como, la capacidad adquisitiva de los pequeños productores. (Chávez Valdivieso & Rivera Viñan, 2012).

#### **3.2.1 Prostaglandina:**

En forma natural la prostaglandina es secretada por el endometrio y su función principal es la de inducir la regresión del cuerpo lúteo a partir de su aplicación, entre 15 y 20 horas después de su administración, por ello, la administración de prostaglandina, ya sea natural o sintética como el cloprostenol, dinoprost y prostianol se recomienda que sean aplicados en la mitad o el final de la fase lútea (día 3 al 14) del ciclo estral. La prostaglandina es una alternativa para la sincronización del estro y de la ovulación, provocando que permanezcan folículos dominantes, durante la temporada reproductiva. Un inconveniente que presenta el uso de las prostaglandinas es la necesidad de la existencia de un CL, por lo tanto, hembras que estén en fase lútea temprana o fase folicular, serán refractarias al tratamiento. (Lozano-gonzález et al., 2012).

#### **3.2.2 Progesterona:**

Reconocida como la hormona de mantenimiento de la gestación en todas las especies, la progesterona es producida por el cuerpo lúteo, sus funciones reproductivas comprenden la

implantación, mantenimiento de la gestación, disminución de la contractilidad del músculo uterino y el favorecimiento del crecimiento del endometrio como preparación para todo el proceso de gestación; esta ha sido utilizada en el control del ciclo estral y en sincronización de estros. La utilización de progesterona, natural o sintética en la sincronización del estro tiene sobre las prostaglandinas las ventajas que se puede utilizar en cualquier fase del ciclo estral y de inducir la manifestación de estro en periodos de menor actividad reproductiva. Su utilización se ha caracterizado por los largos tiempos de interacción y su lenta absorción por lo cual se han utilizado diversos mecanismos para su implementación. (Mejia Rangel, 2019).

### **3.3 Dispositivos de aplicación**

#### **3.3.1 Esponjas intravaginales**

Las esponjas vaginales son dispositivos fabricados a partir de espuma de alta densidad de poliuretano impregnadas con progestágenos 30, 40 o 45 mg de acetato de fluorogestona (FGA) o con 60 mg de acetato de medroxiprogesterona. Estas esponjas son insertadas en el fondo de la vagina en contacto con el cérvix. El uso inadecuado de la esponja puede altera la microbiota bacteriana del sistema reproductivo de la hembra por lo cual puede causar una vaginitis, además se pueden llegar a presentar adherencias. Sin embargo, es considerado un buen método para la sincronización del estro por su practicidad.(Lozano-gonzález et al., 2012).

#### **3.3.2 Tampones**

Los tampones vaginales de uso humano, tienen la ventaja de ser desechables e higiénicos, son fabricados a partir de un material absorbente, por lo tanto, presentan las características de disminuir la presentación de contaminación bacteriana y adherencias, son dispositivos de bajo costo y fácil disponibilidad en el mercado de la región, además se les impregna progesterona. Estos tampones se ubican de la misma manera que se ubican las esponjas intravaginales y al estar

impregnados de progesterona, cumplen la misma función de las esponjas. Los tampones son tan eficientes en la sincronización del estro y de la ovulación como cualquier otro dispositivo intravaginal. (Córdova-izquierdo et al., 2019).

### **3.3.3 *Espuma***

La espuma comercial tiene características muy parecidas a las esponjas intravaginales, por lo tanto, se adapta fácilmente al aparato reproductivo de las hembras, es un material absorbente, higiénico, lo cual le da unas características óptimas en cuanto a la contaminación e adherencia, es un material con disposición en el mercado muy alta, además de esto se le impregna progesterona y un cordón estéril que nos permita extraer con facilidad el dispositivo al finalizado el tratamiento. Los dispositivos de espuma de colchon son tan eficientes en la sincronización del estro y de la ovulación como cualquier otro dispositivo intravaginal, solo que hasta el momento nadie a documenta un estudio donde se demuestre con resultados la eficiencia de este tipo de alternativas a los problemas reproductivos que se presentan en los hatos caprinos de la región del Cañon del Chicamocha.

## **4. Metodología**

### **4.1 Ubicación Geográfica**

La investigación se realizó en la finca Peña Negra, ubicada en la vereda Satoba Bajo del municipio de Covarachia en el departamento de Boyacá, coordenadas 6°48'30" norte y 72°68'75" oeste (Google earth, 2022). Zona perteneciente al Cañon del Chicamocha con condiciones geográficas correspondientes a bosque seco tropical, una altitud promedio de 1200 m.s.n.m. y temperaturas entre los 10 y 16° C, una humedad relativa 65 % y una precipitación promedio 6,9 mm año. La zona presentaba un sistema vegetación pobre debido a las condiciones topográficas y ambientales del lugar.

### **4.2 Unidades experimentales**

Para el estudio se seleccionaron 36 hembras mestizas manejadas bajo condiciones de semiestabulación con un promedio de edad de 3,8 años. Todas las hembras presentaban un buen estado de salud, una condición corporal mayor a 2,5, un valor de famacha mínimo de 3 y una carga parasitaria por debajo de 1200 h.p.g, determinada previamente por muestreo coprológico y análisis mediante la técnica McMaster. Se realizó ecografía abdominal con el equipo KX5200® previo al inicio del experimento. Las hembras vacías se distribuyeron al azar en tres tratamientos para la sincronización del estro: T1 (Tratamiento control): Progespon®, T2: Tampón comercial+ 60 mg Progesterona + 500mg amoxicilina, T3: Espuma comercial + 60 mg Progesterona + 500mg amoxicilina.

### **4.3 Elaboración de dispositivos**

Se realizó una medida en vivo del aparato reproductor de la hembra, tomando como referencia el largo de la apertura de la vulva (cm) y la profundidad del canal vaginal (cm) con el

fin de poder crear los dos nuevos dispositivos. Los dispositivos vaginales fueron fabricados a partir de tampones comerciales de flujo medio marca Kotex® y espuma estéril calibre 23 de la marca promoespuma® como material de alta calidad, impregnados con progesterona comercial del laboratorio Vecol® y amoxicilina. Estos dispositivos se prepararon 12 horas antes de su aplicación en campo.

#### **4.4 Protocolos de sincronización**

Se utilizó un protocolo corto para la inducción de signos de celo. El día cero se aplicaron los tres dispositivos a la hora 0, el día 7 se retiró el dispositivo y se aplicó una dosis individual de 1 ml de análogo de Prostaglandina PGF<sub>2α</sub>. Prostar D, laboratorio vicar. El tratamiento 1 estaba basado en esponjas comerciales del Laboratorio calier®. Se utilizó un aplicador de tampones con dimensiones de 12 cm de largo y 2 cm de ancho para la aplicación de todos los dispositivos.

#### **4.5 Aplicación de dispositivos y seguimiento de campo**

Para la aplicación de los dispositivos se seleccionaron al azar las hembras que entrarían a cada uno de los tratamientos; se realizó limpieza de la zona vulvar con una servilleta desechable de forma descendente se limpió por tres veces, y mediante aplicador introducido a 30° en dirección apical se introdujeron los dispositivos.

El día cero del tratamiento inicio a las 7:00 am, día 4 se destinó como día de seguimiento, el séptimo día se realizó el tercer seguimiento y retiro de los dispositivos, junto con v la aplicación de prostaglandina inyectada de forma intramuscular. Pasadas las 48 horas del retiro se realizó la detección de signos de celos hasta que se completaran las 72 horas de haber dado por finalizado el tratamiento. El diagnostico de preñez se realizó 40 días de finalizado el tratamiento mediante ecografía abdominal.

#### 4.6 Signos de celo

Para la determinación de los resultados se tuvieron en cuenta las siguientes variables cualitativas asociadas a la presentación de signos de celo: edematización, secreción o flujo, receptibilidad al macho, movimiento de la cola, monta y confirmación de preñez como variable final para la determinación de la eficiencia de los tratamientos estudiados.

#### 4.7 Análisis estadístico

Todos los datos obtenidos fueron registrados y tabulados mediante el paquete Office Excel® 2019. Se realizó análisis descriptivo para todas las variables. Se realizó un análisis de frecuencias para determinar la presentación de los signos. Se utilizó una prueba t student para determinar si existían diferencias significativas entre las longitudes de profundidad y largo de la vulva entre individuos. Se realizó un análisis de costos para determinar la viabilidad en el uso de los dispositivos.

### 5. Resultados y discusión

*Objetivo 1: Definir los rangos que debe tener el dispositivo de acuerdo con las características anatómicas de las unidades experimentales.*

Para la elaboración de los dispositivos se realizó una medición anatómica acorde a las hembras primerizas y hembras adultas (ver en la tabla 1). Para la apertura de la vulva (cm) y profundidad del canal vaginal (cm), no se presentaron diferencias significativas entre grupos de hembras  $P=0,758$  y  $P=434$ , respectivamente. Los datos encontrados se acercan a los resultados reportados por Balcázar Sánchez & Porras Almeraya, (2012) quienes determinaron que la profundidad del canal vaginal oscila entre 10 y 14 cm. La estructura anatómica de la hembra es clave para determinar el grado de aceptación a los dispositivos.

**Tabla 1.**

Anatomía del aparato reproductor de la hembra.

	Profundidad Canal vaginal (cm)	Apertura de la vulva (cm)
Hembras primerizas	12,7	3,4
Hembras adultas	11,9	3,5

Nota: Mediciones anatómicas del aparato reproductor de una hembra caprina

Después de haber tomado los datos anatómicos se procedió a la elaboración de los dispositivos (Ver tabla 2), para ello, se tuvo en cuenta las características anteriormente mencionadas y basados en las medidas estructurales del T1 (Esponjas comerciales) y T2 (el cual viene en tres tipos de presentaciones según sea el flujo menstrual que tienen las mujeres, flujo medio, bajo y alto), se seleccionó el tampón de flujo medio dado las dimensiones que tiene 4,5 cm de largo y 2 cm de ancho. Para la elaboración de los dispositivos del tratamiento 3 se tuvieron en cuenta los datos anteriores y se mantuvo el diámetro de los demás tratamientos y se promedió el valor de la longitud

**Tabla 2.**

Diseño estructural de los dispositivos.

Tratamiento	Largo cm	Diámetro
T1	2,5	2
T2	4,7	2
T3	3,5	2

Nota: Las mediciones del T1 corresponden a la medida estándar de las esponjas comerciales, las medidas de T2, corresponden a la medida de los tampones comerciales.

La adaptación al dispositivo por parte de las hembras al día cero fue del 100% dado que ninguno de ellos superaba la capacidad anatómica del sistema reproductivo tanto en hembras primerizas como en hembras mayores. (Tabla 3). Arroyo Ledezma et al (2013) también reportó un

100% de aceptabilidad por parte de las hembras a dispositivos intravaginales de liberación controlada de progesterona. Después de implantados los dispositivos intravaginales encontramos que para el 4 día el 25 % de los individuos del T1 y T3 habían expulsado el dispositivo, para el T2 se había presentado un 35% de rechazo. Al día séptimo previo al retiro de los dispositivos, encontramos los siguientes resultados en cuanto a adaptabilidad del dispositivo. Para el T1 aumento en un 8% con respecto a la toma de datos anterior, esto nos arrojó un resultado del 33% de pérdida para el T1 al finalizar el protocolo. En el T2 hubo un aumento significativamente mayor con respecto a los otros dos tratamientos ya que hubo un aumento del 17% de pérdidas previo al séptimo día de tratamiento, para un resultado final del 50% (tabla 3) posteriormente se pasó a retirar los dispositivos para dar inicio a la siguiente fase del estudio. Estas pérdidas pueden estar asociadas a los comportamientos propios de los caprinos a presentar conductas de hiperactividad, morderse entre individuos.

**Tabla 3.**

Hembras que tuvieron respuesta de rechazo e infección al dispositivo

	Porcentaje de Rechazo del dispositivo			Porcentaje de signos de afección Día 7		
	Día 0	Día 4	Día 7	Sangrado	Adherencia	Vaginitis
T1	0	25	33	8	0	0
T2	0	33	50	8	0	0
T3	0	25	25	17	0	0

Nota: Primera fase de variables estudiadas en la ejecución del estudio.

El día 7 se evaluó la presencia de sangre en los dispositivos encontrando que, para los dispositivos en T1 y T2 la presencia de un sangrado fue del 8% lo que corresponde a una hembra por cada tratamiento, para T3 la presencia de dicho sangrado fue del 17% a lo que corresponde a que 2 de las 12 hembras tuvieron algún tipo de lesión. Después de haber revisado los datos tomados

en campo se llegó a la conclusión de que el sangrado estuvo presente en las hembras primerizas y las que hasta ahora tenían un parto, asociando que, aunque las dimensiones anatómicas no son diferentes el grado de dilatación y la aceptación a cuerpos extraños cambia dependiendo de capacidad reproductiva, además de, presentar resistencia durante la aplicación del dispositivo.

Para la variable de adherencia en el tracto reproductor de las hembras ninguno de los tres tratamientos presentó complicaciones al ser puestos y retirados. La variable residualidad o vaginitis asociada a presencia de secreciones purulentas, fétidas u algún otro síntoma de procesos infecciosos fue de 0 % para los tres tratamientos estudiados (Ver tabla 3)

La eficiencia de los tratamientos en cuanto a la alteración de la flora bacteriana, sangrado, adherencia y residualidad en el aparato reproductivo por la incursión de un cuerpo nuevo presentó valores positivos, frente a lo reportado por Manes & Ungerfeld, (2015) donde el uso de los dispositivos intravaginales altero la flora vaginal ya que asocio el mucus vaginal y el aumento de la orina producto del protocolo, como una fuente de señales químicas vinculadas a la actividad sexual de las hembras, que también alteran la flora vaginal. Sin embargo, Manes & Ungerfeld, (2015) mencionan que la administración de antibióticos durante el proceso disminuyé la actividad sexual de las hembras sincronizadas. González Navarro, (S.F), reportó que todas las ovejas tratadas con dispositivos intravaginales tanto caseros como comerciales, incidieron en la presentación de vaginitis, asegurando que son un factor predisponente para enfermedades por microorganismos oportunistas. Suárez et al. (2006) citados por Manes et al. (2010) reportan que la presencia de un cuerpo extraño, en este caso la esponja, estimula el crecimiento bacteriano y los procesos de asepsia a la hora de aplicación de este tipo de dispositivos, la inflamación localizada con la acumulación de secreciones mucosas y fluidos con un olor fétido. Los resultados obtenidos nos muestran un proceso aséptico, y riguroso durante la preparación y aplicación de los dispositivos.

**Objetivo 2:** Determinar la viabilidad del uso del dispositivo en cuando a los materiales de fabricación y el análisis de costos.

Durante el análisis de costos para la elaboración de cada uno de los dispositivos se encontró que los tratamientos T2 y T3, los cuales fueron elaborados artesanalmente, teniendo en cuenta la disponibilidad de materiales se fácil acceso a la zona, representaban un 17 y 18% respectivamente frente al valor total de un dispositivo comercial. Para el T1 se registró una inversión de \$32.000, por cada unidad experimental, mientras que el T2 y el T3 hubo un gasto de \$5.761 y \$5.461, respectivamente.

Teniendo en cuenta los dos últimos tratamientos encontramos una diferencia en costo de cerca de \$26.239 frente al tratamiento comercial. Para el total de los tratamientos se expresó un costo de \$518.670 de este valor el 74% fue para el T1 con un costo de \$384.000, el 13% fue el equivalente en costos para el T2 con un valor de \$69.135 y el 12% faltante fue para el T3 que resultó ser el más económico para el estudio con un valor de \$65.535. (Ver tabla 4).

**Tabla 4.**

Costos de elaboración de dispositivos intravaginales

	Esponja	Sujetado r	Aplicado r	P <sub>4</sub>	PGF <sub>2α</sub>	Antibiótico	Total	Total Grupo de estudio
T1	\$25.000	-	\$5.000	-	\$2.000	-	\$32.000	\$384.000
T2	\$400	\$50	\$ 561	\$ 2.500	\$2.000	\$250	\$5.761	\$69.135
T3	\$100	\$50	\$561	2.500	\$2.000	\$250	\$5.461	\$65.535

Nota: Costos para la elaboración de dispositivos caseros para la sincronización del estro.

Aunque existen diversos enfoques en el análisis de beneficio-costos, para la presente investigación los datos obtenidos se asocian como una oportunidad, teniendo en cuenta la proyección de venta de cada gestación-cría a alcanzar. El costo de inversión menor a \$6000, frente

a una cría cuyo valor oscila entre \$150.000 y \$200. 000, acorde a los criterios del productor. Landero Amaya & Carrasco Ruiz, (2021) reportan que el costo beneficio debe buscar cuantificarse al máximo frente a los beneficios en términos monetarios, por ello, recomiendan continuar con este tipo de trabajos que demuestren que tan eficaces y eficientes son los dispositivos, y con ello, lograr cuantificar la rentabilidad para el productor.

**Objetivo 3. Evaluar la eficiencia del dispositivo en cuanto a la presentación de signos de celo y la respuesta reproductiva en dos protocolos diferentes.**

Con respecto a la presentación de los signos de celo se tuvo en cuenta: la secreción o flujo, edematización, reflejo de permanencia, movimiento de la cola, receptibilidad al macho y monta, bajo dos tomas de datos a las 48 y 72 horas pos retiro de los dispositivos; se encontró que los mayores resultados para la secreción o flujo se dieron a las 48 horas finalizadas los tratamientos es decir al día 9, obteniendo de esta manera que la mayoría de las hembras tratadas manifestaron esta variable asociada a un aumento de la actividad hormonal en el aparato reproductivo de la hembra, y por el cual empieza a manifestarse el celo mediante la expulsión de un moco transparente e inoloro. Así mismo, el inicio de la actividad hormonal se asoció al grado de edematización presentado, correspondiente a aumentos de estrógenos durante la onda folicular, sin asociarlo a síntomas ovulación, el tratamiento T1 presento la menor frecuencia de edematización tanto a la toma 1 y 2. Sin embargo, al finalizar el seguimiento todos los individuos asociados a T2 y T3 habiendo presentando signos de edematización vulvar.

Para la variable de reflejo de permanencia y quietud de las hembras en presencia de los machos calentadores o tranquilidad al ser tocada en la parte de la cadera, la variable estuvo marcada en el T1 por encima de los otros dos tratamientos dando resultados del 100% tanto a las 48 horas como a las 72. En el T2 los mejores resultados obtenidos fueron a la hora 72, mientras

que en el T3 fueron para la hora 48 una vez retirados los dispositivos. La eficacia de nuestro tratamiento reporto resultados similares en las 24 - 48 horas de retirados los dispositivos de acuerdo a lo reportado por Vázquez Hernández, en (2017), quienes para evidenciar la presencia o ausencia de estro a las 24 horas de retiradas las esponjas utilizaron un macho calentador para determinar las variables de los signos de celo, en el cual se observaron movimientos de cola y frotamientos, permanencia y edematización, conductas típicas en presencia de celo en las cabras.

**Tabla 5.**

Presentación de los signos de celo

		Secreción o flujo	Edematización	Reflejo de permanencia	Mov. de la cola	Receptividad al macho	Monta
		%	%	%	%	%	%
T1	48 horas	38	63	100	100	50	0
	72 horas	63	75	100	100	38	25
T2	48 horas	33	100	67	100	33	33
	72 horas	67	100	83	100	17	50
T3	48 horas	67	100	100	100	44	0
	72 horas	22	100	89	100	44	8

Nota: Signos de celo en cada uno de los tratamientos con dos variables de tiempo para determinar su eficiencia

La eficiencia en los tratamientos 1 y 2 estuvo por encima de lo reportado por Mejia Rangel, (2019) quien reporto resultados de estros en las 24 y 60 horas post retiro de dispositivos manifestando que cerca de un 10% de las hembras presentaron estro a las 72 horas mientras que nuestros datos fue del 74% en la totalidad de los tratamientos; el T3 presento la mejor respuesta dado que a las 48 horas de haber retirado los dispositivos las hembras habían presentado la mayor cantidad de signos de celo. Datos similares fueron reportados por Palacios et al. (2017) donde a las 24 horas el 22.58% de las cabras habían presentado, sin embargo, a las 48 h post-retiro, este porcentaje se incrementó a 87.5%.

La variable movimiento de la cola no presento diferencias significativas, esta señal de celo se incluye como un comportamiento normal dentro de las unidades experimentales, puesto que durante la toma de datos este factor se presentó de manera normal en la totalidad de las hembras del rebaño. Para la receptibilidad al macho se mostraron valores bajos, ya que se incluyeron 3 machos al azar dentro de cada uno de los tratamientos, la edad, y el tamaño de los machos era diferente. Estos resultados fueron bajos al ser comparados con lo reportado por Rodriguez Miranda, (2018) quienes relacionaron una receptividad por encima del 70%.

En la variable de monta se observó que los mejores resultados se obtuvieron al día 10 de haber iniciado el tratamiento hormonal, obteniendo el mayor número de hembras montadas en el T2 se dio a las 48 horas de retirar el dispositivo, el 50% de las hembras habían presentado montas efectivas. al final del día 10 un total de tres montas en las hembras seleccionadas para este tratamiento. El tratamiento que más montas registro fue el T1 frente al T3 quien solo reportó 1 monta.

La confirmación de preñez se hizo en el día 40 terminado el experimento. En el tratamiento T1, aunque todas las hembras presentaron algún signo de celo no se reportó ninguna preñez, mientras que para el T2 se pudo confirmar una preñez. El mejor resultado se encontró en T3 donde se obtuvo un 25% de preñez, indicando que la eficiencia en la detección de montas es baja teniendo en cuenta que hubo más preñeces que montas detectadas. Verdoljak y colaboradores (2017) reportaron el mayor número de hembras fueron montadas a las 72 horas de finalizado el tratamiento.

**Tabla 6.**

Confirmación de preñez mediante ultrasonografía

	Porcentaje de Hembras que fueron montadas %	Confirmación Preñez 30 días	Fertilidad %
T1	50	0	0
T2	8	1	8,3
T3	0	3	25

Nota: Registro de datos para hembra montadas y confirmación de preñez

La eficiencia de los tratamientos en cuanto a la variable de gestación estuvo por debajo de lo reportado por Carrasco Ruiz (2020) quien bajo condiciones semi-intensivas de trópico quienes reportaron un 70% de preñeces utilizando tratamientos de sincronización con progesterona, prostaglandinas y gonadotropina coriónica.

## 6. Conclusiones

De acuerdo a la anatomía del tracto reproductivo de las hembras caprinas, es viable construir dispositivos de bajo costo que no afectan ni a los individuos, garantizando la salud reproductiva de los mismos. El uso de tampones comerciales y esponjas industriales son una buena alternativa, así como materiales de fácil acceso para uso en caprinos.

Tratamientos a base de P4 y PGF2 son eficientes en la presentación de signos de celo tales como edematización, secreción o flujo, reflejo de permanencia y movimiento de la cola. Sin embargo, garantizar la ovulación para dar paso a la monta y preñez. El tratamiento 2 fue el que menor respuesta de aceptabilidad presentó, esto pudo estar asociado al tamaño del dispositivo.

La respuesta a la fertilidad se vio afectada por la capacidad de monta de los machos y el número de saltos detectados; sin embargo, el tratamiento T3 presentó los mejores resultados frente a la respuesta reproductiva, además de ser el dispositivo más económico.

## **7. Recomendaciones**

Se debe hacer una réplica del estudio en diferente época del año bajo los mismos parámetros que fue elaborado este trabajo para evaluar si existe algún grado de estacionalidad reproductiva en caprinos bajo condiciones de trópico como las de nuestro país.

Se recomienda hacer nuevos estudios basados en el principio de dispositivos intravaginales, incluyendo nuevas hormonas asociadas al desarrollo folicular tales como la gonadotropina equina (eCG).

Hacer un estudio de los tratamientos en nuevas especies como lo puede ser las ovejas, siguiendo el mismo patrón, pero contemplando variables de control u otros factores que en este trabajo no se manejaron tales como el efecto macho, su capacidad reproductiva u utilizando mecanismos para la inseminación.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Arroyo, J., Cortes Gómez, U., & De la Torre Barrera, J; Hernández López, J. (2012). *Control Artificial de la Reproducción en Ovinos de Pelo*.
- Arroyo Ledezma, J., De La Torre Barrera, J., & Ávila, S. (2013). Respuesta reproductiva de ovejas de pelo sincronizadas con progesterona o prostaglandinas. In *Revista IUS* (p. 53). [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2013000200007&lng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2013000200007&lng=es)
- Balcázar Sánchez, J. A., & Porras Almeraya, A. (2012). Manual de prácticas en manejo reproductivo de ovinos y caprinos. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 68–70.
- Carrasco Ruiz, P. M. (2020). Evaluación de dos métodos de sincronización de estro e inseminación artificial transcervical en capra aegagrus hircus. *Teknos Revista Científica*, 17–23. <https://doi.org/10.25044/25392190.1030>
- Chávez Valdivieso, R., & Rivera Viñan, W. R. (2012). Combinación de progestágenos con estradiol y en asociación con gonadotropina coriónica, en la sincronización del celo de cabras del bosque seco tropical de la provincia de Loja. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 1.
- Córdova-izquierdo, A., Iglesias-reyes, A., Guerra-liera, E., Villa-mancera, A., Huerta-crispín, R., & Sánchez-sánchez, R. (2019). *Uso de esponjas intravaginales comerciales vs caseras , para la sincronización de estros de ovejas anéstricas*. 1, 1–9.
- Davila Davila, F. J., & Gómez Espinoza, G. A. (2012). Sincronización hormonal del estro en cabras criollas, bajo condiciones semi-intensivas de trópico seco en Nicaragua. *Universidad Nacional Agraria Facultad de Ciencia Animal Departamneto de Veterinaria*, 59.

<http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/8048>

Gaona Torres, J. C. (2015). Transferencia de embriones caprinos por mini laparotomía en condiciones de campo. *Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Investigación de Ciencias Veterinarias*.

García A, K., Villanueva R, E., García B, C., Ara G, M., & Delgado C, A. (2020). Tasa de presentación de celo y concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP) en dos épocas del año. *Revista de Investigacion Vetr. Perú*, 31.

García Agüero, K. M. (2018). Determinación de la tasa de presentación de celo y la tasa de concepción en cabras Saanen sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona (MAP), durante dos épocas del año. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 447(May), 1–33.  
[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4147/Diaz\\_rc.pdf;jsessionid=C D5A7FF3022F1A5526948369A600356D?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/4147/Diaz_rc.pdf;jsessionid=C D5A7FF3022F1A5526948369A600356D?sequence=1)

García Meneses, R. (2013). *Sincronización de estro en ovejas mediante esponjas impregnadas con acetato de fluorogestona vía intravaginal*. 18.  
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7555/RAFAEL GARCIA MENESES.pdf?sequence=1>

García Rodríguez, A. K., & Yaoska Zeledón, Y. (2020). *Manual de Manejo y Técnicas Reproductivas de la Especie Caprina*. 147.  
<https://repositorio.una.edu.ni/4336/1/tnl53g216.pdf>

Gibbons, A., Cueto, M., & Wolff, M. (2012). Inseminación artificial en la especie caprina. *Biología de La Reproducción*, 525–561.

González Navarro, S. (n.d.). *Determinación de la eficacia farmacológica y los efectos secundarios de una esponja intravaginal de fabricación casera elaborada con acetato de*

*medroxiprogesterona para la sincronización del estro en ovinos de pelo.* 1–3.

<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/12993>

Grizelj, J., & , B. Ževrnja, S. V. (2012). The use of non-hormonal and hormonal methods and artificial insemination in dairy goat oestrus synchronization-. *Universidad Autónoma Del Estado de México*, 122–137.

Jorrat, J., Vega, A. C., Holgado, L. R., Ghiggia, F., Hernández, M. E., Aráoz, J., Pino1, ; F. González del, & Cruz1, ; M.L. (2014). *Evaluación de un tratamiento en base a prostaglandina para la sincronización del estro en cabras en diferentes estaciones del año.*

Landero Amaya, J. A., & Carrasco Ruiz, P. M. (2021). Evaluacion de dos métodos de sincronización de estro e inseminación artificial en cabras. *Teknos Revista Científica*, 7(1), 37–72.

[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil)

<http://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil>

[wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-](wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-)

<asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625>

López, J., Salinas, D. A. B.-M., Gómez, C., Herrera-Ibatá, D., & Atuesta-Bustos, J. E. (2021). Efecto de la dosis de gonadotropina coriónica equina (eCG) asociada a protocolos cortos de sincronización de celo sobre el desempeño reproductivo de ovejas de pelo. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32.

Lozano-gonzález, J. F., Uribe-velásquez, L. F., & Osorio, J. H. (2012). Control hormonal de la reproducción en hembras ovinas. *Revista Científica, FCV-LUZ*, 6(2), 134–147.

Manes, J., & Ungerfeld, R. (2015). Sincronización de celos en ovejas y cabras con dispositivos intravaginales liberadores de progestágenos: alteraciones en ambiente vaginal y su relación

- con la fertilidad. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, 39(1), 104–108.
- Mejia Rangel, M. A. (2019). Implementación y seguimiento de un protocolo de sincronización en ovejas lanares para aumentar la prolificidad, usando gen booroola en la central genética sergio nadal en quaraí rio grande do sul, brasil. *Ayay*, 8(5), 55.
- Mogedas Moreno, 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. 1*, 27–29.
- Ocampo Marin, J. C. (2020). Análisis de la sincronización de celos en hembras ovinas para mejorar indicadores productivos y económicos. *Corporación Universitaria La Sallista Facultad*, 21(1), 1–9.
- Palacios, A., Ibarra, J., Espinoza, J., Ortega, R., & Avila, N. (2017). Efecto de la fecha de caducidad de CIDR más PMSG caducado sobre la sincronización de celo en cabras. *XXVII Reunión Internacional Sobre Producción de Carne y Leche En Climas Cálidos*, 84–87.
- Rodriguez Miranda, D. A. (2018). Efecto de esponjas vaginales sobre la microbiota vaginal e impacto en la eficiencia reproductiva en cabras. *Universidad Autonoma de Nuevo Leon*.
- Sandoval, R., Ruiz, L., Olivera, K., Villanueva, E., & Santiani, A. (2013). *Evaluación reproductiva de cabras sincronizadas con dos protocolos empleando progestagenos intravaginales. 3*(1), 101–102.
- Sosa Pérez, G., Pérez Hernández, P., Vaquera Huerta, H., Salazar Ortiz, J., Sánchez del Real, C., Cadena Villegas, S., & Gallegos Sánchez, J. (2014). *Somatotropina bovina recombinante en sincronización de estros y prolificidad de ovejas Pelibuey* (pp. 1–10). [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2174-51452016000100004](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2174-51452016000100004)
- Tomas, V., Gabriela, B., Ariel, G., Armando, R., & Días, R. (2013). *Eficiencia reproductiva de*

*diferentes protocolos de sincronización de celo y ovulación en época no reproductiva en cabras criollas. October 2015.*

Ungerfeld, R. (2016). Manejo de la estacionalidad reproductiva en pequeños rumiantes. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(2), 136–137.

Vázquez Hernández, J. C. (2017). Sincronización de estro en dos grupos de cabras criollas, utilizando derivados sintéticos de progesterona. *Universidad Autónoma de Baja California Instituto de Investigación de Ciencias Veterinarias.*

Verdoljak, J. J., Vásquez, R., Casco, J. F., Pereira, M. M., Gándara, L., Acosta, F. A., Fernández-López, C., Castillo-Rodríguez, S. P., & Martínez-González, J. C. (2017). Protocolo de Inducción de Estro en Ovejas de Pelo en Anestro Estacional y su Comportamiento Productivo. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 28(4), 904. <https://doi.org/10.15381/rivep.v28i4.12979>

Woolfolk Galindo, J. A. (2016). Grado de sincronización de estro alcanzado utilizando progestágenos durante 12 días en cabras criollas primiparas y multiparas en el valle de Mexicali. *Investigaciones, Instituto D E Ciencias, E N.*

## 9. Apéndices

### Apéndice A. Preparación de los tratamientos y aplicación de dispositivos.



Elaboración de los dispositivos para el estudio. Toma de muestras para la determinación de cargas parasitarias.



Evaluación ecográfica para la determinación de preñez.

## Apéndice B. Resultados examen hematocrito.

RESULTADOS						
N°	Código interno	ID ítem	Edad (meses)	Raza/Especie	Sexo	Valor
						(0-100)
1	S22-0252	053 N	60	Caprino	H	32
2	S22-0253	022	60	Caprino	H	32
3	S22-0254	001 N	60	Caprino	H	31
4	S22-0255	045 N	60	Caprino	H	26
5	S22-0256	020 N	60	Caprino	H	25
6	S22-0257	035 N	60	Caprino	H	24
7	S22-0258	023 V	60	Caprino	H	27
8	S22-0259	016 V	60	Caprino	H	39
9	S22-0260	098	60	Caprino	H	33
10	S22-0261	029 N	60	Caprino	H	31
11	S22-0262	006 N	60	Caprino	H	36
12	S22-0263	012	60	Caprino	H	28
13	S22-0264	018	60	Caprino	H	30
14	S22-0265	008	60	Caprino	H	26
15	S22-0266	019 V	60	Caprino	H	30
16	S22-0267	009 V	60	Caprino	H	32
17	S22-0268	090 V	60	Caprino	H	28
18	S22-0269	034	60	Caprino	H	32
19	S22-0270	096 V	60	Caprino	H	36
20	S22-0271	007 N	60	Caprino	H	33
21	S22-0272	020 V	60	Caprino	H	26
22	S22-0273	003 V	60	Caprino	H	29
23	S22-0274	048 V	60	Caprino	H	29
24	S22-0275	066 N	60	Caprino	H	29
25	S22-0276	033N	60	Caprino	H	34
26	S22-0277	031 N	60	Caprino	H	34
27	S22-0278	028 N	60	Caprino	H	29
28	S22-0279	091 V	60	Caprino	H	21
29	S22-0280	033 V	60	Caprino	H	24
30	S22-0281	072	60	Caprino	H	25
31	S22-0282	047 N	60	Caprino	H	34

Resultados determinación de hematocrito.

## Apéndice C. Resultados examen coprológico

RESULTADOS																		
N°	Código interno	ID ÍTEM	Edad	Especie	Sexo	NEMATODOS										PROTOZOARIOS		
						STRONGYLIDA SPP			STRONGYLUS SPP			MONIEZIA SPP			TOTAL	EIMERIA SPP		
						C1	C2	h.p.g	C1	C2	h.p.g	C1	C2	h.p.g	h.p.g	C1	C2	o.p.g
1	C22-0334	034(N)	60	Caprino	H	0	2	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	3	3	300✓
2	C22-0335	072	60	Caprino	H	4	12	800!	0	0	0✓	0	0	0✓	800!	16	10	1300!
3	C22-0336	098	60	Caprino	H	1	0	50✓	0	0	0✓	0	0	0✓	50✓	1	0	50✓
4	C22-0337	003	60	Caprino	H	4	1	250✓	0	0	0✓	0	0	0✓	250✓	1	2	150✓
5	C22-0338	018	60	Caprino	H	10	6	800!	0	0	0✓	0	0	0✓	800!	2	3	250✓
6	C22-0339	006	60	Caprino	H	6	3	450✓	0	0	0✓	0	0	0✓	450✓	2	2	200✓
7	C22-0340	022	60	Caprino	H	1	1	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	1	1	100✓
8	C22-0341	096	60	Caprino	H	2	0	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	1	2	150✓
9	C22-0342	015	60	Caprino	H	5	3	400✓	0	0	0✓	0	0	0✓	400✓	3	2	250✓
10	C22-0343	019 (V)	60	Caprino	H	1	1	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	1	1	100✓
11	C22-0344	033 (N)	60	Caprino	H	1	0	50✓	0	0	0✓	0	0	0✓	50✓	8	6	700!
12	C22-0345	009	60	Caprino	H	1	1	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	20	16	1800!
13	C22-0346	020	60	Caprino	H	3	2	250✓	0	0	0✓	0	0	0✓	250✓	1	2	150✓
14	C22-0347	091	60	Caprino	H	12	12	1200!	0	0	0✓	0	0	0✓	1200!	2	4	300✓
15	C22-0348	016 (V)	60	Caprino	H	3	5	400✓	0	0	0✓	0	0	0✓	400✓	3	3	300✓
16	C22-0349	023 (V)	60	Caprino	H	10	7	850!	0	0	0✓	0	0	0✓	850!	4	6	500✓
17	C22-0350	003 (N)	60	Caprino	H	5	4	450✓	0	0	0✓	0	0	0✓	450✓	16	12	1400!
18	C22-0351	035 (N)	60	Caprino	H	5	6	550!	0	0	0✓	0	0	0✓	550!	5	6	550!
19	C22-0352	007	60	Caprino	H	1	0	50✓	0	0	0✓	0	0	0✓	50✓	2	3	250✓
20	C22-0353	048 (N)	60	Caprino	H	7	10	850!	0	0	0✓	0	0	0✓	850!	495	499	49700 ✘
21	C22-0354	027	60	Caprino	H	1	1	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	5	6	550!
22	C22-0355	093	60	Caprino	H	1	1	100✓	0	0	0✓	0	0	0✓	100✓	1	2	150✓
23	C22-0356	008	60	Caprino	H	4	3	350✓	0	0	0✓	0	0	0✓	350✓	1	1	100✓
24	C22-0357	001 (N)	60	Caprino	H	5	2	350✓	0	0	0✓	0	0	0✓	350✓	3	2	250✓

Resultados examen coproparasitarios

**Apéndice D.** Toma de datos

ID	Color C	Finca	Propietario	Dispositivo	Edad	Hora	Famacha	CC
29	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	5	7:45	3	2,5
9	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	4	7:50	3	2
34	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	7:54	3	3
66	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	1	8:05	2	2
27	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	4	8:13	2	3
8	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	8:16	3	2,5
18	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	4	8:23	2	2,5
12	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	8	8:25	3	2
2	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	8:32	3	2,5
22	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	4	8:37	2	2,5
91	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	4	8:41	3	2
6	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	8:47	2	2
7	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	4	8:44	3	2,5
9	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	5	8:52	3	2,5
23	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	4	8:48	2	2,5
35	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	5	8:56	2	2,5
95	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	5	8:58	3	2
28	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	9:02	2	2
3	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	4	9:06	3	2,5
33	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	3	9:11	2	3
20	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	9:13	2	2,5
53	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	1,5	9:20	3	2,5
96	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	3	9:33	3	3
3	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	5	9:36	2	2,5
98	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	5	9:39	3	2
93	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	5	9:45	2	2,5
19	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	3	9:47	3	2
90	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	3	9:54	2	2,5
16	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	4	9:52	2	2
1	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	3	9:58	2	2,5
45	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	2,5	10:01	2	2,5
31	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	2	10:07	3	2,5
29	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	2,5	10:09	2	2,5
48	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Esponja	2	10:19	2	2
28	Verde	Peña negra	Julio Roberto Cano	Tampón	1,5	10:19	2	2,5
47	Naranja	Peña negra	Julio Roberto Cano	Espuma	1,5	10:21	3	2

Datos de las 36 hembras que estuvieron dentro del estudio.

**Apéndice E..** Recolección de los dispositivos terminado el tratamiento



Evaluación e identificación de los dispositivos luego de ser retirados

**Apéndice F. Detección de signos de celo**



Secreción de moco



Ligero enrojecimiento y edematización de la vulva



Efecto hembra

**Apéndice G. Registro de monta y confirmación de preñez**



Hembra saltada por el macho.



Registro ecográfico de preñez