

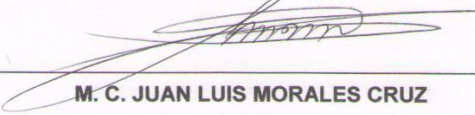
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

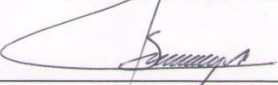


EFFECTO DEL OVSYNCH EN VACAS Y VAQUILLAS DE DOBLE PROPÓSITO
EN LA REGIÓN COSTA DE CHIAPAS.

TESIS:
APROBADA POR EL COMITÉ

ASESOR:


M. C. JUAN LUIS MORALES CRUZ
PRESIDENTE DEL JURADO


M. V. Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
TESIS
POR:
JOSÉ ENRIQUE ORTEGA CANCINO

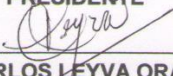
EFFECTO DEL OVSYNCH EN VACAS Y VAQUILLAS DE DOBLE PROPÓSITO
EN LA REGIÓN COSTA DE CHIAPAS.

TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ
PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


M.C. JUAN LUIS MORALES CRUZ

PRÉSIDENTE


DR. CARLOS LEYVA ORASMA

VOCAL


M.C. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE

VOCAL


MC. SERGIO I. BARRAZA ARAIZA

VOCAL SUPLENTE

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO, 2011

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por darme la vida y las habilidades que permitieron terminar mi meta como universitario, me acompañó durante toda la carrera y por qué todo lo que tengo se lo debo a Él; por ser mi guía espiritual, dándome la fe para seguir adelante y corregir mis defectos; por ayudarme a ser una persona más humana y protegerme de los infortunios y las cosas negativas que vienen con la vida diaria.

A mi alma Terra Matter.

Por ser la universidad que me dio la oportunidad de realizar mis estudios profesionales y me llenó de herramientas para afrontar la competencia laboral. Por ser una institución tan noble en esencia con los estudiantes que como yo, dejamos nuestro hogar para buscar un mejor futuro. Por qué en ella tuve experiencias gratas y amargas, lecciones importantes sobre lo bueno y lo malo de la vida, por enseñarme lo que es el valor de la dignidad. Siempre estaré agradecido y orgulloso de ser egresado de la U. A. A. N. U.L.

A mis asesores:

A los docentes, M.C. Juan Luis Morales Cruz, Dr. Carlos Leyva Orasma y M. C. José de Jesús Quezada Aguirre, por ser grandes profesores que participaron en mi formación como profesionista al ser ejemplo como persona y como M. V. Z.; por la paciencia y apoyo durante la realización de de la tesis.

Al M.V. Z. Roberto Cruz.

Por confiar en mí y en este proyecto, por brindarme su apoyo profesional durante la realización del experimento del cual fue objeto esta tesis.

A mis amigos.

Por brindarme su sincera amistad y aceptarme con mis virtudes y defectos, por acompañarme durante este viaje de 5 años lejos de casa. Por brindarme su apoyo incondicional y por saber que siempre estarán ahí. Gracias.

A mi novia

A la Srta. Edna Leticia Murillo Rodríguez, que además de ser mi novia, mi mejor amiga y mi cómplice, se convirtió en el principal apoyo que tuve aquí en Torreón, gracias por estar a mi lado alegrándome el día y estar al pendiente de este proyecto, por alentarme en los momentos buenos y difíciles y por tus buenos consejos cuando más los necesité; gracias porque siempre estuviste para mí cuando más necesitaba que me escucharán.

A mi familia.

A mis tíos, Pepe, Jorge, Orlando, Toño, Manuel, Nidia, Marily, Alma, Silvia, Hilda Rosa; por estar siempre al pendiente de mí, apoyarme en mis viajes, decisiones y deseándome lo mejor durante estos años de carrera, muchas gracias por enseñarme lo importante que es tener una familia.

A mi tía Paty y mi tío Toño, por brindarme su amor y apoyo durante mi carrera, por los consejos y la calidad de tiempo que pasaron junto a mí, me hicieron sentir en casa durante todos estos viajes e hicieron más llevadera la travesía de la carrera y el estar lejos de mi hogar. Gracias por ser un ejemplo a seguir, Ustedes han sido parte importante de mi formación como profesionalista, gracias por estar siempre para su sobrino.

A mis hermanos.

Lorena y Víctor por demostrarme su amor incondicional, por estar al pendiente de mí durante estos años, por ser mis cómplices y amigos y tener la paciencia que solo un hermano de sangre me podría tener, se que en Ustedes tengo la confianza de contar con su apoyo para lo que sea porque sé que ustedes tienen la confianza en mí de que jamás los defraudaré.

A mis Padres.

Al Sr. José Enrique Ortega Díaz y la Sra. Ana Patricia Cancino Rodríguez, por darme la vida, el amor incondicional desde que era un niño hasta ahora que soy un profesionalista, los castigos y llamadas de atención, los consejos y los ánimos en mis proyectos y en mi vida personal, por la educación y los valores que solo se puede dar en casa, por brindarme el sustento para vivir y concluir mis estudios, gracias por todas estas cosas que me regalaron y me dieron desinteresadamente y que hizo de mí una persona de bien. Por qué gran parte de lo que soy como persona se los debo a ustedes y por esta felicidad de que sean mis Padres.

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico a las personas que más amo y que me enseñaron desde pequeño lo que es amor puro y sincero. A mi padre el Sr. José Enrique Ortega Díaz, por ser la persona más importante en mi vida, un hombre al que respeto y admiro profundamente, que se convirtió en mi súper héroe desde el momento que nació. Gracias por ser mi Padre y demostrarme tu amor en esas maneras que solo tú y yo entendemos. Tú me has enseñado lo que es la educación, la dignidad, la honestidad, los valores, el trabajo, el sacrificio; que hacen de un hombre una persona de bien. Tu vida siempre será un ejemplo para mí y una meta que deseo alcanzar y superar. Gracias por llevar a cenar a mamá. A la Sra. que me llevo en su vientre, por tu grandeza de mujer pues con amor y dolor me diste la vida, por eso siempre estaré en deuda contigo. No tengo con que pagarte más que con mi vida y con mis triunfos que también son tuyos, por que tuviste la delicadeza y el amor de atenderme y cuidarme cuando no podía valerme por mi solo, y sé que ahora que puedo aun así siempre me cuidarás. Este trabajo es dedicado a la Sra. Ana Patricia Cancino Rodríguez, la mujer más importante en mi vida.

RESUMEN.-

Actualmente la biotecnología bovina representa una herramienta importante para lograr eficiencia en los sistemas de producción extensiva de doble propósito que predominan hoy en día en la región costa de Chiapas. De ahí el objetivo de este estudio que consistió en evaluar la respuesta que presenta el ganado cruza cebú en diferentes etapas reproductivas hacia el ovsynch; para saber la utilidad de esta herramienta para lograr un aumento en los parámetros de producción y un mejoramiento genético en un corto lapso de tiempo.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en Abril del 2011, los candidatos fueron sometidos a examen ginecológico por palpación rectal, se evaluó su condición corporal y se revisó sus registros; seleccionando 48 animales de cruza cebú. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en 3 grupos de tratamiento (T1, T2, y T3); a los cuales se les sometió al ovsynch con una IATF las 16 horas de la última inyección del tratamiento, fueron separados del manejo habitual para ser observados durante 45 días, se les realizó un diagnóstico de gestación cumplido los 46 días mediante palpación rectal. Se analizó la tasa de concepción (TC) y el porcentaje de celo presentado al momento de la IATF. Los resultados fueron favorables, en general los animales presentaron una TC=68.75% y un porcentaje total de celo presentado al momento de la IATF= 91.66%.

Los resultados obtenidos del estudio indican una respuesta favorable de las animales cruza cebú hacia los protocolos Ovsynch, más allá de las características de la raza, los factores determinantes son externos al animal.

Palabras clave: Ovsynch, Dispositivo, Costa, Cebú, Celo, Respuesta, Inseminación.

ÍNDICE DE CONTENIDO		
AGRADECIMIENTOS	.....	I
DEDICATORIA	.....	IV
RESUMEN	.....	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS	.....	VIII
I INTRODUCCIÓN	.....	1
1.1 Hipótesis	.....	5
1.2 Objetivos	.....	5
II RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA	.....	6
2.1. Endocrinología del ciclo estral	.....	6
2.1.1 Etapas del ciclo estral	.....	6
2.1.2. Estro	.....	7
2.1.3. Metaestro	.....	7
2.1.4. Diestro	.....	8
2.1.5. Proestro	.....	9
2.2. Neuroendocrinología del ciclo estral	.....	11
2.2.1 Hipotálamo	.....	11
2.2.2. Hipófisis	.....	11
2.3. Desarrollo folicular	.....	13
2.3.1. Desarrollo y función del cuerpo lúteo	.....	17
2.3.2. Regresión del cuerpo lúteo	.....	19
2.4. Manejo Hormonal de la reproducción bovina	.....	21
2.4.1. Sincronización de celo con PGF _{2α}	.....	22
2.4.2. Sincronización del desarrollo folicular y la ovulación	.....	26
2.4.3. Sincronización con Progestágenos	.....	28
2.4.3.1. Bloqueo a través de la administración de MGA (Acetato de Melengestrol )	.....	30
2.4.3.2. Bloqueo a través del implante Subcutáneo de Norgestomet	.....	32
2.4.3.3 Bloqueo a través de la utilización dispositivos intravaginales	.....	34
2.4.3.3.1. CIDR	.....	35
III MATERIALES Y MÉTODOS	.....	38
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.....	42
V CONCLUSIÓN	.....	47
VI LITERATURA CITADA	.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1.- Esquema de las hormonas del ciclo estral.	10
Figura 2.- Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo – Hipófisis – Ovario.	12
Figura 3.- Relación entre la frecuencia de pulsos de la LH y el desarrollo folicular.	16
Figura 4.- El ciclo estral de los animales domésticos y sus alternativas.	19
Figura 5.- Estructura química de la PGF _{2α}	22
Figura 6.- Representación esquemática del protocolo ovsynch, tiempo y propósito de las inyecciones hormonales y momento de la IATF en T1 (24 H) y T2 (16 H).....	28
Figura 7.- Estructura química de Progesterona	29
Figura 8.- Acetato de Melengestrol	30
Figura 9.- Aplicación del Implante Norgestomet	32
Figura 10.- Esquema de sincronización con progestágenos	33
Figura 11.- Dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID)	34
Figura 12.- Dispositivo intravaginal de Silicón con 1 g de progesterona (Terapress)	35
Figura 13.- Posibles aplicaciones del CIDR	36
Figura 14.- CIDR	37
Figura 15.- Localización del área de trabajo	38
Figura 16.- Protocolo de sincronización utilizado en los grupos T1 y T2 del experimento	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1.- Experimento realizado en Abril del 2011	39
2.- Tasa de concepción de los animales tratados en el experimento de sincronización de la ovulación	43
3.- Tasa de celo de los animales sometidos a la sincronización de la ovulación	47

I.-INTRODUCCIÓN.

La ganadería de doble propósito es una de las actividades productivas más difundidas en el medio rural del sur de nuestro país, esto debido principalmente a que las condiciones climáticas de esta región son aptas para animales de doble propósito y además de las condiciones socioeconómicas y culturales permiten que esta actividad sea muy común en las rancherías familiares. En las regiones tropicales de México, es común encontrar sistemas de producción agropecuaria con baja productividad y en proceso de deterioro. Dentro de estos sistemas están los de ganado bovino de doble propósito en condiciones extensivas o semi-extensivas. El sistema de doble propósito se caracteriza por ordeñar a las vacas con la estimulación del becerro al pie, el destete frecuentemente coincide con el final de la lactancia, y la venta de carne o leche por si solos no aportan más del 75% de los ingresos totales (Wadsworth, 1992). Esta cadena productiva se localiza en las costas del Golfo de México y Océano Pacífico, siendo principalmente Veracruz (38%), las Huastecas (19%), Chiapas (16%) y Tabasco (8%), ubicados en la región tropical, que comprende el 25% del territorio nacional (48.8 millones de hectáreas) y concentra el 45% del ganado bovino (Ramos, 1994; Castañeda, 2000).

En el estado de Chiapas, la importancia económica y social de la ganadería de doble propósito resalta por participar con el 92% del volumen total de leche producida, y por incluir el 60% de los bovinos en esta actividad productiva (INEGI, 1991).

De acuerdo con la Coordinación de Promoción y Enlace para el Desarrollo Sustentable del Campo del Estado de Chiapas; Chiapas tiene una producción anual de 100 mil toneladas de carne y 400 millones de litros de leche, de esta el 64 por ciento se destina al procesamiento quesero, y el 36 por ciento restante se comercializa como leche líquida.

El valor de su producción suma arriba de los 3 mil 200 millones de pesos, esto ubica al estado en el tercer lugar a nivel nacional como productores de carne, y el primer lugar en exportación de becerros; el 90% de su actividad ganadera se dedica al doble propósito: carne y leche.

Estudios recientes señalan que el incremento de la producción de leche y carne en el estado de Chiapas obedecen al aumento de la superficie de pastizales permanentes (una parte importante en estados avanzados de degradación), más que al mejoramiento de la productividad de los animales (Zenteno, 1991). Es por esta tendencia que surge la necesidad de buscar y utilizar métodos que favorezcan el desarrollo sostenible de los sistemas ganaderos de doble propósito, así como plantear estrategias y tecnologías de producción congruentes con el uso racional de los recursos naturales, que mejoren la eficiencia de los sistemas.

El manejo reproductivo en una explotación bovina, ya sea destinada a carne, leche o doble propósito, representa un papel muy importante para el lograr el desarrollo, éxito y rentabilidad de la empresa.

Para llevar a cabo un correcto manejo reproductivo, es importante conocer la fisiología y anatomía de la especie con la que se va a trabajar; así como los factores que afectan la actividad reproductiva; salud de los animales, enfermedades (nutricionales, metabólicas, infecciosas, infecto-contagiosas, parasitarias) el clima, las razas dentro de la misma especie, la idiosincrasia del personal de trabajo, la capacidad adquisitiva de la empresa en que se labore, la situación económica de la región donde se encuentre la explotación, etc. La creciente explosión demográfica ha llevado a la zootecnia a crear sistemas de producción eficientes, esto con el fin de satisfacer la creciente demanda de alimento en la población. Esto ha tenido como consecuencia lógica que el manejo reproductivo bovino haya logrado grandes avances en su haber.

En la actualidad las explotaciones bovinas cuentan con varias técnicas algunas de ellas biotecnológicas, con el fin de lograr este desarrollo y eficiencia en su producción y en consecuencia una rentabilidad económica. Hay que tener en cuenta que se ha estado observando una cierta relación a la inversa entre las vacas altas productoras y la baja de fertilidad que presentan, con esto su longevidad disminuye. Esta tendencia de selección a través de la producción láctea amenaza con convertirse en una medida antieconómica para la industria lechera; pues debido a que la vaca alta productora no puede volver a quedar gestante, esta se manda al rastro con una sola lactancia en su historial reproductivo, no dejando así un lapso de tiempo para recuperar la inversión que se utilizó ese animal desde su nacimiento, pasando por su alimentación, su manejo y su crianza.

La I.A. junto con la sincronización de la ovulación han demostrado ser una herramienta eficiente y rentable de conseguir un mejoramiento genético en base a una selección minuciosa; dentro de la selección de material genético se buscan cualidades como longevidad, peso al nacer, facilidad de parto, fertilidad, producción de carne, sólidos en leche, producción láctea, etc. Por otro lado, las vaquillas cruce Cebú presentan particularidades en su fisiología reproductiva (Randel, 1994), lo que motiva una menor respuesta a la sincronización de celo. Es de interés comparar la efectividad de distintos protocolos de sincronización en este tipo de vaquillas, especialmente aquellos que buscan inducir celo en vaquillas peripúberes de tipo cruce Cebú. La incursión de biotecnología reproductiva ha sido una herramienta indispensable para solucionar la demanda de una mayor producción cárnica así como de leche y una mayor bioseguridad al disminuir la posibilidad de transmisión de enfermedades por medio de la monta directa.

De ahí el objetivo en evaluar la respuesta del ganado de cruce Cebú en dos etapas reproductivas diferentes hacia un programa de sincronización y concluir el impacto de la implementación de esta herramienta reproductiva.

1.1- Hipótesis.

La categoría de las hembras bovinas sometidas a un programa de sincronización no afectara la tasa de expresión de celo ni la tasa de concepción.

1.2.- Objetivos.

Evaluar la tasa de expresión de celo y la tasa de concepción en vacas pluríparas y vaquillas de cruce Cebú, sometidas a un programa de sincronización de la ovulación.

II.- RECOPIACIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1.- ENDOCRINOLOGÍA DEL CICLO ESTRAL.

La hembra bovina presenta ciclos estrales a intervalos de 19 a 23 días, los cuales sólo son interrumpidos por la gestación o por alguna enfermedad. El estro es el periodo de aceptación de la cópula y tiene una duración de 12 a 18 horas. En el Metaestro ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo a partir del folículo ovulatorio. El diestro es la etapa más duradera del ciclo y se caracteriza por la presencia de un cuerpo lúteo. Si la gestación no se establece, el endometrio secreta prostaglandina, lo que da como resultado la regresión del cuerpo lúteo y, con ello, el reinicio de un nuevo ciclo (Hernández, 2007).

2.1.1.- ETAPAS DEL CICLO ESTRAL.

Los eventos fisiológicos más importantes que ocurren durante el ciclo estral; se deben integrar dinámicamente para tener un concepto global que primeramente permita el entendimiento y después la manipulación del ciclo estral con fines zootécnicos (Hernández, 2007)

El ciclo estral se divide en cuatro etapas:

2.1.2.- Estro.

En esta etapa la hembra acepta la cópula o la monta de una compañera de hato. Esta conducta es determinada por un incremento significativo de las concentraciones de estradiol producido por un folículo preovulatorio y por la ausencia de un cuerpo lúteo. Por efecto de los estrógenos la hembra está inquieta, camina más, interactúa con sus compañeras y acepta la monta de otra hembra (conducta homosexual).

Los estrógenos provocan turgencia del útero, edema en los genitales externos y producción de moco cervical. La duración del estro es de 12 a 18 h y varía de acuerdo con el tipo de ganado y las condiciones ambientales. El inicio del estro coincide con la secreción ovulatoria de LH (pico de LH), ya que los estrógenos, al mismo tiempo que provocan la conducta estral, desencadenan el pico de LH. (Hernández,2007).

2.1.3.- Metaestro.

El Metaestro es la etapa posterior al estro y tiene una duración de 4-5 días. Durante esta fase ocurre la ovulación y se desarrolla el cuerpo lúteo.

Después de la ovulación se observa una depresión en el lugar ocupado por el folículo ovulatorio (depresión ovulatoria) y posteriormente aparece el cuerpo hemorrágico, el cual es el cuerpo lúteo en proceso de formación. Durante el Metaestro, las concentraciones de progesterona comienzan a incrementarse hasta alcanzar niveles mayores de 1 ng/ml, momento a partir del cual se considera que el cuerpo lúteo llegó a la madurez. Un proceso hormonal que destaca en el Metaestro es la presentación del pico posovulatorio de FSH, que mantiene una relación directa con el inicio de la primera onda de desarrollo folicular. Algunas vacas presentan un sangrado conocido como sangrado metaestral (Hernández, 2007).

2.1.4.- Diestro

Ésta se considera la etapa más larga del ciclo estral y se caracteriza por la plena funcionalidad del cuerpo lúteo, abarcando desde que esta estructura es funcional hasta la destrucción del mismo. Durante esta fase, la progesterona alcanza sus máximas concentraciones y ejerce un efecto negativo en la liberación de LH debido a que inhibe la formación de receptores hipofisarios a GnRH, así como la secreción de GnRH. Adicionalmente, se observan repetidos incrementos en la secreción de FSH con el consecuente aumento en el desarrollo folicular y las concentraciones plasmáticas de estradiol e inhibina. Sin embargo, estos folículos no pueden concluir su maduración y sufren regresión (Galina, 2006)

La progesterona estimula la actividad secretora del endometrio con la finalidad de albergar una posible gestación; adicionalmente, el cérvix se cierra y se reduce la secreción del moco cervical y vaginal, el cual adopta una apariencia pegajosa y opaca para impedir el paso de microorganismos al útero. Al término del diestro, los estrógenos han sensibilizado al endometrio para que forme receptores a oxitocina. En ese momento se inicia un mecanismo de retroalimentación positiva para la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$. La función de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ es destruir al cuerpo lúteo cuando no ocurrió la fertilización. Debe considerarse que para que el útero sea capaz de producir $\text{PGF}_{2\alpha}$ tiene que tener un periodo previo de exposición a progesterona, durante el cual se incrementa tanto el contenido de precursores de las prostaglandinas en el endometrio, como el ácido araquidónico. (Galina, 2006)

2.1.5.- Proestro.

La fase del proestro se inicia con la regresión del cuerpo lúteo del ciclo anterior o luteólisis y termina con el inicio del estro o celo; dura alrededor de dos o tres días. La destrucción del cuerpo lúteo ocurre gracias a la acción de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ de origen uterino (Rippe, 2009).

Con la caída de los niveles de progesterona, el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular.

Durante el proestro o fase folicular ya existe un folículo dominante que llegara a ser una estructura de $\frac{3}{4}$ a 1 pulgada de grande y con la apariencia de una ampolla llena de líquido folicular y el ovulo que será ovulado.

Este folículo dominante se diferencia de los demás en que es estimulado coordinadamente por las hormonas FSH y LH para producir estrógenos. El incremento en los niveles de estrógenos del folículo preovulatorio alcanzan los centros nerviosos del hipotálamo que controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase de celo o estro (Rippe, 2009).

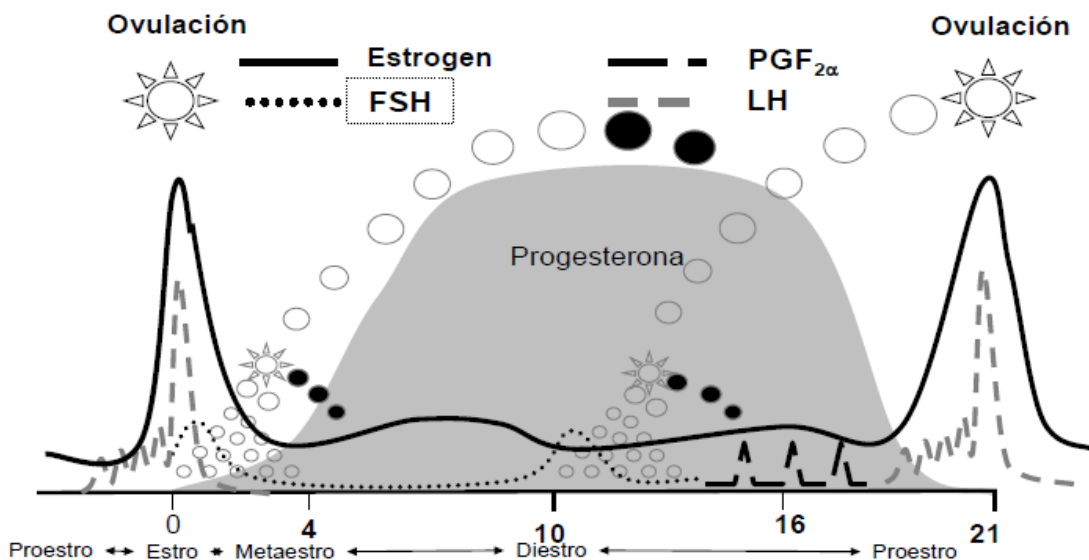


Figura 1.- Esquema de las hormonas del ciclo estral. (Adaptado de Rippe, 2009).

2.2.- Neuroendocrinología del ciclo estral.

Los procesos endocrinos de un organismo no pueden estar disociados de lo que ocurre en el resto del organismo ni de los cambios en el entorno. Por esta razón, el sistema endocrino y el sistema nervioso se comunican entre sí, formando en su conjunto el sistema neuroendocrino (Galina, 2006).

2.2.1.- Hipotálamo.

Forma parte de la base del cerebro y sus neuronas producen la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas o (GnRH); la GnRH se difunde a través de los capilares al sistema hipofisiario y de allí a las células de la hipófisis anterior, en donde su función es estimular la producción y secreción de las hormonas hipofisiarias Hormona Folículo Estimulante (FSH) y Hormona Luteinizante (LH) entre otras (Rippe, 2009)

2.2.2.- Hipófisis.

Consta de una parte anterior y otra posterior. La hipófisis anterior o adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la Hormona Folículoestimulante (FSH) y a Hormona Luteinizante (LH) cumplen un papel relevante en el ciclo estral (Rippe, 2009).

La FSH es la encargada del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular y la LH es la que interviene en el proceso de ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona oxitocina, que también es producida en el hipotálamo, es almacenada en la adenohipofisis e intervendrá en los procesos de parto, bajada de la leche, transporte de espermatozoides en el útero así como en el proceso de luteólisis o ruptura del cuerpo lúteo en el ovario (Rippe, 2009).

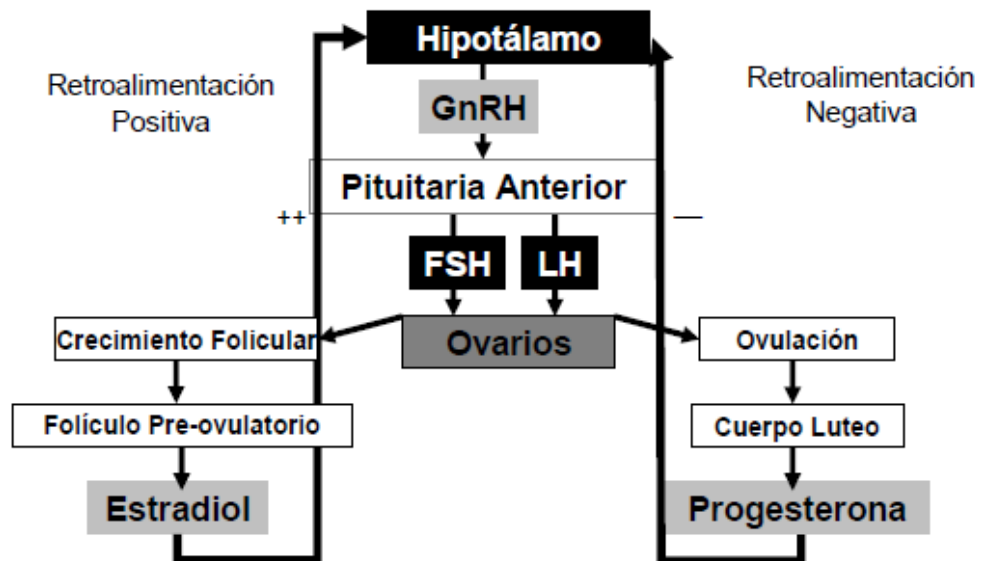


Figura 2.- Esquema simplificado de las interacciones hormonales del eje Hipotálamo - Hipófisis - Ovario (Adaptado de Rippe, 2009).

2.3.- Desarrollo folicular.

La vaca nace con aproximadamente 200 mil folículos primordiales, de los cuales muy pocos (500-1500) logran crecer. El folículo primordial está formado por un ovocito desprovisto de la zona pelúcida, y rodeado por una capa de células epiteliales planas (pregranulosa). El crecimiento de estos folículos se inicia con la división de las células de la pregranulosa y la diferenciación del tejido conectivo que rodea al folículo, el cual da origen a la teca interna. El mecanismo que estimula el crecimiento de los folículos primordiales se desconoce; se sabe que este desarrollo inicial es independiente del estímulo de la FSH y la LH y que es modulado por sustancias producidas en el mismo ovario que pueden ser sustancias paracrinas y autocrinas. (Hernández, 2007).

Conforme el folículo crece, se forma la capa que recubre al ovocito (zona pelúcida), la cual se origina a partir de un depósito de glicoproteínas. Posteriormente comienza a secretarse líquido que se acumula entre las células de la granulosa, con lo que inicia la formación del antro. Una vez que el folículo se distiende por acumulación del líquido (líquido folicular), el ovocito se fija a la pared del folículo mediante el *cumulus oophorus* (grupo de células derivadas de la granulosa). Este proceso tiene un papel importante en la fisiología del folículo, ya que el líquido folicular permite que las diferentes células se comuniquen por medio de hormonas y sustancias paracrinas y autocrinas. Además, el ovocito mantiene una relación estrecha con los diferentes comportamientos foliculares, lo cual regula su proceso de maduración (Hernández, 2007).

El desarrollo folicular se divide en dos etapas: basal y tónica. La primera (proceso independiente de las gonadotropinas) comprende el crecimiento del folículo desde los primeros estadios hasta que alcanza 3-4 mm diámetro. La etapa tónica (regulada por gonadotropinas) va desde que el folículo mide 3-4 mm de diámetro hasta que se convierte en preovulatorio. Esta última etapa se presenta en forma de oleadas constituidas por fases de reclutamiento, selección, dominancia y atresia. El ciclo estral de la vaca involucra entre dos y tres ondas foliculares. Las vacas que presentan tres ondas foliculares tienden a experimentar un ciclo estral más largo de 22 a 23 días que las vacas que tienen dos ondas con un ciclo de 19 a 21 días. (Hernández, 2007).

Se conoce como una dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos primordiales que conllevan al desarrollo de un folículo preovulatorio. En vacas, el desarrollo folicular ocurre en forma de ondas y se observan tanto en animales jóvenes como adultos, en vacas preñadas (excepto durante los últimos 30 días de gestación), durante el postparto y durante el ciclo estral (Rippe, 2009).

Las oleadas foliculares comienzan cuando hay un aumento en los niveles de FSH, lo cual promueve el crecimiento de un grupo de cinco a seis folículos antrales (3-4 mm de diámetro), este proceso es conocido como reclutamiento (Hernández, 2007).

Posteriormente un folículo continúa creciendo y se separa del grupo (folículo dominante). El folículo dominante bloquea el soporte hormonal para el resto de los folículos que comenzaron su crecimiento, induciendo su atresia y reprimiendo el reclutamiento de una nueva oleada. Esto se logra mediante la disminución de la secreción hipofisiaria de FSH inducida por retroalimentación negativa de estradiol e inhibina que secreta el folículo (Galina, 2006).

El folículo dominante logra sobrevivir en un ambiente pobre en FSH gracias al desarrollo de receptores para LH en las células de la granulosa (lo cual se observa en folículos de 8 a 9 mm de diámetro en bovinos) y a que su dependencia cambia hacia esta hormona. Así pues, el folículo dominante se mantiene principalmente gracias a la LH, aunque también requiere de FSH en niveles basales. Adicionalmente, este folículo produce mayores concentraciones de estradiol debido a una mayor expresión de receptores de gonadotropinas, enzimas esteroidogénicas y de StAR (steroid acute regulatory protein). (Galina, 2006).

El folículo dominante ejerce dominancia fisiológica durante 4 a 6 días y, si no llega a ovular, sufre atresia. Con la atresia de dicho folículo, los niveles de estradiol e inhibina disminuyen, lo que permite que se incrementen las concentraciones de FSH y que se inicie una nueva oleada folicular (Rippe, 2009).

La atresia del folículo dominante, después de un periodo fisiológico de dominancia, depende de la frecuencia de secreción de la LH. Así, durante el diestro, la progesterona y los estrógenos se encargan de suprimir la frecuencia de secreción de la LH (1 pulso cada 4-6 h), lo que da por resultado el proceso atrésico. Sin embargo, el folículo dominante, que está presente cuando el cuerpo lúteo sufre regresión, continúa madurando y se convierte en ovulatorio, debido a que al disminuir los niveles de progesterona aumenta la frecuencia de secreción de LH (1 pulso cada 2-3 h), lo cual permite continuar con su desarrollo (Hernández, 2007).

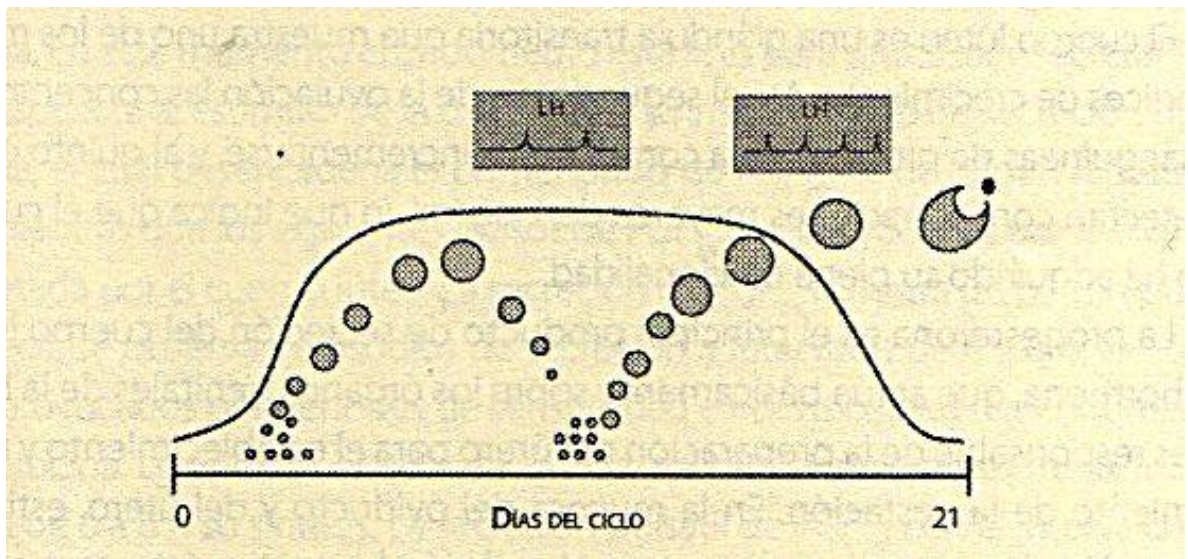


Figura 3.- Relación entre la frecuencia de pulsos de la LH y el desarrollo folicular. Durante el diestro la progesterona reduce la frecuencia de secreción de la LH, lo que resulta atresia del folículo; en contraste, cuando disminuyen los niveles de progesterona (proestro) aumenta la frecuencia, lo cual ocasiona la maduración final del folículo (Adaptado de Hernández, 2007).

2.3.1.- Desarrollo y control de la función del cuerpo lúteo.

Cuando el folículo dominante completa su maduración produce niveles de estrógenos suficientes para provocar la liberación máxima de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH), lo cual desencadena el pico preovulatorio de la LH. Esta secreción de LH provoca la ovulación e inicia los cambios necesarios para que el folículo se transforme en un cuerpo lúteo, proceso conocido como luteinización (Hernández, 2007).

La ovulación ocurre, en promedio, 30 h después del pico preovulatorio de LH; esta hormona regula los cambios de las paredes foliculares que conducen a la ruptura folicular (deshiscencia). Después de la ovulación, las células de la teca interna se multiplican y diferencian en células lúteas chicas, mientras que las células de la granulosa se hipertrofian y dan origen a las células lúteas grandes (Hernández, 2007).

Estos cambios son facilitados por la ruptura de la membrana basal que separa la capa de células de la granulosa de la teca interna. Al mismo tiempo comienza la formación de una amplia red de capilares que se distribuyen en todo el cuerpo lúteo en formación, y llegan a constituir hasta 20% del volumen del cuerpo lúteo maduro. El cuerpo lúteo es un glándula transitoria que muestra uno de los mayores índices de crecimiento. Así, al segundo día de la ovulación las concentraciones sanguíneas de progesterona comienzan a incrementarse, y al quinto día ya se detectan concentraciones mayores de 1 ng/ml, lo que indica que el cuerpo lúteo ha adquirido su plena funcionalidad (Hernández, 2007).

La progesterona es producida principalmente por las células del cuerpo lúteo. Esta hormona actúa sinérgicamente con los estrógenos en varias funciones reproductivas que incluyen el crecimiento del epitelio glandular, del útero y de la glándula mamaria. Sin embargo, podemos considerar que la mayoría de las funciones de la progesterona están encaminadas a culminar exitosamente la gestación una vez lograda la concepción (Galina, 2006).

Así, la progesterona inhibe la conducta sexual, que puede ser riesgosa para una gestación ya establecida, inhibe las contracciones uterinas, provoca el cierre del cérvix y estimula a las glándulas endometriales a secretar productos llamadas leche uterina o histotrofo, sustancia que permite la nutrición del embrión antes de implantarse (Galina, 2006).

La progesterona retroalimenta negativamente sobre la secreción de GnRH y Gonadotropinas, inhibiendo el desarrollo folicular y la ovulación. Por esta razón, la progesterona y los progestágenos sintéticos son ampliamente utilizados para el control artificial de la reproducción (Galina, 2006).

2.3.2.- Regresión del cuerpo lúteo.

La ciclicidad de los animales depende de la regresión puntual del cuerpo lúteo. Es por ello que cuando no existe un embrión que prolongue/rescate al cuerpo lúteo, éste sufrirá luteólisis (Galina, 2006).

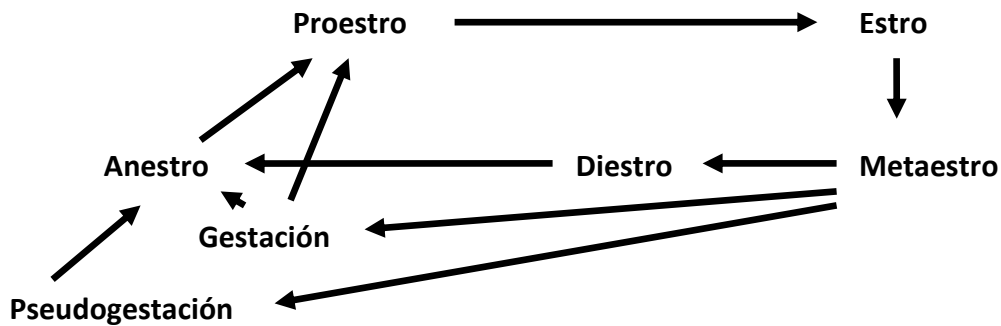


Figura 4.- El ciclo estral de los animales domésticos y sus alternativas. (Adaptado de Galina, 2006).

La regresión lútea es ocasionada por la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ de origen uterino, la cual actúa en las células lúteas promoviendo su muerte. El mecanismo por el cual se inicia la síntesis y secreción de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ depende de una interacción entre el cuerpo lúteo, los folículos ováricos y el útero. Los estrógenos ováricos desempeñan un papel importante en el inicio de la secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ ya que promueven la síntesis de receptores de oxitocina. Además, los estrógenos estimulan en el endometrio la producción de la fosfolipasa A y la ciclooxigenasa, enzimas indispensables para la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$. (Hernández, 2007).

Durante la fase lútea la progesterona inhibe la síntesis de $\text{PGF}_{2\alpha}$ al suprimir la síntesis de receptores de estradiol en el endometrio. Después de un periodo de 12 días de exposición a progesterona, los receptores de esta hormona se agotan y, en consecuencia, el endometrio se vuelve insensible a ella. Cuando esto ocurre, se sintetizan receptores del estradiol, lo que le permite al estradiol producido por el folículo dominante estimular la síntesis de receptores de oxitocina. En este momento el endometrio está listo para sintetizar y secretar $\text{PGF}_{2\alpha}$ en respuesta al estímulo de la oxitocina. El primer episodio de secreción de oxitocina, el cual desencadena el primer pulso de $\text{PGF}_{2\alpha}$, es de origen hipotalámico, mientras que los siguientes pulsos de $\text{PGF}_{2\alpha}$ son provocados por la oxitocina secretada por el cuerpo lúteo. La secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ muestra un patrón pulsátil, es decir, se observan episodios de secreción a intervalos de 6 a 8 horas, los cuales son provocados por periodos de sensibilidad e insensibilidad del endometrio a la oxitocina. Lo anterior obedece a que se agotan los receptores de oxitocina y toma de 6 a 8 h su síntesis. La secreción pulsátil de $\text{PGF}_{2\alpha}$, con el intervalo entre pulsos mencionados previamente, es indispensable para provocar la luteólisis; sí el intervalo entre pulsos es mayor (14 h) o si sólo se presenta un aumento de la secreción basal, la regresión lútea no ocurre (Hernández, 2007).

Cabe señalar que el cuerpo lúteo debe alcanzar determinado grado de madurez para que pueda ser receptivo a la acción de la prostaglandina. De hecho, recientemente se determinó que para que la luteólisis ocurra, es necesario que el cuerpo lúteo haya desarrollado la capacidad de expresar prostaglandina sintetasa. En otras palabras, el cuerpo lúteo requiere producir $\text{PGF}_{2\alpha}$ en forma autocrina para lograr su lisis (Galina, 2006).

Resulta interesante destacar que la falta de sensibilidad a la $\text{PGF}_{2\alpha}$ que se observa en los cuerpo lúteos inmaduros (primeros 5 días después de la ovulación) obedece a que en ese periodo todavía no se ha establecido este mecanismo (Hernández, 2007).

2.4.- MANEJO HORMONAL DE LA REPRODUCCIÓN BOVINA.

Para lograr la inducción y sincronización del ciclo estral por medio de productos hormonales, es necesario conocer la fisiología reproductiva de la especie de interés, la acción de las hormonas involucradas y la interacción que entre ella existe. La sincronización del estro ofrece las siguientes ventajas: 1) El tiempo requerido para la detección de estro se reduce disminuyendo los costos asociados a ello. 2) Los animales presentan celo dentro de un tiempo predecible, lo que facilita la inseminación artificial y la transferencia de embriones. 3) Las hembras ciclando conciben más temprano en el posparto o época de empadre. 4) Facilita el uso de la inseminación artificial en ganado bovino productor de carne y leche. 5) Se pueden agrupar los nacimiento de las crías para que nazcan en una época de mayor abundancia de alimento (Galina, 2006).

El éxito de los programas de sincronización de celo se sustenta en el conocimiento de tres áreas fundamentales: 1) Fisiología del ciclo estral de la vaca; 2) Productos farmacológicos y sus efectos sobre el ciclo estral de la vaca, y 3) Factores de manejo del hato que reducen el anestro e incrementan las tasas de preñez (Bo y Tagle, 2005).

2.4.1.- Sincronización de celo con $\text{PGF}_{2\alpha}$.

Las prostaglandinas se aislaron primero de lípidos de glándulas sexuales accesorias y se denominaron prostaglandinas por su asociación con la próstata (Hafez, 2002).

Todas las prostaglandinas son ácidos grasos hidroxiinsaturados de 20 carbonos con un anillo ciclopentano. El ácido araquidónico que es un ácido graso esencial, es el precursor de las prostaglandinas relacionadas más estrechamente con la reproducción, principalmente $\text{PGF}_{2\alpha}$ y Prostaglandina E_2 (PGE_2). (Hafez, 2002).

La prostaglandina más importante en la reproducción es la $\text{PGF}_{2\alpha}$, responsable de la destrucción del cuerpo lúteo en la mayoría de las especies. También provoca contracciones uterinas, por lo que es importante para el parto, el transporte de los espermatozoides y la involución uterina después del parto (Galina, 2006).

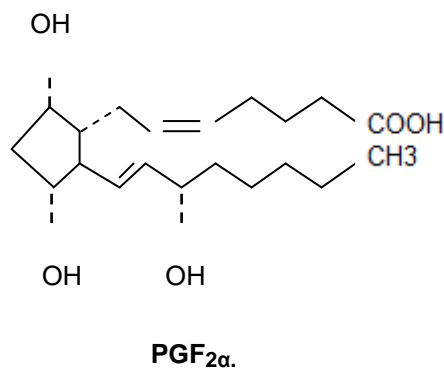


Figura 5.- Estructura química de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Hafez, 2002)

La prostaglandina $F_{2\alpha}$, hormona producida en el endometrio, provoca la regresión del cuerpo lúteo (CL), proceso que marca el fin del diestro y el inicio del proestro. La administración de $PGF_{2\alpha}$ entre los días 6 y 17 del ciclo estral produce la regresión del CL y, con ello, la presentación del estro en las siguientes 48 y 144 horas.

La $PGF_{2\alpha}$ se utiliza tanto para sincronizar el estro en grupos de vacas como para inducirlo en forma individual en vacas que tienen un cuerpo lúteo. La respuesta de los animales tratados es variable; en vaquillas se puede lograr hasta 95% de efectividad en animales en estro, mientras que en vacas adultas, particularmente vacas en lactación, la respuesta positiva fluctúa entre 45 y 70% (Hernández, 2007).

Las distintas presentaciones comerciales de prostaglandinas (tanto en forma natural como análogos), son igualmente eficaces para provocar la luteólisis. Desde el punto de vista endocrino, no existen diferencias entre la luteólisis que ocurre de forma natural y la que es inducida por prostaglandina exógena. Tampoco existe distinción en la intensidad de la presentación de los signos de estro ni en su duración; y la fertilidad a estro sincronizado es igual a la del estro natural. Sin embargo, cuando se utilizan las prostaglandinas para sincronizar el estro, se observa una gran dispersión de la presentación del mismo, debido a diferencias en la etapa de desarrollo folicular en la se encuentran los animales tratados. Las diferencias temporales descritas en relación con el intervalo entre el tratamiento y la presentación del estro son, por lo tanto, una de las principales razones del fracaso de la inseminación artificial a tiempo fijo después de la sincronización con prostaglandinas.

Cabe señalar que es necesario que el cuerpo lúteo haya alcanzado determinado grado de madurez para que pueda ser responsivo a la acción de la prostaglandina, razón por la cual entre 10 y 15 % de las vacas con cuerpo lúteo no presentan luteólisis después de que ésta ha sido aplicada de manera exógena. La repercusión práctica de lo anterior en un hato con el 100% de los animales ciclando, regularmente se traduce en que sólo entre 60 y 65% tendrá un cuerpo lúteo responsivo al aplicar un tratamiento con prostaglandinas. El 35 y 40% restante estará en fase de proestro, estro o Metaestro, en las que no existe un cuerpo lúteo o éste se encuentra aún en un estado inmaduro. (Galina, 2006).

Si se administra a un grupo de vacas que están ciclando una dosis de $PGF_{2\alpha}$, aproximadamente el 70% de ellas deberían de entrar en celo. La palpación rectal y el tratamiento de vacas con un Cuerpo Lúteo deberían aumentar la proporción de las que responden; no obstante, errores en la palpación y la detección de celo determinan que aproximadamente el 75% de las vacas tratadas sean detectadas en celo durante los 5 a 7 días posteriores a la $PGF_{2\alpha}$ (Bo y Tagle, 2005).

Un protocolo ampliamente utilizado, es el de dos tratamientos con $PGF_{2\alpha}$ con 11 días de diferencia. Sin embargo, evidencias más recientes indican que la fertilidad es mejor cuando se administran dos tratamientos de $PGF_{2\alpha}$ con una diferencia de 12-14 días, protocolo que es muy utilizado actualmente en explotaciones lecheras. Si consideramos ahora la ecuación para calcular el índice de preñez y sabemos que en el mejor de los casos observamos un 75% de los animales tratados con $PGF_{2\alpha}$ en celo y mantenemos el índice de concepción del 60%, el porcentaje de preñez que esperamos tener con este sistema es del 45% (Bo y Tegli, 2005).

Nuevamente aquí la detección de celos es la clave para el éxito de este programa. Una alternativa para aumentar el número de animales inseminados por programa podría ser realizar la IA a tiempo fijo entre las 60 y 73 hrs después de la segunda inyección de PGF2 α . Sin embargo la fertilidad en estos casos es baja y se debe a que la PGF no controla el desarrollo folicular ni el momento de la ovulación. Otro problema es que la PGF es efectiva únicamente en animales que están ciclando (especialmente vacas secas y vaquillonas) y su eficiencia es muy pobre en vacas con cría, donde puede haber un porcentaje de ellas que todavía están en la última etapa del anestro puerperal (Bo y Tegli, 2005).

Otra opción es administrar el tratamiento a todos los animales, detectar celo durante 4 o 5 días y dar servicio a todas aquellas hembras que entren en celo. Once más tarde se administra PGF2 α a las vacas a las que no se les dio servicio después de la primera inyección. Con este método se utiliza un promedio de 1.6 dosis por cabeza. Una tercera opción es realizar una detección de calores durante 7 días. A las vacas que presenten estro se les puede dar servicio, y al octavo día se aplica la PGF2 α al resto. Con este procedimiento se logra servir al 100% de las vacas con 60% de las dosis. Alternativamente, si no se les dio servicio a los animales que presentaron celo durante el periodo de detección, se les puede aplicar la PGF2 α 7 días después del último día de observación (Galina, 2006).

Cualquiera que sea el método seleccionado para sincronizar el celo, la IA a tiempo fijo se puede llevar a cabo 80 hrs después de la aplicación del tratamiento, o realizar una doble inseminación a las 72 y 96 hrs. Es importante señalar que si se utiliza IA a tiempo fijo se espera una reducción importante en la fertilidad en comparación con la inseminación realizada después del celo observado (Galina, 2006).

2.4.2.- Sincronización del desarrollo folicular y la ovulación.

El perfeccionamiento de técnicas para monitorear los cambios de concentración de las hormonas y sus receptores, así como la utilización de la ultrasonografía para evaluar el desarrollo folicular y del CI en los últimos 10 años, han permitido un mayor entendimiento de la fisiología reproductiva del bovino.

Estos conocimientos adquiridos, llevaron al desarrollo de nuevos tratamientos de sincronización de celos que tratan de controlarlos tres aspectos fisiológicos fundamentales que determinan el éxito de un programa de IA: el desarrollo folicular, la regresión del CI y la Ovulación. Uno de los nuevos tratamientos de sincronización de la ovulación es el llamado Ovsynch (Bo y Tegli, 2005).

El Ovsynch es un método que ha sido ampliamente utilizado y cuya finalidad es la sincronización de la ovulación para hacer posible la IA a tiempo fijo (Galina, 2006).

En el Ovsynch se utiliza la Hormona Liberadora de las Gonadotropinas (GnRH), la cual es un decapeptido (10 aminoácidos) con un peso molecular de 1 183 daltons. Es sintetizado y luego almacenado en el hipotálamo basal medio, esta hormona proporciona un enlace humoral entre los sistemas neural y endocrino (Hafez, 2002).

El protocolo Ovsynch consiste en la administración de GnRH el día cero para controlar el desarrollo folicular, una dosis luteolítica de PGF siete días después, para controlar la regresión del CI, y una segunda dosis de GnRH 1,5 o 2 días después de la PGF, para controlar la ovulación. Se inseminan a todas las vacas a tiempo fijo entre las 15 y 24 h de la segunda GnRH (Bo y Tegli, 2005).

Del protocolo Ovsynch se han derivado dos variantes utilizadas principalmente en bovinos productores de carne: 1) El Co-synch, donde las vacas son inseminadas simultáneamente con la segunda aplicación de GnRH, y 2) el Select-synch, donde se omite la segunda inyección de GnRH y las vacas son inseminadas 12 hrs después de ser detectadas en estro (Galina, 2006).

La desventaja del Ovsynch y sus variantes radica en que entre 5 y 15% de los animales muestran estro antes de la aplicación de la PGF_{2α}.

La mejor respuesta a Ovsynch se obtiene en animales que tienen un folículo capaz de ovular después del estímulo de GnRH, lo cual se presenta entre los días 5 y 10 del ciclo estral. Esta situación se puede provocar haciendo un tratamiento de “presincronización” que consiste en aplicar $\text{PGF}_2\alpha$, en dos ocasiones con 14 días de diferencia e iniciar el programa Ovsynch 12 días después de la segunda aplicación de $\text{PGF}_2\alpha$ (Galina, 2006).

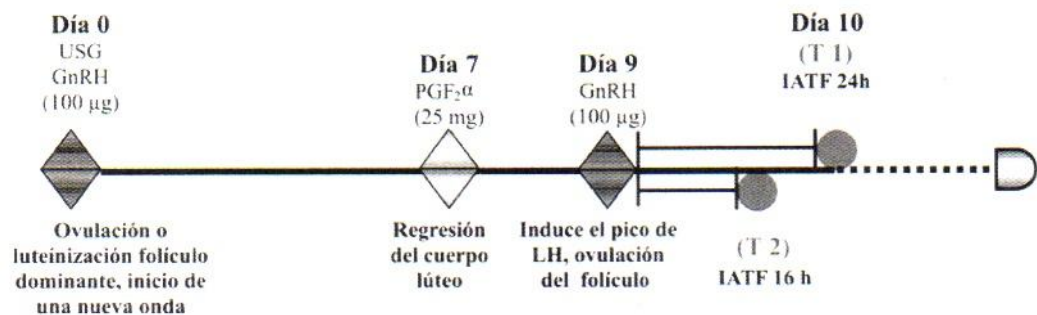


Figura 6.- Representación esquemática del protocolo ovsynch, tiempo y propósito de las inyecciones hormonales y momento de la IATF en T1 (24 H) y T2 (16 H). USG= evaluación ultrasonográfica (Adaptado de Gutiérrez, 2005).

2.4.3.- Sincronización con Progestágenos.

La progesterona es el progestágeno natural más prevalente, es una hormona esteroide de 21 carbonos y es secretada por las células lúteas del cuerpo amarillo, la placenta y la glándula suprarrenal (Hafez, 2002).

La progesterona tiene como funciones principales, actuar sinérgicamente con el estrógeno para promover el comportamiento estral y preparar el aparato reproductor para la implantación (Hafez, 2002).

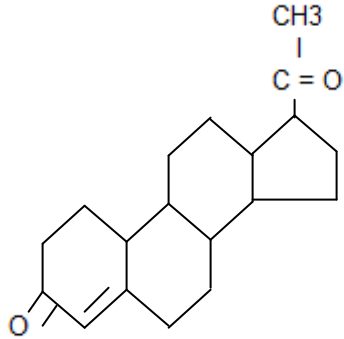


Figura 7.- Estructura química de Progesterona (Hafez, 2002).

Los progestágenos son hormonas esteroides que pueden obtenerse por vía natural (progesterona) o sintética. Su estructura química característica los hace compuestos capaces de ser administrados en forma inyectada (progesterona), incluidos en implantes de silicón (progesterona, norgestomet), en esponjas de liberación intravaginal (acetato de fluorogestona, acetato de medroxiprogesterona) o por vía oral (Allyltrembolona, acetato de melengestrol) (Galina, 2006).

El uso de los progestágenos para la sincronización del ciclo estral se basa en su capacidad para inhibir el pico preovulatorio de LH, bloqueando la ovulación hasta que se retire el tratamiento. El periodo de administración debe tener la longitud suficiente para permitir que ocurra la lisis del cuerpo lúteo en forma natural, independientemente de la etapa del ciclo estral en la que ésta se lleve a cabo. Hacia el final del tratamiento, el 100% de los animales carecerá de cuerpo lúteo, pero la ovulación seguirá siendo bloqueada mientras el progestágeno sea administrado y, al retirarlo, se permitirá que el estro ocurra de manera sincrónica (Galina, 2006).

2.4.3.1- Bloqueó a través de la administración de MGA (Acetato de Melengestrol).

Los progestágenos orales son una opción en las técnicas de sincronización del estro, que son efectivos y significativamente más económicos que otros métodos (Hernández, 2007).

El MGA es un progestágeno oral que se utiliza para mejorar la eficiencia alimenticia e inhibir la presentación de estros en las hembras en los corrales de engorda. Este compuesto tiene una potencia alta que llega a ser 300 veces mayor que otros compuesto del mismo género; en bovinos es posible suprimir la presentación del estro y la ovulación con 0.5 mg al día (Hernández, 2007).



Figura 8.- Acetato de Melengestrol (González, 2008).

Actualmente los protocolos mas recomendados, consisten en la administración de 0.5 mg de MGA por cabeza por día durante 7 días mesclado con una ración. En el séptimo día luego de la suspensión del MGA se administra prostaglandina (dosis recomendada por el fabricante) provocando la lisis del cuerpo lúteo de animales que ya estaban ciclando al comienzo del tratamiento. Cuatro días después de la aplicación de prostaglandina, con el objetivo de inducir la ovulación o luteinización folicular, se administra GnRH. La inseminación artificial es realizada luego de la detección de celo, 48 a 96 hrs posteriores a la aplicación de prostaglandina (Becaluba, 2006)

Se ha desarrollado un método que consiste en la administración de MGA durante 14 días, se deja pasar el estro sincronizado, y 17 días después del día en que se dejo de administrar el progestágeno, se aplica una dosis de $PGF2_{\alpha}$. Con este procedimiento (Hernández, 2007).

Otro programa práctico consiste en la administración de MGA durante 9 días y una dosis de $PGF2_{\alpha}$ el último día de tratamiento. Los resultados con estos métodos son buenos, tanto en el porcentaje de animales en estro, como en la fertilidad obtenida. (Hernández, 2007).

2.4.3.2.- Bloqueo a través del implante subcutáneo de Norgestomet.

Es un potente progestágeno sintético, que es utilizado de forma de ímplate subcutáneo el cual contiene 3 mg del principio activo (Becaluba, 2006).



Figura 9.- Aplicación del Implante Norgestomet (González, 2008).

Estos implantes se aplican en la cara dorsal de la oreja del animal, permaneciendo por 9 días. Cuando se coloca el implante se administran 5 mg de Valerato de Estradiol y 3 mg de Norgestomet, el primero para promover la luteólisis de un eventual cuerpo lúteo y sincronizar la onda de crecimiento folicular, y el segundo con el intento de promover altas concentraciones de Norgestomet en el inicio del tratamiento, promoviendo con esto de inmediato el bloqueo hipotalámico-hipofisario. En posibles animales cíclicos del grupo tratado, se recomienda cuando se retira el implante la aplicación de una dosis de prostaglandina (Becaluba, 2006).

La inseminación artificial se realiza en un tiempo predeterminado, aproximadamente 50 hrs posteriores al retiro del implante (Becaluba, 2006).

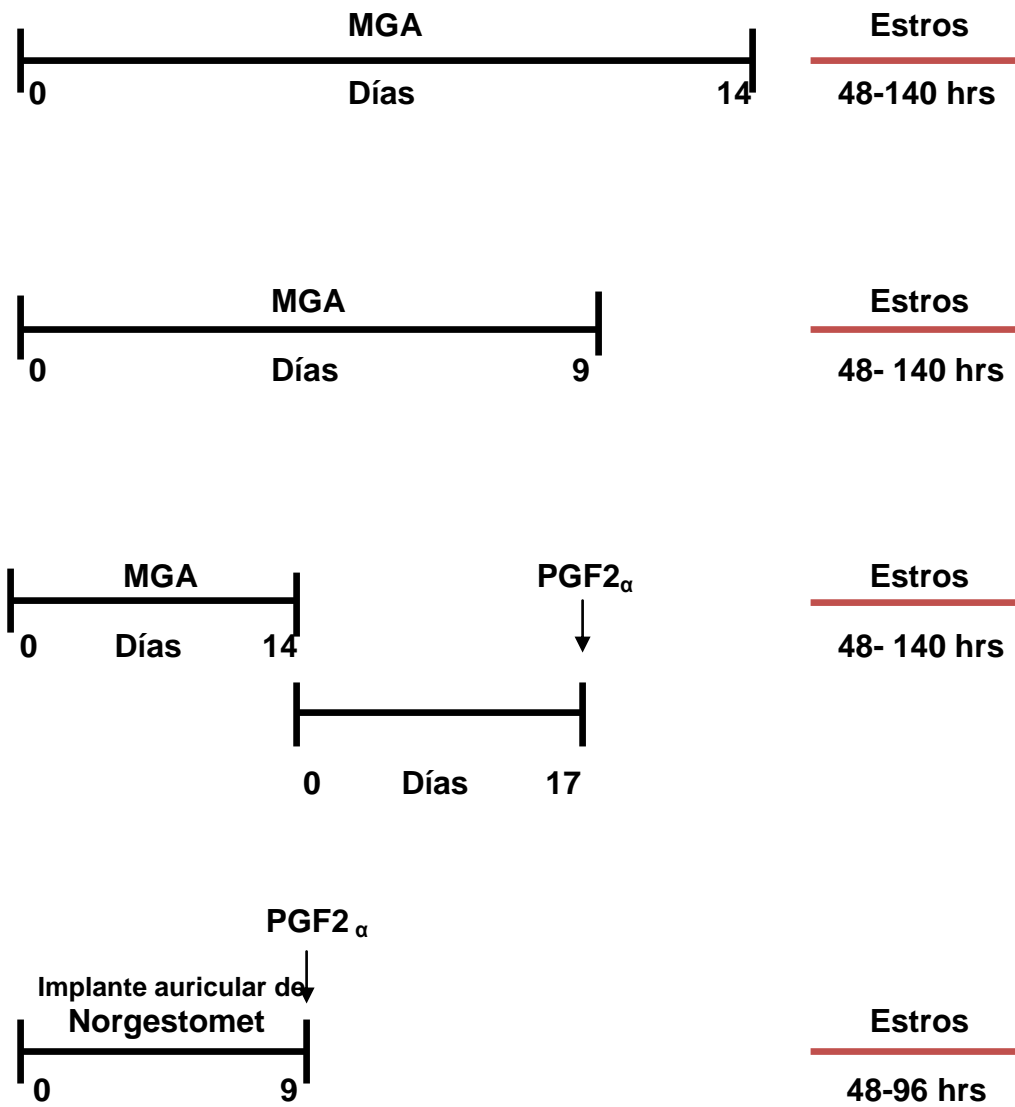


Figura 10.- Esquema de sincronización con progestágenos (Hernández, 2007).

2.4.3.3.- Bloqueo a través de la utilización de dispositivos intravaginales.

Actualmente en el mercado se encuentran disponibles diferentes tipos de dispositivos intravaginales los cuales contienen concentraciones variadas de progesterona, como por ejemplo tenemos: CIDR-B (1,9 g de progesterona), PRID (1,55 g de progesterona), DIB (1g de progesterona, DISPOCEL (1 g de progesterona), etc. En general, el dispositivo es introducido en la cavidad vaginal a través de un aplicador semejante a un espejulo, que mantiene las extremidades de la T aproximadas a manera de facilitar su introducción (Becaluba, 2006).



Figura 11.- Dispositivo intravaginal liberador de progesterona (PRID) (González, 2008).

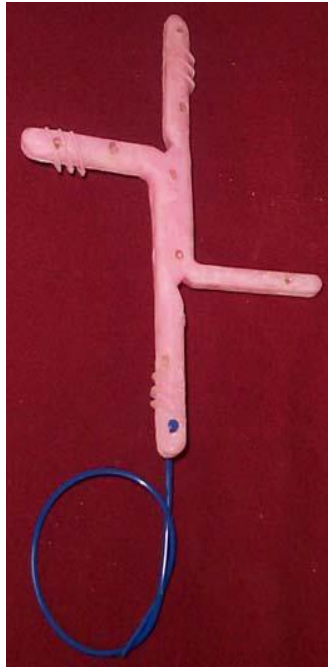


Figura 12.- Dispositivo intravaginal de Silicón con 1 g de progesterona (Terapress) (González, 2008).

2.4.3.3.1.- CIDR.

Es un dispositivo de aplicación intravaginal a base de progesterona, indicado para la sincronización de servicios y tratamiento de anestro en vacas y vaquillonas de carne o leche. El dispositivo CIDR actúa como un depósito de progesterona natural, la cual es liberada y absorbida por la mucosa vaginal, en cantidades suficientes para inhibir la liberación de las hormonas luteinizante (LH) y folículo estimulante (FSH) por la hipófisis frenando la ovulación y consecuente aparición del celo. Cuando el CIDR es retirado, la concentración de progesterona en sangre decrece en menos de 6 horas y el animal entra en celo entre las 30-90 hrs posteriores (Pfizer, 2011).

Un protocolo tradicional de utilización del CIDR presincroniza la permanencia del dispositivo en la cavidad vaginal por un periodo de 9 días. En el día de aplicación del dispositivo se recomienda la aplicación intramuscular de 2 mg de Benzoato de Estradiol, principalmente con el objetivo de sincronizar el crecimiento folicular. En este mismo momento se administran 50 mg de progesterona por vía intramuscular para auxiliar el inicio del bloqueo. Para grupo de animales cíclicos que serán tratados, se hace necesaria la aplicación de prostaglandina al momento de la retirada de los dispositivos. Como auxiliar del desencadenamiento de la ovulación, es de utilidad la administración de 1 mg de Benzoato de Estradiol intramuscular en el décimo día del protocolo, realizando la IATF a las 50 hs posteriores a la retirada del dispositivo (Becaluba, 2006).

- Bloquear la ovulación.
- Inducción de la ciclicidad prepuberal.
- Inducción ciclicidad posparto.
- Tratamiento de vacas anovulares, con quistes ováricos, celos silentes, retraso de la ovulación y CL persistente.
- Mejorar la sincronización de la ovulación de otros métodos (GPG).
- Tratamiento de la ME (mortalidad embrionaria)
- TE: Preparación donantes y sincronización con receptoras

Figura 13.- Posibles aplicaciones del CIDR (Domínguez, 2008).



Figura 14.- CIDR, dispositivo intravaginal a base de progesterona en forma de T y su aplicador para su inserción (Domínguez, 2008).

III.- Materiales y Métodos.

Descripción del área de trabajo.

La presente investigación, se llevo a cabo en el rancho "Florencia", con una superficie de 188 hectáreas dividido en 14 potreros, ubicado en la carretera Álvaro Obregón-Mazatán, parada "Las trancas" Km. 4.2., situado en la latitud $14^{\circ}56'36''$ Norte, $92^{\circ}26'00''$ Oeste, con un altura de 20 msnm. La región donde se ubica el rancho presenta un clima cálido durante todo el año, con una temperatura media anual que oscila entre los 24 y 35°C y una precipitación media anual que oscila entre los 2300 y 3900 mm. La población total de bovinos del rancho es de 444 animales, de los cuales 202 son de raza Cebú Indubrasil y 242 son cruza Cebú (Cebú x Suizo y Cebú x Holstein), los cuales son explotados en un sistema extensivo doble propósito. Actualmente se encuentran 42 animales en producción con un promedio de producción de 7.4 kg de leche. Donde el experimento se realizó en Abril del 2011.

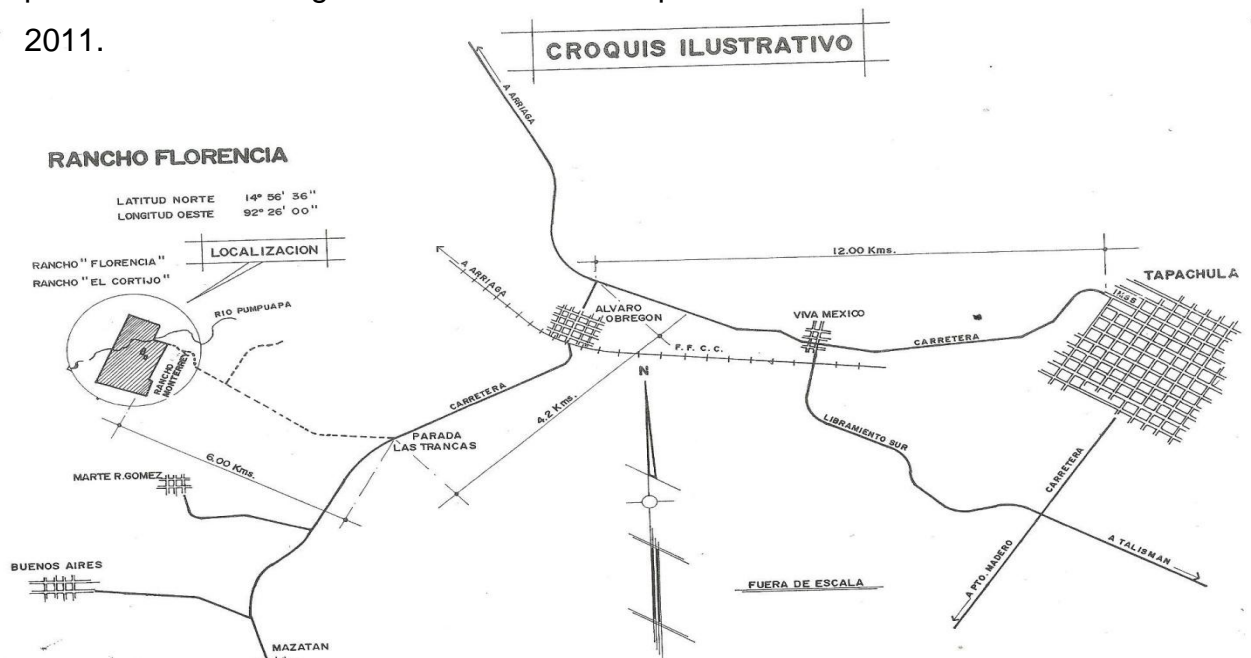


Figura 15.- Localización del área de trabajo.

Descripción de los animales del experimento.

Se utilizaron 33 bovinos de doble propósito (*Bos taurus x Bos indicus*), con una condición corporal de 3.5 de con una escala de 1 a 5 (1= extremadamente delgado, 5= muy obeso); y un excelente estado de salud. Los animales de los grupos experimentales estuvieron en condiciones de alimentación extensiva en potreros con pasto Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus-Cynodon nlemfluensis*) y Pangola (*Digitaria decumbens*), cada potrero contaba con sombra natural de los arboles propios de la región y con piletas de agua de pozo suficiente para cubrir las necesidades del ganado. Los animales seleccionados fueron sometidos a un examen ginecológico por palpación rectal, en el cual se buscaba estructuras en los ovarios tales como folículos o cuerpos lúteos, para así garantizar que los animales estuvieran ciclando y evitar introducir animales gestantes o con patologías aparentes. Las vacas fueron distribuidas aleatoriamente en 2 grupos de tratamiento (T1, y T2).

Cuadro 1.- Experimento realizado en Abril del 2011.

Grupos	n	Tipo de animal	Tratamiento
T1	15	Vacas	Ovsynch
T2	15	Vaquillas	Ovsynch

El grupo T1 formado fue sometido a un Ovsynch a base de PGF_{2α} y GnRH con una I. A. T. F.. Este Ovsynch consistió en la administración i. m. de 100μ de GnRH (1 ml de gonadorelina, GnRH, Sanfer[®]) el día 0, seguida de 15 mg de PGF_{2α} (2 ml de D-Cloprostenol, Croniben, Biogénesis Bágo[®]) vía i. m. siete días después, dos días posteriores a esta una segunda inyección i. m. de 100 μ de GnRH por la tarde y se inseminó a las 16 horas después de esta ultima aplicación.

El grupo T2 al igual que el T1 fue sometido el mismo Ovsynch a base de PGF_{2α} y GnRH con una I. A. T. F.



Figura 16.- Protocolo de sincronización utilizado en los grupos T1 y T2 del experimento.

Los animales fueron observados y separados del manejo, a excepción de las vacas que fueron observadas dentro de su manejo de ordeña. Se realizó el diagnóstico de gestación por palpación rectal a los 45 días post-inseminación.

Variables a analizar.

-Tasa de concepción.

-Tasa de celo de los grupos tratados al momento de la IATF.

Definición de conceptos.

- Tasa de concepción.- Se refiere al número de vacas diagnosticadas preñadas del primer servicio, entre el número de vacas inseminadas por primera vez después de cada tratamiento.
- Tasa de celo.- Se define como el número de vacas que presentan signos de celo entre el número de vacas tratadas al momento de la IATF. Una vaca con signos de celo es aquella que muestra una conducta inquieta, con presencia de hiperemia en la vulva, descarga de moco cervical cristalino y turgencia a la palpación.

Análisis estadístico.

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SYSTAT (versión 13). Para las variables con proporciones como la tasa de concepción y celo, se evaluarán por de medio de una prueba de X^2

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Cuadro 2.- Tasa de concepción de los animales tratados en el experimento de sincronización de la ovulación.

Grupos	Animales Inseminados	Animales Gestantes	Tasa de concepción
T1	15	9	60 %^a
T2	15	10	66.6 %^a
Total	48	33	63.3 %

Valores con superíndices iguales no difieren estadísticamente $P > 0.05$.

Los resultados obtenidos demuestran una diferencia numérica entre tratamientos para los grupos T1 y T2; sin embargo los resultados estadísticamente no demuestran una diferencia significativa.

En el presente estudio los resultados de los grupos T1 y T2 demuestran una respuesta favorable de las hembras de doble propósito en diferentes etapas reproductivas al tratamiento Ovsynch, con una TC de 60 y 66% para vacas y vaquillas respectivamente; estos resultados se asemejan a lo encontrado por Gutiérrez, (2005) donde obtuvo una TC de 72% en vacas de doble propósito, con la particularidad que eran los animales presentaron un estro prematuro durante el tratamiento hormonal con protocolo Ovsynch.

En el mismo estudio, Gutiérrez, (2005), concluyó que la TC se ve afectada por el momento de la I.A.T.F., obteniendo una TC del 42.8% (6/14) y del 9.1% (1/11) en animales inseminados a las 24 y 16 horas respectivamente, posteriores a la última inyección de GnRH, en dicho estudio se utilizaron vacas en estado de anestro.

Si bien estos resultados están por debajo de los obtenidos en nuestro estudio realizado, en donde al inseminar a tiempo fijo 16 horas posteriores a la última inyección de GnRH se obtuvo una mayor TC; podría pensarse que nuestro diseño experimental tendría éxito en investigación futuras cambiando la I. A. T. F. a 24 horas.

Resultados que se compraron a los de este estudio son los encontrados Avaroma y Chérigo, (2010) donde evaluaron la efectividad un protocolo ovsynch + Cronipres® en ganado Brahmán, con el cual obtuvieron una TC de 50.76% y 58.14% con dispositivos nuevos y recargados respectivamente. Aunque la diferencia es numéricamente menor a los de este estudio, estadísticamente no demuestran diferencia.

Por el contrario (Morales, 2001) obtuvo una fertilidad en verano del 45.45 %, usando un Ovsynch en ganado especializado en leche, una fertilidad bastante por debajo de los resultados obtenidos en este estudio, cabe mencionar que el ganado especializado en leche es sometido a condiciones de manejo que afectan su comportamiento reproductivo.

Nuestros resultados contrastan significativamente con los encontrados por (Del Aguila, 2007), el cual sincronizó 34 animales cruza *Bos indicus* x *Bos taurus* con un Ovsynch + Implante de progesterona y obtuvo un TC del 47.06%, posiblemente, la variante que utilizó al administrar de valerato de estradiol el día 0 provocó esta TC;

Tabla 3.- Tasa de expresión de celo de los animales sometidos a la sincronización de la ovulación.

Grupos	Animales Tratados	Celo	Celo Silente	Porcentaje
T1	15	15	0	100.00%^a
T2	15	13	2	86.66%^a
Total	48	44	4	93.33%

Valores con superíndices iguales no difieren estadísticamente $P > 0.05$

En este estudio también se evaluó la presencia de celo al momento de la I.A. después de finalizado el ovsynch en los animales tratados, en este se obtuvo una tasa de celo para el grupo T1 del 100% y T2 del 86.66%.

Estos resultados se asemejan a los publicados en el estudio de (Flaquer, 2007), donde evaluó la respuesta de un protocolo Ovsynch + CIDR en vaquillas, donde obtuvo una tasa de celo del 100%, con la excepción de que eran razas 100% Cebú y utilizó implante de progestérgona; estos resultados difieren con lo publicado por (Tribulo *et al* 1995), donde determinó que las vaquillas de la raza Braman presentan una menor respuesta a los protocolos hormonales debido a que esta raza presenta celos menos intensos y más cortos.

Por otro lado (Avaroma y Chérigo, 2010) concluyeron que usando un tratamiento ovsynch con un dispositivo intravaginal Croniprees® nuevo o recargado se obtiene una inducción del celo del 100% en ganado Brahmán; lo que supone una mejor TC, resultados que se asemejan a los encontrados en el presente estudio.

Así mismo, en este estudio obtuvimos una tasa de celo general del 93.33%, lo que no lleva a contrastar con lo publicado por (Forero, 2005) en el que sostiene que las diferencias fisiológicas y de comportamiento entre animales *Bos indicus* y *Bos taurus* influyen decisivamente en la eficacia tanto de la IA como de programas destinados al control de estro; esto se fundamenta en que los animales *Bos indicus* poseen una capacidad reducida en la secreción de LH, eso aunado a que su pico ovulatorio de LH y la ovulación ocurren en forma más temprana en relación con el estro en este tipo de ganado comparado con animales *Bos taurus*.

Por lo cual podemos pensar que la respuesta a la sincronización no se vio favorecida por la genética de los animales al ser cruza *Bos indicus* x *Bos taurus*, ni por el tipo de sincronización ni por la marca del dispositivo utilizado sino más bien la respuesta ser debió posiblemente a la buena condición corporal que presentan los animales y la ausencia de desordenes metabólicos y estrés de manejo al que es sometido constantemente el ganado lechero.

Del mismo modo, (Gutiérrez, 2005) sostiene que las diferencias podrían deberse a que las vacas especializadas para la producción de leche, tienen mayores demandas metabólicas en comparación con las vacas mestizas, debido a sus altos niveles de producción, lo cual podría ser un factor determinante en la baja fertilidad.

V. Conclusión.

Después de analizar nuestros resultados, se puede concluir que:

Las tasas de expresión de celo y concepción, no se ven afectadas por la categoría de las hembras que son sometidas en un programa de sincronización; si bien se presenta una ligera diferencia numérica, no se presenta una diferencia estadística significativa.

VI LITERATURA CITADA.

Avaroma, G. M., Chérigo S. M. M., 2010. Sincronización de celos en ganado Brahmán con dispositivos intravaginales Cronipres nuevos o recargados. Tesis. Zamorano, Honduras, Pág. 22.

Bó G. A., Cutaia L. A, Veneranda G. Manejo de las Hormonas en los Programas Reproductivos del Ganado Lechero. 6º Congreso Internacional de Especialistas en Bovinos, Torreón, Coahuila, México, Noviembre 9 al 11, 2006.

Bo G. A., Ramos M. A.; Cutaia L. E, Baruselli P., Mapletoft R. J., 2007. Protocolos de IATF para vacas lecheras en lactancia utilizando dispositivos con progesterona. Investigación, Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC). Argentina Pág. 12.

Bo G. A., Tegli J. C. 2005, Sincronización de celo e inseminación a tiempo fijo en ganado de carne. Asociación Braford Argentina. Instituto de Reproducción Animal Córdoba y Universidad Católica de Córdoba. Pág 4.

Biogenesis-Bago, Laboratorios De Argentina Para La Sanidad Animal. (en línea) Consultado El 20 De Junio Del 2010: Disponible En: <http://www.biogenesisbago.com/home.php?s=VAD&SS=Articulo=302p>.

Balla, E.; Maraña Peña, D.; Peres, L.; Pincinato, D. Y Bo, G. 2005. Efecto Del Tratamiento Con Dispositivos Intravaginales TRIU-B Por 8,19,20 Días En Programas De IATF En Vaquillonas Cruza Cebú.

Callejas S., 2004, Taurus, Bs. As. Med. Vet. MSC. Prof. Adjunto Fisiología De La Reproducción Y De Obstetricia e I.A. FCV. UNCPBA, Tandil.

Callejas, S. 2005. Control Farmacológico Del Ciclo Estral Bovino; Bases Fisiologica Del Ciclo Estral Bovino; Bases Fisiologicas Protocolos Y Resultado. Parte II. Rev. Taurus 25:16-35

Catalano R. Y Callejas, S. 2001. Detección De Celos En Bovinos. Factores Que La Afectan y Métodos De Ayuda. Rev. Med. Vet. 82(1): 17-22

Cutaia, L.; Peres, L.; Pincinato, Chesta, E.; Ramos, M. Y Bo., G 2007. Programas de Sincronización De Los Celos De Vaquillas De Carne: Puntos Criticos a Tener En Cuenta. Córdoba

Duby, R.T., and R.W. Prange. 1996. Physiology and Endocrinology of the Estrous Cycle. Dairy Integrated Reproductive Management. University of Massachusetts. IRM- 2.

Domínguez H. y López-Tirado Q. 2008. La Ganadería Bovina Productora De Carne En México. Situación Actual. Departamento de zootecnia, Universidad Autónoma de Chapingo.

Feresin F., Taboada A., Cutaia L., Bo. G. A., 2003, Programas De Sincronización Y Re sincronización De Celos Utilizando Dispositivos Con Progesterona Y Estradiol.

Forero, E., L., 2005 Aspectos reproductivos del ganado *Bos indicus*: Sincronización de celos. Científica laboratorios Provet S. A.

Gomez H. C., Tewolde M. y Nahed T.I, 2002, Análisis De Los Sistemas De Doble Propósito En El Centro De Chiapas, México, Universidad Autónoma De Chiapas, UAMAC De La Universidad Autónoma De Tamaulipas Y El Colegio De La Frontera Sur. México.

Flaquer B. J, 2007. Respuesta de la inducción y sincronización del celo con CIDR, GnRH y PGF2 α en vacas de doble propósito en anestro. Tesis. Zamorano, Honduras. Pág. 25.

Galina Carlos, Javier valencia, 2006 Reproducción de los animales domésticos, Segunda Edición, México, Editorial Limusa, 578 p.

Gutiérrez A. J. C., Palomares n. R., Sandoval M. J., De Ondíz, S. A., Portillo M. G., Soto B. E., 2005. Uso del protocolo ovsynch en el control del anestro postparto en vacas mestizas de doble propósito. Revista Científica, febrero, año/vol. XV, número 001. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. Pág. 7 a 13.

Hafez, B. E.S.E, 2002; Reproducción e inseminación artificial en animales, séptima edición, México, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 519 p.

Hernández C. J. 2007. Reproducción bovina. 1 ed., Ed.: FMVZ Universidad Autónoma de México. 316 pp.

INEGI,. 1991. XI Censo general de población y vivienda. Estado de Chiapas, 1990. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Aguascalientes, México.

Lamb, G.C., M.F. Smith, G.A. Perry, J.A. Atkins, M.E. Risley, D.C. Busch, and D.J. Patterson. 2009 Reproductive Endocrinology and Hormonal Control of the Estrous Cycle. North Florida Research and Education Center, University of Florida.

Lucy, M.C. 2006. Estrus: Basic Biology and Improving Estrous Detection. Proc. Dairy Cattle Reproductive Conference. pp 29-37.

La Torre W., 2001; Métodos de Reducción De Los Días Abiertos En Bovinos. Rev. Inv. Vet. Peru: 179-184

Lara B.A.; Salas G.J.Ma.; Suárez D.H.; Blanco M.F.; González M.A.; Narro J.J.A.; Carrera H.P.; De los Santos J.J. 1994. Efectos de la apertura comercial sobre el Sistema de Producción Vaca-Becerro en Zacatecas. En: Schwentesius R.R.; Gómez C.M.A.; Ledesma M.J.C.; Gallegos V.C. (Coords.) El TLC y sus Repercusiones en el Sector Agropecuario del Centro-16 Norte de México. Pág. 201-214. CIESTAAM. Universidad Autónoma Chapingo. México.

Moreira, F.R.L. De la Sota, T. Diaz, y W.W. That Cher. 1999. Efecto Of Day Of The Estrous Cycle At. The Initiation Of Atimed Artificial Insemination Protocol On Reproductive Responses In Dairy Heifers. J. Anim SCI. 78:9

Palma, A. G.,y g. Brem.1993 Fisiología Del Ciclo Estral. Biología Y Biotecnología De La Reproduccion.37-49

Pérez B.Ma.T. y Ordaz S.J.C. 1996. Caracterización socioeconómica del sistema de cría de becerros en Balleza, Chihuahua. Tesis. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

Shearer, J.K. 2003. Reproductive Anatomy and Physiology of Dairy Cattle. Animal Science Department, Florida Cooperative Extension Service.University of Florida. Original publication date September 1992. Reviewed June 2003. Publication #DS 57

Toledo, M. J. 1994. Ganadería bajo pastoreo: Posibilidades y parámetros de sostenibilidad. In: Ganadería y recursos naturales en América Central: Estrategias para la sostenibilidad. E.J. Homan (Ed.) San José, Costa Rica. p. 141-162.

Villa, N. A., Morales A. C. 2007. Evaluación de cuatro protocolos de sincronización para inseminación a tiempo fijo en vacas *Bos indicus* lactantes. Revista científica del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

Zenteno, H. 1991. El sistema producto-leche (Región Costa de Chiapas). in: Revista de Difusión Científica Tecnológica y Humanística. Consejo estatal de fomento a la investigación y difusión de la cultura. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. I (3-4): 17-32