

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y  
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS VETERINARIAS



Sincronización del estro en cabras Nubia mediante el uso de Norgestomet, Prostaglandinas F2 alfa y Valerato de Estradiol a diferentes combinaciones, en clima templado seco.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

PRESENTA:

**PMVZ. LUIS JAVIER CANO GODINEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**MCV. DAVID AVILA FIGUEROA**

**ASESOR DE TESIS:**

**MVZ. RAUL LEONEL DE CERVANTES MIRELES**

Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jal. Julio 1998

**DEDICATORIAS :**

**CON TODO MI AMOR A MIS PADRES:**

*POR SER LOS PILARES EN LOS QUE DESCANSA  
MI FORMACION COMO SER HUMANO.*

**A MIS ABUELITOS:**

*POR EL APOYO BRINDADO EN MIS ESTUDIOS*

**A MI ESPOSA E HIJOS:**

*POR SU COMPRESION Y RESPALDO EN LA ELABORACION  
DE ESTE TRABAJO.*

**A MIS PROFESORES:**

*POR SUS CONOCIMIENTOS TRANSMITIDOS Y QUE SON  
BASE DE MI FORMACION PROFESIONAL.*

**A MI DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS:**

*CON GRATITUD Y RESPETO POR SU VALIOSA AYUDA  
Y COMPRESION: MCV. DAVID AVILA FIGUEROA Y  
MVZ. RAUL LEONEL DE CERVANTES MIRELES.*

## CONTENIDO

	Página
RESÚMEN	I
INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	38
JUSTIFICACIÓN	40
HIPÓTESIS	42
OBJETIVOS	43
MATERIAL Y MÉTODOS	44
RESULTADOS Y DISCUSION	51
CONCLUSIONES	70
BIBLIOGRAFÍA	71

## RESUMEN

La cabra es un animal poliestrónico estacional, de tal modo que su estro se presenta estrechamente relacionado con las variaciones en el fotoperiodo y otros factores como la genética, edad, alimentación y presencia del macho. Por estas mismas razones, presenta un anestro estacional el cual constituye en muchos casos, un obstáculo para acortar de forma efectiva el intervalo entre partos. Con el objetivo de evaluar la aplicación del Norgestomet, valerato de estradiol y Dinoprost (PGF<sub>2α</sub>), para la sincronización de estro en caprinos, se sincronizaron 29 cabras Nubia utilizando tres tratamientos (A, B y C) a base de 3 mg de Norgestomet en implantes subcutáneos durante 9 días cada uno. Además, en el tratamiento A se aplicó 2.5 mg de Valerato de Estradiol y 1.5 mg de NOR vía IM al colocar el implante; en el tratamiento B se aplicó 12.5 mg de Dinoprost vía IM al retirar el implante; en el tratamiento C, los dos tratamientos anteriores se combinaron, y se dejó un cuarto tratamiento (D) en el que no se aplicó fármaco alguno. Después de retirar los implantes, se introdujeron los sementales con un amés marcador para dar monta a las hembras en celo. Las variables registradas fueron: Tiempo a la presentación del celo, Porcentaje de concepción a 1º, 2º, 3º y 4º celo; Porcentaje de fertilidad, índice de prolificidad, tipo de parto, proporción de sexos, peso al nacimiento, Porcentaje de destete, peso al destete e índice de procreo. Los celos se presentaron desde las 8 y hasta las 76 horas después de retirar los implantes. Se concluyó que cualquiera de los tratamientos utilizados es capaz de sincronizar el estro en las cabras Nubia de la región. El tratamiento B (NOR-Dinoprost) agrupó en un período más corto y uniforme la presentación de celos (21-48 horas), pero no existió diferencia ( $P > 0.05$ ) con los otros tratamientos. El bajo porcentaje de preñez en el celo sincronizado (31.48%) nos permite proponer la utilización de un agente foliculo estimulante en cualquiera de los tratamientos para así alcanzar un óptimo desarrollo folicular y ovulación.

## INTRODUCCIÓN

Los factores que intervienen en el comportamiento reproductivo de la cabra, en algunos casos han sido bien establecidos, sin embargo, en el aspecto endócrino y nervioso es poco lo que se ha investigado, esto obliga a establecer una revisión lo más apegado posible a la fisiología de los rumiantes, (bovino y oveja) y en la investigación básica realizada en la rata.

Diversos autores coinciden en que la cabra es un animal poliéstrico estacional, esto es, que sólo presenta celos fértiles en determinado época de año.

Devendra y McLeroy (1986) explican que en los trópicos la actividad del estro es mayor que en climas templados, lo que indica el efecto de la temperatura alta sobre el sistema endócrino. Las cabras nativas tienden a tener ciclos estrales continuos, en tanto que las especies introducidas en los trópicos no tienen ciclos continuos por completo (10).

McDonald (1989) reporta que en E.U.A. la estación reproductiva se extiende desde el final del verano hasta el principio del invierno para la mayoría de las cabras. Las cabras Nubia tienden a concentrar su actividad reproductiva al final del otoño. Las razas mediterráneas como la Shiba y Creole, ciclan a lo largo del año en áreas tropicales o en zonas con climas templados teniendo estas razas una estación reproductiva no definida. El promedio mayor para la concepción en la raza Nubia de los E.U.A. es en octubre (30).

Agraz (1989) informa que en el hemisferio norte la cabra Nubia presenta su periodo de mayor actividad sexual de septiembre a noviembre, sin embargo, comenta que en las zonas tropicales de México y América Central las cabras ovulan todo el año explicando así que la latitud tiene influencia directa sobre la ovulación, pero no es esto solamente la que actúa, puesto que en

lugares de igual altitud (Querétaro y Mérida) se tiene que en Querétaro los ciclos estacionales si se presentan, mientras que en Mérida los ciclos son poliestrales (1).

Hafez (1993) reporta que las altas temperaturas del medio ambiente y la falta de alimento pueden limitar la actividad sexual durante algunos meses del año en los trópicos, pero poco después del comienzo de la estación lluviosa, la actividad sexual aumenta, tal vez debido al cambio de la disponibilidad de alimento. El mismo autor explica que la estación sexual en climas templados está bien definida. Los ovarios de las cabras Alpinas se hallan ligeramente activos de enero y marzo y en latencia en abril a julio. La actividad ovárica se reanuda de forma abrupta en todos los animales en septiembre. De la misma manera explica que la raza Anglo - Nubia, desarrollada en Inglaterra al cruzar hembras inglesas con machos Nubia en el norte de Egipto y Etiopía, tiene menos limitación para reproducirse durante el otoño, si bien, su actividad sexual es mayor durante éste (22).

Meza (1989) y Ramírez (1989) realizaron estudios relacionados a la estacionalidad reproductiva de la cabra Nubia en el mismo lugar en que se realizó el presente trabajo, analizaron la época de parto de los años de 1981 a 1987 y encontraron que de acuerdo a esta época las cabras tenían concepciones, durante todo el año, con picos elevados en determinados meses; El 68% de las concepciones ocurrían en los meses de abril a agosto, encontrándose que el pico mayor es en el mes de mayo con un 21.4% y el mes con menos concepciones fue marzo con el 1.0% de éstas. (31, 39).

En 1993, De Gante, corroboró los estudios que Meza (1989) y Ramírez (1989) realizaron, encontrando también que el mes de marzo es el de mayor anestro, ya que no se registran concepciones, siendo el mes de mayo y junio el que agrupa la mayor actividad reproductiva, registrándose en estos meses un mayor en menor número, durante todo el año (15, 31, 39).

## **EFFECTO DEL FOTOPERÍODO EN LA ESTACIONALIDAD REPRODUCTIVA DE LA CABRA.**

La estacionalidad en la función reproductiva de la cabra está relacionada con las variaciones en el fotoperíodo (horas/luz/día) en combinación con otros factores como la genética, la edad, la alimentación y la presencia del macho (13).

Los efectos del fotoperíodo se manifiestan cuando las horas luz disminuyen, esto permite que el sistema neuroendócrino se estimule y la liberación de gonadotropinas a partir de la adenohipófisis ocurra (5, 13, 18, 22, 47). Se ha reportado que cuando el fotoperíodo se reduce a ocho horas luz es cuando la cabra presenta celo, esto sucede hacia los meses de octubre a febrero (13, 30).

Hafez (1993) comenta que la duración del día, raza y nutrición. El periodo estacional está gobernado por la fotoperiodicidad entre la actividad del estro, que comienza en el momento en que decae la duración del día. En latitudes de zona templada, la mayor parte de las cabras están en fase anovulatoria o de anestro durante la primavera y el verano, pero comienza su ciclo conforme decrece la luz diurna durante el otoño (ocho horas luz) (22).

La manera como las señales fotoperiódicas son convertidas en mensajes neuroendócrinos no está del todo comprendida. De Alba (1985) y Hafez (1993) explican que tal vez las cabras perciben estos cambios en la luz por medio de un reloj biológico interno localizado en el hipotálamo y esta información es transmitida al eje hipotálamo - pituitaria - ovarios (HPO) por vía de la glándula pineal (14, 22). Cada vez hay más pruebas de que la melatonina, una hormona pineal, media la respuesta a los cambios en él, fotoperíodo de las cabras (18). Los niveles de melatonina están elevados durante determinados periodos de luz, es probable que estas diferencias en el patrón de secreción de melatonina actúen como una señal que indica la duración del día al eje neuroendócrino.

## **FUNCIÓN DE LA GLÁNDULA PINEAL Y EFECTOS DE LA MELATONINA EN LA FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DE LA CABRA.**

El determinar la función de la pineal y el efecto de la melatonina en la reproducción es un tema muy poco estudiado; sin embargo, Fuentes (1986) informa que la melatonina es sintetizada a partir de una indolamina pineal secundaria, la serotonina, por la acción de dos enzimas: N-acetiltransferasa (NAT) la cual es responsable de la N-acetilación de la serotonina, y la Hidroxiindol-O-metiltransferasa (HIOMT) la cual es responsable de la O-metilación del anillo indol (18). Se ha observado que los niveles de serotonina se encuentran elevados durante el día, encontrándose muy bajos durante la noche y que las alteraciones en los ciclos de iluminación producían cambios correspondientes en el contenido de serotonina pineal. También se observó un ritmo diario en la melatonina pineal que se encontraba en relación inversa a la serotonina circadiana (4). Estas observaciones sugirieron que el fotoperíodo controla los ritmos indol pineales y que la disminución nocturna de la serotonina pineal se debe a un aumento en la secreción de melatonina.

Los pasajes neurales por los cuales llega la información del fotoperíodo hasta la pineal fueron elucidados en la rata, pero existe en los mamíferos (4).

Los impulsos nerviosos producidos por el estímulo de la luz que llega a los ojos son transmitidos por medio del tracto retino hipotalámico hacia los núcleos hipotalámicos supraquiasmáticos que funcionan como osciladores circadianos centrales autónomos, para llevar la información a los núcleos paraventriculares. Desde estos núcleos hipotalámicos los impulsos atraviesan las fibras del manojo medial del cerebro anterior y de la formación reticular hacia los núcleos intermedio laterales de la médula espinal. De ahí pasan hacia las fibras adrenérgicas preganglionares del sistema nervioso simpático y que las conducen hacia el ganglio cervical superior (GCS). La señal final proveniente del simpático hacia la pineal se origina en el GCS.



Para convertir la señal nerviosa en una producción endócrina de la pineal se realizan una serie de eventos como sigue: los nervios simpáticos liberan adrenalina en sus terminales presentes en las células pineales de una manera rítmica reflejando los cambios diarios de luz y oscuridad.

Este neurotransmisor se conjuga con receptores beta adrenérgicos en la membrana, activando al sistema nucléotido cíclico; lo cual provoca la síntesis de NAT (o lo activa) y como consecuencia se produce la melatonina.

Todavía no se sabe si la síntesis de melatonina se encuentra bajo control neural o simplemente se difunde hacia los vasos sanguíneo circundantes y al sistema ventricular para proveerle las señales diarias al organismo.

La señal luminosa cumple dos funciones dentro de la bioquímica pineal. La primera función es de tipo supresivo, demostrada por experimentos en varias especies donde la actividad de NAT o la Síntesis de melatonina se inhibían cuando la luz se presentaba con suficiente intensidad durante los periodos diarios de oscuridad. Sin embargo, cuando la oscuridad es continua el ritmo de secreción de melatonina persiste con una periodicidad diaria aproximada de 24 horas. Esta observación está relacionada con la naturaleza circadiana de los ritmos pineales. La segunda función de la luz consiste en engranar o sincronizar el ritmo pineal con el ambiente probablemente a través del sistema nervioso central. Los efectos supresivos o de sincronización de la luz determinan cuándo se sintetiza la melatonina (la fase del ritmo de la melatonina), y por cuanto tiempo debe continuar la síntesis, de esta manera proveen la información relacionada con el ciclo externo luz - oscuridad. La glándula pineal genera una señal diaria de melatonina, al cual puede ser alterada en su duración, en su fase y en su amplitud por la luz. Una señal que puede ser modulada de esta manera tiene el potencial de sincronizar procesos fisiológicos complejos en donde la coordinación corporal es crucial, uno de estos procesos es el de la coordinación temporal de la reproducción.

El control estacional de la reproducción en los reproductores de días largos o cortos dependen de que sus gónadas sean activadas a medida que los días aumentan o disminuyen. En pocos días después de la estimulación de las gónadas de manera fotoperiódica, se inicia una serie de eventos que provocan disminuciones de la sensibilidad a los efectos de retroalimentación negativa de los esteroides gonadales, provocando un encendido gradual de la pituitaria y de las gónadas. Por otro lado la exposición al fotoperíodo inhibitorio de las gónadas produce un aumento de la sensibilidad a la retroalimentación negativa seguido de una reducción de la actividad pituitaria y de una involución gonadal.

La función de la melatonina en la reproducción requiere de saber que, los ritmos diarios de esta hormona reflejan con cierto grado de exactitud los ciclos de iluminación y que tiene el potencial de proveer los signos temporales o de estacionalidad al organismo. También se sabe que el eje HPO presenta una actividad variable, mostrando que está coordinado temporalmente con ciclos a corto y largo plazo. Si la pineal sirve de interfase entre el reloj ambiental y el eje HPO, sería de esperarse que los efectos reproductivos estuvieran acompañados con cambios en el ritmo de la melatonina. De hecho, la modulación de la amplitud del ritmo de la melatonina puede ser un factor que controla el ciclo ovárico (32).

En cuanto al sitio y mecanismo de acción de la melatonina sobre la reproducción se analiza que, debido a melatonina sobre la reproducción se analiza que, debido a que la melatonina se encuentra en el líquido cerebroespinal y en la sangre periférica, es posible que ejerza sus efectos sobre el sistema nervioso central o en las estructuras periféricas (no neurales) o en ambas. Existe la posibilidad de que los efectos de la melatonina tengan un resultado sobre la liberación de GN-RH, esto es respaldado por el hallazgo de que la melatonina estimula la secreción de GN-RN en hipotálamo perfundido "*in vitro*". Los mecanismos propuestos por medio de los cuales la melatonina podría modificar la actividad de las neuronas que contienen GN-RH incluyen: a) alteraciones de la actividad eléctrica de la neurona; b) impedimento de los procesos contráctiles

relacionados con el transporte axonal de gránulos que contienen GN-RH; y c) cambio en la Síntesis y secreción de las catecolaminas, monoaminas y prostaglandinas, pensando que estas controlan la liberación de GN-RH. Los efectos centrales de la melatonina sobre la reproducción podrían estar mediados por el núcleo supraquiasmático del hipotálamo; el cual como se mencionó anteriormente, funciona como un reloj biológico para varios ritmos circadianos.

El punto de vista tradicional de que las hormonas poseen funciones de estimulación o inhibición no parece ser aplicable a la melatonina. De hecho el esperar efectos tan definidos ha impedido entender la función de la melatonina sobre la reproducción durante mucho tiempo. La melatonina no puede considerarse pro o antigonadal; si no más bien como transmisora de información ambiental en cuanto a tiempo hacia el eje HPO coordinando así las actividades reproductoras de animales como la cabra. En la actualidad se establece que la melatonina tiene una función dentro de la fisiología reproductiva, sin embargo, su sitio y mecanismo de acción se desconocen (18).

### **CRECIMIENTO FOLICULAR.**

El proceso de foliculogénesis no está bien determinado en los rumiantes, por lo tanto, se intenta explicar tal proceso a partir de una revisión realizada en la rata; dicha revisión abarca diversos aspectos de tipo fisiológico, bioquímico, biofísico y neuroendócrino.

Se ha establecido universalmente que en la hembra de los mamíferos el número de folículos presentes en el ovario se determina durante el desarrollo embrionario, y el número de ovocitos disminuye constantemente durante la vida de la hembra y sobre todo en cada ciclo estral que se presenta.

Los eventos que se presentan desde el reinicio del crecimiento de un primordial, hasta convertirlo en un folículo preovulatorio, han sido investigados principalmente en animales de

laboratorio. Especies para las cuales se han postulado esquemas de desarrollo que podrían servir como base para el entendimiento de este fenómeno en el caprino (21).

El folículo primario de la rata, cortado en su diámetro mayor, tienen 4 células de pregranulosa rodeando al ovocito, las células de este folículo son llamadas de primera generación (21). Cuando estas células se duplican y llegan a 8, se les denomina de segunda generación, y así sucesivamente hasta la décima generación, la cual constituye un folículo preovulatorio. Las tres primeras generaciones de desarrollo son difíciles de diferenciar de los folículos primordiales inactivos desde el punto de vista microscópico, ya que estas etapas tienen un ritmo de crecimiento muy lento. Los folículos en estas etapas carecen de teca interna y forman la zona pelúcida, la cual se hace evidente durante este período. Entre la cuarta y séptima generación los folículos desarrollan la teca interna y empiezan a formar espacios antrales y tienen receptores para FSH y LH (18, 22, 30) en las células de la granulosa y teca interna respectivamente. La atresia es raramente observada en estas etapas de desarrollo.

Los folículos de la octava y novena generación representan el período crítico de desarrollo, donde un folículo puede convertirse en preovulatorio o bien sufrir atresia. Es en estas dos generaciones donde se da el mayor índice de atresia en el desarrollo folicular. La capacidad duplicadora de las células de la granulosa se agota y se desarrolla completamente el antro folicular. En esta etapa el folículo posee receptores para gonadotropinas, estrógenos y andrógenos, pero las células de la granulosa carecen de receptores para LH.

El folículo de décima generación se caracteriza por desarrollar receptores para LH en las células de la granulosa y tienen las células de la teca interna divididas en dos regiones, la interna especializada en la producción de esteroides, y la externa que contiene actina y miosina.

Estos folículos contienen todas las enzimas necesarias para producir progesterona, andrógenos, estrógenos y una serie de otras sustancias (inhibina, proteoglicanos, prostaglandinas y activador del plasminógeno, entre otros).

El folículo de décima generación es capaz de responder con ovulación al aumento de LH circulante.

Desde el punto de vista hormonal el proceso de desarrollo folicular comprende dos etapas (21), la primera es la basal, que puede ser llevada a cabo aunque sea en parte en la ausencia de gonadotropinas, y la segunda es la etapa tónica, la cual depende del aporte de gonadotropinas.

#### **a) Etapa basal.**

Diversos autores coinciden al señalar que el primer signo morfológico del inicio del crecimiento folicular es el reinicio de la proliferación de las células de la granulosa que cambian de ser aplanadas a cuboidales. Además, el ovocito aumenta de tamaño alcanzado su máximo desarrollo en etapas tempranas de foliculogénesis.

El proceso por el cual ocurre el acopio y selección de folículos para completar su desarrollo no es muy claro. El proceso de acopio permite contar con un grupo de folículos con capacidad ovulatoria; los folículos individuales que se seleccionen continuarán su desarrollo hasta la evolución entre un grupo de folículos similares que degeneran. Hafez (1993) comenta que esta selección ocurre en ausencias de cambios detectables de la concentración de receptores hormonales, hormonas séricas o en sangre de un sitio determinado (22).

Mulheron y cols, en 1987 (citados por Gutiérrez), propusieron la teoría de la que el reinicio de la foliculogénesis se da por una señal del ovocito para iniciar su crecimiento (21). Ellos encontraron LH y FSH en el ovocito de folículos primordiales, proponiendo que las gonadotropinas son necesarias para el desarrollo del folículo. Sin embargo, el ovocito es quien rige la salida del folículo. Sin embargo del estado latente, por lo tanto, durante el ciclo estral, ciertos folículos se convierten en blancos de gonadotropinas, y la FSH y LH son trasladadas al núcleo del ovocito de dichos folículos; durante la transición del estado primordial a primario las gonadotropinas se separan del núcleo pero se mantienen presentes en el citoplasma. Esta

capacidad del ovocito para retener las gonadotropinas puede explicar el desarrollo de folículos hasta el estado preantral en ausencia de nivel continuos de gonadotropinas hipofisarias (22).

El crecimiento de un folículo se presenta, de acuerdo a Mariana (1980, citado por Gutiérrez), por tres factores: a) El crecimiento del ovocito se reduce cuando el folículo también se incrementa por multiplicación celular y el arreglo de las células que rodean el ovocito; c) La información del antro se presenta entre las células de la granulosa, y después estos espacios se comunican entre sí formando un sólo antro (21).

#### **b) Etapa tónica**

La segunda etapa del desarrollo folicular o etapa tónica se caracteriza por una dependencia extremada de gonadotropinas, particularmente FSH en un principio, para luego establecerse una interacción ovario - pituitaria - hipotalámica y factores locales que controlan la selección y dominancia para su maduración final . (21, 22).

Primero Ocorre el reclutamiento, que consiste en la estimulación del crecimiento de un conjunto (onda) de folículos, de entre los cuales surgirá el que llegara a ovularse. Para que un folículo pueda ser reclutado par proseguir con su desarrollo, deben haber alcanzado la etapa de dependencia de gonadotropinas, la cual se obtiene cuando los folículos tienen aproximadamente 4-5 mm de diámetro (en el caso del bovino). Se considera que en el bovino se reclutan de 5 a 6 folículos, y esto se logra con niveles basales de gonadotropinas especialmente FSH (21). Una vez reclutada cierta cantidad de folículos, se realiza la selección del folículo dominante por interferencia del folículo más grande de esa camada hacia el aporte de gonadotropinas a los folículos pequeños. Cabe recordar que en el caso de los caprinos podrán ser varios folículos los que sean escogidos para llegar a término, involucrándose factores hereditarios, ambientales y nutricionales. Hay dos mecanismos posibles para que se desarrolle esta relación, uno es el indirecto, en el cual el folículo mayor inhibe el crecimiento del resto produciendo sustancias como

la inhibina y el estradiol que actúan sobre la hipófisis reduciendo la secreción FSH a niveles insuficientes para los folículos chicos (22, 30). El otro mecanismo es el directo, por medio de la secreción de factores locales que reducen la sensibilidad de los folículos pequeños a la FSH. Por ejemplo, el factor de crecimiento epidermal (FGE) actúa en folículos pequeños reduciendo la capacidad de aromatización de las células de la granulosa, mientras que la activina actúa sobre las células de la teca reduciendo la síntesis de andrógenos (21).

Este folículo seleccionado ejercerá dominio sobre el resto de los folículos. El dominio se refiere al crecimiento selectivo de un folículo y la atresia que éste provoca en los demás. El folículo dominante es más sensible a las gonadotropinas que los demás folículos, por lo tanto no sufre atresia a pesar de provocar con sus secreciones una reducción en la producción hipofisiaria de FSH.

Hirshfield y cols. , 1991; (citado por Gutiérrez) propone que la atresia se da en folículos menores que están en crecimiento cuando las células de la granulosa se encuentran en la fase de mayor replicación y necesitan el mayor aporte de oxígeno y nutrientes (21). Esta situación, aunada al engrosamiento de sus paredes, los pone en insuficiencia de oxígeno, y el folículo no podrá superar esta fase a menos que tenga el suficiente aporte de oxígeno para pasar este momento crucial. Por lo tanto, puede ser que la FSH habilite a las células de la granulosa para sobrevivir en condiciones hipóxicas. Una vez que superó la fase hipóxica, el folículo dominante no requiere niveles altos de FSH. Un mecanismo por el que el folículo puede sobreponerse a estas condiciones adversas es mediante la producción de factores mitogénicos por las células de la granulosa del folículo preovulatorio (21).

Durante el ciclo estral caprino existen complejas interacciones hipotálamo - pituitaria - ováricas que pueden modificar el curso de la foliculogénesis. En el período proéstrico, la concentración de estradiol en la circulación general aumenta, alcanzando su pico en el estro. Cuando las hormonas LH y FSH se unen a sus receptores de las células de la teca y gránulos para

activar la enzima adenylciclase ésta convierte a su vez el nucleótido ATP rico en energía en AMP cíclico. El AMP se conoce como segundo mensajero, ya que puede llevar a cabo la acción biológica asociada con las gonadotropinas, tal como la síntesis de esteroides foliculares, teca y granulosa, interactúan para producir estrógenos. Las células de la teca en respuesta a la LH producen y suministran testosterona a las células de la granulosa, donde resulta aromatizada hacia estrógenos por acción de la FSH (3).

La LH aumenta después de la caída de los niveles de progesterona y el cese de la retroalimentación negativa que ésta ejerce. La secreción de LH durante el proestro se caracteriza por aumento de la frecuencia y disminución en la amplitud de la liberación pulsátil de LH. Cada pulso de LH es seguido por un incremento en la concentración de estradiol en la vena ovárica.

La LH son liberadas simultáneamente cerca del inicio del estro. El estímulo para esta liberación es el incremento en las concentraciones de estradiol en el periodo preovulatorio. La LH es secretada en forma pulsátil durante la fase lútea, pero el estradiol y la progesterona juntos ejercen una inhibición sobre la liberación de LH en la oveja y la vaca, y probablemente en la cabra. La progesterona sola provocará secreción de LH en baja frecuencia y alta amplitud, mientras que el estradiol por sí solo provocará liberación de alta frecuencia y baja amplitud de LH. Aparentemente la caída de progesterona es un requisito para que el estradiol cause el pico de gonadotropinas (18, 22, 30).

Según Hansel y Convey, 1983, (citados por Gutiérrez), el mecanismo por el cual el estradiol causa el pico de gonadotropinas puede ser debido a la capacidad aumentada de los gonadotropos de la pituitaria para liberar FSH y LH en respuesta al GN-RH, aumento de la autoestimulación de la GN-RH e induce el pico de gonadotropinas (21).

Al término del pico preovulatorio de LH y FSH, la hipófisis entra en un periodo refractario durante el cual la glándula es incapaz de responder al GN-RH, a pesar de un contenido normal de gonadotropinas. En el periodo inmediato después del pico de gonadotropinas hay una



disminución marcada de los niveles de estradiol circulante. La progesterona, La LH y FSH se encuentran en niveles basales en este período (21).

Aproximadamente 24 horas después del pico ovulatorio de gonadotropinas hay un aumento secundario en los niveles de FSH, este incremento debe tener influencia sobre el reclutamiento de folículos primordiales para el siguiente ciclo (21).

El brote ovulatorio de LH es relativamente prolongado en la cabra, dura nueve horas, y los niveles sanguíneos pueden alcanzar valores de 70 ng/ml. La LH permanece a niveles basales durante la mayor parte del ciclo. En la actualidad no existen valores reportados para los niveles de estrógeno durante el ciclo estral de la cabra (30)

## OVULACIÓN

La ovulación en la cabra, según McDonald (1989) ocurre de 30 a 36 horas después de iniciado el estro. Devendra y McLeroy reportan de 21 a 36 horas el tiempo de ovulación. La ovulación es espontánea y como ya se mencionó anteriormente puede acelerarla la presencia del macho. La tasa de ovulación es de dos o tres oocitos, en algunos casos extraordinarios se reportan hasta cinco productos al parto. Sin embargo, se acepta que la tasa de ovulación aumenta conforme el número de partos, presentando las cabras primíparas tasas de un oocito en la ovulación (10).

Al igual que el crecimiento folicular, la ovulación involucra aspectos de tipo Neuroendócrino, endócrino, biofísico y bioquímico.

Desde el punto de vista neuroendócrino, las estructuras dentro de las áreas preóptica y supraquiásmática del hipotálamo regulan la secreción ovulatoria de gonadotropinas que ejercen el control del ciclo de la ovulación. El centro tónico está regulado por el control de retroalimentación negativa de los estrógenos. Se acrecentan gonadotropinas en forma pulsátil, en respuesta a la secreción pulsátil similar de LH-RH por las neuronas secretoras del hipotálamo. Los esteroides gonadales ejercen sus efectos de retroalimentación en forma directa sobre la hipófisis y modulan el

control pulsátil de secreción de LH-RH. También pueden modificar la actividad biológica subsiguiente de las gonadotropinas (18, 22, 30).

En el aspecto endócrino, la LH se encuentra en concentración estable durante la fase folicular temprana y aumenta un poco de la ovulación. Hay una súbita secreción de LH antes de la ovulación, que retorna a cifras bajas durante la fase lútea. La relación entre FSH Y LH regula la cantidad de folículos ováricos que se desarrollan y la cantidad de los que después degeneran. Cambios cíclicos en la concentración de estradiol y FSH producen uno o dos períodos de crecimiento folicular, uno durante la transición de la etapa preantral a la antral y otro algunos días antes de la ovulación cuando disminuye el número de folículos preovulatorios por atresia. Las células de la granulosa secretan progesterona hacia el líquido folicular, que es precursora de la síntesis de estrógenos en células de la teca interna circundantes (3, 22, 30). El 17 beta estradiol y la 17 alfa hidroxiprogesterona producidos por células parcialmente luteinizadas de la teca interna, hacen que aumente de forma progresiva la producción de estrógenos (11). Hay desarrollo folicular por la acción de las elevadas concentraciones de LH, aumento en la concentración de estradiol, y la hipófisis aumenta en forma gradual su respuesta a LH-RH; las reservas hipofisarias de LH aumentan para uso futuro. En el momento de la secreción súbita preovulatoria de LH, se secreta LH-RH en forma pulsátil para activar la secreción hipofisaria de LH y FSH. Cuando alcanza una concentración determinada en plasma, la LH tiene retroalimentación negativa en sistema nervioso central. La velocidad de desarrollo folicular y la cantidad de folículos totalmente maduros por estos dependen de las gonadotropinas hipofisarias. En cabras adultas se dispone de un número limitado de hormonas en ovario.

Durante cada ciclo estral, como resultado de la secreción de suficiente FSH por la hipófisis, se estimula un grupo de folículos en crecimiento que crecen y maduran aún más, pero pocos alcanzan la madurez preovulatoria.

Dentro de los aspectos biofísicos que intervienen en la ovulación tendremos que el folículo destinado a ovular recibe el mayor volumen sanguíneo en términos absolutos (ml/mn) y tiene capilares más permeables que los otros folículos. La rápida respuesta de la microcirculación ovárica a LH y el aumento en el metabolismo de los folículos después de la estimulación con gonadotropinas indica que el aumento en la vascularidad es efecto de LH en los folículos. El aumento de presión intrafolicular no parece modificar la ruptura mecánica del folículo (22).

En el aspecto bioquímico, las células de la granulosa elaboran activador del plasminógeno en respuesta a aumentos de LH y AM cíclico intracelular; este activador convierte el plasminógeno en plasmina y debilita la pared folicular. La resistencia a la tracción de la pared folicular disminuye en el momento de la ruptura; numerosos agentes proteolíticos hacen que disminuya dicha resistencia. Las enzimas que participan en la ruptura se encuentran en el líquido folicular. Su efecto es favorecido por la isquemia presente en el ápice del folículo. La síntesis de enzimas similares a la colagenas bajo efecto de la progesterona, causa distensión de la pared folicular y ruptura del ápice (22).

Una vez ocurrida de ovulación se presenta la captación del ovocito; el ovario, adosado a la hoja posterior del ligamento ancho, se encuentra libre en la cavidad peritoneal. El oviducto se dispone alrededor del ovario y facilita la captación del ovocito por los pliegues de la mucosa de las fimbrias. En el momento de la ovulación, el óvulo junto con las células que lo rodean en una masa gelatinosa hace protrusión en la superficie del ovario y el barrido hacia la luz del oviducto por acción de cilios en las fimbrias introducen al ovocito para su transporte y posterior fecundación (14, 22, 30).

### **CUERPO LÚTEO.**

El cuerpo lúteo (CL) es un órgano temporal endócrino que funciona únicamente pocos días en la cabra no preñada. Durante la fase del diestro del ciclo, el CL produce cantidad máximas

de progesterona, las cuales se presentan en el orden de los 6 - 10 ng/mg hacia la mitad del ciclo. En la cabra preñada tales niveles aumentan hasta en 10 - 12 ng/ml hacia el día 21 de la gestación, en contraste, en la época de anestro la cabra presenta niveles basales de menos de 1.0 ng/ml (30).

Después de la ovulación, hay bastante hemorragia en la cavidad folicular, especialmente en los rumiantes, para que se desarrolle un coágulo de sangre. El folículo lleno de sangre desprovisto ahora del oocito se denomina comúnmente cuerpo hemorrágico. Este coágulo sirve como marco físico y medio nutriente para la proliferación rápida de las células de la granulosa y teca, las cuales, por su diferenciación en células luteínicas, son las principales responsables del desarrollo de este órgano. Después de la ovulación, las células de la granulosa restante en el folículo colapsado y las células teca sacadas de la teca interna por capilares invasores empiezan a hipertrofiarse, toman material lipídico y se vuelven luteína o células luteínicas de CL maduros (22, 30).

La formación del CL es inducida por hormonas luteotrópicas siendo la más importante en la cabra la LH; la prolactina no aparece ninguna función significativa (30).

Las células de la granulosa se diferencian de células lúteas grandes y las de la teca interna en células lúteas pequeñas (11). El incremento en la talla del CL durante la primera mitad del ciclo estral es primeramente el resultado de un incremento en la talla de estas células (hipertrofia), más que el incremento en el número de células (hiperplasia). Las células lúteas son sustancialmente mayores que las granulosa y teca de las cuales se forman.

Las células lúteas grandes producen la mayor cantidad de progesterona y contiene receptores de la Prostaglandina F 2 alfa; estas células se consideran responsables de la regresión del CL. Las células lúteas pequeñas presentan receptores para LH, respondiendo a la LH "in vitro" con un incremento dramático en la producción de progesterona (3).

Las células lúteas grandes son generalmente por lo menos dos veces el diámetro de las pequeñas, tienen una figura nuclear más regular que las pequeñas, tienen gránulos densos de

electrones indicativos de péptidos secretorios almacenados. Tales como oxitocina y relaxina, y contienen numerosas gotas de lípidos. Las células lúteas pequeñas tienen una figura nuclear más regular y no contienen gránulos densos de electrones pero contienen gotas de lípidos. Las células lúteas grandes y pequeñas difieren en su respuesta a varias hormonas luteotrópicas y luteolíticas (11).

La secreción de progesterona del CL es detectable en la cabeza de 2 a 4 días de iniciar el estro. La progesterona continúa aumentando hasta la mitad del ciclo cuando alcanza una meseta temporal antes del inicio de la luteólisis.

### LUTEOLISIS

Actualmente se acepta que el útero produce una hormona luteolítica que causa la regresión de CL al final del ciclo estral, es aceptado que este factor es la prostaglandina F<sub>2</sub> alfa (PGF<sub>2α</sub>); su secreción del útero es pulsátil y en la práctica la PGF 2 alfa en sangre es estimulada por su metabolito 15 keto -13 - 14 - dehidroprostaglandina, derivado éste de la cascada del ácido araquidónico (27, 45). El mecanismo de producción de PGF 2 alfa en la cabra no ha sido estudiado. En la oveja se han establecido gran parte de los efectos de la PGF 2 alfa citando aquí tales efectos.

Aunque los mecanismos precisos que regulan la síntesis y secreción de PGF 2 alfa endometrio no están completamente claros, se conoce que el estradiol y la oxitocina juegan un papel sumamente importante en la generación de los pulsos de PGF 2 alfa (30, 32) Al final de la fase lútea, el CL de los rumiantes produce oxitocina, la cual al ser secretada actúa sobre el endometrio provocando la secreción sincronizada de PGF 2 alfa que constituye un pulso. Sin embargo, para que el útero pueda responder a la oxitocina se requiere que tengan receptores para dicha hormona (30, 32). El estradiol de origen ovárico, proveniente de folículos presentes durante la segunda mitad de la fase lútea, es el responsable de estimular la síntesis de receptores para

oxitocina en el endometrio, por lo que se requiere que existan estrógenos circulantes para que se pueda iniciar la secreción de prostaglandinas (48). La PGF 2 alfa y la oxitocina establecen entonces un ciclo de retroalimentación positiva entre ellas, ya que la oxitocina estimula la secreción de PFG 2 alfa y ésta a su vez estimula la liberación de oxitocina lúteas. Sin embargo, este ciclo de retroalimentación se autolimita debido a que los receptores para oxitocina son destruidos después de ser utilizados, por lo que el útero deja de responder con liberación de PGF 2 alfa. Como se requiere 6 horas para volver a sintetizar receptores, el siguiente pulso de PGF 2 alfa ocurre después de un intervalo de alrededor de 6 horas estableciéndose el patrón luteolítico de secreción pulsátil de PGF 2 alfa (32, 48).

El estradiol de origen folicular es indispensable tanto para la aparición inicial de receptores para oxitocina como para su reparación después de cada episodio de secreción de PGF 2 alfa, por lo que sí se logra inhibir el desarrollo folicular, y por lo tanto la síntesis de estrógenos, se puede evitar el inicio de la secreción luteolítica de PGF 2 alfa (48).

En las ovejas no gestantes, el CL es destruido alrededor del día 14 ó 15 del ciclo estral debido al establecimiento de un patrón pulsátil de PGF 2 alfa que origina que los niveles de progesterona disminuyan rápidamente. Se requieren 4 a 6 pulsos de PGF 2 alfa secretados cada 5 a 6 horas para lograr la regresión irreversible del CL (48). La frecuencia con que se secretan dichos pulsos es muy importante, ya que si los intervalos entre ellos se alargan, la regresión del CL puede fallar a pesar de haberse secretado grandes cantidades de PGF 2 alfa (48).

Para que una gestación temprana pueda mantenerse, es indispensable que el aporte de progesterona por parte del CL no se interrumpa (48). Para evitar la regresión del CL, el rumiante gestante a una modificación del patrón de secreción de PGF 2 alfa, de tal modo que durante los días en que ocurriría la luteólisis, la hembra gestante continúa liberando PGF 2 alfa, pero dicha secreción toma la forma de una elevación en los niveles basales de la hormona (patrón de

secreción no luteolítico) en lugar de establecer un patrón de secreción luteolítico, o sea, pulsátil (48).

El embrión es responsable de indicar al útero su presencia para que éste responda suprimiendo el establecimiento del patrón de secreción pulsátil de PGF 2 alfa. El embrión utiliza un mensaje químico para lograr el reconocimiento materno de la gestación (48). En el caso de los rumiantes la sustancia producida por el embrión para llevar el mensaje al endometrio es una proteína trofoblástica, denominada en la proteína trofoblástica ovina (*OTP-1*). La *OTP - 1* es el producto de secreción del embrión más abundante entre los días 13 a 21 de la gestación.

Si se toma en cuenta que la *OTP-1* comienza a secretarse en cantidades apreciables en el día 12 ó 13 postovulación, y que en la oveja no gestante la PGF 2 alfa comienza a secretarse en forma pulsátil en el día 13 ó 14, es claro que existe poco tiempo entre el momento en que el embrión puede señalar su presencia y el momento en que el útero materno está programado para destruir el CL (48).

Se han propuesto varios mecanismos para explicar la actividad luteolítica de la PGF 2 alfa, entre éstos figuran: a) Constricción de los vasos útero- ováricos, lo cual ocasiona isquemia y extravasación de las células lúteas; b) interferencia con la síntesis de progesterona; c) competencia con la LH por el lugar receptor, o d) destrucción de los lugares receptores de LH (30).

En la cabra, la arteria ovárica está replegada y sigue un curso tortuoso a lo largo de las ramas mayores y menores de la vena útero - ovárica que drena al útero. La arteria ovárica está entrelazada y en yuxtaposición cercana con una compleja red vascular de vénulas de la vena útero - ovárica. Esta disposición favorece el paso de sustancias desde la sangre venosa que drena del útero hacia las arterias que abastecen al ovario. De hecho, se considera ahora que las sustancias luteolíticas del útero llegan al ovario por transferencia, difusión o algún otro medio, de la circulación venosa eferente a la arteria afluyente. Para la oveja y la vaca, el cuerno uterino controla el CL sobre el ovario ipsilateral a través de una vía luteolítica local en el animal no preñado, y a

través de una vía luteotrópica local cuando está presente un embrión viable en el cuerpo ipsilateral. La vía local útero - ovárica demostrada para la vaca y la oveja no se ha establecido en la cabra. Por el contrario, los dispositivos intrauterinos que inducen luteólisis por vía local en vacas y vejas, parecen actuar por un camino sistémico en cabras (30).

## EL CICLO ESTRAL CAPRINO

El ciclo estral de la cabra, es un fenómeno rítmico con períodos regulares y limitados de receptividad sexual asociados a la producción de ovocitos fertilizables.

Diversos autores coinciden en que el ciclo estral caprino promedia 21 días, con un rango de 19 a 24 días. El estro en las cabras dura un promedio de uno a tres días. McDonald (1989) y Hafez (1993) coinciden en que al principio de la estación reproductiva las cabras presentan ciclos cortos de 8 a 9 días, y ocasionalmente durante la estación reproductiva; ambos autores reconocen tales ciclos como interestruales (22, 30).

De manera convencional el ciclo estral caprino promedia 21 días, con un rango de 19 a 24 días. El estro en las cabras dura un promedio de 1 a 3 días. McDonald (1989) y Hafez (1993) coinciden en que al principio de la estación reproductiva las cabras presentan ciclos cortos de 8 a 9 días, y ocasionalmente durante la estación reproductiva; ambos autores reconocen tales ciclos como interestruales. (22, 30)

De manera convencional el ciclo estral se divide en: Proestro: va del día 18 al 21 del ciclo estral. Estro: va del día 1 al 2 ó 3. Metaestro: va del día 3 ó 4 al 5. Diestro: del día 5 al 17.

La duración media de cada una de las anteriores fases es como sigue: Proestro: de 24 a 48 horas. Metaestro: de 3 a 4 días. Diestro: de 11 a 15 días.

El ciclo estral es una correlación de fenómenos endócrinos, conductuales, anatómicos e histológico los cuales se describen a continuación:



**Proestro.**

Días del ciclo estral: 18-21.

Endocrinología: Se caracteriza por un aumento en los pulsos de PFG 2 alfa, así como de la circulación sérica de FSH. Tanto la progesterona como la LH están en niveles basales, y los estrógenos están disminuidos, sin embargo, al final de esta fase se empiezan a elevar.

Anatomía útero - ovárica: en ovario se encuentra un CL pequeño y flácido por la degeneración; También se encuentra un folículo pequeño el cual se está desarrollando bajo el efecto de la FSH. El útero presenta ligero tono muscular y marcada irritabilidad.

Signos externos: ligera turgencia vulvar, vestibulo con leve congestión, algo de moco vaginal, pocos signos de celo.

**Estro temprano.**

Días del ciclo estral: 1-2.

Endocrinología: tanto la progesterona como la LH se hallan en niveles basales. La PGF 2 alfa ha desaparecido. Los niveles de FSH continúan elevados. Los estrógenos tienen un súbito a aumento.

Anatomía útero- ovárica: el ovario presenta un CL mucho menor y degenerado; el constante estímulo de FSH ha madurado aún más al folículo. El útero está edematoso y con marcado tono muscular, además, hay aumento de actividad miometrial.

Signos externos: turgencia vulvar, vestibulo hiperémico, mucho moco clara y fluido, los signos de celo se presentan.

**Estro tardío.**

Días del ciclo estral: 2-3.

Endocrinología: tanto la progesterona como la FSH y los estrógenos están en niveles, basales; la LH se eleva para inducir ovulación.

Anatomía útero - ovárica: el ovario presenta un folículo preovulatorio; si la ovulación ya ocurrió puede encontrarse un coágulo hemorrágico. El útero tiene una marcada turgencia.

Signos externos: moco vaginal claro y muy espeso.

### **Metaestro.**

Días del ciclo estral: 4-5.

Endocrinología: la progesterona empieza a elevarse debido a la formación del nuevo CL; la LH se halla elevada ya que está estimulando la formación del CL; la FSH y los estrógenos están en basales.

Anatomía útero - ovárica: En el ovario se encuentra un CL de nueva formación el cual es pequeño y duro. Es posible encontrar en esta fase el folículo a punto de ovular, sobre todo al principio de esta fase. El útero está edematoso.

Signos externos: Un día después del celo, discreta descarga mucosa; también puede haber sangrado vulvar, sobre todo al final de la fase.

### **Diestro.**

Días del ciclo estral: 5-17.

Endocrinología: La FSH, LH y estrógenos están en niveles basales, mientras que la progesterona está muy alta debido a la secreción del CL ya bien formado. Sin embargo, al final de la fase, la PGF 2 alfa empieza a mostrar un patrón pulsátil y la progesterona empieza a disminuir por la luteólisis del CL.

Anatomía útero - ovárica: en el ovario se encuentra un CL bien desarrollado. El útero está fisiológicamente flácido, esto debido a la acción de la relaxina y progesterona por el CL.

Signos externos: no hay signos externos significativos. (14, 18, 22, 30)

## MANIFESTACIONES DEL CELO EN LA CABRA.

Aunque los signos de celo, no siempre están presentes en todas las hembras, sus principales manifestaciones son las siguientes:

1. La producción de la cabra lechera puede decaer hasta en un 50% o más.
2. Se observa un escaso, desmedido o caprichoso apetito.
3. Cambio de carácter, mostrando excitación y nerviosidad.
4. Cuando va al macho o éste se acerca, agita la cola convulsivamente de un lado a otro.
5. Muestra la vulva dilatada, enrojecida y húmeda, expela un fluido mucoso incoloro y opaco de color característico, que atrae al macho.
6. Aumenta ligeramente el volumen de las mamas, mostrando los pezones algo erectos.
7. Orina frecuentemente o hace continuos esfuerzos.
8. Bala frecuentemente y con tono suplicante.
9. Presenta ligera reacción febril.
10. Aumenta su sed y bebe más agua.
11. Se acentúa los Síntomas cuando están otras cabras presentes, entablado pleito con ellas.
12. Se deja montar por sus compañeras o ella las monta imitando los mismos movimientos que ejecuta el macho al efectuar la monta.
13. Busca con insistencia al macho y si lo tiene enfrente, hace intentos de estar junto a él.
14. Al apretarle ligeramente el lomo lo arquea.
15. Se entristece un poco o se enloquece con cierta inquietud, desesperación o ansiedad.
16. Al principio del celo, la secreción vulvar es fluida y se espesa conforme avanza el período de estro. (1, 10)

## MANEJO ZOOTECNICO REPRODUCTIVO.

El manejo de la reproducción en animales de explotación pecuaria se beneficiaría económicamente si se redujera el costo que representa buscar animales en celo y se pudiera efectuar mejor el manejo de la monta controlada o inseminar muchos animales en un mismo día. Este atractivo es el que presentan los programas de inducción y sincronización de estros.

La inducción del estro consiste en activar la función hipofisiaria, que durante la época de anestro, se encuentra disminuida en lo que actividad sexual se refiere.

La sincronización de estros consiste en colocar a un grupo de hembras dentro de la misma fase de su ciclo estral, de manera que los celos se presenten en la mayoría de los animales al mismo tiempo y por un período de corta duración.

Para lograr la inducción y sincronización de estros en las cabras se han llevado a cabo diversos estudios, los cuales implementan factores físicos, químicos y sociales:

1. - Efecto macho.
2. - Manipulación del fotoperíodo.
3. - Uso de la melatonina.
4. - Progesterona intramuscular.
5. - Utilización de la prostaglandina F 2 alfa (PGF 2 alfa).
6. - Uso de los estrógenos.
7. - Hormona foliculo estimulante exógena.
8. - Progestágenos orales.
9. - Acetato de melengestrol y FSH exógena.
10. - Acetato de melengestrol y FGF 2 alfa.
11. - Acetato de fluorogestrona ec.
12. - Acetato de fluorogestrona con FSH y LH exógenas.
13. - Uso del norgetomet en implantes subcutáneos.

14. - Norgetomet y FSH exógena.
15. - Norgetomet y factor liberador de las gonadotropinas.
16. - Norgetomet, valerato de estradiol, FSH exógena y factor de liberación de hormona luteinizante.
17. - Norgetomet, FSH exógena y PGF 2 alfa.
18. - Norgetomet, valerato de estradiol, FSH exógena y PGF 2 alfa.
19. - Norgetomet y valerato de estradiol.

### 1. - Efecto macho

La inducción y la sincronización del celo en las cabras a partir de la introducción del macho cabrío se han estudiado ampliamente. Los resultados en época de anestro estacional son interesantes, así como los obtenidos en la época de empadre natural.

Shelton (citado por De Alba) en dos estudios (1960, 1980) con cabras de Angora en Texas, E.U.A., determinó que el efecto macho en las hembras caprinas se presenta alrededor de los 10 días, permitiendo un celo sincronizado y fértil; Además, estudió la naturaleza del estímulo y llegó a la conclusión de que era una combinación de vista, olor y sonido del macho, pero siempre es mayor el efecto con el contacto directo del macho con las hembras. También encontró que el celo posterior al de la primera sincronización tenía un mayor número de ovulaciones por cabra.

(14)

Ott y Cols. , ( Citados por De Alba) en 1980, encontraron que el tiempo de aparición del celo era de  $5.5 \pm 1.3$  días. (14)

McDonald (1989) reporta que la exposición de cabras de un año a un macho, habitualmente adelanta por tres semanas la estación reproductiva. Las cabras maduras pueden ciclar en un plazo de 3 a 9 días después de la exposición al macho durante el inicio de la estación reproductiva y el apareamiento resulta en gestación. (30) Contrario a esto, Hafez (1993) reporta

que las ovulaciones que se presentan en estas condiciones son de mala calidad y con frecuencia no producen Cuerpo Lúteo (CL) funcional y no hay conducta sexual, sin embargo, explica que en cabras lecheras en anestro estacional el efecto macho acelera el comienzo de la estación reproductiva, sincronizando efectivamente los celos en dos terceras partes de las cabras, siendo éstos fértiles, siempre y cuando se introduzca al macho cuatro a seis semanas antes de iniciar la estación reproductiva (22).

Hafez (1993) También reporta que en la época reproductiva la mayor parte de las cabras son descubiertas en celo a los seis días de introducir el macho, y esto fue seguido de ovulación y función normal de CL

## **2. - Manipulación del fotoperíodo.**

La inducción del celo por medio de la manipulación del fotoperíodo es un método físico que ha sido estudiado ampliamente, sin embargo, a pesar de tener resultados alentadores, dicho método tiene ciertas limitaciones.

Agraz (1898) reporta un estudio realizado en cabras lecheras de Nevada, E.U.A., encontrando que hay un incremento de concepciones en las cabras sometidas a 20 de luz continua por 70 días, en contraste con aquellas que se mantienen en las horas luz de la estación del año en condiciones normales. (1)

McDonald (1989) explica que la manipulación del fotoperíodo al exponer cabras de un año de edad a iluminación artificial durante el anestro de primavera, seguido a exposición de machos cabríos marcadores, da por resultado un avance de la estación reproductiva hasta de 80 días. (30)

En las cabras en anestro se puede inducir el ciclo estral manipulando el fotoperíodo. Sin embargo, este método es práctico sólo cuando las hembras están en corrales sometidas a sistemas intensivos de reproducción, porque es necesario reducir el fotoperíodo diario. (22)

### 3. - Uso de la melatonina.

El descubrimiento de que la oscuridad se puede sustituir con melatonina, es posible usarla para imitar cambios en la actividad reproductora de corta duración del día. El alimentar cabras en período de anestro estacional con melatonina, precipitó el comienzo de la estación de apareamiento; este método puede tener una futura aplicación en la crianza de las cabras. (22) Möller - Noltkamp (1994) reporta el uso de implantes de melatonina en oveja. El método consiste en separar a los carneros 7 días antes de implantar a la hembra para posteriormente introducirlos a los 35 días. Las montas se concentran entre los 50 a 60 días postimplantación. Dicho método es practicado en Australia y bien podría ser una alternativa en la reproducción de la cabra fuera de la estación de empadre. (32)

### 4. - Progesterona intramuscular.

Los primeros estudios realizados para la sincronización e inducción del estro en cabras, en los cuales se utilizaron métodos químicos, involucraron a la hormona de la gestación, la progesterona. Sin embargo, está en desuso, debido al amplio manejo que se requiere del ganado.

Agraz (1989) reporta que dosis de 5 mg de progesterona vía intramuscular (IM) durante 19 días produce un bloqueo eficaz del ciclo estral, y la presentación de los calores al terminar el tratamiento es buena, pero se obtienen bajos resultados en la fertilidad. (1)

McDonald (1989) explica que 12.5 mg de progesterona en aceite diariamente durante 16 días por inyección IM, permite la aparición del celo de 1 a 3 días después de la última inyección de progesterona. (30)

### 5. - Utilización de la progesterona f 2 alfa (PGF 2 alfa).

En la cabra, el CL del ciclo estral es sensible a la actividad luteolítica de la PGF 2 alfa exógena a partir del cuarto día del ciclo. (30)

Agraz (1989) reporta que la PGF 2 alfa en la cabra es efectiva pero sólo en la estación sexual permitiendo la presencia del ciclo en un 28% a las 24 horas y el 80% a las 48 horas, quedando el 43.7% de las preñadas. (1)

McDonald (1989) explica que 10 a 15 mg de PGF 2 alfa por inyección IM en cualquier día del 4 al 14 del ciclo estral induce la presencia del celo de 1 a 3 días postaplicación. El mismo autor comenta el uso de la PGF 2 alfa en tratamientos dobles con 10 a 11 días de diferencia, permitiendo con esto una eficaz sincronización del celo. (30)

Varios autores han utilizado dosis menores a los 12.5 mg del análogo de la *PGF 2 alfa* Dinoprost y han obteniendo resultados exitosos. (20, 25, 28, 29, 33, 46)

### 6. - Uso de los estrógenos.

El uso del etilboestrol sin duda produce los signos normales de estro en épocas fuera de la estación de celo, pero la introducción del macho y la subsecuente monta arrojan resultados negativos de dichas uniones. Además, no utilizando dosis adecuadas, existe la tendencia a la ninfomanía. (1)

### 7. - Hormona foliculo estimulante exógeno (FSH exógena).

Agraz (1989) reporta que se provoca inducción del estro inyectado gonadotropina sérica de yegua gestante (PMSG) en dosis de 500 U.I., durante la época de anestro estacional, repitiéndose esta dosis a los 19 días de la primera inyección, las cabras entran en celo quedando fecundadas al ser cubiertas. Sin embargo, con este método no se alcanza la regularidad necesaria para que se recomiende el empleo de esta práctica, además de que existen celos silenciosos. (1)



### 8. - Progestagenos orales.

El uso de la progesterona sintética en el alimento ha sido motivo de muchos estudios. Diversos son los derivados progestágenos que a través de muchos años se han utilizado, pero el acetato de melengestrol es el que ha perdurado en los esquemas de inducción de estros en cabras. A continuación se menciona algunos de los progestágenos orales utilizados:

Agraz (1989) explica que el 6 - methy - 17 - alfa acetoxi progesterona (M.A.P.) en dosis de 50 mg diarios durante 16 días permite alcanzar un 60% de fertilidad. (1)

La administración oral de acetato de 17- ethyl - 19- nortesterona en dosis de 50 mg diarios durante 10 días no arrojan resultados satisfactorios. (1)

Agraz (1989) también reporta los malos resultados que proporciona el uso de 6 - chloro - 6 - dihydro - 17 - alfa - acetoxo progesterona (C.A.P) en dosis de 1 mg diario. (1)

McDonald (1989) explica que 100 mg de metalliburo (1 alfa metilallitiocarbamoil - hidrazina) oral en alimento diariamente durante 20 días inducen el estro 2 a 4 días después de cese del alimento con progestágeno. (30)

El acetato de melengestrol (MGA) es un progestágeno oralmente activo que inhibe la ovulación y el estro, es muy utilizado en ovejas pero algunos investigadores han implementado en cabras obteniendo buenos resultados (13, 46, 47)

### 9. - Acetato de melengestrol y FSH exógena.

El uso de MGA en México para la sincronización del estro en cabras ha sido motivo de estudio en varios trabajos, los cuales reportan resultados exitosos.

En 1989, Villalvazo y Cols, utilizaron 0.2 mg de MGA en 200 grs de alimento balanceado durante 8 días, y al momento de suspender el tratamiento se aplicó 500 U.I. de PMSG vía IM. El tiempo a presentación del celo fue de 89.05 +30.75 horas contra 27.03 + 40.22 en

grupo testigo (no tratado). La concepción a primer servicio fue de 85.4% para el grupo tratado y 85.7% para el grupo no tratado, este estudio se llevó a cabo en épocas de anestro. (47)

En otro estudio, se administraron 0.11 mg de MGA por animal por día en 200 grs. de alimento concentrado durante 9 días en la estación de empadre. A otro grupo con la misma cantidad de MGA se le aplicó al noveno día del tratamiento 500 U.I de PMSG vía IM. El primer grupo presentó calor en un 75% en el grupo MGA- PMSG.

#### **10. - Acetato de Melengestrol y FSH exógena.**

La inducción y sincronización del estro con MGA combinado PGF 2 alfa proporciona buen resultado pero solo en la estación reproductiva.

En 1992, Trujillo y cols, sincronizaron 2 grupos de cabras con 0.11 mg y 0.22 mg de MGA en 200 grs de alimento concentrado por nueve días, aplicando al noveno día 5 mg de Dinoprost (PGF 2 alfa) vía IM. (46)

A las 48 hrs de suspender el tratamiento el 70% del grupo I y 100% del grupo II mostraron celo, contra el 25% del grupo testigo.

El 60% del grupo I y el 90.9% del grupo II quedaron preñadas a primer servicio.

#### **11. - Acetato de fluorogestona y FSH exógena.**

Entre los años 1965 - 70 Leprovost y Cols en el Instituto de la Investigación Agronómica de Francia (I.N.R.A.), ensayaron y practicaron la inducción del estro en cabras mediante el uso de esponjas intravaginales impregnadas del progestágeno acetato de fluorogestona o cronolona (FGA) por 12 días y la aplicación de PMSG IM logrando inducir el estro en la época no reproductiva (6, 26).

El método anterior está muy difundido en México y se denomina: "Chrono-gest método INRA" (6), el cual es muy utilizado en ovejas. La concepción en cabras con este método va del 55 al 85 % (13, 26).

Un estudio realizado por Agraz (1989) reporta que el tratamiento de esponjas impregnadas con FGA (45 mg) y PMSG (500 U.I.) permite inducir y sincronizar el celo con elevada fertilidad en cabras criollas en lactación; 90% de los animales mostraron celo de 16 a 68 horas después de retirar la esponja con FGA, mantenida durante 18 días. (1)

East y Rowe, en 1989, trataron cabras nulíparas y lactantes en el período de transición de anestro a estro con 30 mg de FGA (Chrono-gest) en esponjas vaginales por 16 días, más una inyección de 250 U.I. de PMSG 2 días antes de retirar la esponja. A las 72 horas de removida la esponja el 95% de las cabras tratadas presentaron estro, contra el 53.1% del grupo testigo (no tratadas). La fertilidad fue 58.5%, contra 34.4% de los testigos. (17)

Otros autores, utilizaron esponjas intravaginales con 45 mg de FGA durante 12 días en la estación de empadre en un grupo. En otro grupo utilizaron el mismo método pero adicionado de 500 U.I. de PMSG al retirar la esponja. El grupo FGA presentó 75% de los celos a las 48 horas, contra el 100 % de los celos en el grupo FGA-PMSG. La concepción a primer servicio en el grupo FGA fue de 100% y 42.85% para el grupo FGA-PMSG. (19)

## **12. - Acetato de fluorogestona con FSH exógena y hormona luteinizante (LH) exógena.**

Otro estudio con FGA y PMSG implica la utilización de LH exógena como la Gonadotropina Coriónica Humana (GCH).

McDonald (1989) explica la inducción del celo mediante el uso de esponjas intravaginales impregnadas de 20 mg de FGA durante 16 a 20 días; además, una inyección IM de 500 U.I. de

PMSG y 500 U.I. de HCG en el momento de retirar la esponja, induciendo así el celo en la cabra, 1 a 2 días después de retirar la esponja. (30)

### **13. - Uso del Norgestomet (NOR) en implantes subcutáneos.**

El NOR es otro agente progestágeno utilizado para la sincronización de estros principalmente en vacas (38).

En 1966, G. D. Searle y Cía. seleccionaron Nor el cual era impregnado en un implante y colocado en la cara externa de la oreja de la vaca, el NOR se liberaba constantemente por 17 días, al término de los cuales el implante se retiraba, la fertilidad era baja.

Posteriormente, el implante se mantenía por 12 y 9 días, y la fertilidad aumento, pero sincronización disminuyó. La adición de valerato de estradiol (VE) aplicado IM al mismo tiempo de la implantación mejoró tanto la sincronización como la fertilidad, éstos por la necesidad de un agente luteolítico si se sincronizaba en presencia de un CL; además se adicionó junto con el VE, NOR IM y así se logró sincronizar en un alto porcentaje a las vacas (37, 38, 40).

El uso del NOR en la sincronización de estros en las cabras no está difundido en el mundo, por lo tanto, los trabajos reportados al respecto son escasos, sin embargo, de las pocas publicaciones encontradas los resultados obtenidos son interesantes.

Bretzlaff y Cols, en 1991, sincronizan cabras lecheras no lactando en anestro, utilizando implantes auriculares que contenían 3 mg de NOR, por 9 días. A las 72 horas de retirar los implantes el 100% de las cabras presentaron celo con un promedio de 49 horas. El índice de concepción fue de 83 % (9)

### **14. - Norgestomet y FSH exógena.**

En 1986, Pendleton y Cols, valoraron la viabilidad y el uso de implantes auriculares de NOR y FSH exógena en un programa de transferencia de embriones caprino. Las cabras se

implantaron con 6 mg de NOR en la oreja por 16 a 17 días, reemplazando el implante por uno nuevo a los 10 días asegurando un tratamiento progéstageno adecuado. La superovulación se indujo con 2 inyecciones diarias de 4, 3, 2 y 1 mg de FSH, coincidiendo la última aplicación dos días antes de remover el implante. Los animales mostraron estro de 24 a 48 horas cubriéndose con monta directa. Un pequeño número de animales no mostró estro debido a que se impidió la afectividad del implante por desarrollarse exudado alrededor de él. Los animales produjeron  $6.0 + 1.2$  óvulos y  $4.7 + 1.3$  embriones viables. (36)

East y Rowe (1989) trataron cabras nulíparas y lactantes en el período de transición de anestro con 6 mg de NOR en implantes (Synchromate B implantado bajo la superficie ventral de la cola) por 9 días, más una inyección de 250 U.I de PMSG 2 días antes de retirar el implante. A las 72 horas de removido el implante el 93.3% de las cabras tratadas presentaron estro, contra el 53.1% del grupo testigo (no tratado). La fertilidad fue de 64.4% contra el 34.4% del testigo. El índice de cría no fue afectado de manera significativa por la lactancia o por el tipo de cría. (17)

Selgrath y Cols (1990), en un programa de transferencia de embriones caprino utilizaron implantes auriculares con 6 mg de NOR durante 14 días, y fueron superovuladas con los siguientes procedimientos: PMSG (1000 U.I.) 24 horas antes de retirar el implante (Gpo. I) FSH-p (20 mg) durante 9 días, comenzando 48 horas antes de retirar el implante (Gpo. II) FSH-P (24 mg.) durante 3 días comenzando 24 horas antes de retirar los implantes (Gpo. III). Los animales presentaron estro a las 24 a 48, 24 y 36 horas en los grupos I, II y III respectivamente después de retirar el implante. El grupo I tuvo el mayor número de ovulaciones ( $X = 19.8$ ) y el mayor número de embriones y oocitos no fertilizados ( $X = 13.6$ ). La colección de embriones fue más alta en el grupo III ( $X=5.0$ ) que en el tratamiento II ( $X= 2.6$ ) o el tratamiento Y ( $X= 2.7$ ). (43)

Pendletón y Cols, en 1992, Sincronizaron cabras lecheras de diferentes edades en anestro estacional durante 14 días con un implante de 6 mg de NOR. Los animales recibieron dos inyecciones de 2 - 2, 1 y 1 mg de FSH del día 1 al 4 respectivamente, comenzando 48 horas antes

de remover el implante (día 1) resultando una dosis total de 12 mg de FSH por animal. El estro fue detectado dentro de las 48 horas siguientes al retiro del implante en un 94%. El promedio en la presentación del celo fue de 31.5 + 2.2 horas, con 9.3 + 1.1 ovulaciones. (35, 36)

Senn y Richardson, en 1992 trataron cabras con NOR y FSH para determinar los efectos estacionales en la sincronización y tratamiento superovulatorio en el Sureste de los E.U.A. Los resultados obtenidos fueron que cuando se trataron al inicio de la estación de empadre el porcentaje respondió a la sincronización fue de 15.1 embriones viables por hembra. En contraste, las hembras tratadas al final de la época de empadre sólo el 66.7% respondió a la sincronización, de las cuales el 50 % superovuló con un promedio de 3.33 embriones viables. (44)

#### **15. - Norgestomet y factor liberador de gonadotropinas (GN-RH).**

En 1991, Bretzlaff y Cols, sincronizaron cabras lecheras no lactando en anestro, con implantes auriculares de 3 mg de NOR por 9 días, seguido inmediatamente de 250 ng. de Gn- RH cada 48 horas.

A las 72 horas de retirar el implante el 100% de las cabras presentaron celo con un promedio de 32 horas. El índice de concepción fue de 50%. (9)

#### **16. - Norgestomet, valerato de estradiol, FSH exógena y LH-RH (factor de liberación de hormona luteinizante)**

En un trabajo de transferencia de embriones, Akinlosotu y Wilder (1933), sincronizaron cabras en anestro estacional con 6 mg de NOR en implantes por 9 días, más 3 mg de Nor vía IM junto con 5 mg de VE. Se aplicaron 4 inyecciones de FSH en intervalos de 12 horas (10, 10 5 y 5 mg de FSH en inyecciones sucesivas), permaneciendo 24 horas antes de retirar el implante. A las cabras se les aplicó 2 inyecciones de 300 g. de LH-RH 24 y 48 horas después de retirar el

implante. Todas las cabras exhibieron estro de las 24 a 36 horas de retirar el implante y fueron introducidas al macho con fertilidad probada. El tratamiento resultó en 72.14% de fertilidad y los embriones recuperados estuvieron desarrollados en un estado más uniforme sin tomar en cuenta el día de colección embrionaria. (2)

#### 17. - Norgestomet, FSH exógena PGF 3 alfa.

En 1985, Bretzlaff y Madrid, sincronizaron cabras lecheras con implantes de 3 y 6 mg. De NOR por 11 días. Cada hembra recibió una inyección IM de 400 U.I. de PMSG y 50 mg, de Cloprostenol (Análogo de la PGF 3 ALFA) 24 horas antes de retirar el implante. El 87.5% de las cabras tratadas, mostraron principios de estro a las 24 horas de removido el implante y el 100% de los celos ocurrió hasta las 43 horas. Las hembras fueron presentadas a machos fértiles dos veces al día durante el estro. No hubo diferencias significativas entre las cabras implantadas con 3 ó 6 mg de NOR en la fertilidad, alcanzando el 74.2% para las primeras y el 75.2 para las segundas. (7)

Un estudio realizado por Lacalandra y cols. (1988) en Italia, muestra el uso de implantes auriculares con 3 mg. Inyectando en el día del retiro 400 U.I de PMSG y 2 mg. De PGF 2 alfa. El 74% mostró principios de estro a las 24 horas después de retirado el implante y el 100% a las 48 horas. Todas las cabras fueron cubiertas con monta natural. No se reportó la fertilidad. (28) En mayo de 1989, Bretzlaff y Madrid, sincronizaron estros de manera clínica en tres rebaños distintos de cabras lecheras. Utilizaron implantes auriculares de 3 mg de NOR durante 11 días.

Se les administró cloprostenol (50 g.) y PMSG (50 U.I.) vía IM 24 horas antes de remover los implantes. El principio del estro ocurrió en un 100% dentro de  $19 \pm 4.9$  horas, en un 91% dentro de  $22 + 7.9$  horas y 100% dentro de  $18 + 2.2$  horas en los rebaños 1.2 y 3 respectivamente. Las hembras se cubrieron con monta natural en los rebaños 1 y 2, con

inseminación artificial en el rebaño 3 a las 48 horas después de removidos los implantes. El índice de preñez se determinó por ultrasonido de 39 a 43 días después del empadre. En los rebaños 1,2 y 3 el índice de preñez fue de 56, 67 y 27 % respectivamente. (8)

#### 18. - Norgestomet, valerato de estradiol, FSH exógena y PGF 2 alfa.

En 1989, Lohan y cols, trataron hembras acíclicas en la época de empadre con Synchronate B; implantaron 3 mg, de NOR a las cabras, inyectando al mismo tiempo 0.75 mg de NOR y 1.25 mg de VE. En el día 7 después de la implantación se aplicaron IM 500 y 1000 U.I. de PMSG (Foliigon). Todas las hembras recibieron 2 ml de Lutalyse (análogo de a PFG e alfa) y el implante fue retirado en el día 9. Las cabras mostraron estro de 24 a 48 horas de removido el implante.

En el día 5 después del estro las hembras que recibieron 1000 U.I de PMSG fueron sacrificadas encontrando  $10 \pm 2.0$  CL,  $6.75 \pm 4.0$  folículos y  $9.5 \pm 0.5$  embriones viables. (29)

#### 19. - Norgestomet y valerato de estradiol.

El esquema de inducción y sincronización de estros en bovinos fue utilizado por Bretzlaff y cols. En 1992, para determinar su efectividad a varios estadios del ciclo estral en cabras lecheras, con la variante de utilizar la mitad de la dosis de NOR en implante y un octavo (1/8) de la dosis de NOR y VE por vía IM. (10)

A cabras lecheras les fueron administrados 3 mg. De NOR en implantes auriculares subcutáneos e inyección de 0.625 mg. De VE y 0.375 mg. De NOR en el día 0 del ciclo estral, en el día 4 postestro. Los implantes auriculares se retiraron a los 9 días. Después de 24 a 48 horas de removidos los implantes los grupos 0, 4 y 11 tuvieron signos de estro en un 53, 55 y 86% respectivamente. Este trabajo concluyó como un método de sincronización de estros efectivo en cabras lecheras a pesar de que las cabras que se trataron en la fase lútea temprana (día 4) en el



tiempo del tratamiento no respondieron consistentemente, esto fue determinado por los perfiles detectados de hormonas LH y Progesterona antes y después del tratamiento con NOR.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cabra (*Capra hircus*) es un animal poliéstrico estacional, esto es, que sólo en cierto periodo del año manifiesta calores o estros y tienen lugar los acoplamientos. Esta estación productiva está relacionada con las variaciones en el fotoperíodo (hora/luz/día) en combinación con otros factores como la genética, la edad, la alimentación y la presencia del macho (13).

La eficiencia reproductiva de la cabra está representada por la cantidad de partos y el número de crías que es capaz de producir por unidad de tiempo. De manera que el anestro estacional o período de inactividad ovárica constituye en muchos casos un obstáculo para acortar de forma efectiva el intervalo entre partos.

El medio ecológico existente en nuestro país ha permitido la cría de cabras en pastoreo. La gran extensión de terreno cerril, la cual abarca el 18% del territorio nacional, con vegetación apropiada para la cabra y la escasez de cereales para la alimentación humana, determinan la importancia de la cría y explotación de la cabra para aumentar la producción de alimentos de origen animal a bajo costo. Según Devendra y McLeroy (1980), tan solo en 1982 más de un millón de personas de las regiones semiáridas de México dependían de la cabra como única fuente de ingreso.

Según el último censo agropecuario (23) la caprinocultura en México asciende a 6' 803 437 cabezas, las cuales se distribuyen en diferentes estados.

La caprinocultura en el estado de Puebla representa una buena parte de la ganadería, sobre todo por aspectos de tipo tradicional, como la matanza de chivos en Tehuacán; actividades como la quesería en la región de Cd de Serdán, la elaboración de barbacoa y zancarrones en Izúcar de Matamoros, y la elaboración de carne adobada en el estado de Morelos, el cual se surte a gran escala de animales en la Mixteca poblana (Anexo I).

La región de la Mixteca Poblana se caracteriza por terrenos semiáridos y cerriles. En dicha región se localiza el municipio de Izúcar de Matamoros, el cual presenta grandes áreas destinadas a la caprinocultura, por las condiciones edafológicas que presenta, las cuales son Litosoles no aptos para el cultivo (34), con mucha pendiente y abundancia de matorrales espinosos de tipo caducifolio, hojas simples y relativamente grandes (Género: *Fouquierias*), además de una asociación secundaria de mezquites y huizaches. Existen áreas de Rendzina predominantes en los cerros y con una capa de materia orgánica de 10 cm, así como áreas de pastizales que consisten en una asociación de gramíneas de diversos géneros muy útiles para el pastoreo de las cabras, permitiendo con esto que la crianza de este ganado sea importante.

Las cualidades únicas del caprino como son su marcada rusticidad que les permite adaptarse a las condiciones adversas del clima, alimentación y terrenos accidentados y difíciles de la región, obligan a colocar a esta especie en una posición ventajosa. Sin embargo, uno de los aspectos al que muy frecuentemente se enfrentan los caprinocultores, es el reproductivo.

En la reproducción de los caprinos, los apareamientos frecuentemente se realizan en un período sumamente largo, teniendo como resultado la época de partos durante varios meses, con los problemas de manejo que trae consigo y produciendo crías con grandes diferencias en cuanto a su edad y peso. Además, de que a menudo las crías son destetadas en la época más seca y difícil. Todo esto dificulta tanto su manejo como su comercialización, aumentando por esta causa los costos de producción.

Por lo que se requiere obtener óptimos intervalos entre partos, inducción y sincronización de estros, para incrementar la producción y/o reducir costos.

## JUSTIFICACION

La eficiencia reproductiva en cabras y otras especies animales se puede incrementar por medio de la inducción y sincronización de estros, Lo cual permitirá reducir el intervalo entre partos.

Debido a los cambios endócrino - fisiológico del Norgestomet, del valerato de estradiol y de la PGF 2 alfa sintética (Dinoprost) sobre el comportamiento sexual en cabras, es recomendable su utilización en los caprinos de la raza Nubia para observar su correlación con dicho tratamiento en la región Mixteca Poblana.

La literatura no reporta ningún estudio en el que la utilización de NOR en implantes esté combinada con VE, PGF 2 alfa, o juntos los tres.

Bretzalaff y cols, (1992), utilizan el NOR en implantes con 3 mg y VE con NOR inyectable, midiendo únicamente el tiempo a la presentación del celo y los niveles séricos de progesterona y LH.

En el presente estudio se propone el uso del NOR en implantes, el VE el NOR inyectados, así como el análogo de la PGF 2 alfa inyectable, como un recurso para llevar acabo la sincronización de estros en las cabras.

La literatura no reporta ningún estudio en el que la utilización de NOR en implantes esté combinada con VE, PGF 2 alfa, o juntos los tres.

Bretzalaff y cols, (1992), utilizan el NOR en implantes con 3 mg y VE con NOR inyectable, midiendo únicamente el tiempo a la presentación del celo y los niveles séricos de progesterona y LH. (10)

En el presente estudio se propone el uso del NOR en implantes, el VE el NOR inyectados, así como el análogo de la PGF 2 alfa inyectable, como un recurso para llevar a cabo la sincronización de estros en las cabras.

## HIPÓTESIS

Se ha demostrado que Norgestomet en bovinos a dosis de 6 mg en implante auricular por 9 días recrea la etapa progestacional del ciclo estral, al retiro del implante, la caída brusca de progesterona permite que el inicio de un nuevo ciclo estral ocurra y como consecuencia una ovulación. Se ha observado que el valerato de estradiol en la vaca a dosis de 5 mg por vía intramuscular, interactúa con el Norgestomet para inhibir la formación o inducir regresión del cuerpo lúteo recién formado, aumentando la sincronización y la fertilidad y por otro lado se sabe que el Dinoprost es un potente agente luteolítico que imita la acción de la PGF 2 alfa.

Es posible que la aplicación de media dosis de Norgestomet en implante auricular subcutáneo, media dosis de valerato de estradiol por vía intramuscular en el día de implantación y media dosis de Dinoprost por vía intramuscular en el día que se retira el implante sea capaz de sincronizar cabras de la raza Nubia al principio de la época de empadre.

## OBJETIVOS

### General.

Evaluar la aplicación de Norgestomet, valerato de estradiol y Dinoprost a diferentes dosis y combinaciones para la sincronización del estro en cabras Nubia.

### Particulares.

1. Determinar el efecto del Norgestomet y Norgestomet combinado con valerato de estradiol (sobre la inducción del estro en cabras).
2. Conocer el efecto del Norgestomet combinado Dinoprost, sobre la inducción del estro en cabras.
3. Determinar el efecto del Norgestomet, Norgestomet más valerato de estradiol y Dinoprost, sobre la inducción del estro en cabras.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro nacional de producción avícola, caprina y apícola de Amatitlanes, km. 3.5 Carr. Matamoros - Cuautla, municipio de Izúcar de Matamoros, Puebla; el cual cuenta con una superficie aproximada de 52 Has.

El municipio de Izúcar de Matamoros se localiza en la parte sur - occidental del estado de Puebla, a una altitud de 1280 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra entre los paralelos 18° 22' 6" y 18° 42' 18" de latitud norte, y los meridianos 98° 19' 18" y 99° 33' 24" de longitud oeste. (12).

El clima es el más seco de los cálidos subhúmedos con lluvias en verano. La temperatura promedio mínima es de 20 °C y la máxima de 30 °C, presentándose en el estiaje temperaturas de 36 °C y en invierno de 10 °C. La precipitación pluvial es menos de 700 mm. Y los vientos dominantes corren de norte a sur, y de este a oeste (12). Para el presente estudio, se registraron los datos climatológicos promedio de 1994, e individuales de los meses de mayo, junio julio. (24).

El experimento se llevó a cabo en el área caprina del centro pecuario. Se utilizaron dos corrales de 12.70 por 29 metros, y dos de 9.70 por 29 metros, con un área aproximada de 368 y 281 metros cuadrados, respectivamente. Los corrales cuentan con comedero, bebedero, asoleadero y área de sombra, además están protegidos en su perímetro por malla ciclónica de dos metros de altura.

Se utilizaron 44 cabras de la raza Anglo - Nubia. 30 hembras multiparas de no más de dos partos, 10 hembras primaras y cuatro sementales. Las variables registradas fueron las siguientes:

- a) Tiempo a la presentación del celo inducido = Horas transcurridas a la presentación del celo.
- b) Porcentaje concepción a 1er, 2do, 3er y 4to celo =  $\frac{\text{\#hembras preñadas a 1er, 2do, 3er y 4to celo}}{\text{Total de hembras tratadas}} \times 100$



- c) Porcentaje fertilidad = 
$$\frac{\# \text{ hembras paridas}}{\# \text{ hembras empadradas}} \times 100$$
- d) Índice de prolificidad = 
$$\frac{\# \text{ cabritos nacidos}}{\# \text{ hembras paridas}}$$
- e) Tipo de parto = % parto de 1 ó 2 crías = 
$$\frac{\# \text{ cabritos nacidos de 1 ó 2 crías}}{\text{Total de cabritos nacidos}} \times 100$$
- f) Proporción de sexos = % machos ó hembras = 
$$\frac{\# \text{ de machos ó hembras nacidas}}{\text{Total de cabritos nacidos}} \times 100$$
- g) Peso al nacimiento = 
$$\frac{\text{kilogramos de cabritos al parto}}{\# \text{ crías nacidas}}$$
- h) Porcentaje destete = 
$$\frac{\# \text{ Crías destetadas}}{\# \text{ Crías nacidas}} \times 100$$
- i) Peso al destete = 
$$\frac{\text{Kilogramos de cabritos al destete}}{\# \text{ Cabritos destetados}}$$
- j) Índice de procreo = 
$$\frac{\# \text{ Cabritos destetados}}{\# \text{ Hembras empadradas}}$$

El trabajo dio inicio el 12 de mayo de 1994 con la observación de celos en el hato caprino, considerando así el inicio de la época de empadre.

Este trabajo finalizó el día 14 de abril de 1995 con la obtención del último peso al destete. Un mes antes de empezar la experimentación, los animales utilizados se muestrearon serológicamente para la detección de los anticuerpos contra *Brucella*, resultando negativos a esta bacteria. 15 días antes de iniciar el tratamiento los animales se desparasitaron con albendazol en suspensión oral. (Valbasen 2.5<sup>®</sup>) y se administró vitaminas A, D y E (Vigantl<sup>®</sup>) vía intramuscular, y la dosis utilizadas fueron las descritas por los fabricantes.

Los animales se pastorearon y alimentaron con el siguiente régimen: maíz molido y alfalfa.

Hasta el día 13 de junio de 1994, los animales salieron a pastorear a las 7 horas en terrenos con rastrojos de maíz, permitiendo así el ramoneo. A las 11 horas se regresaban a los corrales. A las 13 horas se les suministraba alfalfa fresca a libre acceso.

Del día 14 al 19 de julio los animales ya no salieron a pastorear. A las 8 horas se les proporcionaba alfalfa oreada del día anterior. A las 11 horas se les dio 200 g. de maíz molido. A las 13 horas se les suministró alfalfa fresca al libre acceso.

Del día 20 al 30 de junio se llevó a cabo el régimen alimenticio descrito en primer lugar con la variante de seguir alimentando 200 g. de maíz molido a las 12 horas.

Del día 1° al 9 de julio de 1994, se llevó a cabo el régimen de alimentación descrito en el segundo lugar.

Del día 10 de julio en adelante los animales continuaron con el régimen alimenticio descrito en primer lugar.

Durante el tiempo que tardó el trabajo de experimentación, los animales tuvieron abundante agua potable y sales en bloque.

El día 5 de junio se les colocó un implante subcutáneo en la oreja y a los animales que les correspondía se les inyectó intramuscularmente.

El día 14 de junio se retiró el implante auricular prestando énfasis en la detección de exudados o patologías que pudieran haber afectado la liberación adecuada del fármaco, no se encontró alteración alguna. Además, se inyectó intramuscularmente a las que correspondía.

Se detectaron los celos de las 7:00 a las 19 hrs, introduciendo el macho cabrío por la mañana y sacándolo por la noche. Hasta el día 19 de junio se realizó la detección de celos y monta a las hembras, estando los animales confinados las 24 hrs. Para la detección de cabras en calor y cubiertas, los sementales portaron un arnés con un crayón marcador.

Cuando las hembras mostraban estro se les permitió de dos a tres montas y una vez servidas fueron trasladadas a otro corral, para permitir la detección de otras cabras, registrándose la hora en que el animal iniciaba con signos de estro.

Del día 1º al 9 de julio de 1994 se llevó a cabo la detección de cabras que repitieron calor, manejando a los animales como anteriormente fue descrito.

Al momento del parto se registro el número de crías nacidas, su sexo y el peso, además se les asignaba un numero de control.

A los tres meses se realizo el destete; se identificó a los animales por el número asignado, registrando nuevamente su peso.

Para el estudio se utilizaron los siguientes fármacos:

**a) Norgestomet (SYNCRO-MATE B®).**

La fórmula química del Norgestomet (SC21009 ò NOR) es 17 alfa - acetoxy - 11 - beta - metil - 19 - norpreg -4 - ene - 3, 20 - diona, su formula condensada es C23 H32 O4, con un peso molecular de 732.49.

Biológicamente muestra todas las actividades atribuidas a la hormona natural progesterona, pero es más potente y estable por el factor 100-200X. Es completamente bajo en actividad estrogénica al punto de tener como con progesterona, características antagónicas con los estrógenos.

El implante auricular consiste en un cilindro sólido de 3 por 18 mm. El cual está hecho de un material hidrofílico llamado polihidroxi - etil - metacrilato. Dicho implante es impregnado con 6 mg de NOR el cual es liberado constantemente durante el tiempo que se mantiene en la cara externa de la oreja subcutáneamente.

El NOR también se presenta inyectable a razón de 1.5 mg / ml. En una solución de aceite de ajonjolí y 10 % de alcohol. Se aplica intramuscularmente.

**b) Valerato de estradiol (SYNCRO-MATE B<sup>®</sup>).**

El valerato de estradiol (VE) es una sal sintética de los estrógenos, su fórmula condensada es  $C_{23}H_{32}O_3$  y su peso molecular es de 356.5.

Se presenta en forma inyectable intramuscularmente a razón de 2.5 mg por ml. En aceite de ajonjolí y 10 % de alcohol.

El VE es un agente luteolítico efectivo pero no obstruye exitosamente la formación del cuerpo lúteo, sin embargo, interactúa bien con el NOR para inhibir la formación e inducir regresión del cuerpo lúteo recién formado.

**c) DINOPROST (HORMO PG 2 ALFA<sup>®</sup>).**

Dinoprost es un análogo natural de la prostaglandina F 2 alfa, se presenta en forma inyectable a razón de 5 mg en un c.b.p. de un ml; 5 mg de Dinoprost equivalen a 6.71 mg de Dinoprost trometamina, el cual es un potente agente luteolítico, es bastante estable y entre otras funciones estimula la movilidad de la musculatura.

Los animales se sometieron al siguiente tratamiento, procurando tanto la colocación como el retiro del implante se llevara a cabo en un lapso de tiempo corto, al igual que la aplicación de los fármacos inyectados via intramuscular (IM):

**Grupo A:**

Aplicación de medio implante de NOR (3 mg) en la cara externa de la oreja durante 9 días, adicionado de 1.5 mg de NOR y 2.5 mg de VE por vía IM en el día de la colocación del implante.

**Grupo B:**

Aplicación de medio implante de NOR (3 mg) en la cara externa de la oreja durante 9 días, adicionado de 12.5 mg de Dinoprost por Vía IM en el día 9 en que se retira el implante.

**Grupo C:**

Aplicación de medio implante de NOR (3 mg) en la cara externa de la oreja durante 9 días, adicionando de 1.5 mg de NOR y 2.5 mg de VE por vía IM en el día de la colocación del implante, además, una posterior inyección IM de 12.5 mg de Dinoprost en el día 9 en que se retira el implante.

**Grupo D:**

No se dio ningún tratamiento con fármacos.

Para las variables: Tiempo a la presentación del celo, prolificidad, procreo, peso al nacimiento y peso al destete, se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA).

Para las variables: Concepción al 1er, 2do, 3er. y 4to, celo, fertilidad, tipo de parto, proporción de sexos y destete, se utilizó la prueba Ji Cuadrada ( $\chi^2$ ).

Las dos pruebas se corrieron primero entre tratamientos, y después entre tratamientos y primaras.

Para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los tratamientos A, B, y C, el promedio de horas transcurridas al inicio de los signos de estro, fue de 43.1, 31.6 y 34.5, respectivamente (Cuadro 1 y 3). No existió diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) a pesar de que el grupo A tardó más en iniciar el celo.

El inicio del celo entre los tratamientos y las primaras, fue más rápido en los tratamientos ( $P < 0.05$ ), siendo este de 36.6 horas promedio contra 76.5 horas de las primaras (Cuadro 2).

En lo referente a la concepción al 1ero, 2do, 3ero y 4to celo los valores obtenidos en este parámetro en los tratamientos A, B y C, fueron de 30, 44.4, y 20%, respectivamente en el primer celo (Celo inducido); 20, 33.3 y 50% en el 2do. Celos (repetición de calor); y 20, 11.1 y 20% para el 4to. Celos, respectivamente (Cuadro 1); no hubo diferencias estadísticamente ( $P > 0.05$ ) entre los distintos grupos (Cuadro 9).

El porcentaje obtenido entre los tratamientos y primaras fue de 31.48 y 90% en el primer celo, respectivamente 34.43 y 0% en el 2do. Celos, y 10% en el 3er. celo; y 17.03 y 0% para el 4to. Celos, respectivamente (Cuadro 2). El alto porcentaje de preñez en el primer celo de las primaras, establece diferencias altamente significativas ( $P < 0.05$ ) con los tratamientos (Cuadro 9).

En el tratamiento A se necesitó de 2.14 servicios por concepción en el tratamiento B 1.75 y en el tratamiento C 2.22 de acuerdo a S.A.R.H. (1986) los servicios por concepción de la raza Nubia no deben de ser mayores a 1.5, sin embargo, en los tratamientos este resultado es más alto.

Comparando tratamientos y primaras los primeros necesitaron un promedio de 2.0 servicios por concepción, mientras que las primaras sólo requirieron 1.2, siendo este resultado favorable de acuerdo a lo recomendado por la S.A.R.H. (1986).

#### **PORCENTAJE DE FERTILIDAD.**

Las cabras que no preñaron aun después del cuarto celo, fueron: tres en el grupo A, uno en grupo B y uno en el grupo C, considerando estos animales infértiles. Además, en las primaras, un animal falleció encontrándose gestante después del período de tratamiento, considerando al animal en este parámetro.

En los tratamientos A, B, y C, la fertilidad fue 70, 88.8 y 90 %, respectivamente (Cuadro 1). El grupo C fue el que arrojó resultados favorables junto con el grupo B, sin embargo, no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) con el tratamiento A (Cuadro 9).

Entre los tratamientos y las primaras, la fertilidad fue de 82.96 y 90 %, respectivamente (Cuadro 2) y tampoco hubo diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre ellas (Cuadro 9).

De acuerdo a lo recomendado por S.A.R.H. (1986), la fertilidad en la cabra Nubia debe ser de 80 %, siendo este valor aceptable en todos los tratamientos y primaras, excepto en el tratamiento A. (42)

#### **INDICE DE PROLIFICIDAD.**

La prolificidad en los tratamientos, A, B y C, fue de 1.42, 1.62 y 1.44 crias, respectivamente (Cuadro 1). No existió diferencia alguna ( $P > 0.05$ ) en los distintos tratamientos (Cuadro 5).



Entre los tratamientos y las primaras, la prolificidad fue de 1.5 y 1.0 crías, respectivamente (Cuadro 2); existieron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ) entre ellos (Cuadro 5).

La prolificidad recomendada por la S.A.R.H.(1986) para la cabra Nubia es de 1.1 crías; en el estudio realizado se obtuvo un promedio más bajo en las primaras. Lo anterior es explicable, y se debe al tipo de parto que tubo estos animales(1 cría). Sin embargo, en los distintos tratamientos se obtuvo una prolificidad superior a la recomendada, debido a cantidad de partos múltiples. (41, 42)

#### **TIPO DE PARTO.**

El porcentaje de parto de 1 y 2 crías en los tratamientos A, B, y C, fue de 40, 23.1 y 38.4% de partos de una cría, respectivamente; y de 60, 76.9 y 61.5% de partos de 2 crías, respectivamente (Cuadro 1); no existieron diferencias estadísticas( $P > 0.05$ ) entre los distintos tratamientos(Cuadro 9).

El tipo de parto entre los tratamientos y las primaras fue de 33.8 y 100 % de 1 cría, respectivamente, y de 66.1 y 0% de 2 crías, respectivamente (Cuadro 2). Existió diferencia estadística ( $P < 0.05$ ) en el porcentaje de partos de 1 cría (Cuadro 9).

La tasa de ovulación en los caprinos, esta influenciada por factores como la genética, alimentación, tipo de manejo y la edad (14, 16). En la hembra caprina el numero de partos influye directamente en la tasa de ovulación, permitiendo la incidencia de partos múltiples a partir del 2º parto. (1, 16, 22, 30).

Lo anterior explica las diferencias que existen entre las cabras de los tratamientos, que son de 1 o 2 partos y las primaras, que nunca han parido. Esto tiene correlación en la prolificidad, peso al nacimiento y peso al destete.

### **PROPORCIÓN DE SEXOS**

El porcentaje de machos nacidos en los tratamientos A, B y C, fue de 80, 46.15 y 46.15%, respectivamente, mientras que el de hembras fue de 20, 53.8 y 53.8%, respectivamente (Cuadro 1). A pesar de que el tratamiento A arrojó el 80% de machos, no hubo diferencias estadísticas con los otros tratamientos (Cuadro 9:  $P > 0.05$ ).

Entre los tratamientos y las primaras el porcentaje de hembras nacidas fue de 42.5 y 44.4%, respectivamente (Cuadro 2); no existió diferencia estadística entre los dos grupos (Cuadro 9:  $P > 0.05$ ).

La proporción de sexos en el caprino, al igual que en otros rumiantes, es de 50% para cada sexo (16). Tanto los tratamientos como las primaras obtuvieron valores muy cercanos al 50%, aunque hubo ligera tendencia al macho, excepto en el tratamiento A en el que casi el 100% de las crías fue macho, sin embargo el tratamiento no tiene ningún efecto sobre este parámetro.

### **PESO AL NACIMIENTO**

En los tratamientos A, B y C, el peso promedio al nacer fue de 3.2, 2.9 y 3.2 kg respectivamente (Cuadro 1), no existiendo diferencias ( $P > 0.05$ ) entre ellos.

Entre los tratamientos y las primaras el peso al nacer de las crías promedió 3.1 y 3.2 kg respectivamente (Cuadro 2). Las diferencias entre estos valores fueron significativas ( $P < 0.05$ ) estadísticamente (Cuadro 6).

La S.A.R.H. (1986), recomienda que el peso al nacimiento de la cabra Nubia debe ser, en los machos 3.5 y en las hembras 3.0 kg (42)

El promedio de peso al nacer en los machos y hembras fue de 3.25 y 3.0 kg en el grupo A, respectivamente; 3.83 y 2.85 en el grupo B, respectivamente; y 3.16 y 3.28 kg en el grupo C, respectivamente.

El peso promedio al nacer de machos y hembras de los tratamientos fue de 3.41 y 3.0 kg, respectivamente, y 3.5 y 3.0 kg en las primaras.

De acuerdo con lo recomendado por S.A.R.H. (1986), el peso al nacer en los machos, fue superior en el tratamiento B, en comparación a los tratamientos A y C, mientras que el peso de las hembras fue superior en el tratamiento C, y en el B no se alcanzó el peso óptimo; en contraste el tratamiento A, no alcanzó el peso recomendado. (42)

El peso al nacer en los machos de los tratamientos no alcanzó el óptimo recomendado, mientras que en las primaras, si se obtuvo dicho promedio; en las hembras el peso alcanzado fue el óptimo recomendado, al igual que en las primaras.

Los partos gemelares pueden disminuir el peso al nacer, debido a que los pesos individuales de las crías se reducen por la competencia en la gestación, independientemente de que

sean machos, hembras o macho y hembra (1). Sin embargo, entre tratamientos y primalas, sólo se vio disminuido el peso de los machos, en comparación a lo recomendado por la S.A.R.H.(1986).  
(42)

### **PORCENTAJE DE DESTETE**

El porcentaje de crias que nacieron y a los tres meses se destetaron en los tratamientos A, B y C, fue de, 100, 76.9 y 92.3% respectivamente (Cuadro 1). A pesar de que el grupo B difirió bastante, no hubo diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) con los resultados de los otros tratamientos (Cuadro 9).

Entre tratamientos y primalas, los resultados de esta variable fueron 89.7 y 66.6%, respectivamente (Cuadro 2). El porcentaje de destete en las primalas fue menor que en los tratamientos, sin embargo, no existieron diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre los dos resultados (Cuadro 9).

El porcentaje de mortalidad al destete recomendado por la S.A.R.H. (1986), es de 15% lo que nos arroja un porcentaje neto de destete de 85%. En las primalas, este parámetro disminuyó considerablemente en comparación a l obtenido por los tratamientos y el recomendado por S.A.R.H. (1986); lo anterior puede deberse al hecho de ser cabras con falta de experiencia materna y por ser primer parto una producción láctea menor; sin embargo, este parámetro se encuentra influenciado en buena medida por el manejo de cada hato en particular.

### **PESO AL DESTETE**

En los tratamientos A, B y C, el peso al destete obtenido fue de 12.8, 11.5 y 14.5 kg respectivamente (Cuadro 1), existiendo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre ellos (Cuadro

7). El tratamiento C obtuvo pesos mayores, estableciendo diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) con los demás grupos (Cuadro 10).

El peso al destete obtenido entre tratamientos y primaldas fue de, 13.05 y 14.03 kg, respectivamente (Cuadro 2). En este parámetro no se encontró diferencias estadísticas ( $P > 0.05$ ) entre ellos (Cuadro 7).

La S.A.R.H. (1986), recomienda un peso al destete en la cabra Nubia de 15 - 17 kg en los machos, y de 12 - 14 kg en las hembras. El peso promedio de machos y hembras destetados fue de, y 10.5 kg en el grupo A, respectivamente; 12.2 y 10.9 kg en el grupo B, respectivamente; 13.6 y 15.3 kg en el grupo C, respectivamente.

El peso promedio de machos y hembras al destete fue de 12.9 y 12.2 kg en los tratamientos, respectivamente; 16.7 y 13.1 kg para las primaldas, respectivamente.

De acuerdo a S.A.R.H. (1986), los pesos promedio para machos y hembras del grupo A esta por debajo de lo recomendado, al igual que en el grupo B. En el grupo C el peso de los machos está por debajo de lo recomendado, mientras que en las hembras es superior. Esto es debió a que las hembras destetadas del grupo C provienen de partos simples o gemelares con una cria muerta. Esto permite que el desarrollo de las crías sea superior en comparación a los destetes dobles, explicando de esta manera las diferencias encontradas.

Entre los tratamientos y las primaldas, lo recomendado por S.A.R.H. (1986) no se alcanza en los machos, mientras que en las hembras se alcanza el mínimo. Las primaldas si alcanzan el peso recomendado, esto es debido a que todas las crías nacidas y destetadas provienen de partos simples.

## ÍNDICE DE PROCREO

Este parámetro implica una mayor importancia en cualquier explotación caprina, ya que nos refleja el comportamiento reproductivo de las hembras. El índice de procreo nos refleja el índice de producción neta y real, tanto a nivel predial como nacional.

El procreo entre los tratamientos A, B y C, fue de 1.0, 1.11 y 1.2 crías, respectivamente (Cuadro 1), no encontrando diferencia estadística alguna ( $P > 0.05$ ) entre ellos (Cuadro 8).

El procreo de los tratamientos no difiere de un estudio realizado por Meza (1989) en el mismo Centro Pecuario, el cual obtiene un promedio de 1.2 crías en un análisis de 7 años (1981), pero sí hay una gran diferencia el procreo alcanzado por las primaras. (31)

La literatura no reporta ningún estudio parecido a cualquiera de los evaluados, por lo que es difícil establecer comparación alguna. El estudio realizado por Bretzlaff y cols (1992) en cuanto a esta variable establece que, utilizando media dosis de NOR en implante y un octavo (1/8) de VE y NOR inyectable en comparación a la hembra bovina, los resultados son a partir de cuando los animales se tratan en el día cero del ciclo estral, cuatro posestro u once posestro, la presentación de celo es de 24 a 48 horas, en un porcentaje de 56, 55 y 86%, respectivamente. En el presente estudio, los signos de celo se presentan en el 100% de los animales tratados y este también ocurre dentro del tiempo promedio establecido por Bretzlaff y cols. (1992). En otros trabajos realizados con NOR pero que utilizan un agente foliculo estimulante, el tiempo promedio de esta variable es de 24 a 48 horas, iniciando los signos de estro de las 12 a las 72 horas con el 100% de celos presentados (17) en el estudio que realizamos, el inicio de los signos de estro fue a las ocho horas posteriores al retiro del implante en una cabra del grupo A y otra del grupo C; en el grupo B esto ocurrió a las 21 horas. Para el 100% de los celos en los tratamientos A, B y C, transcurrieron 76,

48 y 69 horas (Cuadro 3). El tratamiento que mejor agrupo sus estros fue el B, ya que de 21 a 48 horas presentó el 100%, sin embargo, no existieron diferencias con los demás tratamientos.

Las cabras primaras iniciaron con signos de estro a las 69 horas y el 100% ocurrió hasta las 93 horas existiendo diferencias ( $P > 0.05$ )

## CUADRO N° 1

## RESULTADOS ENTRE TRATAMIENTOS

VARIABLE REGISTRADA	PRUEBA ESTADÍSTICA	GRUPOS		
		A	B	C
		NOR-VE	NOR-PGF	NOR-VE-PGF
Tiempo a la presentación del celo inducido (horas)	ANOVA	43.1	31.6	34.5
% Concepción				
A 1er. Celo	x2	30	44.4	20
A 2do. Celo	x2	20	33.3	50
A 3er. Celo	x2	-	-	-
A 4to. Celo	x2	20	11.1	20
% Fertilidad	x2	70	88.8	90
Prolificidad (crias)	ANOVA	1.42	1.62	1.44
Tipo de parto				
De 1 cria (%)	x2	40	23.1	38.4
De 2 crias (%)	x2	60	76.9	61.5
Proporción de sexos				
Machos (%)	x2	80	46.15	46.15
Hembras (%)	x2	20	53.8	53.8
Peso al nacimiento (Kg)	ANOVA	3.2	2.9	3.2
% Destete	X2	100	76.9	92.3
Peso al destete(%)	ANOVA*	12.8	11.55	14.5
Procreo (crias)	ANOVA	1.0	1.11	1.2

\*Significancia = 0.05



## CUADRO N° 2

## RESULTADOS ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS

VARIABLE REGISTRADA	PRUEBA ESTADÍSTICA	GRUPOS	
		A - B - C	D
		TRATAMIENTO	PRIMALAS
Tiempo a la presentación del celo inducido (horas)	ANOVA*	36.6	76.5
% Concepción			
A 1er. celo	x2*	31.48	90
A 2do. celo	x2	34.43	-
A 3er. celo	x2	-	10
A 4to. celo	x2	17.03	-
% Fertilidad	x2	82.96	90
Prolificidad (crías)	ANOVA*	1.5	1
Tipo de parto			
De 1 cría (%)	x2*	33.8	100
De 2 crías (%)	x2	66.1	-
Proporción de sexos			
Machos (%)	x2	57.4	55.5
Hembras (%)	x2	42.5	44.4
Peso al nacimiento (Kg)	ANOVA*	3.1	3.2
% Destete	x2	89.7	66.6
Peso al destete(%)	ANOVA	13.05	14.03
Procreo (crías)	ANOVA	1.1	.6

\*Significancia = 0.05

## CUADRO N° 3

**TIEMPO DE LA PRESENTACIÓN DEL CELO  
(HORAS)**

TRATAMIENTOS			PRIMALAS
A	B	C	D
8	21	8	69
24	24	21	69
28	28	21	69
28	28	28	76
32	32	28	80
69	32	32	80
69	48	48	80
76	48	69	80
76		69	93
PROMEDIOS			
43.1	31.6	34.5	76.5

## CUADRO N° 4

**ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA).  
TIEMPO A LA PRESTACIÓN DEL CELO ENTRE TRATAMIENTOS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	2	666.6	333.3	0.796-
ERROR	26	1088.4	418.63	
TOTAL	28	11551.03		
* Significativo = 0.05		- No significativos		

## ANOVA

**TIEMPO A LA PRESENTACIÓN DEL CELO  
ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	1	11860.84	11860.84	36.32*
ERROR	37	12082.9	326.6	
TOTAL	38	23943.7		
*Significativo = 0.05		- No significativo		

## CUADRO N° 5

ANOVA.  
PROLIFICIDAD ENTRE TRATAMIENTOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	2	0.08	0.04	0.14
ERROR	21	5.92	0.28	
TOTAL	23	6		
* Significativo = 0.05		- No significativos		

ANOVA  
PROLIFICIDAD ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	1	1.63	1.63	8.57
ERROR	31	6	0.19	
TOTAL	32	7.63		
*Significativo = 0.05		- No significativo		

## CUADRO N° 6

**ANOVA.**  
**PESO AL NACIMIENTO ENTRE TRATAMIENTOS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	2	1.44	0.72	1.84
ERROR	33	16	0.39	
TOTAL	35	14.55		
* Significativo = 0.05		- No significativos		

**ANOVA**  
**PESO AL NACIMIENTO**  
**ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	1	3.33	3.33	5.64*
ERROR	43	25.65	0.59	
TOTAL	44	22.35		
*Significativo = 0.05		- No significativo		

## CUADRO N° 7

## ANOVA.

## PESO AL DESTETE ENTRE TRATAMIENTOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	2	48.3	24.15	3.55*
ERROR	29	197.8	6.82	
TOTAL	31	246.1		
* Significativo = 0.05		- No significativos		

## ANOVA

PESO AL DESTETE  
ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fo
TRATAMIENTOS	1	6.72	6.72	0.84
ERROR	36	287.65	7.99	
TOTAL	37	294.37		
*Significativo = 0.05		- No significativo		

**CUADRO N° 8****ANOVA.****PROCREO ENTRE TRATAMIENTOS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>o</sub>
TRATAMIENTOS	2	0.199	0.09	0.15
ERROR	26	16.49	0.63	
TOTAL	28	16.68		
* Significativo = 0.05		- No significativos		

**ANOVA****PROCREO  
ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS.**

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>o</sub>
TRATAMIENTOS	1	1.87	1.87	3.66-
ERROR	37	19.1	0.51	
TOTAL	38	20.9		
*Significativo = 0.05		- No significativo		

**CUADRO N° 9**

**PRUEBA  $\chi^2$  ENTRE TRATAMIENTOS**

PARAMETRO	CONCEPCIÓN	FERTILIDAD	TIPO DE PARTO	PROPORCIÓN DE SEXOS	DESTETE
$\chi^2$	3.9 -	1.75 -	0.74 -	3.41-	3.28 -

\*Significativo = 0.05                      - No significativo  
 $\chi^2$  = Valores Observados de  $\chi^2$ .

**PRUEBAS  $\chi^2$  ENTRE TRATAMIENTOS Y PRIMALAS**

PARAMETRO	CONCEPCIÓN	FERTILIDAD	TIPO DE PARTO	PROPORCIÓN DE SEXOS	DESTETE
$\chi^2$	12.9*	0.292-	6.97	0	2.97
$\chi^2$					

\*Significativo = 0.05                      - No significativo  
 $\chi^2$  valores observados de  $\chi^2$



**CUADRO N° 10****PRUEBA DE RANGO MÚLTIPLE DE DUNCAN.  
PESO AL DESTETE ENTRE TRATAMIENTOS.**

TRATAMIENTOS	B	A	C
MEDIAS	11.5	12.8	14.5

Significancia = 0.05

## CONCLUSIONES

1. - Cualquiera de los tratamientos en los que se aplicó NOR en implantes es tan efectivo para sincronizar estros en la cabra Nubia, permitiendo con esto acortar el intervalo entre partos y así aumentar la eficiencia reproductiva en una misma época de empadre.

2. - El tratamiento con NOR en implantes combinado con un análogo de la PGF 2 alfa agrupan la presentación de celos de una manera más uniforme en comparación a los demás tratamientos. Sin embargo, no existió ningún efecto significativo entre los tres tratamientos.

3. - El hecho de obtener bajos porcentajes de preñez en el celo sincronizado, probablemente radique en que la cabra Nubia de la Mixteca Poblana no define su estación reproductiva, ya que se presentan concepciones durante todo el año. Por lo tanto, los estros presentados en cualquiera de los tratamientos pueden ser anovulatorios, por lo que se recomienda que el uso de cualquiera de los tratamientos esté acompañado de un agente foliculo estimulante como la PMSG, permitiendo con esto un completo desarrollo folicular.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Agraz G., A. A. 1989 CAPRINOTECNIA. Segunda Edición. Editorial. Limusa. México. p. p. 528-549, 580-585, 726-733, 1597 – 1599, 1664.
2. Akinlosotu, B. A. 1993. FERTILITY AND BLOOD PROGESTERONE LEVELS FOLLOWING LHRH-INDUCED SUPEROVULATION IN FSH-TREATED ANOESTRUS GOATS. Theriogenology 40:5. Tuekegee, AL, U.S.A., p. p. 895-904.
3. Ávila G.L., Ortiz Ch. F. 1994. FISIOLOGÍA Y ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL BOVINO. Memorias del II Taller de Transferencia de embriones. U.A.T. Tlaxcala. México. p. p. 1-8.
4. Banks, W. J. 1986. HISTORIA VETERINARIA APLICADA. Editorial. El Manual Moderno. México. p. p. 583.
5. Boulitrop, P. 1988. SINCRONIZACIÓN DE CALORES EN OVINOS Y CAPRINOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ESPONJAS VAGINALES (MÉTODO CHRONO-GEST). Memorias del V Congreso Nacional AZTECA. México, D.F. p. p. 16-23.
6. Boulitrop, P. 1988. SINCRONIZACIÓN DE CALORES EN OVINOS Y CAPRINOS MEDIANTE EL MÉTODO DE ESPONJAS VAGINALES (MÉTODO CHRONO-GEST). Boletín de información. Lab. INTERVET. México.

7. Bretzlaff, K. N. Madrid, N. 1985 SYNCHRONIZATION OF ESTRUS FERTILITY IN GOATS WITH EAR IMPLANTS. THERIOGENOLOGY 24:3. U.S.A. p. p. 351-357.
8. Bretzlaff, K. N., Madrid, N. 1989. CLINICAL USE OF NORGESTOMET EAR IMPLANTS OR INTRAVAGINAL PESSARIES FOR SYNCHRONIZATION OF ESTRUS IN ANOESTRUS DAIRY GOATS. Theriogenology 31:2. U.S.A. p. p. 419-423.
9. Bretzlaff, K. N., Nuti, L. C; Searfe, A. D.; Elmore, R. G.; Caperhart, J.; Varner, D. D.; Weston, P. G. 1991. LUTEINIZING HORMONE ADID PROGESTERONE CONCENTRATION AND INDUCTION OF ESTRUS AFTER USE OF NORGESTOMET EAR IMPLANTS OR CONSTANT INFUSION OF GONADOTROPIN-RELASING HORMONE IN ANOESTRUS, NONLACTATING DAIRY GOATS. Am. J. Vet. Res. American Veterinary Medical Association. V. 52(9). Schaumburg, Y11. U.S.A. p. p. 1423 - 1426.
10. Bretzlaff, K. N., Nuti, L. C; Searfe, A. D.; Elmore, R. G.; Meyers, S.A.; Rugila, J. N.; Brinsco, S. P.; Blanchard, T. L.; Weston, P. G. 1992. SYNCHONIZATION OF ESTRUS IN DAIRY GOATS GIVEN HORGETOMET AND ESTRADIOL VALERATE AT VARIOS STAGES OF THE ESTROUS CYCLE. Am J. Vet. Res. American Veterinary Medical Association. V. 53. Schaumburg, Y11. U.S.A. p. p. 930-934.
11. Britt, J. H. 1994. CONCEPTOS ENDOCRINOS RELACIONADOS EN LA TRANSFERENCIA DE EMBRIONES. Memorias de II Taller de Transferencia de embriones bovinos. U.A.T. Tlaxcala, México. p. p. 51-57.

12. Centro Estatal de Estudios Municipales. 1988. ENCICLOPEDIA DE LOS MUNICIPIOS EL ESTADO DE PUEBLA. Secretaria de Gobernación y Gobierno del Estado de Puebla. México. p. p. 469-483.
13. Cervantes, J.; Ducoing W. A.; Flores, G.; Zarco Q. L. 1988. UTILIZACIÓN DE ACETATO DE MELENGESTROL Y ACETATO DE FLOROGESTONA PARA LA INDUCCIÓN DE ESTROS DURANTE LA ESTACIÓN DE ANESTRO EN CABRAS ADULTAS. Memorias del V Congreso Nacional AZTECA. Culiacán, México. p. p. 147 - 158.
14. De Alba, J. 1985. REPRODUCCIÓN ANIMAL. Editorial. La Prensa Médica Mexicana, S.A. México. p. p. 58-69, 373-419.
15. De Gante G. J. 1993. CARACTERÍSTICAS Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CAPRINA EN DOS COMUNIDADES DE IZUCAR DE MATAMOROS PUEBLA. Tesis de Licenciatura. E.S.M.V.Z.A.C. México. p. p. 12-13.
16. Devendra, C., McLeroy, G. B. 1986. PRODUCCIÓN DE CABRAS Y OVEJAS EN LOS TRÓPICOS. Editorial. El Manual Moderno. México. p. p. 7-8, 35-55.
17. East, M. E., Rowe, J. D. 1989. SUBCUTANEOS PROGESTIN IMPLANTES VERSUS INTRAVAGINAL ESPONGES FOR DAIRY GOAT ESTRUS SYNCRONIZATION DURING THE TRANSITIONAL PERIOD. Theriogenology, 32:6. U.S.A. p. p. 921-928.

18. Fuentes, V. O. 1986. FISIOLOGÍA VETERINARIA. Vol. II. Recopilación de notas, apuntes y artículos selectos. p. p. 10.01-10.14, 11.1-11.69.
19. Fuentes, V. O. 1992. FARMACOLOGÍA Y TERAPEUTICA VETERINARIAS. Segunda Edición. Editorial. Interamericana – McGraw - Hill. México. p. p. 469 - 529.
20. Goel, A. K., Agrawal K. P. 1991. INDUCTION AND SYNCHRONIZATION OF OESTRUS IN ANOESTRUS (ACYCLIC) RECIPIENT GOATS. Indian Journal of Animal Reproduction 12:2. India. p. p. 187-199
21. Gutiérrez, A. C., Zarco Q. L., Galina H. C., Rubio G. I. 1993. FOLICULOGENESIS EN EL BOVINO. Memorias del V Curso Internacional de Reproducción Bovina. A.I.B.I.R. México, D.F. p. p. 45 - 73
22. Hafez, E. S. E. 1993. REPRODUCCIÓN E INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN ANIMALES. Quinta Edición. Editorial. Interamericana - McGraw - Hill. México. p. p. 73,142-178, 341-349,547-550.
23. I.N.E.G.I. 1991. VII CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. Datos preliminares, Septiembre de 1991. México.
24. Ingenio de Atencingo, S.A. 1994. ARCHIVO TÉCNICO NO PUBLICADO. Estación climatológica. Campo experimental de caña, Carr. Matamoros Atencingo Km 3.5, Izúcar de Matamoros, Puebla, México.

25. Ishwar A. Q., Pandey, J. N. 1990. ESTRUS SYNCHRONIZATION AND FERTILITY BEHAVIOR IN BLACK BENGAL GOATS FOLLOWING EITHER PROGESTERONE OR PROSTAGLANDIN TREATMENT. Theriogenology 34:5. U.S.A. p. p. 1015-1094.
26. Juárez, L. A. 1989. APLICACIÓN Y RESULTADOS DE UN MÉTODO DE REPRODUCCIÓN INDUCIDA EN CABRAS EN ÉPOCA DE ANESTRO. Memorias de VI Congreso Nacional AZTECA. , Guadalajara, México. p. p. 96-102.
27. Kindahl, M. 1994. MATERNAL RECOGNITION OF PREGNANCY IN RUMINANTS: AN "ON-OFF MECHANISM" OF PROSTAGLANDIN RELEASE. Memorias de Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, México. p. p. 586-589.
28. Lacandra, G. M., Sciorsci, R. L., Masciopinto V. 1989. SINCRONIZZAZIONE DEGLI ESTRINELLE CAPRE CON NORGESTOMET Problematice di biologi, fisiopatologia e clinica de la riproduzione animale. Edizioni Quadrifoglio. Italia. p. p. 25-34.
29. Lohan I. S., Singal, S. P., Kaker, M. L., Deshpande, L. 1989. SUPERVULVATORY RESPONSE IN ANOESTROUS BLACK BENGAL GOATS USING SYNCHROMATE-B AND FOLIGON. Indian Journal of Dairy Science 43:2. Indian. p. p. 358.
30. McDonald L. E. 1989 ENDOCRINOLOGÍA VETERINARIA Y REPRODUCCIÓN. IV Edición. Editorial. Interamericana - McGraw - Hill. México. p. p. 294 - 339, 426 - 431, 532.

31. Meza C. M. 1989. ESTIMACIÓN DE LOS PRINCIPALES PARÁMETROS REPRODUCTIVOS Y EFECTO DE LA ESTACIONALIDAD EN LAS CABRAS DE RAZA ANGLO-NUBIA. Tesis de Licenciatura. E.S.M.V.Z.A.C. México. p. p. 21-28.
32. Möller H. P. 1994. AVANCES EN LA TERAPIA HORMONAL REPRODUCTIVA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS. Memorias de Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias Acapulco, Gro. México. p. p. 426-429.
33. Pandey, A., Sinha, S. K., Mishra, O. P., Pandey, J. N. 1991. SYNCHRONIZATION OF ESTRUS OF BLACK BENGAL COATS FOLLOWING ADMINISTRATION OF PGF2 ALFA AND GONADOTROPHINS. Journal of Research, Birsa Agricultural University, 3:1. India. p. p. 109-110.
34. Paredes C.M., Ramos G. C., Ríos A. J., Marroquín C.A., López A. O., Rosas L. R. 1994 PLAN DE DESARROLLO URBANO DE LA CIUDAD DE IZÚCAR DE MATAMOROS. Tesis de Licenciatura. Escuela de Arquitectura, U.P.A.E.P. México. , p. p. 37 - 38.
35. Pendleton, R. J., Youngs, C. R., Rorie, R. W., Memon, M. A., Godke, R.A. 1986. THE USE OF NORGETOMET IMPLANTS AND FSH FOR SYNCHRONIZATION AND SUPEROVULATION IN GOATS. Theriogenology 25:1. U.S.A. p. p. 180.
36. Pendleton, R. J., Youngs, C. R., Rorie, R. W., Memon, M. A., Godke, R.A. 1992. COMPARISON OF FLUROGESTONE ACETATE SEPONGES WITH NORGESTOMET IMPLANTAS FOR



- INDUCTION OF ESTRUS AND OVULATION IN ANOESTRUS DAIRY GOATS. Smalls  
Ruminant Research 8:3. U.S.A. p. p. 269-273.
37. Pérez D., M. 1982 MANUAL SOBRE GANADO PRODUCTOR DE LECHE. Editorial. Diana.  
México. p. p. 366-390.
38. Porras A. A., Galina H. C. 1993. UTILIZACIÓN DE PROGESTÁGENOS PARA LA  
MANIPULACIÓN DEL CICLO ESTRAL BOVINO. Memorias del V Curso Internacional de  
Reproducción Bovina. A.I.B.I.R. México, D.F. p. p. 187-191.
39. Ramírez, J. E. 1989. ESTACIONALIDAD Y ACTIVIDAD REPRODUCTIVA DE LA CABRA  
NUBIA, CON EMPADRE LIBRE, BAJO LAS CONDICIONES AMBIENTALES DE IZÚCAR  
DE MATAMOROS, PUEBLA. Memorias de VI Congreso Nacional AZTECA. Guadalajara,  
México. p. p. 82-87.
40. SANOFI. S/f. GUÍA PARA EL USO DE SYNCRO-MATE B. Boletín de información. Lab.  
SANOFI Salud Animal. México. p. p. 2-4.
41. S.A.R.H. s/f. LA CABRA: CRIA EN PASTOREO. Subsecretaría de Ganadería. Dirección General  
de Ganadería. p. p. 1-5.
42. S.A.R.H. 1986. NORMAS TÉCNICAS PARA LOS CENTROS DE MEJORAMIENTO  
GENÉTICO, DESARROLLO Y FOMENTO PECUARIO DE RUMIANTES. Subsecretaría de  
Desarrollo y Fomento Agropecuario y Forestal. México. p. p. 120-121.

43. Selgrath, J. P., Memon, M. A., Smith, T., Ebert, K. M. 1990. COLLECTION AND TRANSFER OF MICROINJECTABLE EMBRYOS FROM DAIRY GOATS. *Theriogenology* 34:6. U.S.A. p. p. 1195-1205.
44. Senn B. J., Richardson M. E., 1992. SEASONAL EFFECTS ON CAPRINE RESPONSE TO SYNCHRONIZATION OF ESTRUS AND SUPERVULVATION TREATMENT. *Theriogenology*, V. 37. U.S.A. p. p. 579-585.
45. Sumano L. H., Ocampo C. L. 1992. FARMACOLOGÍA VETERINARIA. Editorial. Interamericana - McGraw - Hill. México. p. p. 495-515.
46. Trujillo G. A., Ducoing W. A., Zarco Q. L., 1992. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN CABRAS LECHERAS CON ACETATO DE MELENGESTROL COMBINADO CON PROSTANGLANDINA F. Memorias de IX Congreso Nacional AZTECA. Monterrey, México. p. p. 59-66.
47. Villalvazo M. A., Ducoing W. A., Zarco Q. L., Mijares R. E. 1989 ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA EFICIENCIA DEL ACETATO DE MELENGESTROL Y ACETATO DE FLUROGESTONA UTILIZADOS COMO INDUCTORES DEL CICLO ESTRAL MEDIANTE TRATAMIENTO CORTO EN CABRAS PRIMALAS Y ADULTAS FUERA DE LA ESTACIÓN REPRODUCTIVA. Memorias del IV Congreso Nacional AZTECA. Guadalajara, México. p. p. 91-95.

48. Zarco L., Balcazar, S.A., Mejía, V. O. 1994. INFERTILIDAD DEBIDA A ASINCRONIA MATERNO EMBRIONARIA EN RUMIANTES. Memorias del Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Acapulco, México. p. p. 592-594.