



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**

---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**GnRH EN DOSIS COMBINADAS CON DOS PROTOCOLOS DE  
SINCRONIZACIÓN ESTRAL EN OVINOS DE PELO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**TESIS PROFESIONAL**

**PRESENTA**

**VÍCTOR HUGO ARGÜELLES BOLAÑOS**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ**

**CODIRECTOR**

**Dr. MARCOS PÉREZ SATO**

Tlatlauquitepec, Puebla., diciembre de 2022

**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA**



---

---

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS**

**GNRH EN DOSIS COMBINADAS CON DOS PROTOCOLOS DE  
SINCRONIZACIÓN ESTRAL EN OVINOS DE PELO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**TESIS PROFESIONAL**

**PRESENTA**

**VÍCTOR HUGO ARGÜELLES BOLAÑOS**

**DIRECTOR DE TESIS**

**Dr. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ**

**CODIRECTOR**

**Dr. MARCOS PÉREZ SATO**

**ASESORES**

**Dr. EUTIQUIO SONI GUILLERMO**

**M.Sc. HUMBERTO COSME VALENTÍN**

Tlatlauquitepec, Puebla., diciembre de 2022

La presente tesis **GnRH EN DOSIS COMBINADAS CON DOS PROTOCOLOS DE SINCRONIZACIÓN ESTRAL EN OVINOS DE PELO** y realizada Víctor Hugo Arguelles Bolaños ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERIA AGRÓNOMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ingeniería Agrohidráulica

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Numa P. Castro González

---

Codirector: Dr. Marcos Pérez Sato

---

Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

---

Asesor: M.Sc Humberto Cosme Valentín

---

Tlatlauquitepec, Puebla., noviembre de 2022

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **“Producción Pecuaria Integral”** y de la Línea de Investigación: **Producción Integral de Rumiantes y No Rumiantes**.  
Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fortaleza de luchar por mis sueños, por bendecirme y darme la inteligencia para superar nuevas metas.*

*A mis padres: José Silverio Argüelles García y Emma Bolaños Vázquez por siempre apoyarme y no dejarme solo además por su ejemplo de honestidad y valores morales y por darme la oportunidad de estudiar esta licenciatura tan llena de satisfacciones, con la que me he abierto pasó en la vida.*

*A mi amada esposa: Nancy Maricarmen Moreno Molina, quien siempre me apoyó para lograr mis metas, estuvo a mi lado en las buenas y en las malas y formó una hermosa familia juntos.*

*A mi hija: Tamara Ixchel, que es la alegría de mi vida y la razón de mi esfuerzo en cada momento, que sin saberlo ella me ayuda cada vez más en esforzarme por sacarla adelante con cada sonrisa suya*

*A mis hermanos: Leonardo Argüelles Bolaños, José Luis Argüelles Bolaños y José Carlos Argüelles Bolaños.*

*Mis sobrinos: José Luis Argüelles Ramos, Ángel Leonel Argüelles Ramos*

*A mis compañeros de estudio que me apoyaron cuando lo necesite.*

*A mi suegra: María Del Carmen Moreno Molina por el gran apoyo que me brinda.*

## AGRADECIMIENTOS

*A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y a la Facultad de Ingeniería Agronómica y Zootecnia por ser mi alma mater, responsable de mi desarrollo académico.*

*Al cuerpo académico del programa de Ingeniería Agronómica y Zootecnia por todo el apoyo recibido a lo largo de mi estancia dentro de la universidad, por sus valiosas aportaciones para mi desarrollo profesional.*

*Al Dr. Numa Pompilio Castro González por su apoyo, las aportaciones dentro de la fase experimental, la redacción de este trabajo, por las facilidades brindadas y su disposición. Gracias.*

*A mis asesores Dr. Marcos Pérez Sato, Eutiquio Soni Guillermo y MTRO. Humberto Cosme Valentín por sus aportaciones a este trabajo.*

## ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGÍNA
ÍNDICE DE CUADROS .....	I
ÍNDICE DE FIGURAS .....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT .....	IV
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
2.1    Objetivo general.....	3
2.2    Objetivos específicos. ....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1. Ovinocultura nacional.....	5
4.2. Características reproductivas de las ovejas.....	5
4.3. Características del aparato reproductor.....	6
4.3.1. Aparato reproductor del macho .....	6
4.3.1.1. Testículos.....	6
4.3.1.2. Escroto .....	7
4.3.1.3. Epidídimo .....	7
4.3.1.4. Conducto espermático.....	7
4.3.1.4. Conducto deferente .....	7
4.3.1.5. Uretra.....	7
4.3.1.6. Glándulas vesiculares.....	8
4.3.1.7. Glándulas bulbo uretrales .....	8
4.3.1.8. Pene .....	8

4.3.2. Aparato reproductor de la hembra.....	8
4.3.2.1. Ovarios.....	8
4.3.2.2. Oviductos.....	9
4.3.2.3. Útero.....	9
4.3.2.4. Cérvix.....	9
4.3.2.5. Vagina.....	9
4.3.2.6. Vulva.....	10
4. 4. Ciclo estral .....	10
4.4.1. Duración del ciclo estral .....	10
4.4.2. Estro.....	10
4.4.3. Metaestro .....	11
4.4.4. Diestro .....	11
4.4.5. Proestro .....	11
4.5. Glándulas y hormonas involucradas en la reproducción .....	12
4.5.1. GnRH.....	12
4.6. Manejo de reproducción .....	12
4.6.1. Carneros .....	13
4.6.2. Ovejas.....	13
4.6.3. Período de montas.....	13
4.6.4. Periodo de gestación.....	14
4.6.5. Parto.....	14
4.6.6. Manejo de las ovejas después del parto .....	14
4.6.7. Lactancia y destete.....	14
4.6.7. Sincronización de estro .....	15
4.6.7.1. Dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR).....	15



4.6.7.2. Prostaglandinas (PG) .....	15
4.7. Empadre .....	16
4.8. Diagnóstico de gestación .....	16
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	17
5.1. Localización.....	17
5.2. Unidades experimentales .....	18
5.2.1. Animales .....	18
5.3. Manejo preventivo .....	18
5.4. Alimentación.....	18
5.5. Protocolo de sincronización.....	19
5.6. Aplicación de CIDR Y Prostaglandinas .....	22
5.7. Extracción de CIDR, aplicación de Prostaglandinas y GnRH.....	22
5.8. Detección de estros .....	22
5.9. Monta natural .....	23
5.10. Segunda monta.....	23
5.11. Diagnóstico de gestación .....	23
5.12. Diseño experimental.....	23
5.13. Variables evaluadas .....	23
5.13.1. Porcentaje de celo.....	23
5.13.2. Tasa de gestación.....	24
5.13.3. Porcentaje de fertilidad .....	24
5.13.4. Prolificidad .....	24
5.13.5. Peso al nacimiento.....	24
5.14. Análisis estadístico .....	24
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSION</b> .....	26

6.1.1. Porcentaje de celo .....	26
6.1.2. Tasa de gestación .....	27
6.1.3. Porcentaje de fertilidad .....	28
6.1.4. Prolificidad .....	29
6.1.5. Peso al nacimiento .....	30
<b>VII. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>32</b>
<b>VIII. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>33</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAGÍNA</b>
<b>Cuadro 1.</b> Aporte de proteína y energía de cada ingrediente aportado para el Flushing.....	21
<b>Cuadro 2.</b> Aporte de proteína y energía de cada ingrediente aportado para el creep feeding .....	22
<b>Cuadro 3.</b> Tratamientos para la sincronización de estro y aplicación de dosis de GnRH.....	23
<b>Cuadro 4.</b> Peso al nacimiento.....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGÍNA
<b>Figura 1.</b> Transiciones estacionales (Karsch et al., 1984), que muestran períodos identificables de mayor o menor actividad.....	7
<b>Figura 2.</b> Ubicación donde se realizó el experimento: Av. Agustín de Iturbide, El Llanito, 73904 Ocotla, Tlatlauquitepec, Puebla .....	20
<b>Figura 3.</b> Tratamiento 1. Protocolo de sincronización utilizando CIDR con dosis de 25 mg de GnRH .....	23
<b>Figura 4.</b> Tratamiento 2. Protocolo de sincronización utilizando con CIDR con dosis de 50 mg de GnRH .....	24
<b>Figura 5.</b> Tratamiento 3. Protocolo de sincronización de utilizando PGF2 $\alpha$ con dosis de 25 mg de GnRH .....	24
<b>Figura 6.</b> Tratamiento 4. Protocolo de sincronización de utilizando PGF2 $\alpha$ con dosis de 50 mg de GnRH .....	24
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de celo en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 0.5 mg de GnRH, (T2) CIDR + 1 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$ + 0.5 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$ + 1 ml GnRH. Literales (a, b, c) = a diferencia significativa en el primer celo ( $p < 0.01$ ) y las literales (A, B, C) = a diferencias significativas en el segundo celo ( $p < 0.01$ ).....	29
<b>Figura 8.</b> Tasa de gestación en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 0.5 mg de GnRH, (T2) CIDR + 1 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$ + 0.5 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$ + 1 ml GnRH. Se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de gestación uniendo ambas montas. Literales (a, b, c) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).....	30

- Figura 9.** Fertilidad en los diferentes celos en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 0.5 mg de GnRH, (T2) CIDR + 1 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 0.5 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 1 ml GnRH. Literales (a, b, c, d) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ )..... **31**
- 
- Figura 10.** Porcentaje de fertilidad en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 0.5 mg de GnRH, (T2) CIDR + 1 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 0.5 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 1 ml GnRH Literales (a, b, c) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ )..... **32**
- 
- Figura 11.** Prolifichidad en ovejas sincronizadas con CIDR y PGF2 $\alpha$  con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 0.5 mg de GnRH, (T2) CIDR + 1 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 0.5 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 1 ml GnRH Literales **33**  
(a, b) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).....

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la GnRH en dosis combinadas con PGF2 $\alpha$  y progestágenos en dispositivos intrauterinos para la sincronización de estro en ovinos de pelo, sobre los parámetros reproductivos. En el estudio se utilizaron 32 ovejas de las razas Dorper y Katahdin, y fueron distribuidas de manera aleatoria en cuatro tratamientos y 8 repeticiones cada uno, quedando de la siguiente manera (T1): sincronización con CIDR + 25 mg de GnRH; T2, sincronización con CIDR + 50 mg de GnRH; T3, sincronización con PGF2 $\alpha$  + 25 mg de GnRH; T4, sincronización con PGF2 $\alpha$  + 50 mg de GnRH. Para la variable porcentaje de celo en el primer servicio, existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, donde T1 con (75 %) fue superior al T3, T4 y T2 con (44.4, 42.8 y 37.5 %), para el segundo servicio se obtuvo diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos donde el tratamiento 4 con (42.8 %) fue superior a los tratamientos 2, 1 y 3 con (37.5, 25 y 0 %). Para la variable tasa de gestación, existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos donde los tratamientos 1 y 4 con (100 %) fue superior a los tratamientos 2 y 3 con (75 y 57.6 %) considerando dos servicios. Para la variable porcentaje de fertilidad en el primer servicio, existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, donde el tratamiento 1 con (62.5 %) fue superior a los tratamientos 4, 2 y 3 con (42.85, 37.5 y 33.3%). Para el segundo servicio se obtuvo diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos donde el tratamiento 4 con (57.14 %) fue superior a los tratamientos 2, 1 y 3 con (37.5, 25 y 0 %) es importante mencionar que los porcentajes del segundo servicio no está contemplado la suma del primer servicio. Para la variable porcentaje de fertilidad, existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos donde los tratamientos 4 y 1 con (1.4 %) fue superior a los tratamientos 2 y 3 con (0.75 y 0.63 %) considerando dos servicios. En el peso al nacimiento se registraron pesos de los corderos de  $4.5 \pm 0.3$  kg, en relación con el peso al nacimiento no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ). Basándose en los resultados obtenidos, se concluye que al realizar la aplicación de 0.5 mg de GnRH al momento del retiro del dispositivo CIDR mejora los parámetros reproductivos en las ovejas de pelo.

**Palabras claves:** *Ovis orientalis aries*, GnRH, PGF2 $\alpha$ , Progestágenos, Sincronización estral, Parámetros reproductivos.

## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate GnRH in combined doses with PGF2a and progestogens in intrauterine devices for estrus synchronization in hair sheep, on reproductive parameters. In the study, 32 sheep of the Dorper and Katahdin breeds were used, and they were randomly distributed in four treatments and 8 repetitions each, remaining as follows (T1): synchronization with CIDR+ 25 mg of GnRH; T2, synchronization with CIDR+ 50 mg GnRH; T3, synchronization with PGF2a +25 mg GnRH; T4, synchronization with PGF2a + 50 mg of GnRH. For the variable percentage of heat in the first service, there was a significant difference ( $P<0.01$ ) between the treatments, where T1 with (75%) was higher than T3, T4 and T2 with (44.4, 42.8 and 37.5%), for a second service, a significant difference ( $P<0.01$ ) was obtained between the treatments where treatment 4 with (42.8%) was superior to treatments 2, 1 and 3 with (37.5, 25 and 0%). For the variable pregnancy rate. there was a significant difference ( $P<0.01$ ) between the treatments where treatments 1 and 4 with (100%) were superior to treatments 2 and 3 with (75 and 57.6%) considering two services. For the variable fertility percentage in the first service, there was a significant difference ( $P<0.01$ ) between the treatments, where treatment 1 with (62.5%) was superior to treatments 4, 2 and 3 with (42.85, 37.5 and 33.3%). For the second service, a significant difference ( $P<0.01$ ) was obtained between the treatments where treatment 4 with (57.14%) was superior to treatments 2, 1 and 3 with (37.5, 25 and 0%). It is important to mention that the percentages of the second service the sum of the first service is not contemplated. For the fertility percentage variable, there was a significant difference ( $P<0.01$ ) between the treatments where treatments 4 and 1 with (1.4%) were higher than treatments 2 and 3 with (0.75 and 0.63%) considering two services. In the weight at birth, weights of the lambs of  $4.5 \pm 0.3$  kg were recorded, in relation to the weight at birth, no significant differences were found ( $p<0.01$ ). Based on the results obtained, it is concluded that the application of 0.5 mg of GnRH at the time of CIDR device removal.

**Keywords:** *Ovis orientalis aries*, GnRH, Prostaglandins F2a, Progestogens, Estrous synchronization, Reproductive paramet

## I. INTRODUCCIÓN

En su mayoría, las unidades de producción de pequeños productores de ovinos en México son deficientes en cuanto al manejo reproductivo; por lo general las hembras y los sementales se encuentran juntos, haciendo que sea difícil el tener crías de la misma edad, ya que los partos son distribuidos de manera descontrolada. Dicho lo anterior, junto con otras prácticas de manejo inadecuadas, hacen que la producción y reproducción ovina sea baja (Lara, 2000).

En este sentido, una solución al problema podría ser la sincronización del celo, que es una estrategia de manejo reproductivo que permite la visualización del estro, apareamiento, planificación del parto a la esperada, agrupación de tiempos y planificación del destete, induce la actividad ovárica en ovejas en anestro y optimiza la mano de obra, entre otras cosas (Evans y Maxwell 1990; Keisler y Buckrell, 1997).

El uso de sincronización de celo en unidades de producción permite un manejo consistente del hato y por lo tanto habrá una mejora en productividad (Keisler y Buckrell, 1997; Wildeus, 2000). Se utilizan varias hormonas o combinaciones de las mismas para sincronizar el celo; las hormonas más utilizadas son PGF2 $\alpha$  y los progestágenos (P4), cuya actividad principal es suprimir el celo y la ovulación mediante la retroalimentación negativa que esta se basa en la liberación de GnRH (factor liberador de gonadotropinas) y con ello las gonadotropinas (Cordero *et al.*, 2011).

Entre las alternativas para la sincronización del celo en ovejas se encuentran los dispositivos intravaginales P4 de liberación controlada, y cada dispositivo contiene 0.3 g de P4, y sus ventajas incluyen la facilidad de introducción, extracción y altas tasas de retención (Ozyurtlu *et al.*, 2010). PGF2 $\alpha$  ayuda a regular el ciclo estral mediante la acción de la luteólisis o regresión del cuerpo lúteo, también interviene implicada en el proceso del parto y la ovulación. Para la sincronización se realizan 2 aplicaciones de la hormona a intervalos de 12 a 14 días. Con la primera aplicación en rebaños cíclicos, el efecto luteolítico suele darse en alrededor del 60 % de los animales, con la segunda aplicación de PGF2 $\alpha$  se detecta en todos los animales a partir de las 48 horas el calor introducido después de la segunda aplicación comienza a detectarse el celo (Ozyurtlu *et al.*, 2010).



Al aplicar una dosis de GnRH (factor liberador de gonadotropina) disminuye la producción y liberación de las hormonas FSH (hormona estimulante del folículo) y LH (hormona luteinizante), entre otras, son estimuladas, estas son las más importantes ya que la FSH apoya el crecimiento y maduración del folículo y la LH apoya la maduración y mantenimiento de la sustancia lútea.

Por lo anterior expuesto, el objetivo general de esta investigación fue evaluar el uso de GnRH en dosis combinadas con prostaglandinas y progestágenos para la sincronización de estro en ovinos de pelo sobre los parámetros reproductivos.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Evaluar dos dosis de GnRH combinadas con PGF $2\alpha$  y progestágenos en dispositivos intrauterinos para la sincronización de estro en ovinos de pelo, sobre los parámetros reproductivos.

### 2.2 Objetivos específicos

- a) Evaluar el uso de GnRH (25 y 50 mg.) combinado con progestágenos intravaginales sobre el parámetro reproductivo.
- b) Evaluar el uso de GnRH (25 y 50 mg.) combinado con prostaglandinas F $2\alpha$  sobre el parámetro reproductivo

### **III. HIPÓTESIS**

La aplicación de GnRH en dosis de 25 mg en combinación con progestágenos intrauterinos mejora los parámetros reproductivos de ovinos de pelo.

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1. Ovinocultura nacional

En México la ovinocultura es una de las actividades pecuarias de suma importancia, ya que en los últimos años ha tenido mayor crecimiento, produciendo cerca del 70 % de ganado ovino del consumo del país, en el 2021 el total nacional fue de 8,766.678 cabezas de ganado ovino y el estado de Puebla ocupa el 4.º lugar con un total de 550,434 cabezas (SIAP, 2021), la ovinocultura ha ganado importancia, sin embargo, en nuestro país ha tenido un bajo crecimiento en su producción, ya que la oferta solo ha crecido un 4.5 % en los últimos diez años por lo que es necesario adoptar nuevas técnicas que incluyan la aplicación de transferencia de tecnología en todas las áreas relacionadas con la reproducción ovina (Ramón, 2002).

### 4.2. Características reproductivas de las ovejas

Las ovejas son animales poliéstricos estacionales (Figura 1), es decir, presenta varios ciclos estrales únicamente en una estación determinada del año (Pérez, 2011). La época reproductiva de las ovejas está influenciada por factores ambientales, principalmente el fotoperíodo, que es la duración del día expresada en horas de luz, esto afecta más a las ovejas de lana que de pelo, ya que la de lana tienen más marcado su estacionalidad.



**Figura 1: Transiciones estacionales (Karsch *et al.*, 1984), que muestran períodos identificables de mayor o menor actividad.**

La pubertad es el momento en que las gónadas, los ovarios o los testículos están listos para liberar gametos, óvulos o espermatozoides (Karsch *et al.*, 1984). Las hembras alcanzan la pubertad entre las edades de 5 y 10 meses, mientras que los machos alcanzan la pubertad entre las edades de 3 y 6 meses.

La edad de la pubertad o su primer estro varía de sobremanera, debido a la gran parte de la diferencia de razas y rapidez de crecimiento. Aunque, existen algunos factores que influyen en alcanzar la madurez sexual como son: la edad del animal, el tamaño, la dieta y su peso vivo. Para conseguir una vida más larga con los vientres de las ovejas, su primer empadre debe ser al año y medio de edad, para que los primeros corderos nazcan cuando las ovejas tienen 24 meses. Este tratamiento es más probable que se utilice en ovejas destinadas a la producción de leche y lana, así como ovejas destinadas a la producción de carne su primer apareamiento a partir de los 7 meses, siempre que tengan entre 60 y 75 % de peso vivo de un animal adulto. El carnero debe entrar en su primera monta a la edad de un año y medio, puede cubrir de 35 a 50 ovejas. Si se utiliza un ternero más joven, se reduce su crecimiento y el número de hembras que puede cubrir (Pérez, 2011).

### **4.3. Características del aparato reproductor**

#### **4.3.1. Aparato reproductor del macho**

El aparato reproductivo del macho está constituido por las siguientes estructuras:

##### **4.3.1.1. Testículos**

Es el órgano principal en el sistema reproductivo ya que su función es producir esperma y hormonas masculinas. Estos deben tener un diámetro de escroto aproximadamente de unos 30 cm, deben ser firmes y grandes; El tamaño testicular es importante ya que está altamente correlacionado con la fertilidad y es un rasgo hereditario importante que se refleja en el aumento de la precocidad sexual de la descendencia (Hafez, 2002).

#### **4.3.1.2. Escroto**

Es ovoide, grande y péndulo, con un cuello bien definido que no se contrae. Es la piel que recubre los testículos, consta de una capa interna, la túnica dartos, y su función principal es regular la temperatura testicular (Konig, 2005).

#### **4.3.1.3. Epidídimo**

Unido estrechamente a los testículos en el margen caudal de estos últimos, tiene una cabeza larga que se curva sobre la punta dorsal. Es un conducto que sale de los testículos, su función principal es transportar, concentrar, almacenar y madurar los espermatozoides (Hafez, 2002).

#### **4.3.1.4. Conducto espermático**

Comienza en el anillo inguinal profundo donde se unen sus partes, se extiende oblicua y ventralmente a través del canal inguinal para pasar sobre el borde del pene y termina en el borde de los testículos. Conecta los testículos a su sistema nervioso y vascular (arterias y venas) (König, 2005).

#### **4.3.1.4. Conducto deferente**

Son la continuación de la cola del epidídimo, son de menor calibre, discurren al principio sinuosamente dorsalmente a lo largo del borde caudal del testículo, para luego aparecer rectos y asentarse caudalmente sobre parte del cordón espermático. Es el conducto que va desde el extremo posterior del epidídimo hasta la uretra, almacena el espermatozoide y transporta el esperma fuera de la bolsa escrotal (Hafez y Hafez, 2002).

#### **4.3.1.5. Uretra**

Mide 12 cm de largo en su región pélvica y es relativamente pequeño y de calibre uniforme. Es el conducto común de los sistemas reproductivo y urinario a través del cual se transporta la orina desde la vejiga urinaria y se excreta del cuerpo (Smith, 2012).

#### **4.3.1.6. Glándulas vesiculares**

Su función principal es producir compuestos orgánicos que actúan como fuente de energía para los espermatozoides y previenen los cambios ácidos en el pH del semen. Cuando se conecta con los conductos deferentes, el conducto eyaculador es formado, perfora la próstata para terminar en la uretra (König,2005).

#### **4.3.1.7. Glándulas bulbo uretrales**

Las glándulas bulbouretrales, o glándulas de Cowper, surgen como protuberancias del epitelio que recubre la cavidad urogenital. Su secreción neutraliza la orina y lubrica la uretra antes de la eyaculación. Produce una secreción que impide que el semen regrese a la vagina desde el cuerpo uterino (Galina,1986).

#### **4.3.1.8. Pene**

Es el órgano de la cópula, tiene un pliegue sigmoideo que le permite retraerse completamente al interior del cuerpo. El glande es el extremo libre del pene, es de gran tamaño, compuesto por cuerpos cavernosos y multitud de determinantes nervios (Hafez, 2002).

### **4.3.2. Aparato reproductor de la hembra**

El sistema reproductor de las hembras consta de las siguientes estructuras:

#### **4.3.2.1. Ovarios**

El ovario se activa al llegar a la pubertad, este presenta una forma ovoide, posee colocación compacta y una superficie lisa, los primeros cambios se observan al comenzar la etapa reproductiva, proporcionado al crecimiento y la formación del cuerpo lúteo. El ovario de hembras adultos está cubierto por un epitelio germinal ubicado debajo de un tejido llamado túnica albugínea (Galina, 1986).

#### **4.3.2.2. Oviductos**

Son un par de tubos que se extienden desde los ovarios hasta los cuernos uterinos (Evans, 1990; Hunter, 2005), y es por donde se conducen los óvulos y espermatozoides para llegar al sitio de fertilización y se lleva a cabo la primera división celular del embrión. También conocidas como trompas de Falopio tienen de 200 a 300 mm de largo y se constituye por tres partes, infundíbulo, ampulla e istmo (Maxwell, 1986).

#### **4.3.2.3. Útero**

Es un órgano tubular que se extiende hasta el cuello uterino y su principal función es mantener al embrión, se divide en tres partes, cuernos, cuerpo y cuello (Maxwell *et al.*, 1986). Los cuernos se encuentran en par, van unido al oviducto respectivo y representa 80 a 90 % longitud total del útero aproximadamente. Los cuernos se fusionan para formar el cuerpo uterino.

El cuello del útero tiene una pared robusta y rigurosa. La terminación anterior continúa hacia el cuerpo del útero, mientras que la terminación posterior continúa hacia la vagina (Hafez, 1996).

#### **4.3.2.4. Cérvix**

El cérvix o cuello uterino está situado en la entrada del útero y la vagina; es flexible, delgado, y de acuerdo al número de anillos que presenta se clasifica como de tipo múltiple, su estructura es cerrada, y su principal función es conservar el ovulo fecundado y la gestación (Duran, 2008).

#### **4.3.2.5. Vagina**

Órgano copulador de las hembras y sitio donde es depositado el semen; conducto membranoso que se localiza desde la parte del cuello uterino hasta la vulva. Es de forma cilíndrico, paredes delgadas y elástica, tiene una longitud de alrededor de 15-20 cm de largo y se conecta con el exterior de la vulva (Bartlewski *et al.*, 2005).



#### **4.3.2.6. Vulva**

Es el órgano sexual externo del aparato reproductor; Consta de una antecámara con sus apéndices y labios. El vestíbulo es la parte común del aparato reproductor y del aparato urinario, tiene una longitud de 10 a 12 cm (Davies,2005). Además de su función con la vagina está la abertura externa de la uretra, que es la terminación de las vías urinarias. Los labios están formados por dos pliegues, uno interior (menor) y otro exterior (mayor).

#### **4. 4. Ciclo estral**

Es una secuencia de eventos fisiológicos y hormonales repetitivos y dan como resultado periodos regulares de celo. Las fases del ciclo estral son; proestro, estro, metaestro y diestro, durante las cuales acontecen una serie de eventos esencialmente hormonales, los cuales son controlados a través de sistema nervioso central y por estimulación del hipotálamo y de este a la hipófisis, sometido por la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) que establece la conexión neurotípica entre el eje hipotálamo-hipofisiario gonadal (Uribe-Velázquez *et al.*, 2008).

##### **4.4.1. Duración del ciclo estral**

El ciclo estral de los ovinos es de 17 días  $\pm$  1, dividiéndose en dos fases; folicular y lútea (Duran, 2008). Esporádicamente, los ciclos pueden acortarse al inicio de la temporada reproductiva y esto pueden deberse a la involución precoz del cuerpo lúteo (Bartlewski *et al.*,2005).

##### **4.4.2. Estro**

Este es el momento en que la hembra es receptiva al macho. Tiene una duración de 24 a 36 h, la cual se ve influida aspectos como la raza, la edad, la temporada y la presencia del macho (Goodman, 1994).

Los estrógenos que producen los folículos, crecen de una forma acelerada en el proestro, son los que provocan las manifestaciones clínicas del estro, al igual provocan la estimulación de la

mucosa vaginal, enrojecimiento de la vulva y la vagina, y engrosamiento del epitelio vaginal (Cordoba-Izquierdo *et al.*,2008).

La ovulación ocurre 14 horas después del pico de LH o sea hacia finales del estro. La presentación de los celos se puede percibir durante la noche y a primera hora de la mañana (Perez,2011).

#### **4.4.3. Metaestro**

Es la fase postovulatoria, caracterizado por la formación del cuerpo lúteo, y tiene una duración de dos días en las ovejas. Durante este tiempo se acrecienta la producción de progesterona con lo que hay un mayor desarrollo del cuerpo lúteo (Davies, 2005).

#### **4.4.4. Diestro**

Hay uno o varios cuerpos lúteos completamente desarrollados de los folículos ovulados. Si se ha producido la fecundación, el cuerpo lúteo persiste durante los 145 días de gestación; De lo contrario, el cuerpo lúteo permanece viable solo por 11 a 12 días, si el ovulo no ha sido fertilizado, se completa la luteólisis, que consiste en la destrucción del cuerpo lúteo (Torres,2001).

#### **4.4.5. Proestro**

Este proceso ocurre antes del celo, el cuerpo lúteo retorna y comienza el crecimiento terminal de los folículos. Tiene una duración de aproximadamente 48 horas (Torres, 2001), si no se realiza la fecundación, el retroceso del cuerpo lúteo comienza durante los días 12 o 13 del ciclo estral debido a una baja en la concentración de P4, lo que aumenta la concentración de gonadotropina, la síntesis y secreción de estrógenos; a su vez, actúa sobre el hipotálamo de la hipófisis, aumentando la secreción preovulatoria de gonadotropina que desencadena el proceso de ovulación (Goff,2013).

#### **4.5. Glándulas y hormonas involucradas en la reproducción**

En los mamíferos el hipotálamo es importante, ya que regula las hormonas que afectan a la función reproductiva. Estímulos endógenos, principalmente debido a fluctuaciones en la concentración sanguínea de ciertas hormonas sexuales, así como efectos endógenos, por ejemplo, el nivel nutricional, la luz, la temperatura ambiente; la bioestimulación ejercen una influencia positiva o negativa sobre la producción y liberación de GnRH desde el hipotálamo. Las hormonas son sustancias químicas orgánicas fisiológicas sintetizadas y secretadas por las glándulas reproductoras endocrinas. Se originan principalmente a partir de cuatro sistemas u órganos principales: núcleos del hipotálamo, lóbulos anterior y posterior de la glándula pituitaria, gónadas (testículos y ovarios, incluyendo tejido intersticial y cuerpo lúteo), útero y placenta (Becaluba,2006).

##### **4.5.1. GnRH**

La hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), es una hormona peptídica responsable de la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) (Smith, 2012). La GnRH se sintetiza y libera en las neuronas del hipotálamo. Se considera una neurohormona, es decir, una hormona producida en una célula neuronal y liberada en sus terminaciones neuronales.

La GnRH llega a la glándula Hipófisis a través del sistema porta hipofisaria regulando en el lóbulo anterior la producción de las gonadotropinas FSH y LH. Después de la pubertad, comienzan a desencadenar eventos cíclicos que están regulados por la liberación de GnRH (Goff *et al.*, 2013). Los estímulos de liberación de FSH promueven el crecimiento folicular en forma de ondas, generalmente son 2 o 3 durante un ciclo de celo, resultando en un aumento en la concentración de estrógenos debido al crecimiento folicular. El crecimiento folicular induce niveles más altos de estrógeno, que finalmente regula la liberación de LH. La liberación de LH se presenta en forma de un aumento repentino, aproximadamente 6 horas antes de la ovulación.

#### **4.6. Manejo de reproducción**

Para llevar a cabo un programa de manejo reproductivo apropiado dentro de una unidad de producción pecuaria, es importante considerar el estado fisiológico y la etapa de desarrollo del

animal (Mejia,2010). Ya que cada etapa de la vida se trata por separado, es importante recordar que todo está integrado en un calendario y se mantiene un sistema de registros adecuado.

#### **4.6.1. Carneros**

Los machos adultos, de ellos se obtienen los rasgos genéticos del rebaño, esto implica que más del 80% de la rentabilidad de una unidad de producción proviene de ellos. El semental debe mostrar ciertas características como; vitalidad, fuerza, cabeza más grande que la de las hembras. El diámetro testicular y la implantación del escroto son cruciales (Cordova-Izquierdo *et al.*, 2008). La boca debe ser ancha, las mandíbulas fuertes, el pecho y el cuerpo deben ser anchos y profundos. Debe poseer los estándares de la raza seleccionada para la producción de carne o leche. La edad reproductiva es de 1 a 6 años.

#### **4.6.2. Ovejas**

Las hembras destinadas a la reproducción deben contar con buena apariencia y conformación, poseer buenas ubres y buen instinto materno, por lo que se debe tener cuidado en la selección (Duran,2008). Las hembras pueden ser aptas para la cría a partir de los 14 meses o cuando alcanzan un peso adecuado para su raza.

#### **4.6.3. Período de montas**

Esta actividad debe marcar el inicio del calendario ovino en la unidad de producción pecuaria; el manejo estricto de este período es clave para coordinar todas las demás actividades zootécnicas de la unidad de producción (Abecia,2011). Existen dos métodos de apareamiento: en el apareamiento libre, donde el macho está con la hembra durante todo el año; esto puede conducir al desgaste reproductivo y los corderos nacen en cualquier época del año y no se tiene uniformidad en los nacimientos, ocasionando problemas para el manejo zootécnico. Y la monta controlada donde el macho es introducido con las hembras que han sido sincronizadas previamente para que presenten estro y ovulación, teniendo con ello un mejor control de los partos y hatos de la misma edad (Cavestany,2015).

#### **4.6.4. Periodo de gestación**

El periodo de gestación es aproximadamente de entre 145 y 150 días. Para lograr tres partos en dos años, el apareamiento debe realizarse hasta tres meses después del parto, lo que conlleva a un intervalo entre partos (IEP) de máximo 8 meses. La necesidad alimenticia de la oveja en el tercer tercio de gestación es muy alta por lo que necesita alimentación especial (flushing) (Martinez,2007). Durante este período, las hembras deben ser desparasitadas y despezueñadas.

#### **4.6.5. Parto**

Esta etapa para poder tener una mejor reproducción debe de ser planificada con anterioridad, ya que un manejo adecuado de las montas permitirá saber aproximadamente el día del parto. Para el parto se necesita un espacio limpio y contar con los materiales y equipos necesarios para el manejo del cordero ya que se debe de amarrar y limpiar el cordón umbilical para evitar futuros problemas (Mejía y Maria, 2010). A partir del día 142 de gestación se debe prestar mucha atención y se debe vigilar el momento del parto por si existen complicaciones.

#### **4.6.6. Manejo de las ovejas después del parto**

Debe prestarse atención a las instalaciones, las cuales deben estar limpias y ventiladas. se recomienda tener los siguientes cuidados, proporción de agua limpia y fresca a libre acceso, observar que la madre estimule a la cría y que la alimente adecuadamente proporcionándole calostro, deben limpiarse los pezones y verificar que no tenga problemas infecciosos y que tenga una adecuada producción de leche (Cavestany,2015).

#### **4.6.7. Lactancia y destete**

Es importante proporcionar a las ovejas una buena fuente de alimento durante este período para asegurar la supervivencia tanto de la hembra como del cordero y obtener un buen peso al destete (Amiridis y Cseh,2012). El periodo de lactancia puede variar dependiendo de la raza, cantidad de corderos por hembra y criterio del productor. Sin embargo, si desea obtener tres partos en dos años, se recomienda destetar entre el día 50 y 60 de vida.

Para realizar un destete con buenos pesos se debe de suministrar al cordero una alimentación con buena cantidad proteica y dárselo a libre acceso desde la segunda semana de vida. (Mejía y Maria, 2010).

#### **4.6.7. Sincronización de estro**

Debido a que el CL es la estructura que regula la duración del ciclo estral, se han ideado métodos para manipular el ciclo estral y poder sincronizar los estros, basados en imitar la función lútea y métodos que se basan en ocasionar lisis al CL como la prostaglandina y sus análogos (Abecia *et al.*, 2011). Entre los métodos que imitan la función del CL y actúan inhibiendo la liberación de gonadotropina, se encuentra la administración de progesterona natural o sintética (progestágenos) a través de dispositivos intravaginales, como el CIDR, esponjas intravaginales (Amiridis *et al.*, 2012).

##### **4.6.7.1. Dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR)**

El CIDR está compuesto de elastómeros de silicón infiltrado con 0.3 g de P4 que pueden usarse entre la fase lútea o durante el anestro ya que inhibe la secreción de GnRH, lo que impide la ovulación, son principalmente utilizados durante la época reproductiva con una duración de 0 a 11 días según el protocolo de sincronización, se deben introducir en la vagina con un aplicador todo previamente desinfectado y verificar que se encuentre bien colocado. Pueden ser empleados solos o acompañados con diferentes hormonas para obtener una mejor presentación del celo y conseguir condiciones idóneas de P4 del ciclo estral inducido (Martinez,2007).

##### **4.6.7.2. Prostaglandinas (PG)**

Cuando las ovejas se encuentran en la fase lútea media o tardía del ciclo estral, la administración de PGF2 $\alpha$  puede alterar el cuerpo lúteo. La hipófisis inicia la liberación de gonadotropinas que estimulan el crecimiento folicular y el celo ocurre en dos a tres días (Martínez, 2007).

PGF2 $\alpha$  y sus análogos están limitados para hembras con ciclo estral activo ya que estimula la lisis del cuerpo lúteo (Hafez, 2002). El protocolo basado en prostaglandinas controla el ciclo

estral con el cese de la fase lútea por involución del cuerpo lúteo; por lo tanto, es aplicable a hembras en ciclo y queda limitado su uso a la temporada de reproducción. La PGF2 $\alpha$  provoca la lisis del cuerpo lúteo maduro, que es susceptible de 4-5 días posteriores al estro, manteniéndose el celo nuevamente de 30-48 horas después de la dosis. Alrededor de 100 ovejas en ciclo responden a dos inyecciones de PGF2 $\alpha$  con 11 días de diferencia. Las tasas de fertilidad están más estrechamente asociadas con el uso de prostaglandinas para la insuficiencia lútea prematura (Córdova, 2008).

#### **4.7. Empadre**

Se agrupa a las hembras que se encuentran en la etapa de estro de acuerdo a sus características reproductivas, y se asigna un semental con las características deseadas. Dicho sistema puede llevarse a cabo tanto del corral como en potreros en los cuales se encuentran las hembras y el macho seleccionado. La relación de hembras por semental que se suele utilizar varía entre 1:25 hasta 1:100 dependerá de la raza. Al realizar una sincronización mejoras tu eficiencia reproductiva ya que tendrás con certeza la paternidad del sementar además de que tendrás crías homogéneas. Por otro lado, también encontramos la monta libre que te dará partos en todo el año teniendo hatos disparejos y si tienes más de un semental puede llegar a tener problemas de consanguinidad (Wildeus, 2000).

#### **4.8. Diagnóstico de gestación**

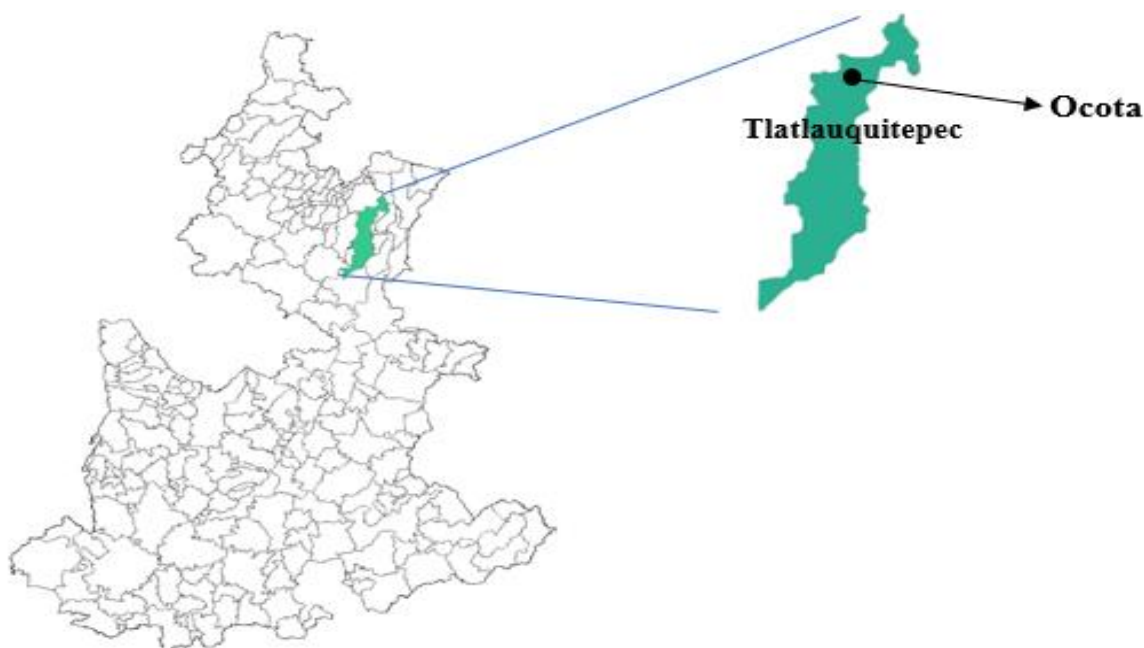
Determina si una hembra fue gestada o no en el período de empadre, nos permite, entre otras cosas, conocer el éxito o fracaso del empadre, identificar hembras no preñadas con la finalidad de incorporarlas al siguiente empadre lo más pronto posible para evitar tener más días abiertos, eliminar las hembras repetidoras que tengan problemas reproductivos, conocer el comportamiento reproductivo de los sementales y otorgar la alimentación requerida a las gestantes. Las hembras que no son gestadas durante su período receptivo presentarán conducta de estro en un tiempo aproximado de 6-7 (en caso de animales con presentación de ciclos cortos) o 21 días a partir del momento de la monta. Así, el método más utilizado es la detección de la repetición de los celos en las hembras no gestantes (Cordero *et al*, 2011). A partir de los dos meses desde el servicio, la ultrasonografía resulta en eficiencias excelentes de diagnóstico.

## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Localización

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del campo experimental Ocota de la Facultad de Ciencias Agrícola y Pecuaria de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, ubicado en las coordenadas: 19 ° 50' 17.61" de latitud norte y meridianos 97°29'8.01" de longitud oeste con una altitud de 1929 msnm. Límites por el norte: con Cuetzálan del Progreso, por el este: con Chignautla, Atempan y Yaonáhuac, al sur con Cuyoaco y al oeste: con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla (INEGI, 2014).

Por su ubicación (Figura 2) y extensión ofrece una variedad de climas templado subhúmedo con lluvias en verano, ocupando una franja al sur, climas templado húmedo con abundantes lluvias en verano en una zona de la parte central templado húmedo con llueve todo el año, en una amplia franja de la parte central. Con una temperatura anual de 15.8 °C y una precipitación de 2121 mm (INEGI, 2014).



**Figura 2: Ubicación donde se realizó el experimento: Av. Agustín de Iturbide, El Llanito, 73904 Ocota, Tlatlauquitepec, Puebla**



## 5.2. Unidades experimentales

### 5.2.1. Animales

Se manipularon 32 hembras multíparas de las razas Dorper y Katahdin; con un peso medio de  $47 \pm 9,8$  kg, una edad aproximada de 3,5 años y una condición corporal de  $3 \pm 0,5$  en una escala del 1 al 5.

### 5.3. Manejo preventivo

Las ovejas fueron previamente desparasitadas con Levamisol inyectable 120 mg (1 ml/20 kg) vía intramuscular, vacunadas con Bacterina polivalente (2.5 ml) vía intramuscular para prevenir fiebre de embarque, carbón sintomático, edema maligno, gangrena gaseosa, hepatitis necrótica infecciosa, riñón pulposo y enterotoxemia, posteriormente se vitaminaron con vitamina ADE vía intramuscular.

### 5.4. Alimentación

Tres días antes de realizar la sincronización se inició una dieta de Flushing la cual consistía en una mezcla de granos que contenía maíz, sorgo, pasta de soja, minerales y bentonita (Cuadro 1), se les proporcionó una cantidad de 800 g de concentrado y 900 g de rastrojo de maíz a cada borrega por día, 15 días antes y 15 días posteriores al empadre.

**Cuadro 1: Aporte de proteína y energía de cada ingrediente aportado para el Flushing**

Ingredientes	%	%PC	Aporte PC	Energía	Aporte Mcal
Maíz	50	9	45	3.3	1.7
pasta soya	18	44	79.2	3.4	0.1
Sorgo	30	9	27	3.3	1.0
Minerales	2	0	0	0	0
Bentonita	2	0	0	0	
Total	102 kg	62	124.2	10	2.8

(%) porcentaje (PC) Proteína Cruda (Mcal) Mega calorías (kg) kilo gramo

Durante los primeros 100 días de gestación la dieta fue únicamente de mantenimiento que consistió en 250 g de concentrado más 900 g de rastrojo de maíz y pastoreo.

Después de los 100 días nuevamente se les proporcionó dieta de Flushing, la (Cuadro 2) cantidad de 800 g y 900 g de rastrojo de maíz a cada borrega por día hasta el día del parto.

Para la etapa de lactación se administró una dieta con una cantidad de proteína del 18 % y 2.8 Mcal. De energía metabolizable más 2 kg de ensilado de toronja y avena henificada.

Para el destete de los corderos se realizó un creep feeding que se proporcionó libre acceso (Cuadro 2)

**Cuadro 2: Aporte de proteína y energía de cada ingrediente aportado para el creep feeding**

Ingredientes	%	%PC	Aporte PC	Energía	Aporte Mcal
Maíz	50	9	45	3.3	1.7
Pasta de soya	25	44	110	3.4	0.1
Sorgo	23	9	20.7	3.3	1.0
Minerales	2				
Total	100 kg	62	175.7	10	2.8

(%) porcentaje (PC) Proteína Cruda (Mcal) Mega calorías (kg) kilo gramo

### 5.5. Protocolo de sincronización

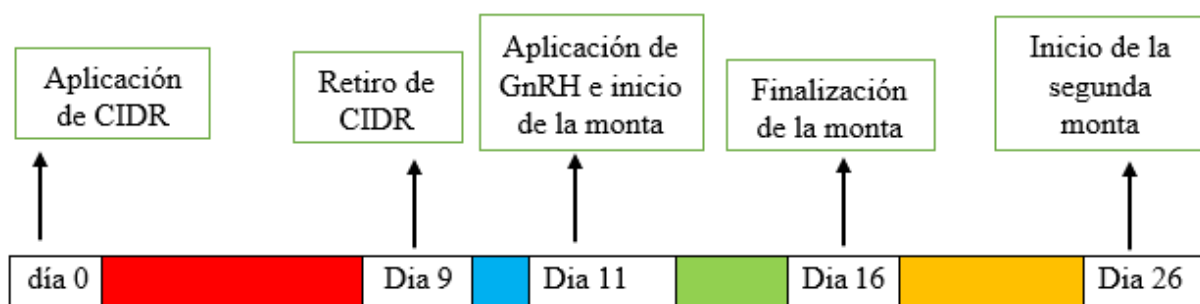
Las ovejas se repartieron de forma aleatoria en cuatro grupos para la consignación de los tratamientos experimentales. Se les aplicó GnRH a los cuatro tratamientos en diferentes dosis, en el tratamiento uno y dos se les insertó el dispositivo intravaginal CIDR durante 9 días y al tratamiento tres y cuatro se les aplicó dos dosis de prostaglandina (PGF<sub>2</sub> $\alpha$  = cloprostenol) (cuadro 3).

**Cuadro 3: Tratamientos para la sincronización de estro y aplicación de dosis de GnRH**

Tratamientos	CIDR	PGF2 $\alpha$	GnRH	Duración
T1 n=8	X		25 mg	9 días
T 2 n=8	X		50 mg	9 días
T3 n=8		X	25 mg	9 días
T4 n=8		X	50 mg	9 días

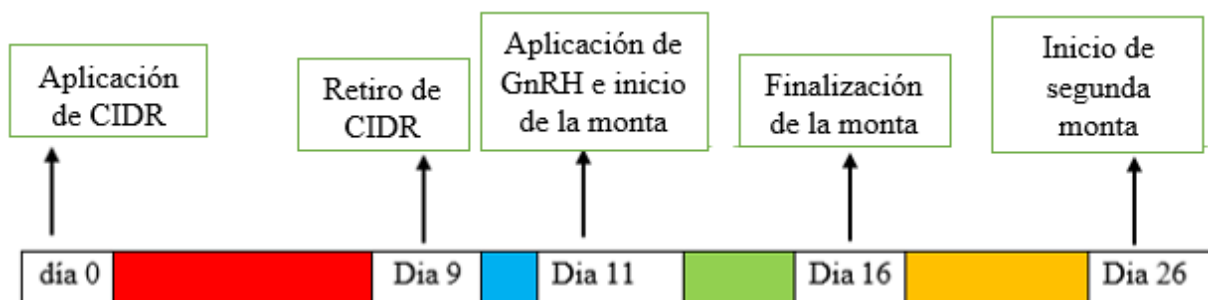
(T) tratamiento (n) Número de animales (mg) miligramos (x) presencia

El T1 (n=8) consistió en la aplicación de un dispositivo intravaginal (CIDR) con 0,3 g de progesterona natural y al retiro aplicó una dosis de 25 mg (100-50  $\mu$ g) de GnRH. (Figura 3).



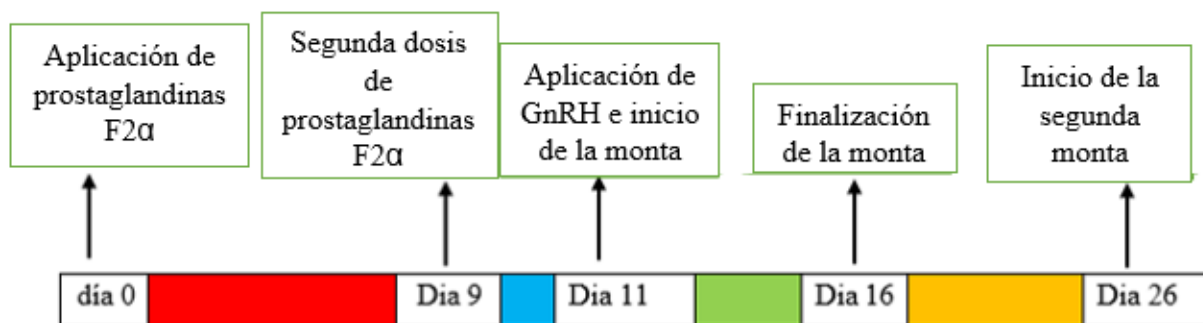
**Figura 3: Tratamiento 1. Protocolo de sincronización utilizando CIDR con dosis de 25 mg de GnRH**

El T2 (n=8) consistió en la aplicación de un dispositivo intravaginal (CIDR) con 0,3 g de progesterona natural y a las 48 horas del retiro aplicó una dosis de 50 mg (1-50  $\mu$ g) de GnRH (Figura 4).



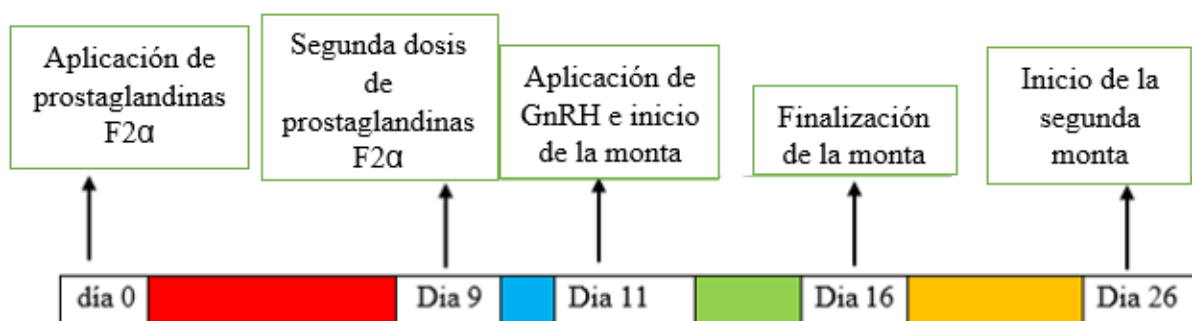
**Figura 4: Tratamiento 2. Protocolo de sincronización utilizando con CIDR con dosis de 50 mg de GnRH**

El T3 (n=8) consistió en aplicar dos dosis de PGF $2\alpha$  (cloprostenol) a una dosis de 1.25 ml (250  $\mu$ g) una el día 0 y después al día 9 y a las 48 horas posteriores se aplicó una dosis de 25 mg (1-50  $\mu$ g) de GnRH (Figura 5).



**Figura 5: Tratamiento 3. Protocolo de sincronización de utilizando PGF $2\alpha$  con dosis de 25 mg de GnRH**

El T4 (n=8) consistió en aplicar dos dosis de PGF $2\alpha$  (cloprostenol) 1.25 ml (250  $\mu$ g) una el día 0 y después al día 9, a las 48 horas posteriores se aplicó una dosis de 50 mg (1-50  $\mu$ g) de GnRH (Figura 6).



**Figura 6: Tratamiento 3. Protocolo de sincronización de utilizando PGF2 $\alpha$  con dosis de 50 mg de GnRH**

### 5.6. Aplicación de CIDR Y Prostaglandinas

Los dispositivos intravaginales CIDR se aplicaron por vía intravaginal utilizando un aplicador previamente desinfectado con una solución de yodo y agua; Se aplicó lubricante vaginal al aplicador, lo que permitió insertar el dispositivo en la vagina. Una vez retirado el aplicador confirmó que el dispositivo estaba colocado de forma adecuada.

La aplicación de Cloprostenol se realizó por vía intramuscular aplicando una dosis de 1.25 ml. con ayuda de una jeringa de 3 ml.

### 5.7. Extracción de CIDR, aplicación de Prostaglandinas y GnRH

Una vez extraídos los dispositivos intravaginales CIDR a los 9 días, se les aplicó a las 48 horas una dosis intramuscular de GnRH, en el tratamiento uno se aplicó 25 mg y en el tratamiento dos se aplicó 50 mg (1-50  $\mu$ g).

En el tratamiento tres y cuatro a los 9 días se aplicó la segunda dosis 1.25 de Cloprostenol, a las 48 horas se administraron inyecciones intramusculares de GnRH, en el tratamiento tres se aplicó una dosis de 25 mg y en el tratamiento cuatro se aplicó una dosis de 50 mg (1-50  $\mu$ g).

### 5.8. Detección de estros

La detección de celo comenzó 24 horas después de la extracción de los dispositivos intravaginales, la segunda dosis de cloprostenol y la segunda dosis de GnRH utilizando dos

sementales Katahdin. Se asumió que la hembra estaba en celo cuando permaneció inmóvil, lo que permitió montar, y el uso de un rotulador ayudó a identificar a las hembras montadas.

### **5.9. Monta natural**

Se realizó presentando el macho a la hembra para permitir la monta, utilizando dos machos adultos asignados aleatoriamente a cada corral durante cinco días de tratamiento.

### **5.10. Segunda monta**

Observando el reinicio al estro a partir del día 15 posteriores a la primera monta, intercambiaron los sementales y permanecieron durante cinco días para que cubrieran a las hembras que repitieran el estro.

### **5.11. Diagnóstico de gestación**

35 días después del primer apareamiento todas las hembras fueron examinadas con ultrasonido (CTS - 3300 V).

### **5.12. Diseño experimental**

Se realizó un diseño completo ala azar con 8 repeticiones y cuatro tratamientos donde la unidad experimental fue cada hembra.

### **5.13. Variables evaluadas**

Las variables experimentales que se evaluaron en el presente trabajo de investigación son las siguientes:

#### **5.13.1. Porcentaje de celo**

Al macho se le colocó un cinturón con un crayón marcador para poder identificar a las hembras que monto y de esta manera se observó cuantas entraron al celo. Se calculó el número de ovejas marcadas (Om) sobre el número total de ovejas (To) y multiplicándolas por 100.

$$\% \text{ de celo} = (Om/To) * 100$$

### **5.13.2. Tasa de gestación**

Es el número de ovejas preñadas (Opñ) (diagnóstico de gestación) sobre el número de ovejas montadas (OM) multiplicadas por 100.

$$\% \text{ de gestación} = (\text{Opñ}/\text{OM}) * 100$$

### **5.13.3. Porcentaje de fertilidad**

Es el número total de ovejas paridas (OP) entre el número total de ovejas montadas (OM) multiplicadas por 100.

$$\% \text{ Fertilidad} = (\text{OP}/\text{OM}) * 100$$

### **5.13.4. Prolificidad**

Es el número total de corderos nacidos (CN) entre el número de ovejas paridas (OP) multiplicado por 100.

$$\% \text{ Prolificidad} = (\text{CN}/\text{OP}) * 100$$

### **5.13.5. Peso al nacimiento**

Al momento de nacer la borrega limpio a su cordero y posteriormente se le amarró el cordón umbilical con hilo de seda sumergido en yodo y se procedió a pesar al cordero dentro de un costal limpio con una báscula digitalizada.

## **5.14. Análisis estadístico**

Los datos obtenidos fueron analizados mediante una prueba no paramétrica, porcentaje de celo, tasa de gestación, porcentaje de fertilidad y porcentaje de prolificidad.

Para el caso de peso al nacimiento, que es una variable paramétrica, se utilizó un Modelo General Lineal (GLM).

Se empleó una prueba de Kruskal Wallis para los parámetros reproductivos, y para la comparación de medias se realizó mediante el proceso de Post Hoc de Kruskal Wallis y Tukey ( $p < 0.01$ ). El análisis fue realizado utilizando el paquete estadístico (SPSS-18).

### Modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variables de respuesta en el  $i$ -ésimo tratamiento de la  $j$ -ésima repetición

$\mu$  = Media general

$T_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$E_{ij}$  = Error aleatorio

### Prueba de Kruskal-Wallis

$$k = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_i - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

Donde:

$n_i$  = es el número de observaciones en el grupo  $i$

$R_{ij}$  = es el rango (entre todas las observaciones) de la observación  $j$  en el grupo  $i$

$N$  = número total de observaciones entre todos los grupos

$$\bar{r}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}}{n_i}$$

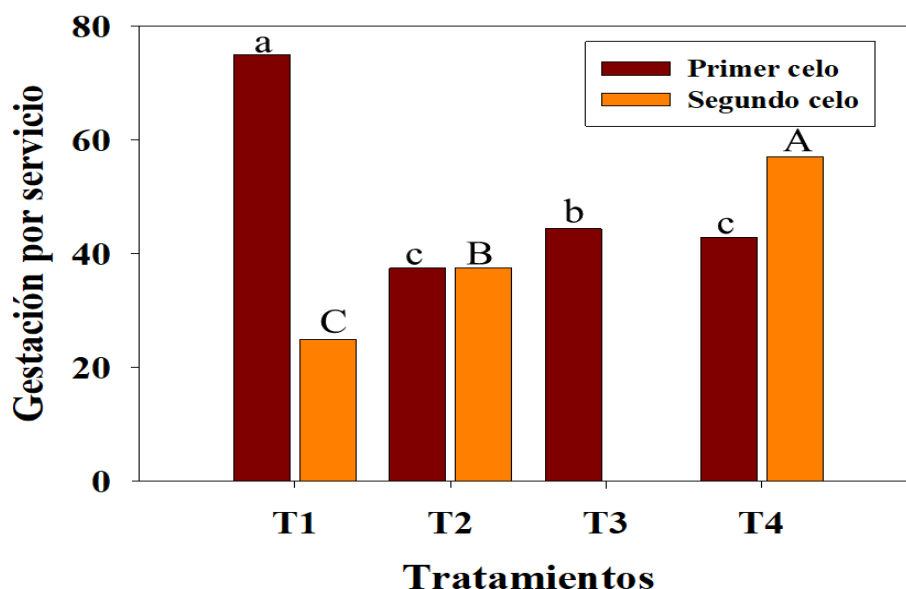
$\bar{r} = (N + 1) / 2$  es el promedio de  $r_{ij}$



## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1.1. Porcentaje de celo

Para la variable porcentaje de celo en el primer servicio (Figura 7), existió diferencia significativa ( $P<0.01$ ) entre los tratamientos, donde T1 con (75 %) fue superior al T3, T4 y T2 con (44.4, 42.8 y 37.5 %) respectivamente. Para al segundo servicio se obtuvo diferencia significativa ( $P<0.01$ ) entre los tratamientos donde el tratamiento 4 con (42.8 %) fue superior a los tratamientos 2, 1 y 3 con (37.5, 25 y 0 %) respectivamente.



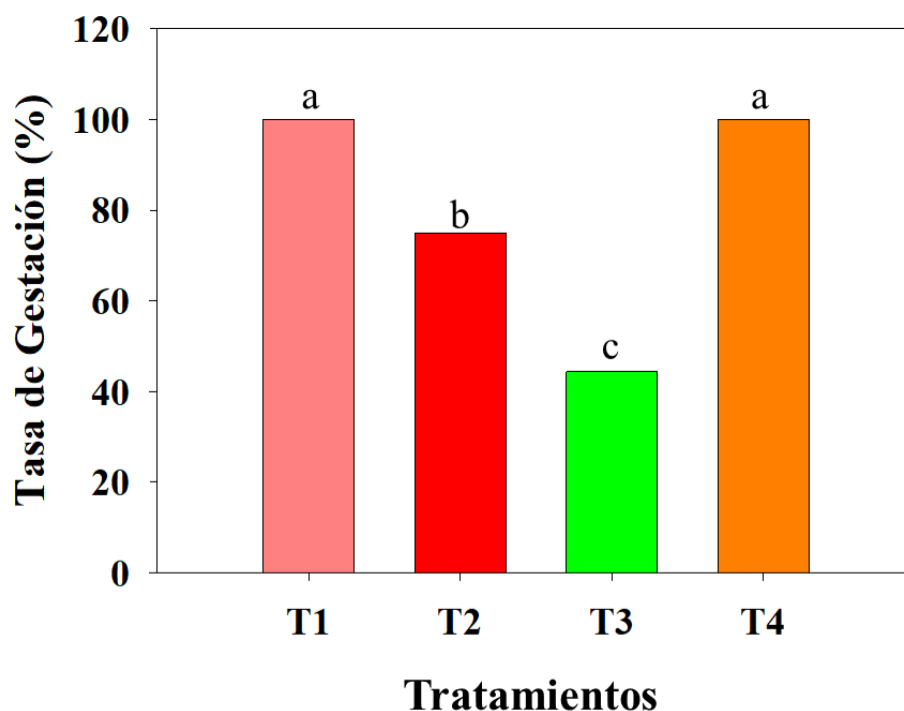
**Figura 7: Porcentaje de celo en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 25 mg de GnRH, (T2) CIDR + 50 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 25 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 50 mg GnRH. Literales (a, b, c) = a diferencia significativa en el primer celo ( $p<0.01$ ) y las literales (A, B, C) = a diferencias significativas ( $p<0.01$ ) en el segundo celo.**

Los resultados obtenidos en la presente investigación en lo que se refiere a la variable porcentaje de celo resultaron similares a lo que menciona Garccia (2007) mencionan que obtuvieron 100 % de presentación de celo sincronizado con esponjas artesanales para probar la eficiencia en la inseminación artificial. Tomando en cuenta a los dos celos son similares a lo

reportado por Razo (2010) quien aplico esponjas evaluando niveles de Flushing obteniendo el 94% de celo y Garcia (2007) quien obtuvo el 100 % de presencia de celo al aplicar 750 UI de eCG en combinación con esponjas impregnadas con 30 mg de FGA en ovejas Suffolk anestrícas. Se debe considerar que los resultados obtenidos en comparación con los ya mencionados se redujo el tiempo de sincronización obteniendo resultados favorables.

### 6.1.2. Tasa de gestación

Para la variable tasa de gestación (Figura 8), existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, donde los tratamientos 1 y 4 con (100 %) fue superior a los tratamientos 2 y 3 con (75 y 57.6 %) respectivamente considerando dos servicios.

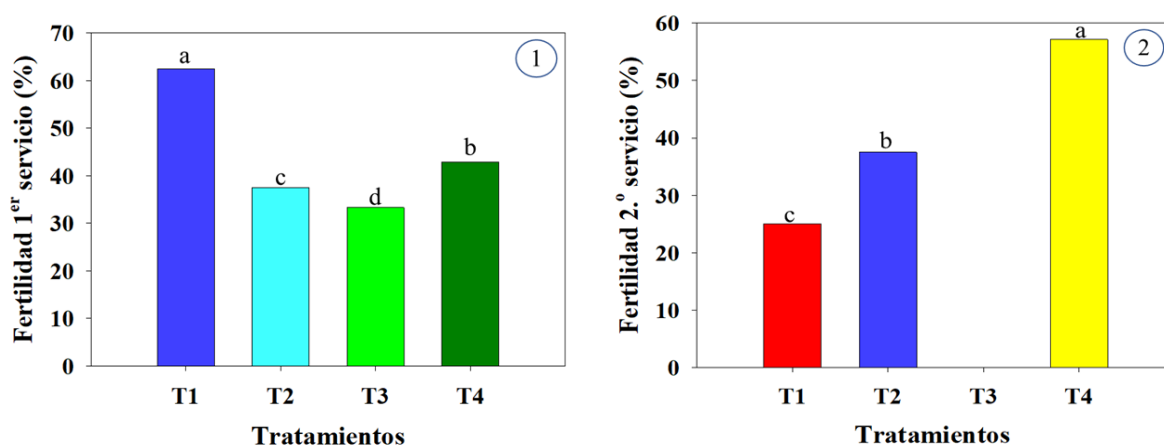


**Figura 8:** Tasa de gestación en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 25 mg de GnRH, (T2) CIDR + 50 mg de GnRH, (T3) PGF $2\alpha$  + 25 mg de GnRH, (T4) PGF $2\alpha$  50 mg GnRH. Se encontraron diferencias significativas en cuanto al porcentaje de gestación uniendo ambas montas. Literales (a, b, c) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ )

Los resultados de la tasa de gestación variable obtenidos en el presente estudio fueron diferentes a los de Méndez (2009) quienes lograron 100 % de gestación sincronizando estros con esponjas impregnadas con 6 mg de MAP en ovejas cruce Pelibuey- Katahdin bajo dos sistemas de producción usando un CIDR-G con 300 mg P4 durante un período de 12 días en apareamiento natural; Evans y Maxwell (1990) usaron un CIDR -S con 366 mg P4 o 60 mg MAP durante 14 días en ovejas occidentales al inicio de la época reproductiva y logró 57 % preñez con monta natural, por lo tanto tratamiento 1 y 4 con (100%). Mejores resultados en comparación con el tratamiento 2 y 3 con (75, 57,6 %) trabajos similares a los anteriores.

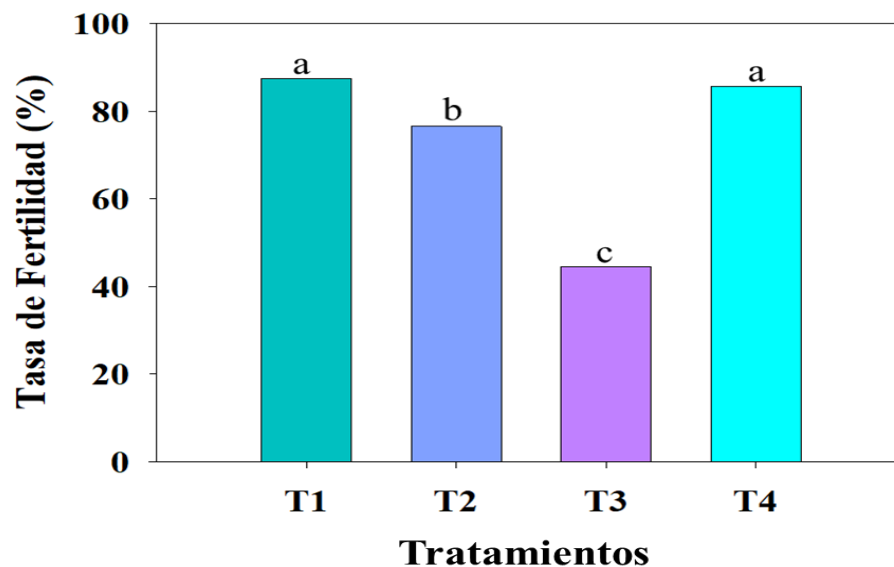
### 6.1.3. Porcentaje de fertilidad

Para la variable porcentaje de fertilidad en el primer servicio (Figura 9), existió diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, donde el tratamiento 1 con (62.5 %) fue superior a los tratamientos 4, 2 y 3 con (42.85, 37.5 y 33.3 %) respectivamente. Para el segundo servicio se obtuvo diferencia significativa ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos donde el tratamiento 4 con (57.14 %) fue superior a los tratamientos 2, 1 y 3 con (37.5, 25 y 0 %) respectivamente, es importante mencionar que en los porcentajes del segundo servicio no está contemplado la suma del primer servicio.



**Figura 9: Fertilidad en los diferentes celos en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 25 mg de GnRH, (T2) CIDR + 50 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 25 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 50 mg GnRH. Literales (a, b, c, d) = a diferencia significativa  $p < 0.01$**

Para la variable porcentaje de fertilidad (Figura 10), existió diferencia significativa ( $P<0.01$ ) entre los tratamientos donde los tratamientos 1 y 4 con (100 %) fue superior a los tratamientos 2 y 3 con (75 y 57.6 %) respectivamente considerando dos servicios.

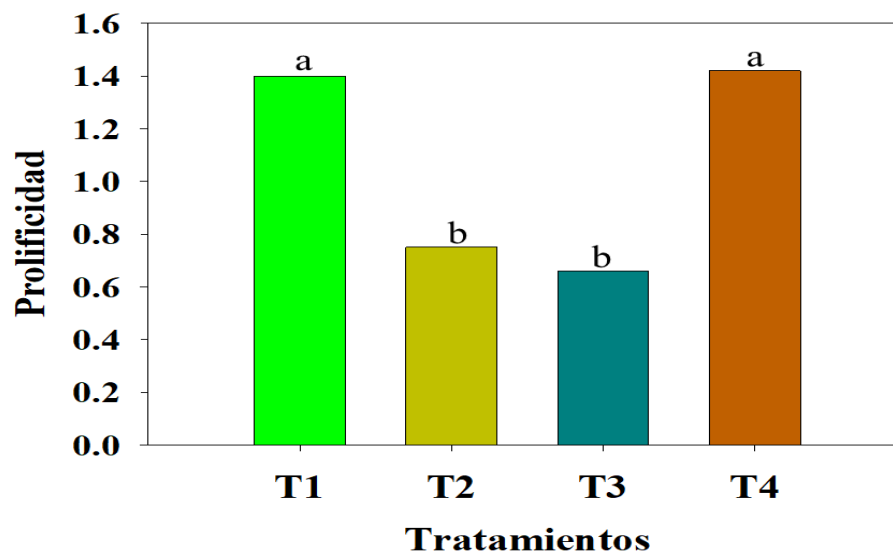


**Figura 10: Porcentaje de fertilidad en ovejas sincronizadas con CIDR y prostaglandinas con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 25 mg de GnRH, (T2) CIDR + 50 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 25 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 50 mg GnRH Literales (a, b, c) = a diferencia significativa ( $p<0.01$ ).**

Los resultados obtenidos en la presente investigación con relación a la variable tasa de fertilidad resultaron similares a los reportados por Garcia (2007), condujeron un estudio en ovejas de la raza Ghezel para investigar la eficiencia de los CIDR insertados en la vagina durante 14 días y al retiro aplicaron diferentes dosis de eCG, encontrando que el porcentaje de preñez fue en promedio del 90 % utilizando tres dosis distintas de eCG; así mismo el porcentaje de parición fue de 86.6 %. Siendo similares a los datos obtenidos representados en la figura 9.

#### 6.1.4. Prolificidad

Para la variable porcentaje de fertilidad (Figura 11), existió diferencia significativa ( $P<0.01$ ) entre los tratamientos donde los tratamientos 4 y 1 con (1.4 %) fue superior a los tratamientos 2 y 3 con (0.75 y 0.63 %) respectivamente considerando dos servicios.



**Figura 11: Prolificidad en ovejas sincronizadas con CIDR y PGF2 $\alpha$  con dosis de GnRH. (T1) CIDR + 25 mg de GnRH, (T2) CIDR + 50 mg de GnRH, (T3) PGF2 $\alpha$  + 25 mg de GnRH, (T4) PGF2 $\alpha$  + 50 mg GnRH Literales (a, b) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).**

Los resultados obtenidos en la presente investigación en relación con la variable porcentaje de prolificidad resultaron distintas T1 y T4 a las reportadas por torres (2001) detectaron porcentajes de prolificidad por debajo a la de este trabajo 0.78, 0.70 y 0.77, para cabras tratadas con prostaglandinas, esponjas con progestágenos durante 16 días más PMSG y son similares a los resultados del tratamiento 2 y 3 respectivamente. Wildeus (2000) trabajando con esponjas intravaginales con progesterona, implantes con norgestomet, cloprostenol y combinaciones de esponjas - cloprostenol, obtuvieron un rango de prolificidad entre 0.64 0.83, no encontrando diferencias entre los tratamientos y calificándolos como efectivos para la sincronización sin afectar la fertilidad de las cabras, pero estando por debajo de los resultados obtenidos en el presente trabajo.

#### **6.1.5. Peso al nacimiento**

En el presente trabajo se registraron pesos de los corderos de  $4.5 \pm 0.3$  kg, con base en el peso al nacimiento no se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) en el cuadro 4 se muestran los promedios de cada tratamiento.

**Cuadro 4: Peso al nacimiento**

Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Peso al nacimiento	3.94 b	3.94 b	4.17 a	3.93 b

(T) tratamiento (a, b) = a diferencia significativa ( $p < 0.01$ ).

## VII. CONCLUSIÓN

A base de los resultados obtenidos en este trabajo podemos concluir que al utilizar una dosis de GnRH (25 mg) combinado con el dispositivo intravaginal CIDR, mejora los parámetros reproductivos de las ovejas de pelo en temporadas no reproductivas.

Por consiguiente, es viable sincronizar ovejas de pelo en época no reproductivas empleando la combinación de CIDR en periodos cortos con dosis de GnRH en ovejas en zona de montaña.

### VIII. LITERATURA CITADA

- Abecia J.A., Forcada F., González-Bulnes A. 2011. Pharmaceutical Control of Reproduction in Sheep and Goats. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27: 67-79.
- Amiridis G.S., Cseh S. 2012. Assisted reproductive technologies in the reproductive management of small ruminants. *Animal Reproduction Science* 130: 152-161.
- Bartlewski P., Tanya E., Jennifer L., Giffin. 2005. Ciclos reproductivos en ovejas. *Animal Reproduction Science*. 124,259-268.
- Bearden J. H., Funquay J. W., 1995. Reproduccion animal aplicada. Editorial el Manual. Moderno, S.V. Mexico, D.F.
- Becaluba F. 2006. produccion animal. [En línea] 2006. [Citado el: 04 de 06 de 2015.] [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/92-metodos\\_sincronizacion.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf).
- Cavestany D. 2015. Fisiología reproductiva de la hembra. [http://www.reproduccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/92-metodos\\_sincronizacion.pdf](http://www.reproduccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/92-metodos_sincronizacion.pdf).
- Cordero M. J.L., Sánchez T. E., Molina P., Nieto A. R., Peralta O.J., Cárdenas L. M., Mejía V.O., Olivares R. L., Figueroa V. J. L. 2011. Reducción de dosis de acetato de fluorogestona Mediante partición de esponjas para sincronización del estro en ovejas. *Revista Científica. FCV-LUZ*. 21(6):492–499
- Córdova I., Cordova J., Córdova M.S.; Córdova C.A.; 2008 Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Revista Veterinaria* 19 (1): 67-79.
- Davies M C.G. 2005. Fisiologia De La Reproducción De Los Équidos, Cria Y Manejo De La Yeguada. Zaragoza;. Acribia, VII, pp: 417.
- Duran-Ramirez F. 2008. Manual de explotacion y reproducción de ovejas y borregos, 245-256.



- INEGI. 2014. Instituto Nacional de Estadística Y Geografía, Anuario estadístico del estado de Puebla, Aguascalientes, México. 726 p.
- Evans G., Maxwell W.M.C. 1990 Inseminación Artificial de Ovejas y Cabras. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- Galina H. C. 1986. Reproducción de los animales domésticos. Limusa. Mexico D. F. pp. 326
- Galina C., Y Saltiel A., 1995 Reproducción de animales domésticos, sn, México – México, Edit., interamericana, p. 347.
- Galina, H.C., Saltiel C.A., Valencia M.J. Becerril A.J., Bustamante C.G., Calderon Y.A., Duchateau B.A. Fernandez B.S., Olguin B.A., Paramo M.R. y Zarco, Q.L. 1986. Reproducción de animales domésticos. Ed. Limusa, México, pp. 348-358.
- Garcia P.R. 2007 tasa de fecundación en la monta natural e inseminación artificial cervical en ovinos, tesis de licenciatura.
- Goff KJ., Knight JW., Pelzer KD., Akers RM. Y Goodman R. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle in: The physiology of reproduction. 2 ed by Knobil E. and Neill J.D. Raven Press, New York, volumen (47), Pp.556-709.
- Goodman R. 1994. Neuroendocrine control of the ovine estrous cycle in: The physiology of reproduction. 2 ed by Knobil E. and Neill J.D. Raven Press, New York, volumen (47), Pp.556-709.
- Hafez E. S. E., Hafez B. 2002. Anatomía del aparato reproductor del macho. Reproducción e inseminación artificial en animales (pp. 3 – 12) Séptima edición. México, D.F. McGraw-Hill Interamericana.
- Hafez R. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Sexta -Edición. McGraw Hill. Mexico D.F.
- Hunter R.H.F. 2005. Reproduction of Farm Animal. London: Longman. ra, M. M., 1994. Reproducción de los animales domésticos Aedos. España.
- Karsch F.J., Bittman E.L., Foster D.L., Goodman R.L., Legan S.J and Robinson JE., 1984 Neuroendocrine basis of seasonal reproduction. Recent Progress in Hormone Research.

- Keisler D.H., Buckrrell B.C. 1997 Breeding strategies. *In: Current Therapy in Large Animal Theriogenology*. Youngquist RS, (ed) WB Saunders Company. Philadelphia. pp: 603-611.
- König H. E., y Liebich H. G. 2005. Anatomía de los animales domésticos: texto y atlas en color (Vol. 2). Ed. Médica Panamericana.
- Lara P. J. 2000 Borregos Pelibuey, una atractiva opción, ovinocultura. The use of progesterone and PMSG in the control of estrus and twinning Awassi sheep. *Dirasat Agricultural Sciences*. 13: 85-91.
- Martínez J.J., Izaguirre F., Sánchez L. 2007. Reproductive performance in Black belly ewes synchronized with MPA and eCG during the low fertility season. *Revista Científica*.XVII. 47-52.
- Maxwel, W.M.C., Buttler, L. G.and Wilson, H.R.1986. Intrauterine Insemination of ewes with frozen sen. *Journal of agricultura science Cambriedge* 102:233-235.
- Mejía O., María P. 2010. Características reproductivas de los ovinos. *In: Curso teórico-práctico técnicas de reproducción asistida en ovinos, Guamo (Tolima)*. Asociación de Ovinocultura. pp.66-72.
- Notter D.R. progesterone 2013. secretion Circannual in changes intact in ewes, luteinizing hormone secretion in ovariectomized estradiol-implanted ewes, and prolactin secretion in three sheep breeds anticipated to differ in seasonality of reproduction. *Reproduction Science* 138, 194-202.
- Ozyurtlu N., Kucukaslan I., Cetin Y. 2010 Characterization of oestrous induction response, oestrous duration, fecundity and fertility in Awassi ewe during the nonbreeding season utilizing both CIDR and intravaginal sponge treatments. *Reproduction in Domestic Animals* 454: 464-467.
- Perez P. M. 2011. La condicon corporal y su relación con la productividad del ganado ovino y carpino. *Moderno, S.V. Mexico, D.F.* pp:14-18.
- Razo M.L. 2010. Evaluación de las Técnicas Flushing y esponjas intravaginales de con progestágenos en ovejas. Tesis de licenciatura en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp:18-20.

- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pecuaria. SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. 2021. Estadística de la producción ovina en México.
- Smith J.T. 2012. The role of kisspeptin and gonadotropin inhibitory hormone in the seasonal regulation of reproduction in sheep. *Animal Domestic Endocrinology* 43: 75-84.
- Stouffer R.L., Function Hennebold J.D. 2015. Structure, and Regulation of the Corpus Luteum. In: Plant TM, Zeleznik AJ, 1023-1076.
- Torres R. J. A., 2001. Bases de la ovinocultura tropical. Universidad Autónoma de Chapingo, Centro regional Universitario Oriente tesis de licenciatura. pp.67
- Uribe-Velásquez L.F., Oba E., Souza M.I.L. 2008. Población folicular y concentraciones plasmáticas de progesterona (P4) en ovejas sometidas a diferentes protocolos de sincronización. *Arch Med Vet*, pp. 83-88.
- Wildeus S. 2000 Current concepts in synchronization of estrus: sheep and goats. *Journal of Animal Science* 77: 1-14.