

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



TEMA:

---

**“EFECTO DEL ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA Y  
BENZOATO DE ESTRADIOL, SOBRE LA EMERGENCIA FOLICULAR  
EN CABRAS CON BAJA CONDICIÓN CORPORAL.”**

---

Documento Final del Proyecto de Investigación como requisito para  
obtener el grado de Médico Veterinario Zootecnista

**AUTORA:**

**MERCY MARIELA TIRADO VACA**

**TUTOR:**

**ING. GONZALO ARAGADVAY**

**CEVALLOS- ECUADOR**

**2018**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

La suscrita MERCY MARIELA TIRADO VACA, portadora de la cédula de identidad número: 180468190-4, libre y voluntariamente declaro que el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“EFECTO DEL ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA Y BENZOATO DE ESTRADIOL, SOBRE LA EMERGENCIA FOLICULAR EN CABRAS CON BAJA CONDICIÓN CORPORAL”** es original, auténtico y personal. En tal virtud, declaro que el contenido es de mi sola responsabilidad legal y académica, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas.

---

Mercy Mariela Tirado Vaca

C.I.: 180468190-4

## DERECHOS DE AUTOR

Al presentar este Informe Final del Proyecto de Investigación titulado: **“EFECTO DEL ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA Y BENZOATO DE ESTRADIOL, SOBRE LA EMERGENCIA FOLICULAR EN CABRAS CON BAJA CONDICIÓN CORPORAL”** como uno de los requisitos previos para la obtención del título de grado de Médico Veterinario y Zootecnista, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, autorizo a la Biblioteca de la Facultad, para que este documento esté disponible para su lectura, según las normas de la Universidad.

Estoy de acuerdo en que se realice cualquier copia de este Informe Final, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica potencial.

Sin perjuicio de ejercer mi derecho de autor, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato la publicación de este Informe Final, o de parte de él.

---

Mercy Mariela Tirado Vaca

C.I.: 180468190-4

**HOJA DE APROBACIÓN**  
**“EFECTO DEL ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA Y BENZOATO  
DE ESTRADIOL, SOBRE LA EMERGENCIA FOLICULAR EN CABRAS  
CON BAJA CONDICIÓN CORPORAL”**

**REVISADO POR:**

-----  
Ing. M. Sc. Gonzalo Aragadvay

**TUTOR**

-----  
Dr. Marcos Barros. PhD

**ASESOR DE BIOMETRIA**

-----  
Dr. Mg Gerardo Kelly

**ASESOR REDACCIÓN TÉCNICA**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por permitirme alcanzar todo lo que tengo, por las oportunidades que he tenido y que en cada una de ellas he aprendido algo distinto.*

*A mis padres*

*Por la paciencia y la dedicación diaria desde el primer día de mi existencia, además del apoyo incondicional y por forjar en mi todo lo que soy.*

*A mis docentes*

*Agradezco a mi maestro Ing. Gonzalo por la paciencia, apoyo compromiso, dedicación y su guía incondicional, del mismo modo a mis profesores por instruirme en el camino de la ciencia y el saber durante toda esta etapa universitaria, su labor es muy valiosa*

*Los amig@s*

*Mi agradecimiento a mis amigos que han formado parte de esta etapa, estando en las malas en las peores y en las buenas, cada uno con su forma de ser y con cada ocurrencia han alegrado mi vida y han hecho todo más llevadero, a ti mi amiga del alma Ericka Moya que siempre estuviste junto a mí, apoyándome incondicionalmente y corrigiéndome, gracias por tu paciencia y tu gran amistad.*

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo va dedicado de manera especial a mis padres Aníbal y Zoila y mi hermana Belén quienes han formado parte importante durante este trayecto y cada uno de mis logros, quienes a pesar de mis tropiezo, caídas y derrotas han estado junto a mi dándome ánimos, consejos para continuar a lo largo de la vida y poco a poco ir alcanzando mis metas, esta meta se las dedico a ustedes, solo me queda decirles Dios le pague por todo.*

## CONTENIDO

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	II
DERECHOS DE AUTOR .....	III
HOJA DE APROBACIÓN .....	IV
AGRADECIMIENTO .....	V
DEDICATORIA .....	VI
CONTENIDO .....	VII
INDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN.....	XI
PALABRAS CLAVES .....	XI
SUMARY.....	XII
CAPITULO I.....	13
CAPITULO II .....	15
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	15
2.2. CATEGORIAS FUNDAMENTALES.....	18
2.2.1. ESPONJAS DE ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA.....	18
2.3 EMERGENCIA DE ONDA FOLICULAR .....	20
2.4 Cabra .....	21
2.5.2 Reproducción .....	23
CAPÍTULO III.....	26
CAPÍTULO IV.....	27
MATERIALES Y MÉTODOS .....	27
CAPÍTULO V .....	35
5.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	35
CAPITULO VI.....	43
6.1. Conclusiones .....	43
6.2 BIBLIOGRAFÍA.....	44
PROPUESTA.....	53
7.1 DATOS INFORMATIVOS .....	53
7.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	53
7.3 Justificación.....	53
7.4. Objetivo.....	54
7.5. Análisis de factibilidad.....	54
7.6. Fundamentación .....	54

7.7.	Metodología, modelo operativo .....	54
7.8.	Administración.....	56



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del lugar.....	27
Tabla 2: Factores en estudio.....	29
Tabla 3: Tratamientos aplicados.....	30
Tabla 4: Comparación del tamaño folicular entre tratamientos.....	35
Tabla 5: Comparación del número de células superficiales entre tratamientos.....	37
Tabla 6: Gestación en cabras con baja condición corporal sometidas a protocolos de sincronización con y sin benzoato de estradiol.....	38
Tabla 7: Condición corporal en cabras sometidas a diferentes protocolos de sincronización con y sin benzoato de estradiol.....	38

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Condición corporal de la cabra modificado por Mercy Tirado, tomado de INTA & Montes (2009) .....	23
Figura 2: Ciclo estral de la cabra (Fatet et al., 2011) .....	25
Figura 3: Esquema de protocolos de sincronización utilizados en los tratamientos ..	33
Figura 4: Dinámica folicular de cabras sometidas a diferentes protocolos de sincronización y aplicación de Benzoato de Estradiol (BE) .....	36
Figura 5: Correlación entre niveles de estrógenos y tamaño folicular de cabras sincronizadas con y sin benzoato de estradiol.....	37

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en cabras de condición corporal 2 (CC 2) en la facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, se evaluaron un total de 12 cabras previamente por ultrasonografía trans-rectal y fueron distribuidas aleatoriamente en 4 grupos (T1, T2, T3, T4); en las que se evaluó el efecto del acetato de medroxiprogesterona (AMP) esponja intra-vaginal, a distinto tiempo de retiro con y sin aplicación de benzoato de estradiol (BE) sobre la dinámica folicular, emergencia de la onda folicular, expresividad del celo y porcentaje de gestación. Los tratamientos se aplicaron al día 0 todas las hembras recibieron una esponja intra-vaginal (60 mg de AMP) durante 11 días para dos grupos (T1, T2), y 14 días para los dos grupos restantes (T3, T4). Los tratamientos T1 y T3 recibieron 1mg de BE (IM) el mismo día de la aplicación de la esponja intra-vaginal y un día después de la extracción de la misma, se aplicó una segunda dosis de BE (0,5mg) para inducir la ovulación. La respuesta ovárica fue monitoreada diariamente por ecografía trans-rectal desde el día 0 hasta el día 14 (T1 y T2) y 17 (T3 y T4) días que se dio monta directa, posteriormente se midió la concentración plasmática de  $17\beta$ -estradiol el día final del tratamiento y se correlacionó con el tamaño folicular, se realizó citología vaginal para confirmar la presencia de estro y 35 días después de la monta directa se realizó ecografía para comprobar gestación. Se utilizó un diseño factorial de 2x2 (día de retiro de la esponja intra-vaginal y aplicación de BE) y se analizó las variables mediante un ANOVA. En conclusión, el tratamiento con AMP combinado con BE, no mejora el tamaño folicular, sin embargo existe una baja concepción para estos tratamientos (T1, T3), mientras que el uso de AMP sin combinar con BE tiene una mejor concepción, por lo cual en cabras no se ve afectada la fertilidad en relación con la baja condición corporal.

**PALABRAS CLAVES:** folículo, dinámica folicular, estro, progesterona, gestación.

## SUMMARY

The present study was conducted in goats of body condition 2 (CC 2) in the faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Ambato, a total of 12 goats were previously evaluated by trans-rectal ultrasonography and were randomly distributed in 4 groups (T1, T2, T3, T4); in which the effect of medroxyprogesterone acetate (AMP) sponge intra-vaginal, at different time of withdrawal with and without application of estradiol benzoate (BE) on the follicular dynamics was evaluated, emergence of the follicular wave, expressiveness of the heat and percentage of gestation. The treatments were applied to day 0 all the females received an intra-vaginal sponge (60 mg of AMP) during 11 days for two groups (T1, T2), and 14 days for the remaining two groups (T3, T4). The T1 and T3 treatments received 1mg of BE (IM) on the same day of the intra-vaginal sponge application and one day after the extraction of the same, a second dose of BE (0.5mg) was applied to induce the ovulation. The ovarian response was monitored daily by trans-rectal ultrasound from day 0 to day 14 (T1 and T2) and 17 (T3 and T4) days given mount directly, subsequently, the plasma concentration of  $17\beta$ -estradiol was measured on the final day of treatment and correlated with follicular size, vaginal cytology was performed to confirm the presence of estrus and 35 days after direct mounting, ultrasound was performed to check for pregnancy. A 2x2 factorial design (day of intra-vaginal sponge removal and BE application) was used and the variables were analyzed by means of an ANOVA. In conclusion, treatment with AMP combined with BE, does not improve follicular size, however there is a low conception for these treatments (T1, T3), while the use of AMP without combining with BE has a better conception, so in goats fertility is not affected in relation to low body condition.

**KEY WORDS:** follicle, follicular dynamics, oestrus, progesterone, gestation.

## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

La cabra (*capra hircus*) es una especie cuyo ciclo sexual es de 21 días en promedio aunque a veces se observan ciclos cortos, cuya duración media puede ser solamente de seis días y ciclos largos de 30 e incluso 44 días, lo que afecta en la reproducción de esta especie, pudiendo acortar este tiempo mediante el uso de hormonas exógenas como el acetato de medroxiprogesterona y benzoato de estradiol.

En las cabras, el estro ocurre en respuesta a estrógenos solo si el animal ha estado expuesto previamente a progesterona (a través de la presencia de un CL anterior), es decir, el folículo dominante de la primera onda por efecto de altos niveles de progesterona producidos por el cuerpo lúteo funcional es incapaz de ovular y la progesterona (P4) hace feed-back negativo en el hipotálamo inhibiendo la liberación de gonadotropinas (FSH, LH) hacia la hipófisis, por lo tanto el folículo dominante de primera onda al encontrarse en fase luteal y altos niveles de progesterona pierde su dominancia y entra en atresia, esto a su vez surge directamente en la emergencia de una nueva onda folicular (Cunningham, G. & Klein, L., 2009).

La sincronización del estro en el ganado se centra en la manipulación de la fase lútea o folicular del ciclo estral. En cabras, la oportunidad de control es mayor durante la fase lútea, que es de mayor duración y responde mejor a la manipulación. Se pueden emplear estrategias para extender la fase lútea mediante el suministro de progesterona exógena o acortar esta fase mediante una regresión prematura del cuerpo lúteo (CL) existente (Wildeus, S., 2000).

En este sentido la emergencia folicular en cabras se comporta, como en otras especies a través de ondas foliculares, donde el tiempo de emergencia de una nueva onda después de la ovulación es muy variable. Esta emergencia folicular se da en rangos de  $0,5 \pm 0,6$ ;  $7,5 \pm 0,6$  y  $12 \pm 0,6$ , días para la onda 1, onda 2, y onda 3, respectivamente, en cabras con tres ondas foliculares y de  $0,6 \pm 0,3$ ,  $4,7 \pm 0,2$ ,  $9,4 \pm 0,5$ , y  $13,4 \pm 0,5$  días para la onda 1, onda 2, onda 3 y onda 4, respectivamente, en cabras con cuatro ondas foliculares (De Castro, Rubianes *et al.* 1999; Medan *et al.* 2003; Uribe, L 2015).

Consecuentemente, el tiempo de emergencia del folículo determinará el número de ondas foliculares que presentará el caprino en un ciclo estral y que según (Evans, 2003; Fatet, Pellicer-Rubio, & Leboeuf, 2011; Medan et al., 2003; Simões et al., 2006) puede ir de 1 hasta 6 ondas foliculares.

Bajo este tenor, existe en el mercado diferentes hormonas exógenas que permiten modular y manejar el desarrollo folicular. Para la sincronización de celos en cabras en estación reproductiva el uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos permiten concluir que, luego de cinco días sin haber manifestado celo en estación reproductiva, la mayoría de las cabras respondieron a una dosis de prostaglandina, sin observar diferencias en las tasas de celo, fertilidad y prolificidad con los resultados cuando se usaron esponjas de AMP durante 14 días (Pérez et al., 2012), en busca de una sincronización eficiente de la ovulación; y por tal motivo el objetivo de esta investigación es determinar el efecto de acetato de medroxiprogesterona (AMP) y benzoato de estradiol (BE) sobre la emergencia folicular en cabras con condición corporal 2 (CC 2).

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En un estudio realizado por Cancino, A.; Aller, J.; Rebuffi, G. & Alberio, R., (2011) sobre el control de la dinámica folicular ovárica en llamas (*Lama glama*) en posparto temprano concluye que el tratamiento con acetato de medroxiprogesterona (AMP), administrado de manera intra-vaginal e inyectable, combinado con una inyección de benzoato de estradiol (BE), demoró la emergencia de una nueva onda folicular en aproximadamente dos días y el diámetro del folículo dominante  $\geq 6\text{mm}$  al día 12 y la tasa ovulatoria fueron menores que en hembras sin BE.

Se ha señalado que la exposición de los folículos dominantes a concentraciones variables de progesterona es importante en la fertilidad posterior a la ovulación, sobre todo en programas de sincronización de celos empleando progestágenos. Esto es quizá debido a un desarrollo anormal del oocito (Ortega, J. & Aguilar, J., 2002).

En un estudio realizado por Wildeus, S. (2000), menciona que, usando esponjas de acetato de medroxiprogesterona (AMP) en ovejas Suffolk cíclicas en los días 6 y 12 extendió ( $P < .001$ ) el intervalo ovulatorio de 16.4 a 22.8 y 28.4 días, respectivamente, y aumentó el número de ondas foliculares de tres a cuatro y cinco, individualmente, sobre el observado en las ovejas en el día 0. La ovulación después de la remoción de la esponja ocurrió más temprano durante el día 0 y el día 12 que el día 6. Por lo tanto, la etapa del ciclo del estro en la implantación tiene implicaciones para la inseminación programada después de la sincronización del estro.

Se relata en el estudio de Regueiro, et al. (1999), que, las concentraciones de progesterona mostraron diferentes perfiles, dependiendo si las cabras presentaban ciclos de celos cortos o normales. En animales que exhibieron ciclos cortos, las fases luteales duraron entre 4 y 6 días. Estos tipos de fases lúteas pueden ser la consecuencia de luteólisis prematura o folículos luteinizados que no pueden ovular. Los niveles medios de progesterona en la fase lútea media de los animales tratados con gonadotropina coriónica equina (ecG) fueron mayores. Además, las concentraciones de progesterona dentro del grupo de las cabras tratadas con ecG mostraron que los

animales no gestantes tenían concentraciones más altas que las gestantes. Se ha sugerido que los niveles elevados de progesterona en plasma que siguen a la superovulación son debido a la presencia de un alto número de cuerpos lúteos.

Varios estudios realizados en vacas y ovejas informan el efecto de los niveles plasmáticos de progesterona en el desarrollo folicular. En las vacas, la progesterona afecta el desarrollo dominante del folículo de una manera dependiente de la dosis. Los niveles más altos (supraluteal) acortan el intervalo hasta la aparición de la siguiente onda. El mecanismo por el cual la progesterona inhibe el crecimiento folicular es a través de la supresión de la frecuencia del pulso de la hormona luteinizante (LH) que es crítica para el crecimiento continuo de los folículos grandes. Además, en la oveja, se encontró una correlación negativa entre los niveles altos de progesterona y el diámetro alcanzado por el folículo más grande durante la fase lútea temprana. Por lo tanto, las concentraciones de progesterona luteínica, mediante la supresión de la frecuencia del pulso de LH, pueden contribuir al recambio folicular. De esta manera, el diámetro más pequeño alcanzado por el folículo más grande de una onda podría atribuirse a la influencia negativa del aumento de los niveles de progesterona durante su fase de crecimiento, como se demostró en la vaca. Colectivamente, estas observaciones sugieren que a medida que avanza la fase lútea. El recambio folicular aumenta, y los intervalos entre las ondas se acortan en las cabras (De Castro et al., 1999).

El efecto de la inyección de 5 mg de Estradiol (E-17) en animales intactos resultó en la supresión de la hormona folículo estimulante (FSH), durante aproximadamente 36 a 48 horas, seguida por un aumento durante las 36 a 48 horas siguientes y la emergencia sincrónica de una onda folicular 1 día más tarde sin importar el estadio de la onda folicular al momento del tratamiento. En vacas ovariectomizadas esto resultaría en la emergencia de una onda folicular en un intervalo de 3 a 4 días en animales tratados con E-17 y de 4 a 5 días en animales tratados con benzoato de estradiol o valerato de estradiol. El retraso en el incremento de las concentraciones de FSH en plasma puede servir para explicar tanto la demora como la variabilidad en la emergencia de la onda folicular que se observa en animales intactos tratados con dosis de 5 mg de BE (Bo et al., 1996). La secreción y la liberación de FSH dependen de la dosis de estradiol y de diferentes ésteres de estradiol que suprimen la liberación de FSH por intervalos



variables independientes del tiempo que el estradiol permanece en altas concentraciones en la circulación (Bó, G., 2003).

Los protocolos de estimulación hormonal presentados por Mendes, et al. (2018), muestran que durante el ciclo estral, existen variaciones en el número de folículos, mientras que cerca de la ovulación, generalmente presenta una reducción en el número de folículos pequeños y un aumento en el número de folículos grandes ( $\geq 6$  mm), la mayor cantidad de folículos medianos en el momento del inicio de la estimulación ovárica gonadotrópica puede haber sido causada por el implante de progesterona. En la evaluación previa del efecto de la progesterona exógena en el desarrollo folicular en ovejas, se verificó un aumento en la concentración plasmática de progesterona, una disminución en la frecuencia pulsátil de la hormona luteinizante y un cambio en el patrón de crecimiento del folículo dominante. Se observó un diámetro máximo del folículo de  $4,0 \pm 0,47$  mm, en comparación con  $5,5 \pm 0,52$  mm para el grupo control sin progesterona exógena.

En el estudio realizado por Medan et al. (2003), en seis cabras Shiba (*Capra hircus*) de tres a cinco años de edad. Los ciclos de estro fueron sincronizados con dos inyecciones de 125ug de un análogo sintético de prostaglandina F2 & PGF2 con 11 días de diferencia. El diámetro del cuerpo lúteo (CL) se correlacionó con las concentraciones plasmáticas de progesterona, por lo tanto, el CL puede usarse como un índice de niveles de progesterona periférica en cabras. La secreción de inhibina e inhibina dimérica A, está relacionada con la presencia de grandes folículos antrales y se correlaciona negativamente con la FSH. La secreción media de FSH alcanza un máximo alrededor de la emergencia del folículo antral, que crece de 3 a 5 mm de diámetro. La ultrasonografía puede usarse de manera confiable en cabras para estudiar la dinámica folicular ovárica, y el crecimiento de los folículos ováricos que exhibe un patrón ondulatorio.

## **2.2.CATEGORIAS FUNDAMENTALES**

### **2.2.1. ESPONJAS DE ACETATO DE MEDROXIPROGESTERONA**

Los progestágenos (P4) son hormonas sintéticas con un efecto similar a la progesterona, es decir, inhiben la liberación de Hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) impidiendo la maduración folicular. Al retirar su uso, producirá un pico en la liberación de GnRH que, a su vez, desencadena un pico de LH que dará lugar a la ovulación. Por ello, los progestágenos son empleados como métodos de control del ciclo sexual. El uso de progestágenos para el manejo del estro en las cabras permite: la sincronización del estro en la estación reproductiva, una fuerte sincronización del estro y la ovulación para una Inseminación Artificial (IA) a tiempo fijo, la prolongación de la estación reproductiva y la cría fuera de estación. Los más utilizados son el Acetato de Fluorogestona (F.G.A.) y el Acetato de Medroxyprogesterona (AMP), que se administran mediante Control Internal Drug Release (C.I.D.R.) o esponja vaginal. De este modo, los niveles plasmáticos de progesterona aumentan simulando la presencia de un cuerpo lúteo funcional. La retirada del progestágeno simula la rotura del cuerpo lúteo y desencadena el inicio de un nuevo ciclo sexual. El 80% de las hembras tratadas presentan celo a las 30 horas siguientes de la retirada. En caprino se suelen emplear esponjas impregnadas con 20 mg de F.G.A en esta especie, a diferencia del ovino, los progestágenos no son capaces de producir la luteolisis, por lo que se podrán seguir dos protocolos de actuación (Ortiz et al., 2007)

- Tratamiento largo: mantener la esponja entre 18 y 22 días (21 días mínimo si se va a realizar IA), ya que la vida media del cuerpo lúteo es de 16 a 18 días, dando tiempo a que se produzca una rotura natural. Se puede acompañar de la inyección de gonadotropina coriónica equina (ecG) 48 horas antes de la retirada para aumentar la tasa de ovulación-prolificidad (sobre todo usado para IA) pues posee actividad LH.

- Tratamiento corto: se mantiene la esponja sólo durante 11-12 días pudiendo persistir cuerpos lúteos naturales. Por lo que se administran prostaglandinas, con efecto luteolítico, 48 horas antes de la retirada de la esponja. Junto a esta inyección también se puede administrar ecG para mejorar la tasa de ovulación (Gutierrez, R. 2010).

### **2.2.2 BENZOATO DE ESTRADIOL (BE)**

Los principales estrógenos de los mamíferos son el 17  $\beta$  estradiol, la estrona y el estriol son producidos en el folículo ovárico y en la placenta, la mayor parte de los estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas folículo-estimulantes y luteinizante. Por retroacción negativa, los valores de estrógenos inhiben la secreción de la hormona folículo-estimulante de la hipófisis y GnRH del hipotálamo (Sumano, H. & Ocampo, L., 1997).

El Benzoato de Estradiol es un derivado sintético del 17- $\beta$  Estradiol, hormona esteroidea sintetizada por el folículo ovárico. Desarrollada para optimizar los resultados reproductivos de los tratamientos con progestágenos en Bovinos. La aplicación de Benzoato de Estradiol en solución inyectable al momento de la inserción del progestágeno (dispositivo intravaginal) provoca luteólisis y una nueva onda folicular. La aplicación del Benzoato de Estradiol a la extracción del progestágeno induce un pico de LH a través del feed-back positivo del estradiol sobre el GnRH y LH lo que resulta en una alta sincronía de la ovulación (Syntex, 2010).

Existen datos de que los estrógenos son débilmente luteolíticos, especialmente cuando se utilizan al principio de la fase luteal.

En la cabra, el BE tiene la misma eficacia que GnRH para inducir el pico pre-ovulatorio de LH y la ovulación. El efecto del GnRH en la inducción del pico de LH y la ovulación ha sido demostrado en vacas (Kaim et al., 2003) y en cabras (Pierson et al., 2003), pero no se había considerado la evaluación del efecto del BE en estos procesos dentro del protocolo de sincronización de estros en caprino (Valenzuela et al., 2004).

### **2.2.3 Prostaglandina**

Las prostaglandinas pueden considerarse como análogos de un compuesto no natural conocido con el nombre trivial de ácido prostanoico. Los productos se agrupan en varias clases principales en base a su estructura y son designados con letras y distinguidos por sustituciones del anillo ciclopentano. En la actualidad se acepta que la PGF<sub>2 $\alpha$</sub> , un ácido graso insaturado de 20 átomos de carbono, es la sustancia uterina que induce la regresión del cuerpo lúteo (CL) en animales domésticos, incluidos vacas, cabras, yeguas, cerdas y ovejas, aunque no desempeña un papel natural conocido en

perras, gatas o primates. Las prostaglandinas (PGF<sub>2α</sub> y PGE) se han utilizado como tratamiento clínico para inducir luteólisis en perras y leonas, para tratar piómetras o para inducir abortos. En animales domésticos de gran tamaño, la regresión del CL se inicia gracias a la síntesis uterina y posterior liberación de PGF<sub>2α</sub> (probablemente de origen endometrial) alrededor de 14 días después de la ovulación, cuyo paso del útero al ovario se piensa que se produce a través de una transferencia contracorriente a nivel local o mediante transferencia sistémica general. La primera implica el movimiento de moléculas a través del sistema vascular desde el sistema venoso efluente (vena útero-ovárica), donde está más concentrada, hasta áreas de menor concentración (arteria ovárica). En la transferencia vía sistémica, el paso de moléculas se realiza a través del sistema circulatorio general. En algunas especies (en vacas y ovejas), la síntesis de PGF<sub>2α</sub> en un cuerno uterino influye solo sobre el CL del ovario ipsilateral. En otras especies (en cerdas y quizá en yeguas), la síntesis de PGF<sub>2α</sub> en un solo cuerno es suficiente para causar la regresión del CL en ambos ovarios. Los cambios en la duración de la vida media del cuerpo lúteo en animales domésticos grandes se deben a cambios en la síntesis uterina de prostaglandina F<sub>2α</sub> (Cunningham, G. & Klein, L., 2009).

#### **2.2.4 Hormona liberadora de Gonadotropina (GnRH)**

La secreción pulsátil de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) induce la producción pulsátil crítica de las gonadotropinas, de la hormona folículo-estimulante (FSH) y de la hormona luteinizante (LH). La síntesis de GnRH, al igual que la de oxitocina y vasopresina, comprende la producción de una molécula precursora mayor, con una región C-terminal de 56 aminoácidos denominada péptido asociado a GnRH (GAP). Aunque el GAP puede estimular la liberación de FSH y LH, se piensa que la GnRH es la hormona esencial para la liberación de gonadotropinas. Una función aún más importante del GAP es su capacidad de inhibición de la secreción de prolactina (Cunningham, G. & Klein, L., 2009).

### **2.3 EMERGENCIA DE ONDA FOLICULAR**

Según De Castro et al. (1999) el día de emergencia folicular fue el día en que un folículo tenía un diámetro de 3 mm, seguido de un aumento del diámetro a  $\geq 4$ mm al

día siguiente. La onda de término se definió como un grupo de folículos que dieron origen a 1 o más folículos de 25 mm de diámetro. El día de aparición de la ola fue el día de aparición del folículo más grande de esa ola, y se permitió más de 1 día para que emergieran todos los folículos de una ola.

Se estudió la dinámica folicular en cabras Alpinas durante el ciclo estral natural; la presencia de tres ondas de crecimiento en cada ciclo. La primera, segunda y tercera ondas emergieron en los días  $0,5 \pm 0,6$ ;  $7,5 \pm 0,6$  y  $12 \pm 0,6$ , respectivamente (ovulación=día 0). En los ciclos de tres ondas, el folículo dominante de la tercera onda ( $5,6 \pm 0,5$  mm) fue significativamente mayor ( $p < 0,01$ ) que el folículo de la primera ( $4,8 \pm 0,5$  mm) y segunda onda ( $4,3 \pm 0,5$  mm). La cantidad de folículos pequeños fue menor ( $p < 0,05$ ) en la primera onda folicular ( $4,20 \pm 0,2$  folículos) cuando comparada con la segunda ( $6,2 \pm 0,2$  folículos) y tercera onda ( $7,5 \pm 0,1$  folículos). Hubo diferencias significativas ( $p < 0,0001$ ) en las concentraciones plasmáticas de P4 durante los días del ciclo estral. Los resultados mostraron que, las cabras durante el ciclo estral natural presentaron tres ondas de crecimiento folicular y la cantidad de ondas en cada ciclo están asociadas con la fase luteal y duración del ciclo estral. El comportamiento de la P4 plasmática en las cabras durante el ciclo estral natural presentó concentraciones bajas el primer día después de la ovulación ( $0,20 \pm 0,3$  ng / ml), con incrementos significativos en los días ocho ( $2,05 \pm 0,3$  ng / ml), 10 ( $6,5 \pm 0,3$  ng / ml) y 12 ( $6,0 \pm 0,3$  ng / ml), evidenciando diferencia estadística significativa ( $p < 0,0001$ ) entre los días del ciclo estudiados (Uribe, L., 2015).

#### **2.4 CABRA (*Capra hircus*)**

Fue una de las primeras especies en ser domesticadas, probablemente descendiente de la cabra salvaje (*Capra aegagrus*) o de posibles hibridaciones de cabras silvestres. Se cree que la cabra fue domesticada 6.000 o 7.000 años a.C., siendo uno de los primeros animales domesticados por los humanos. *Capra hircus* es sexualmente dimórfico, los machos tienen barba, cuernos, un olor rancio, y generalmente son más grandes que las hembras, el olor proviene de las glándulas sexuales. Los cuernos son huecos, y crecen ya sea cimitarra o sacacorchos. El pelo es generalmente recto, sin embargo, algunas razas tienen una capa interior de lana. El color del pelaje varía, y puede ser negro, blanco, rojo y marrón, los patrones de color incluyen color sólido, manchas, rayas,

tonos combinados y rayas faciales. La nariz puede ser recta o convexa (Park et al., 2007).

#### **2.4.1 Alimentación**

La cabra es rumiante, utiliza sus labios para sujetar su comida e introducirla en su boca, es esencialmente herbívora al consumir hierbas y plantas leñosas como los arbustos. Se dice popularmente que puede comer casi cualquier cosa, hasta materiales no comestibles como el cartón, come plantas que otros animales domésticos evaden, como las hierbas aromáticas, pudiendo alimentarse de los tres estratos vegetativos (herbáceo, arbustivo y arbóreo). También explica su característica de ramoneador, siendo secundario el pastoreo. Esta preferencia del ramoneo del monte bajo, árboles, arbustos, enredaderas, y en menor cantidad del estrato herbáceo hace que los caprinos incrementen la biomasa de forraje disponible en ecosistemas con dominancia de árboles y arbustos, haciéndola compatible para el control biológico de arbustales con cabras en sistemas silvopastoriles (Gioffredo & Petryna, 2010).


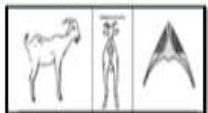
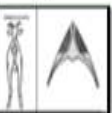

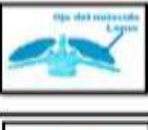
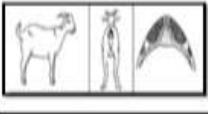
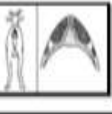

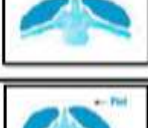





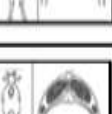

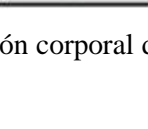
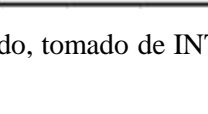
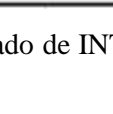
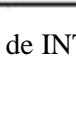
Estos animales pueden tener sus necesidades nutricionales atendidas con 400g a 600g de concentrado (16 a 18% de proteína) por día, pastos de buena calidad y sal mineral. Durante el inicio de la gestación, ocurre el proceso de implantación del óvulo en el útero. En este período el requerimiento nutricional es idéntico al de mantenimiento. El consumo de concentrado es alrededor de 500 a 600g día, dividido en tres veces, con un contenido de proteína entre 16 y 18%, heno, silaje, pasto verde picado y pastoreo (cuando existe) u otro forraje a voluntad (Silva, M., 2015).

#### **2.5 CONDICIÓN CORPORAL**

Una desnutrición en el ganado caprino ocasiona bajos índices de fertilidad, prolificidad, nacimientos y destetes; además, aumentan las pérdidas embrionarias, las tasas abortivas y muertes perinatales (Garza, V.,2011).

La condición corporal es el grado de gordura que tiene el animal. Se les da valor de 1 a 5 según la cantidad de músculo y grasa que tenga el animal. Es importante revisarlo todo el año para evitar que las cabras se pongan muy flacas y tengan problemas para parir o para criar los cabritos. La condición corporal adecuada para la reproducción de las cabras es la 3 según la cartilla de condición corporal de INTA, en la cual no se ve

las tuberosidades isquiáticas pero se puede palpar con facilidad. Mientras que en una condición de 1 y 2 son evidentes las tuberosidades y más marcado acorde a la condición corporal.

Grado	Áreas palpables	ESQUEMA	DESCRIPCIÓN	PECHO	ANCAS	COLUMNA
1 Muy Flaca	Apófisis Espinoza		Punteagudas, descamadas, bien notables a palpación, se distingue espacio entre ellas			
	Apófisis Transversas		Agudas, los dedos perciben extremos o aletas afiladas, pasan con facilidad por debajo palpando cara inferior de las mismas			
	Músculos del lomo		Deprimidos, sin cobertura grasa, se palpa piel y huesos			
2 Flaca	Apófisis Espinoza		Prominente pero suave, dificultad en palpar las apófisis individuales			
	Apófisis Transversas		Suaves y redondas, para palpar la cara inferior se debe ejercer ligera presión			
	Músculos del lomo		Rectos, con escasa cobertura de grasa subcutánea			
3 Normal	Apófisis Espinoza		Se perciben pequeñas elevaciones suaves y redondeadas			
	Apófisis Transversas		Se tocan solo ejerciendo presión, son suaves y están recubiertas.			
	Músculos del lomo		Llenos de forma convexa y moderada cobertura de grasa subcutánea.			
4 Gorda	Apófisis Espinoza		Ejerciendo presión se detectan como líneas o cordón duro entre músculos del lomo			
	Apófisis Transversas		Imposible palpar sus extremos ni ellas mismas.			
	Músculos del lomo		Presentan buena cobertura de grasa			
5 Muy Gorda	Apófisis Espinoza		Imposible palpar aunque se ejerza presión			
	Apófisis Transversas		Imposible palpar aunque se ejerza presión			
	Músculos del Lomo		Muy llenos y con abundante cobertura de grasa subcutánea			

**Figura 1:** Condición corporal de la cabra modificado por Mercy Tirado, tomado de INTA & Montes (2009).

### 2.5.1 Hábitat

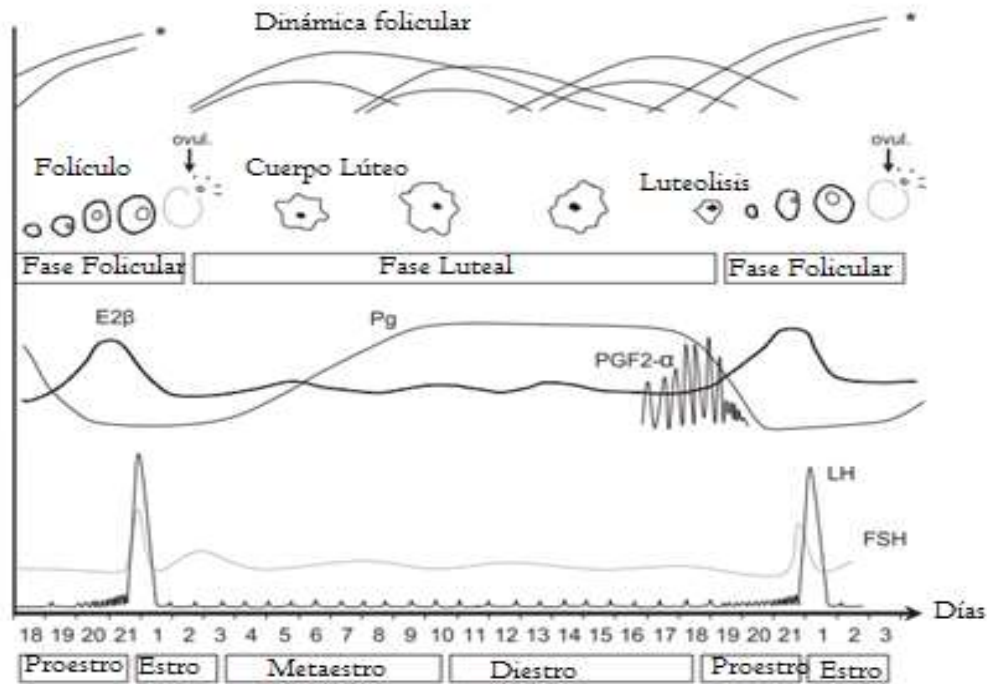
La cabra se desempeña bien en ambientes limitantes para otras especies, por eso la encontramos generalmente en zonas áridas y semiáridas. Muchas veces se le ha echado la culpa de la degradación de algunos ambientes, que en general fueron hechos por el mal manejo del hombre y que solo quedó la cabra por su rusticidad y hábitos alimenticios. *Capra hircus*, a pesar de no agruparse en manadas como otros mamíferos, necesita convivir en grupos de 2 o más cabras puesto que es un animal social. A pesar de su condición sedentaria, este animal es muy curioso y gusta de escalar estructuras y hasta árboles. Realiza sus actividades principales durante el día y acostumbra descansar durante la noche (De la Rosa, S., 2011).

### 2.5.2 Reproducción

La duración más frecuente del ciclo sexual es de 21 días aunque a veces se observan ciclos cortos, cuya duración media puede ser solamente de seis días y ciclos largos de 30 e incluso 44 días (Quittet, E. 1982). Ciclo estral en la cabra 17-24 días (Evans, G; Maxwell WMC., 1990). La duración normal del ciclo en la cabra es de 17–25 días,

con una media de 21 días, el ciclo ovárico es clásicamente dividido en dos fases: la fase folicular y la fase luteal. La fase folicular corresponde a la onda de desarrollo del folículo que proporciona el folículo ovulatorio e implica la maduración de folículos gonadotropina-dependiente hasta la ovulación. Durante la fase folicular la FSH es secretada por la glándula pituitaria estimulando el crecimiento folicular. Una cohorte de gonadotropina dependiente del folículo antral de 2-3mm de diámetro es reclutado y los folículos entran en crecimiento terminal. Solo 2 -3 de estos folículos llegan a 4mm de diámetro y son seleccionados para entrar a la fase de dominancia. Bajo la influencia de LH alcanzan la etapa pre-ovulatoria (6-9mm), mientras los folículos subordinados entran en regresión (atresia folicular). El incremento de la concentración periférica de 17 B estradiol secretado por los folículos más grandes induce al comportamiento de estro y se da una retroalimentación positiva del eje de gonadotropina. El consiguiente efecto en la secreción GnRH induce el pico pre-ovulatorio de LH que induce la ovulación 20-26h después y la luteinización de las células. El comienzo de la fase folicular, antes de que la conducta del estro se observe, también se refiere al proestro. La fase de estro incluye eventos para la ovulación (Fatet et al., 2011).





**Figura 2:** Ciclo estral de la cabra (Fatet et al., 2011)

La secreción vaginal del proestro tiene una mayor cantidad de moco espeso, leucocitos y células epiteliales, en el desarrollo del estro la secreción es más fluida disminuyendo los leucocitos y apareciendo las células epiteliales escamosas, en el metaestro la secreción es abundante y olorosa, conteniendo gran cantidad de células epiteliales escamosas con muy pocos leucocitos (Uribe, L., 2015).

El período de gestación es de aproximadamente 150 días, y las hembras frecuentemente dan a luz 2 o 3 crías, aunque pueden ser hasta 6 pequeños. La cabra gestante debe cuidarse principalmente durante el último tercio de la gestación que es cuando el feto esta en mayor desarrollo (Avalos. C. & Chávez, G., 2008).

## **CAPÍTULO III**

### **3.1.HIPÓTESIS**

Ha: El tiempo de permanencia de la esponja acetato de medroxiprogesterona (AMP) y el benzoato de estradiol (BE) influye en la emergencia folicular en cabras de condición corporal 2 (CC 2).

### **3.2.OBJETIVOS**

#### **3.2.1. Objetivo General**

Determinar el efecto del acetato de medroxiprogesterona (AMP) y benzoato de estradiol (BE) sobre la emergencia folicular en cabras con baja condición corporal.

#### **3.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el efecto de esponjas de acetato de medroxiprogesterona (AMP) y el benzoato de estradiol (BE) en la sincronización a tiempo fijo.
- Analizar el tiempo de retiro (11 y 14 días post-inserción de AMP) sobre la cinética folicular en cabras de condición corporal 2 (CC2).
- Comprobar la gestación en cabras expuestas a distintos protocolos de sincronización de estro.

## CAPÍTULO IV

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 4.1 UBICACIÓN DEL ENSAYO

El siguiente ensayo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, ubicada en el sector Querochaca, en la parroquia La Matriz del cantón Cevallos provincia de Tungurahua. Coordenadas geográficas 1°25'20'' de latitud Sur, 78° 36'22'' de longitud Oeste, a una altitud de 2850 msnm y a 16 Km al Sur Oeste de la ciudad de Ambato (Sistema de Posicionamiento Global, GPS).

#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

**Tabla 1: CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR**

Características	Rangos
Clima	Templado
Temperatura, °C	12-15
Humedad, %	73
Precipitación, mm/año	699.2
Evaporación, mm/año	171095.7
Velocidad viento, Km/h	18.1
Nubosidad, octas	7

**Fuente:** Registro de Observaciones Meteorológicas de la Estación Querochaca, (2015)

## **4.3 EQUIPOS Y MATERIALES**

### **4.3.1 Equipos**

- 1 ecógrafo lineal SIUI CTS-900V<sup>NEO</sup> 7,5 MHz
- 1 microscopio óptico
- Aplicador de esponja de acetato de medroxiprogesterona (AMP)

### **4.3.2 Materiales de Campo**

- Comederos
- Bebederos
- Guantes de manejo
- Guantes ginecológicos
- Jeringas estériles desechables (5 ml con Agujas de 23 GX11/4'' color celeste)
- Hisopo de mango largo estéril
- Portaobjetos

### **4.3.3. Materiales químicos**

- Esponjas de acetato de medroxiprogesterona
- Benzoato de estradiol (BE)
- Prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>)
- GnRH
- Gel lubricante
- Clorehexidina
- Kit de tinción Diff Quick

### **4.3.4. Materiales de Escritorio**

- Cuaderno
- Esferos
- Hojas
- Marcador
- Cámara digital
- Computadora Portátil

- Impresora

#### 4.3.5. Semovientes

- Caprinos hembras
- Caprino macho

### 4.4 FACTORES EN ESTUDIO

#### 4.4.1. Día Extracción de dispositivo

Día de retiro de la esponja de acetato de medroxiprogesterona (AMP)

- Día 11 post-inserción
- Día 14 post-inserción

#### 4.4.2. Aplicación de benzoato de estradiol (BE)

- Con benzoato de estradiol
- Sin benzoato de estradiol

La Aplicación de benzoato de estradiol se suministró el mismo día que se aplicó la esponja (AMP intra-vaginal) y 1 día después de la extracción de la esponja a una dosis de 1mg y 0,5mg de BE respectivamente.

**Tabla 2: Factores en estudio**

Progesterona	Días	Benzoato de estradiol	Tratamiento	# repeticiones	# animales/ repeticion
P <sub>4</sub>	11	Con BE	T1	3	1
	11	Sin BE	T2	3	1
	14	Con BE	T3	3	1
	14	Sin BE	T4	3	1

P<sub>4</sub>: progesterona; BE: Benzoato de estradiol.

## 4.5 TRATAMIENTOS

**Tabla 3. Tratamientos aplicados**

Tratamientos	Extracción del dispositivo (AMP) (Días)	Aplicación de BE (dosis)	Unidades Experimentales*
T1	11	2	3
T2	11	–	3
T3	14	2	3
T4	14	–	3

AMP: acetato de medroxiprogesterona BE: benzoato de estradiol

Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en los siguientes tratamientos; cada unidad experimental corresponde a una repetición y cada protocolo a un tratamiento T1: El día 0 se aplicó la esponja intra-vaginal (60mg de AMP) y una dosis de B.E (1mg), posteriormente la extracción del dispositivo se realizó al día 11 y se aplicó prostaglandina (D-cloprostenol 2.5mg ), el día 12 se suministró la siguiente dosis de B.E (0,5mg) y el día 14 se finalizó con la aplicación de GnRH (acetato de gonadorelina 100ug) y monta directa; T2: El día 0 se aplicó la esponja intra-vaginal (60mg de AMP), posteriormente la extracción del dispositivo se realizó al día 11 y se aplicó prostaglandina (D-cloprostenol 2,5mg) y el día 14 se finalizó con la aplicación de GnRH (acetato de gonadorelina 100ug) y monta directa; T3: El día 0 se aplicó la esponja intra-vaginal (60mg de AMP) y una dosis de B.E (1mg), posteriormente la extracción del dispositivo se realizó al día 14 y se aplicó prostaglandina (D-cloprostenol 2,5mg ), el día 15 se suministró la siguiente dosis de B.E (0,5mg) y el día 17 se finalizó con la aplicación de GnRH (acetato de gonadorelina 100ug) y monta directa; T4: El día 0 se aplicó la esponja intra-vaginal (60mg de AMP), posteriormente la extracción del dispositivo se realizó al día 14 y se aplicó prostaglandina (D-cloprostenol 2,5mg ), el día 17 se finalizó con la aplicación de GnRH (acetato de gonadorelina 100 ug) y monta directa.

#### **4.6 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial 2x2 con tres repeticiones en un total de 12 animales.

Se realizó el análisis de varianza ADEVA y se determinó el grado de significancia entre los tratamientos con la d'cima de Tukey al 95%.

#### **4.7 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

- **Animales, alojamiento, y tratamientos**

Se utilizaron 12 cabras de aproximadamente 25 meses de edad, raza criolla con una condición corporal de 2, evaluadas en una escala 1-5 Montes, G. (2009), las mismas que pertenecen a la Facultad de Ciencias Agropecuarias y se encontraban en pastoreo, estas fueron guardadas por las tardes en corrales individuales durante la fase experimental.

El experimento tuvo una duración de 2 meses en el cual tuvieron una fase de adaptación que duró 15 días, los animales fueron desparasitados (triclabendazole 10% + fenbendazole 10%) y vitaminizados (Complejo B) previamente. Del mismo modo se realizó chequeo ecográfico para descartar gestación.

Las cabras fueron distribuidas aleatoriamente en cada uno de los tratamientos respectivos; cada animal corresponde a una repetición y cada protocolo a un tratamiento.

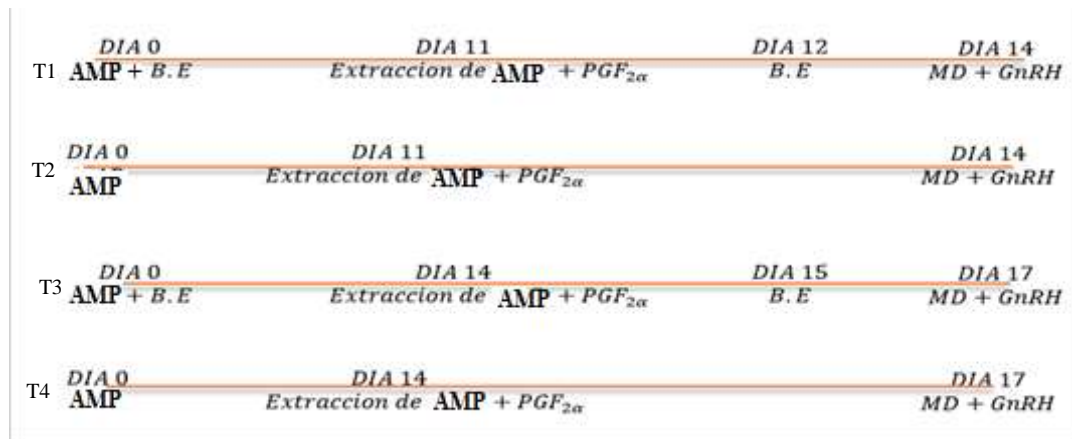
Se inició con una exploración ecográfica del ovario para identificar el estadio folicular (anexo 1). Posteriormente se realizó una limpieza de la vulva y zona perineal utilizando clorhexidina al 10%, finalmente se introdujo una esponja intra-vaginal de AMP mediante un aplicador previamente lubricado, dependiendo el tratamiento, se aplicó además una dosis de BE (1mg) intramuscular (músculo semimembranoso). Las ecografías ováricas se realizaron diariamente en la mañana antes que las cabras salgan al pastoreo utilizando un ecógrafo SIUI CTS-900V<sup>NEO</sup> con transductor lineal a una frecuencia de 7,5 MHZ vía trans-rectal hasta el día de la monta directa.

Dependiendo el tratamiento las esponjas fueron retiradas el día 11 y 14, donde se controló la descarga vulvar que presentaron todos los animales posterior al retiro de la esponja.

El tipo de prostaglandina utilizada fue el D-cloprostenol 75 ug/ml a una dosis de 2.5 mg se aplicó intramuscularmente (semimembranoso) con el objetivo de producir una lisis del cuerpo lúteo. La hormona liberadora de gonadotropina utilizada fue la gonadorelina (acetato) de 0.1 mg/ml se aplicó 100ug intramuscular el día de la monta para mejorar la tasa ovulatoria.

Finalmente en el día que las unidades experimentales fueron cubiertas se tomaron muestras de sangre de cada individuo (5mL con EDTA), de la vena yugular, para lo cual se realizó la depilación en la parte ventral del cuello utilizando una maquina *Andis ultra EDGE®* modelo AGC2, la desinfección del área se realizó con alcohol. Posteriormente las muestras se enviaron al laboratorio para la determinación de estradiol. Al mismo tiempo se realizó una toma de muestra para citología vaginal, introduciendo un hisopo en la vagina, para realizar un frotis sobre un portaobjeto limpio. Se procedió a realizar inmediatamente la fijación de la placa para realizar la tinción utilizando la solución tintorial Diff Quick, en este sentido, Coll, (1978) da a conocer una técnica que fue ideada por Witlin en 1970 quien diseña una técnica con la que consigue dos grandes ventajas en el proceso de fijación y tinción, una de ellas es el tiempo que en tan solo 15 segundos esta lista y de que sin tomar precauciones especiales no quedan precipitados, cosa que suele ocurrir tras la aplicación de otros métodos. La tinción Diff- Quick, comprende tres soluciones: la solución fijadora, la solución I (colorante acidófilo) y la solución II (colorante basófilo). La metodología a seguir es: se debe sumergir tres veces consecutivas el portaobjetos en un recipiente cilíndrico (tipo borrel) que contenga la solución fijadora. Cada inmersión debe ser de unos treinta segundos, luego escurrir verticalmente el portaobjetos sobre un papel de filtro; de igual manera lo hacemos con la solución I y solución II, se procede a lavar la preparación durante 10 segundos en agua corriente, dejar secar al aire y finalmente a la observación en el microscopio.





**Figura 3:** Esquema de protocolos de sincronización utilizados en los tratamientos

Acetato de medroxiprogesterona (AMP); Benzoato de estradiol (BE); prostaglandina (PGF<sub>2α</sub>); Gonadotropina (GnRH); Montada directa (MD)

## 4.8 VARIABLES RESPUESTA

### 4.8.1 Cinética folicular, cm/día

Se evaluó diariamente mediante ecografía trans-rectal, el crecimiento, maduración y regresión folicular de las unidades experimentales de cada tratamiento, este proceso se realizó por las mañanas antes que los animales salgan al pastoreo (Regueiro, Pérez Clariget, Ganzábal, Aba, & Forsberg, 1999).

### 4.8.2 Emergencia de la onda folicular, ondas/día

Para determinar el día de la emergencia de un folículo se tomó como referencia cuando el folículo alcanza un tamaño mínimo y posteriormente aumenta de diámetro al día siguiente y el máximo de onda se da cuando se alcanza el folículo más grande (De Castro et al., 1999). Este proceso se realizó mediante evaluación ecográfica.

### 4.8.3 Niveles de estrógenos en sangre, pg/ml

El análisis se realizó mediante la metodología descrita por Behrens en 1993, para lo cual se tomó muestras de sangre de la vena yugular el día de la montada para medir los niveles circulantes de 17β estradiol, las muestras fueron enviadas al laboratorio para ser analizadas mediante Inmunoensayo Enzimático Colorimétrico y los resultados obtenidos finalmente se correlacionó con el tamaño del folículo pre-ovulatorio.

#### **4.8.4 Células superficiales, %**

Al final de cada protocolo se realizó un hisopado de las paredes internas de la vagina con el fin de determinar el porcentaje de células exfoliadas en las cabras, posteriormente se realizó la tinción de acuerdo a la técnica tintorial de diff quick (Coll, 1978) y se procedió a observar al microscopio e identificar el tipo de células. Se determinó la presencia de células basales, parabasales, intermedias y superficiales de las cuales se obtuvo un porcentaje correspondiente a las células superficiales según lo descrito por Mahre, M. (2012).

$$\%CS = \frac{\text{Total células}}{\text{Número de células superficiales}} \times 100$$

#### **4.8.5 Gestación, %**

Se determinó el porcentaje de hembras preñadas a los 35 días post servicio mediante ecografía trans-rectal (Avalos & Chávez, 2008).

$$\%P = \frac{\text{Total cabras preñadas}}{\text{Total cabras servidas}} \times 100$$

#### **4.8.6. Condición corporal, escala 1-5**

Se evaluó la condición corporal de las cabras según las tablas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Montes (2009), previa a la aplicación de los tratamientos y al final de los mismos, el día que se dio monta directa.

### **4.9 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se utilizó el programa estadístico Infostat (versión 2015), y el análisis de correlación entre tamaño folicular y niveles de estradiol circulante mediante el programa IBM SPSS statics v22®.

## CAPÍTULO V

### 5.1.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1.1 Resultados

En la tabla 4 se muestra que no existió un efecto respecto al tamaño folicular ( $P=0,3118$ ) entre los tratamientos que se extrajo el dispositivo al día 11 o 14 con y sin aplicación de BE.

**Tabla 4: Comparación del tamaño folicular entre tratamientos**

Variables	Acetato de medroxiprogesterona (AMP)							
	Día 11	Día 14	Día 11	Día 14	EEM	Efecto día	Efecto B.E	Interacción
	CON BE*		SIN BE*					
	T1	T3	T2	T4				
TFF, cm	0,78	0,62	0,63	0,63	0,07	0,3125	0,3448	0,3118

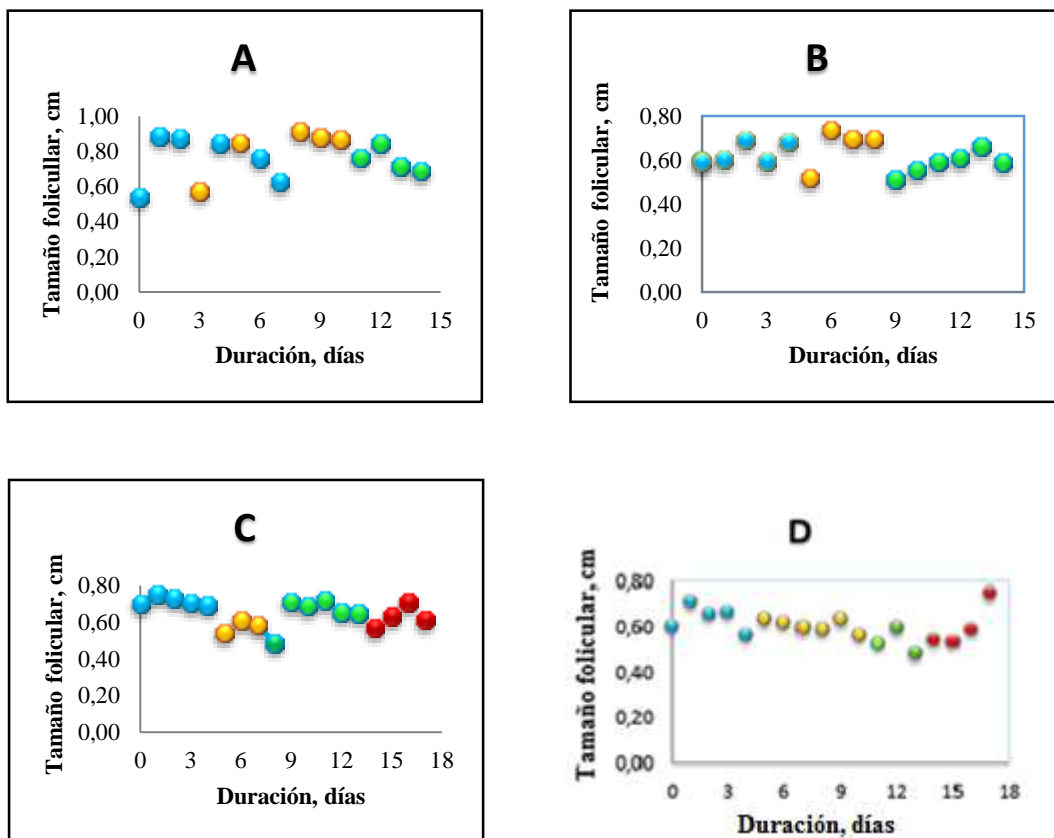
T1: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 con aplicación de Benzoato de Estradiol. T2: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 sin aplicación de Benzoato de Estradiol. T3: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 con aplicación de Benzoato de Estradiol. T4: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 sin aplicación de Benzoato de Estradiol. TFF: tamaño folicular final; B.E: Benzoato de Estradiol; EEM: media del error estándar; cm: centímetros

- **Cinética folicular, cm/día**

En el gráfico 1 se puede observar el crecimiento, maduración y regresión folicular con la presencia de tres y cuatro ondas foliculares para los distintos tratamientos. En T1 se observa la presencia de 3 ondas foliculares con una duración en promedio de 6.3 días, T2 presenta 3 ondas foliculares y cada una tuvo en promedio una duración de 4,25 días, para T3 se muestra 4 ondas foliculares con un promedio de duración de 4.5 días por onda y en T4 se presentaron 4 ondas con un promedio de duración de 3.6 días.

- **Emergencia de onda folicular, ondas/día**

En este estudio la emergencia de una nueva onda folicular para T1 se da los días 3, 7, 11, para T2 los días 3, 5, 9, para T3 los días 5, 8, 14 y para T4 los días 4,7, 11, 13, respectivamente. La onda emerge el día 3 para T1 y T2, mientras que para T3 Y T4 se da un día después independientemente de la aplicación de BE, sin embargo, se puede observar que en T1 y T2 la emergencia entre ondas tarda 2 días.

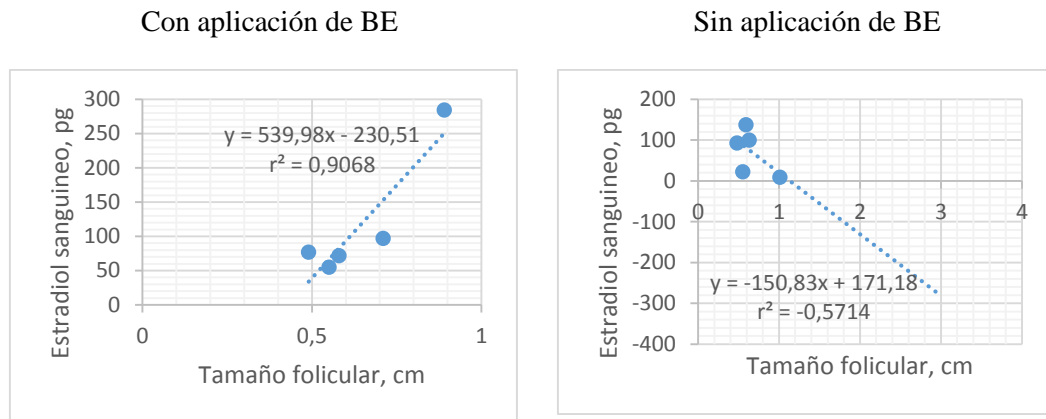


**Figura 4:** Dinámica folicular de cabras sometidas a diferentes protocolos de sincronización y aplicación de Benzoato de Estradiol (BE)

Las ondas foliculares están representadas por un color distinto: onda 1 azul, onda 2 amarillo, onda 3 verde y onda 4 rojo. Cada letra representa a un tratamiento, (A) Tratamiento 1 extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 con aplicación de Benzoato de Estradiol; (B) Tratamiento 2 extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 sin aplicación de Benzoato de Estradiol; (C) Tratamiento 3 extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 con aplicación de Benzoato de Estradiol; (D) Tratamiento 4: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 sin aplicación de Benzoato de Estradiol

- **Niveles de estrógenos en sangre, pg/ml**

En la figura 5 se muestra una relación positiva y fuerte entre el tamaño folicular y la aplicación de BE con pendiente positiva, mientras que para los tratamientos sin aplicación de BE esta relación es negativa y débil entre estas variables con pendiente negativa.



**Figura 5:** Correlación entre niveles de estrógenos y tamaño folicular de cabras sincronizadas con y sin benzoato de estradiol. r<sup>2</sup>: correlación; BE: benzoato de estradiol.

- **Células superficiales**

En la tabla 5 se muestra que no existió un efecto respecto a las células superficiales (CS=0,9287) entre los tratamientos que se extrajo el dispositivo al día 11 o 14 con y sin aplicación de BE.

**Tabla 5: Comparación del número de células superficiales entre tratamientos**

Variables	Acetato de medroxiprogesterona (AMP)				EEM	Efecto día	Efecto B.E	Interacción
	Día 11	Día 14	Día 11	Día 14				
	CON BE*		SIN BE*					
	T1	T3	T2	T4				
CS %	30	42	36,67	46	14,44	0,4813	0,7215	0,9287

T1: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 con aplicación de Benzoato de Estradiol. T2: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 11 sin aplicación de Benzoato de Estradiol. T3: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 con aplicación de Benzoato de Estradiol. T4: extracción del dispositivo intra-vaginal al día 14 sin aplicación de Benzoato de Estradiol. CS: células superficiales ;B.E: Benzoato de Estradiol; EEM: media del error estándar; cm: centímetros

- **Gestación, %**

En la tabla 6 se muestra el porcentaje de gestación por tratamiento en cabras de baja condición corporal, notando que para T1 con 11 días no hubo gestación, en T3 con 14 días se da solo en un 33.33% la gestación, ambos tratamientos con aplicación de

benzoato de estradiol, para T2 y T4 no se aplicó BE y el porcentaje de gestión fue del 100% para cada tratamiento.

**Tabla 6: Gestación en cabras con baja condición corporal sometidas a protocolos de sincronización con y sin benzoato de estradiol**

Variable	Progesterona			
	Día 11	Día 14	Día 11	Día 14
	CON BE*		SIN BE*	
	T1	T3	T2	T4
Gestación, %	0%	33.33%	100%	100%

\*BE: benzoato de estradiol

- **Condición corporal**

En la tabla 7 se reporta la condición corporal de las cabras al inicio y final de los tratamientos aplicados.

**Tabla 7: Condición corporal en cabras sometidas a diferentes protocolos de sincronización con y sin benzoato de estradiol**

Variable	Tiempo	Progesterona			
		CON BE*		SIN BE*	
		T1	T3	T2	T4
Condición corporal	Inicio	2	2	2	2
	Final	2,5	2,6	2,75	2,6

\*BE: benzoato de estradiol

## 5.1.2. DISCUSIÓN

- **Cinética Folicular, cm**

Los resultados obtenidos en el presente trabajo se dio debido posiblemente a la aplicación de BE generó que los folículos en T1 en etapa de selección o folículos antrales dependientes de gonadotropinas (Fatet et al., 2011) ya son sensibles a estradiol (E2) y se da la esteroidogénesis, en el cual los estrógenos promueven receptores de LH en las células de la granulosa, para que el folículo sea capaz de responder al pico de LH responsable de la ovulación. Dicho de otra manera las células de la granulosa son sensibles a FSH lo cual incrementa la actividad estrogénica, de este modo la LH incrementa la esteroidogénesis de novo a partir de colesterol en las células de la teca produciendo andrógenos (aldostenediona) como producto final, estos difunden a través de la lámina basal y se convierte en estrógenos 17-  $\beta$  estradiol en las células de la

granulosa por acción del complejo enzimático de la aromatasa estimulado por la FSH (García, A., 1995). Este efecto no se observó en T3 que el crecimiento folicular no se ve interrumpido hasta la aplicación de una segunda dosis de benzoato de estradiol, se observó que los estrógenos no ejercen mayor efecto sobre el crecimiento folicular cuando el folículo está en estadio pre-antral, además que este fenómeno también se ve influenciado por el tiempo de permanencia de la esponja intra-vaginal (3 días más), existiendo en este tiempo una mayor liberación de progesterona y consecuentemente un mayor recambio folicular este comportamiento lo describe Bo, et al., (1993; 1995) en bovinos donde reporta que utilizando P4 + E2 induce la regresión del folículo dominante y la emergencia de una nueva onda folicular en forma sincrónica. Ya que el estradiol potencia la habilidad de la progesterona para suprimir la LH incrementando la sensibilidad del hipotálamo o hipófisis al efecto inhibitorio de la progesterona (Burke et al., 1996), se podría asumir que el número de ondas foliculares podría ser manipulables con hormonas exógenas y no tan dependiente de factores externos como la nutrición y factores ambientales.

- **Emergencia folicular, día/cm**

El primer día de emergencia se definió el día en que el folículo alcanza el menor tamaño (Ginther, O & Kot, K. 1994). En este estudio la onda emerge el día 3 para T1 y T2, mientras que para T3 y T4 se da un día después independientemente de la aplicación de BE, sin embargo se puede observar que en T1 la emergencia entre ondas tarda 2 días, como sucede en un estudio de Cancino, A., et al. (2011), que el tratamiento con AMP (intravaginal e inyectable) combinado con una inyección de BE, demoró la emergencia de una nueva onda folicular en aproximadamente dos días y el diámetro del folículo dominante. En la figura 5 se puede observar el comportamiento de la dinámica folicular de los distintos tratamientos es decir el crecimiento, maduración y regresión folicular con la presencia de tres y cuatro (Uribe, L., 2015) ondas foliculares, por lo que se puede deducir que a mayor tiempo de permanencia de la esponja intra-vaginal de AMP existe mayor recambio folicular. Lo que fisiológicamente ocurre es que la presencia de elevados niveles de P4 hace feed-back negativo con el hipotálamo inhibiendo la secreción de hormonas gonadotropinas hacia la hipófisis y a su vez FSH y LH indispensables para la ovulación (Cunningham, G. & Klein, B., 2009), razón por la cual la presencia de la esponja de AMP evita que se dé la ovulación, el folículo dominante entra en atresia dando lugar al recambio folicular, emergiendo una nueva

onda, de este modo las ondas se sincronizan y al ser sometidas conjuntamente con BE tienen menor variabilidad entre sí, como se observa en la figura 5.

- **Niveles de Estrógenos en sangre, pg/ml**

En el presente estudio se observa altos niveles de estradiol ya que este puede persistir hasta por semanas después de la administración IM debido a su lento metabolismo hepático (Botana et al., 2002). Los cambios de los niveles de estradiol en la circulación están estrechamente relacionados con el crecimiento de los folículos ováricos. La cantidad de  $17\beta$ -estradiol incrementa gradualmente hacia el día de la ovulación, en la mayoría de los casos, los estrógenos son producidos por el folículo predominante (Medan et al., 2003). El estradiol también puede alterar la amplitud de la presentación del pulso de LH, que a su vez interfiere con la apropiada maduración y ovulación del folículo. En otras palabras podría ser por el feed-back negativo que causan el estradiol combinado con un dispositivo de progesterona sobre la LH, demostrando que el estradiol potencia la habilidad de la progesterona para suprimir la LH incrementando la sensibilidad del hipotálamo o hipófisis al efecto inhibitorio de la progesterona.

- **Células superficiales, %**

Los estrógenos causan engrosamiento de la cubierta vaginal, lo que aleja más a las células de la luz vaginal de su aporte sanguíneo (Arcilla, V., 2005) produciéndose la descamación de las células epiteliales superficiales como resultados de los altos niveles de estrogénos, durante el proestro y el estro se reflejan en el aspecto de las células epiteliales vaginales exfoliadas, como sucede en T2 y T4, en este estudio los animales sometidos a dosis exógenas de estradiol (T1,T3) manifiestan signos de estro y ovulación temprana razón por la cual la presencia de células superficiales es menor ya que el estro ha cesado pero se mantiene niveles de estradiol residuales elevados en la circulación.

- **Gestación, %**

Los bajos índices de gestación obtenidos en este estudio para T1 y T3 (Tabla 4) pueden estar influenciados por las concentraciones elevadas de estradiol ya que altos niveles de estrogénos inhibe la FSH y estimula la secreción de un pico de LH lo cual ocasiona la ruptura de la pared ovarica debido a la desintegración del tejido conjuntivo por efecto de enzimas hidrolíticas capaces de romper la matriz colágena liberando al



ovocito, produciendo una ovulación temprana para estos tratamientos, debido a esto el ovulo permanece mas tiempo en el tracto reproductivo, y al no darse la fecundación este ovulo envejece siendo la supervivencia del ovulo de 12 a 24 horas (García, A. 1995). Por lo tanto el óvulo se encuentra envejecido al momento de la monta ya que ha pasado 48 horas desde la ovulación, además puede estar relacionado con el efecto de concentraciones residuales de estradiol en el desarrollo temprano en los días siguientes al servicio las mismas que pueden retrasar el desarrollo embrionario (Dieleman et al., 1989). Estos datos concuerdan con los obtenidos por (Valenzuela et al., 2004) quien menciona que en las unidades experimentales con aplicación de benzoato de estradiol existe un menor índice de gestación; volviéndose este estudio interesante ya que no ocurre lo mismo en vacas que son tratadas con estradiol para inducir la ovulación (Lammoglia et al., 1998; Lane et al., 2009). Y este mismo efecto no sucede en las unidades experimentales que no se aplicó BE.

- **Condición corporal, escala 1-5**

En este estudio se reporta un ligero incremento en la condición corporal debido a que los estrógenos tienen una buena absorción a través del intestino y su naturaleza lipofílica, lo cual permite que se acumule en el tejido adiposo. Se cree que los estrógenos son capaces de aumentar la concentración de lipoproteínas de alta densidad HDL disminuyendo las lipoproteínas de baja densidad LDL, también incrementa la eliminación del colesterol a través de la bilis y disminuye la secreción de ácidos biliares (Botana et al., 2002)



## CAPITULO VI

### CONCLUSIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

#### 6.1. Conclusiones

- La administración de 2 dosis de benzoato de estradiol en protocolos de sincronización con dispositivo de AMP, producen la aparición temprana del celo (24h post aplicación de la segunda dosis de B.E) y de amplia duración (72h.).
- La cinética folicular se ve afectada por el tiempo de permanencia de esponjas de AMP; ya que a mayor tiempo de permanencia de la esponja, existe un mayor recambio folicular.
- Los protocolos con aplicación de benzoato de estradiol, disminuye la tasa de concepción en cabras con baja condición corporal (CC2), debido a concentraciones residuales de estradiol en la circulación, que afecta en el temprano desarrollo embrionario.

## 6.2 BIBLIOGRAFÍA

- Agraz, H. (2011). Estudio sobre la reproducción en los géneros capra y ovis. México.
- Arcilla, V. S. (2005). Estandarización de la citología vaginal exfoliativa correlacionando los niveles séricos de progesterona en perras durante la peri-ovulación. *Revista S peidomus*, 11-12. Obtenido de Investigación.
- Avalos, C. ., & Chávez, R. (2008). Guia para el manejo de rebaños caprinos en Baja California Sur, (1), 48.
- BO GA, Adams GP, Nasser LF, Pierson RA And Mapletoft RJ. Effect of estradiol valerate on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating gonadotropins in heifers. *Theriogenology* 1993; 40: 225-239.
- BO GA, Adams GP, Caccia M, Martinez M, Pierson RA, Mapletoft RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim Reprod Sci* 1995a; 39: 193-204
- Botana, L. (2002). *Farmacología y terapéutica veterinaria*. Mc Graw Hill.
- Burke CR, Macmillan KL, Boland MP. Oestradiol potentiates a prolonged progesterone-induced suppression of LH release in ovariectomized cows. *Anim Reprod Sci* 1996; 45: 13-28.
- Cancino, A. K., Aller, J. F., Rebuffi, G., & Alberio, R. H. (2011). Control de la dinámica folicular ovárica en llamas (*Lama glama*) en posparto temprano. *Archivos de zootecnia*, 60(232), 1009-1020
- Coll, M. D. (1978). Un método de tinción policrómico de uso rápido. *Miscel· lánia Zoológica*, 4(2), 205-210.
- Cunningham, J., & Klein, B. (2009). *Fisiología Veterinaria*. Elsevier Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-84-9022-317-8/00056-7>
- De Castro, T., Rubianes, E., Menchaca, A., & Rivero, A. (1999). Ovarian dynamics, serum estradiol and progesterone concentrations during the interovulatory interval in goats. *Theriogenology*, 52(3), 399–411. [https://doi.org/10.1016/S0093-691X\(99\)00138-7](https://doi.org/10.1016/S0093-691X(99)00138-7)

- de la Rosa, S. (2011). Manual De Produccion Caprina.
- Dieleman, S. J., M. M. Bevers, Y. A. Wurth, J. T. Gielen, and A. H. Willemse. 1989. Improved embryo yield and condition of donor ovaries in cows after PMSG superovulation with monoclonal anti- PMSG administered shortly after the preovulatory LH peak. *Theriogenology* 31: 473-487.
- Evans G., & W.M.C. Maxwell. 1990. Inseminación Artificial de ovejas y cabras. 1st. ed. Acribia S.A. Zaragoza, España.
- Evans, A. C. O. (2003). Characteristics of ovarian follicle development in domestic animals. *Reproduction in Domestic Animals*, 38(4), 240–246. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0531.2003.00439.x>
- Fatet, A., Pellicer-Rubio, M. T., & Leboeuf, B. (2011). Reproductive cycle of goats. *Animal Reproduction Science*, 124(3–4), 211–219. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2010.08.029>
- Bó, G; Colazo, M; Martínez, M; Kastelic, J y Mapletoft, R. (2003). Sincronizacion de la emergencia de la onda folicular y la ovulación en animales tratados con progestagenos y diferentes esteres de estradiol. *Biotecnologia da reprodução em bovinos*, 106, 71–84.
- Garcia Sacristan, A., Castejon Montijano, F., & De La Cruz Palomino, L. F. (1995). Fisiología veterinaria. Editorial Mc Graw-Hill Interamericana. Capítulo, 46, 599-603.
- Garza, V. (2011). Reproduccion De Ganado Caprino. Universidad Autonoma De Nujevo Leon, 1, 1–20.
- Ginther OJ, Kot K. Follicular dynamics during the ovulatory season in goats. *Theriogenology* 1994;42:987–1001.
- Gioffredo, J. J., & Petryna, A. (2010). Caprinos: generalidades, nutrición, reproducción e instalaciones. Universidad Nacional De Río Cuarto, 1(1), 1–20.
- Gutiérrez, R. Z. L. A. (2010). Utilización de implantes de melatonina y progesterona para reducir el anestro postparto de cabras paridas en periodo de anestro estacionario. Universidad de córdoba; universidad de huelva. Retrieved from

<https://outlook.live.com/owa/?path=/attachmentlightbox>

Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria (INTA) Manual de producción caprina.

Kaim, M., A. Bloch, D. Wolfenson, R. Braw-tal, M. Rosemberg, H. Voet, and Y. Folman. 2003. Effects of GnRH administered to cows at the onset of estrus on timing of ovulation, endocrine responses, and conception. *J. Dairy Sci.* 86: 2012-2021

Lammoglia, M. A., Short, R. E., Bellows, S. E., Bellows, R. A., MacNeil, M. D., & Hafs, H. D. (1998). Induced and synchronized estrus in cattle: dose titration of estradiol benzoate in peripubertal heifers and postpartum cows after treatment with an intravaginal progesterone-releasing insert and prostaglandin F<sub>2</sub>  $\alpha$ . *Journal of animal science*, 76(6), 1662-1670.

Lane E, Sweeney T, Ryan M, Roche JF, Crowe M. Relationship between serum gonadotropins and pituitary immunoreactive gonadotropins and steroid receptors during the first FSH increase of the estrous cycle and following steroid treatment in heifers. *Anim Reprod Sci* 2009; 112:66-82.

Mahre, M. B., Wahid, H., Rosnina, Y., Jesse, F. F. A., & Jaji, A. Z. (2012, September). Exfoliative vaginal cytology during the oestrous cycle of Rusa deer (*Cervus timorensis*). In *Proceedings of the International Conference on one health and VAM Congress* (Vol. 24, pp. 345-47).

Medan, M. S., Watanabe, G., Sasaki, K., Sharawy, S., Groome, N. P., & Taya, K. (2003). Ovarian Dynamics and Their Associations with Peripheral Concentrations of Gonadotropins, Ovarian Steroids, and Inhibin During the Estrous Cycle in Goats<sup>1</sup>. *Biology of Reproduction*, 69(1), 57–63. <https://doi.org/10.1095/biolreprod.102.013334>

Mendes, C. S., Barbosa, L. P., de Araújo, M. L., Pinheiro, E. E. G., Lents, M. P., da Silva Amorim, L. & Santana, A. L. A. (2018). Follicular response and oocyte production following variations in ovarian stimulation in goats. *Theriogenology*, 108, 88-96.



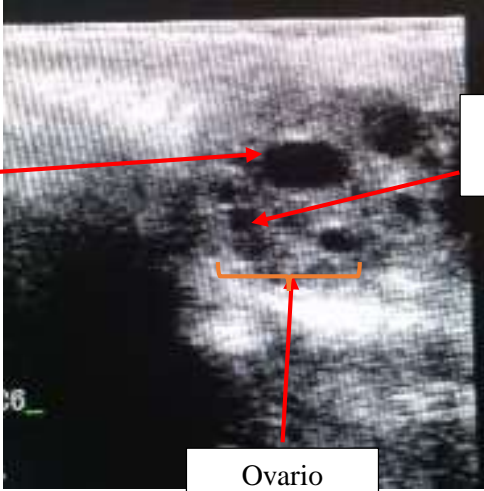
Montes, G. (2009). Condición corporal del ganado caprino y ovino.

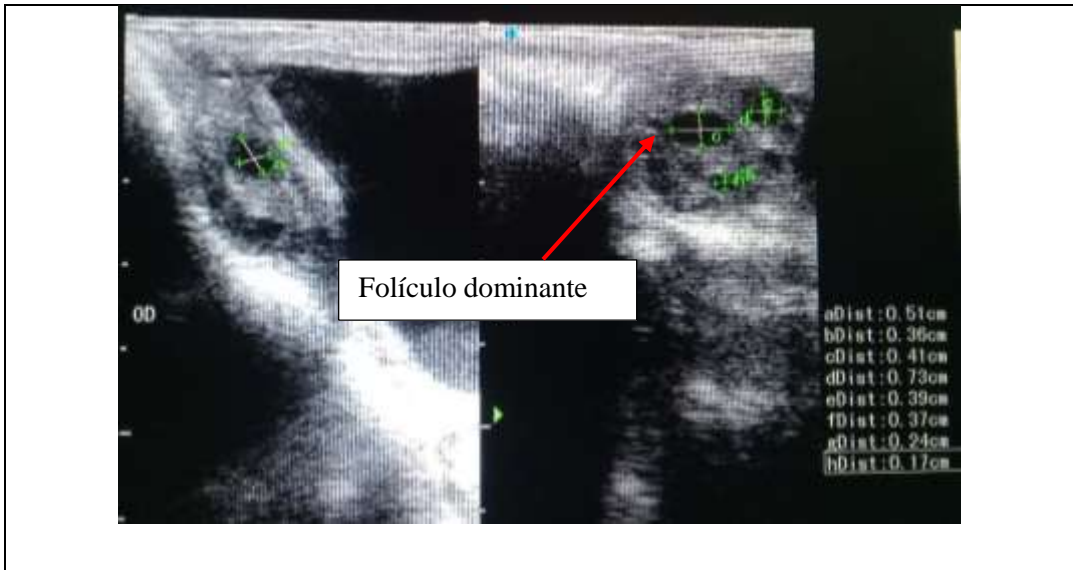
- Ortega, A., & Aguilar, A. J. (2002). Fertilidad y fallas reproductivas en un rebaño de cabras criollas en el trópico subhúmedo , sincronizadas con esponjas. *Biomed*, 13(3), 179–184.
- Ortiz F.J., Mareco G. Sincronización de celos e inseminación artificial en cabras productoras de leche. *Bovinotecnia*, UNAM. 2007
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small ruminant research*, 68(1-2), 88-113.
- Pérez-Clariget, R., Garese-Raffo, J. A., Fleischmann-Techera, R., Ganzábal-Planinich, A., & González-Stagnaro, C. (2012). Sincronización de celos en cabras en estación reproductiva: uso de esponjas de medroxiprogesterona o aplicación de prostaglandina después de cinco días de detección de celos. *Revista científica, fcv-luz*,3,245–251. Retrieved from [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_caprina/inseminacion\\_transferencia\\_caprino/39-esponjas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_caprina/inseminacion_transferencia_caprino/39-esponjas.pdf)
- Pierson, J. T., H. Baldassarre, C. L. Keefer, and B. R. Downey. 2003. Influence of GnRH administration on timing of the LH surge and ovulation in dwarf goats. *Theriogenology* 60: 397-406
- Quitet, E. (1982). *La Cabra: Guía práctica para el ganadero* (No. 636.39 QUIc).
- Regueiro, M., Clariget, R. P., Ganzábal, A., Aba, M., & Forsberg, M. (1999). Effect of medroxyprogesterone acetate and eCG treatment on the reproductive performance of dairy goats. *Small Ruminant Research*, 33(3), 223-230.
- SILVA, M<sup>a</sup> das Graças Carvalho Moura e; DINIZ, Cleiton Rodrigues; ROSADO, A. C. (2015). *Criação Racional De Caprinos. Curso De Qualificação Profissional Criação - Ufla*, 98. Retrieved from <http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/ManualTecnicoCriacaoRacionalCaprino.pdf>
- Simões, J., Almeida, J. C., Valentim, R., Baril, G., Azevedo, J., Fontes, P., & Mascarenhas, R. (2006). Follicular dynamics in Serrana goats. *Animal Reproduction Science*, 95(1–2), 16–26. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.09.005>

- Syntex, X. T. L. (2010). Benzoato de Estradiol. Syntex Analytical Instruments, Cupertino, USA.
- Souza, A. H., Gümen, A., Silva, E. P. B., Cunha, A. P., Guenther, J. N., Peto, C. M., & Wiltbank, M. C. (2007). Supplementation with estradiol-17 $\beta$  before the last gonadotropin-releasing hormone injection of the Ovsynch protocol in lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 90(10), 4623-4634.
- Sumano, H., & Ocampo, L. (1997). *Farmacología veterinaria*. MaCGRAW-HiL INTERAMERICANA. Segunda edición. México.
- Uribe Velásquez, L. F. (2015). Desenvolvimento folicular em cabras Alpinas durante a estação reprodutiva. *CES Medicina Veterinaria Y Zootecnia*, 10(1), 38–44. <https://doi.org/10.21615/3473>
- Valenzuela-Jiménez, N., Hernández-Cerón, J., Murcia-Mejía, C., Rodríguez-Maltos, R., & Gutiérrez, C. G. (2004). Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del pico preovulatorio de lh, momento de ovulación y fertilidad en cabras sincronizadas con acetato de melengestrol. *Agrociencia*, 38(6). Retrieved from <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2004/nov-dic/art-4.pdf>
- Valenzuela, Nicolás; Hernández, Joel; Murcia, Clara; Rodríguez, Rodolfo; Gutiérrez, C. (2004). Efecto del benzoato de estradiol en la presentación del picopreovulatorio de lh, momento de ovulación y fertilidad encabras sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona. *Agrociencia*, 38(6). Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/302/30238604/>
- Wildeus, S. (2000). Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *Journal of Animal Science*, 77(E-Suppl), 1. <https://doi.org/10.2527/jas2000.00218812007700ES0040x>

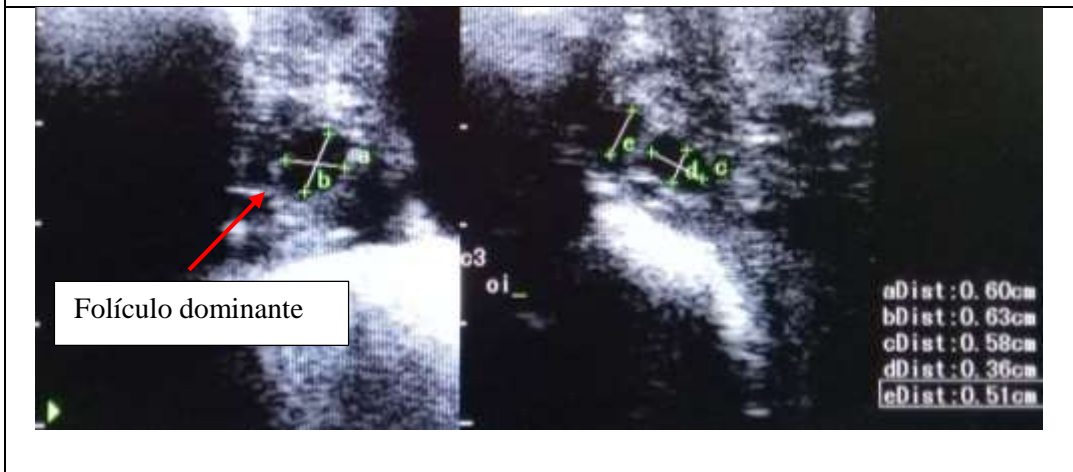


### 6.3 ANEXOS

	
<p>Animales al pastoreo</p>	<p>Condición corporal 2</p>
 <p>Folículo dominante</p> <p>Folículos en regresión</p> <p>Ovario</p>	



Ovario bajo efecto de Benzoato de estradiol (0,73cm)



Ovarios sin aplicación de benzoato de estradiol (0,60cm)



Extracción de esponja intra-vaginal

Toma de muestras



Depilacion yugular



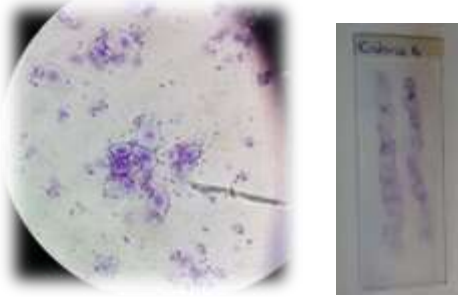
Extracción de sangre vena yugular



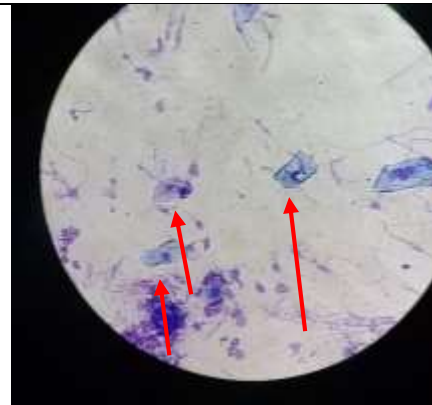
Isopado vaginal



Preparación de muestra



Citología vaginal



Células epiteliales estratificadas



Monta directa



Gestación 35 días aprox

## **PROPUESTA**

Aplicación de protocolos de sincronización de estros en cabras de condición corporal 2 (CC 2).

### **7.1 Datos informativos**

Esta investigación abarca temas de importancia para médicos veterinarios y especialistas que trabajan en el área de reproducción, una de las instituciones involucradas en la propuesta será: la Universidad Técnica de Ambato, como responsable de propagar los resultados obtenidos en esta investigación para que a través de esta institución se pueda llegar a los grandes y pequeños ganaderos, con la finalidad de comprender la fisiología del aparato reproductivo de la hembra caprina, mejorar los métodos de sincronización de estros, además de impulsar el desarrollo de la producción ganadera.

### **7.2 Antecedentes de la propuesta**

En base a los resultado obtenidos en esta investigación se muestra que el efecto de retiro a distinto tiempo de esponjas de acetato de medroxiprogesterona (AMP) con y sin aplicación de benzoato de estradiol (BE) sobre la emergencia folicular en cabras con baja condición corporal afecta la dinámica folicular, el BE ejerce efecto en dependencia del estadio del folículo, de este modo en los tratamientos con aplicación de BE la ovulación se da antes por lo que la monta se debería dar un día antes a lo establecido en los protocolos de sincronización de estro, por otro lado las unidades experimentales que no recibieron benzoato de estradiol reflejan una mejor fertilidad.

### **7.3 Justificación**

En el presente trabajo de investigación se observó que el conocimiento acerca de la cinética folicular ayudan a mejorar problemas relacionados a la productividad y fertilidad, ya que el estudio a detalle del desarrollo folicular es de vital importancia debido a que el folículo es la estructura que sintetiza  $17\beta$ - estradiol hormona responsable del celo y depende del estadio en que este se encuentre para una mejor eficacia de los protocolos a aplicarse, además la comprensión de estos mecanismos permitirá acciones más eficaces para la aplicación de biotecnologías relacionadas con la fisiología reproductiva.

#### **7.4. Objetivo**

- Aplicar un protocolo de sincronización efectivo utilizando esponjas de acetato de medroxiprogesterona sin aplicación de Benzoato de Estradiol, como alternativa para la sincronización de estros, y de esta manera mantener la eficiencia productiva y reproductiva en cabras de baja condición corporal.

#### **7.5. Análisis de factibilidad**

La explotación caprina en el Ecuador, es una actividad que esta aun por desarrollar con gran oportunidad agroeconómica para los sectores de bosque seco, siendo una gran oportunidad de negocio con alto retorno financiero por todo lo que genera esta actividad. Llegando a ser la clave del éxito de esta actividad el manejo técnico, que va desde la selección de los ejemplares, registros, controles, sanidad, genética, hasta el adecuado manejo del ordeño de madres, razón por la cual es apropiado implementar protocolos de sincronización que mejoren la reproducción de esta especie.

#### **7.6. Fundamentación**

La dinámica folicular durante el ciclo estral de la cabra fue reportada por primera vez por Ginther and Kot.(1994) utilizando ultrasonografía en tiempo real (UTR). Estos autores frecuentemente encontraron cuatro ondas foliculares en el ciclo estral y sugirieron que la dominancia folicular ocurrió en las primeras y últimas ondas. La incorporación de la ultrasonografía ovárica trans-rectal asociada a la determinación hormonal por radioinmunoanálisis ha permitido desde mediados de los años 80 un fuerte avance en el conocimiento de la fisiología ovárica en los rumiantes. De este modo fue posible realizar un mapeo diario de los cambios anatómicos que ocurren a nivel ovárico en el mismo animal por períodos prolongados y de forma atraumática (Menchaca, A y Rubianes, E 2012).

#### **7.7. Metodología, modelo operativo**

Se sugiere el uso de protocolos de sincronización a tiempo fijo con esponjas de acetato de medroxiprogesterona por 11 o 14 días, el día de la extracción de la esponja se aplica una dosis de prostaglandina F<sub>2α</sub>, 3 días después se aplicara GnRH y se realizara inseminación artificial o monta directa. Estos protocolos son efectivos para usarlos fuera de la etapa reproductiva, y en animales de baja condición corporal. Debido a que

la progesterona inhibe la liberación de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) impidiendo la duración folicular, al retirar su uso, producirá un pico de liberación de GnRH que a su vez desencadena en un pico de LH que dará lugar a la ovulación, por su parte la prostaglandina produce la regresión del CL.

La propuesta dará inicio con las siguientes actividades:

- Capacitar teóricamente a las personas asistentes sobre las ventajas económicas y reproductivas del uso de protocolos de sincronización en cabras de baja condición corporal.
- Capacitar de forma práctica a las personas interesadas, para que realicen la aplicación de protocolos.
- Puesta en marcha de lo aprendido, por parte de los ganaderos.
- Preparación: Ayuno previo

La adecuada privación de alimento evita que las heces se acumulen en el intestino grueso por lo que se ve dificultada la observación de las estructuras internas del aparato reproductivo de la cabra.

- Inmovilización de la hembra

Esta práctica contribuye a evitar los movimientos naturales de la cabra que puedan cambiar o alterar la medición de las estructuras a evaluarse.

- Extracción de heces

Se extrae la mayor cantidad de heces introduciendo nuestros dedos previamente colocándonos un guante con gel lubricante para de esta manera facilitar el ingreso del transductor del ecógrafo en el recto.

- Identificación y valoración de estructuras ováricas

Este estudio cuantitativo y cualitativo nos permite definir las condiciones fisiológicas y anatómicas específicas que posee cada individuo a examinarse.

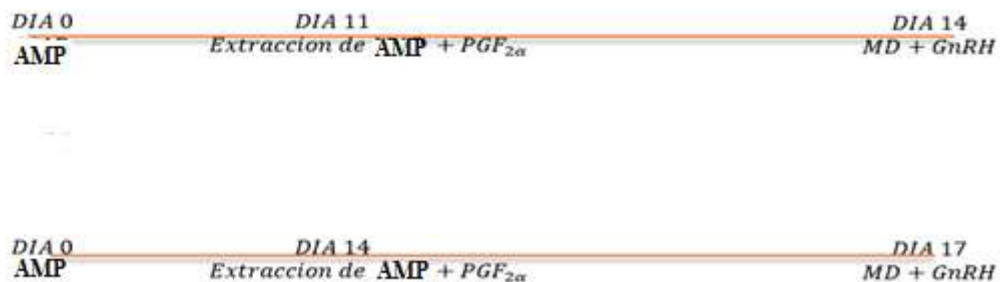
- Análisis de datos reportados

La recopilación de datos estadísticos ayuda a determinar el uso de un tratamiento adecuado para plantear una sincronización efectiva.

➤ Aplicación de tratamientos

Durante los últimos años la aplicación de tratamientos de sincronización efectiva ha tenido un impacto positivo sobre la fertilidad en estos animales.

➤ Protocolo utilizados:



Acetato de medroxiprogesterona (AMP); prostaglandina (PGF<sub>2</sub>); Gonadotropina (GnRH); Monta directa (MD)

### 7.8. Administración

La Universidad Técnica de Ambato mediante la Facultad de Ciencias Agropecuarias, así como docentes y estudiantes serán responsables de la realización de esta propuesta que pueda llevar a una adecuada utilización creando proyectos de reproducción asistida de caprinos, además se trabajará con pequeños, medianos y grandes ganaderos que quieran poner en práctica el uso de nuevos protocolos de sincronización, con el respectivo asesoramiento de un técnico a fin a la reproducción y producción ganadera.