

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA



DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

“SINCRONIZACION DE CELO EN GANADO BOVINO DE AGOSTADERO”

POR

CARLOS GUTIERREZ IGNACIO

MONOGRAFIA

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

TORREON COAHUILA

AGOSTO DE 2010

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

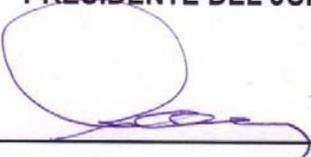
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

MONOGRAFIA

**“SINCRONIZACION DE CELO EN GANADO BOVINO DE
AGOSTADERO”**

APROBADO POR EL COMITÉ

PRESIDENTE DEL JURADO



MVZ. CARLOS RAMIREZ FERNANDEZ

COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO

Coordinación de la División
Regional de Ciencia Animal

TORREON, COAHUILA

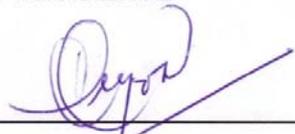
AGOSTO 2010

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
MONOGRAFIA
"SINCRONIZACION DE CELO EN GANADO BOVINO DE
AGOSTADERO"**



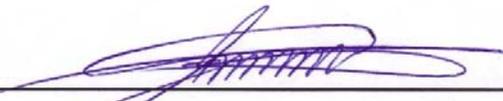
MVZ. CARLOS RAMIREZ FERNANDEZ

PRESIDENTE



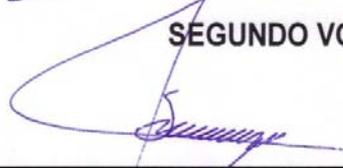
DR. CARLOS LEYVA ORASMA

PRIMER VOCAL



M.V.Z. M.C. JUAN LUIS MORALES CRUZ

SEGUNDO VOCAL



MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMON ALONSO

VOCAL SUPLENTE

TORREON COAHUILA

AGOSTO DE 2010

DEDICATORIA

Este trabajo lo he realizado poniendo en el mi máximo empeño, con el cual concluyo para lograr una de mis metas mas anheladas en mi vida, el esfuerzo puesto en este trabajo tiene el fin de servirme como una herramienta para desenvolverme en el campo laboral en mi vida futura profesional.

Este trabajo lo dedico a:

A DIOS: te agradezco a ti mi DIOS por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles de mi vida, por llenar mi vida de felicidad con tus bendiciones entre las cuales esta el haberme dado la oportunidad de haber culminado mi carrera profesional con éxito, gracias DIOS.

A MIS PADRES: Por el apoyo recibido durante mi formación profesional, Porque gracias a su apoyo y consejo he llegado a realizar una de mis más grandes metas, la cual constituye la herencia más valiosa que pudiera recibir. Sabiendo que no existirá una forma de agradecerles una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo. Con cariño y admiración.

A MI ESPOSA Y A MI HIJO: Como un testimonio de gratitud ilimitada, a la mujer que amo mi esposa por su amor, comprensión y tolerancia. A mi hijo, porque su presencia ha sido y será siempre el motivo más grande que me ha impulsado para lograr esta meta.

A MIS HERMANOS: Con mucho cariño a mis hermanos quienes fueron parte importante durante el desarrollo de mi carrera por sus consejos por ayudarme a concluir con esta meta ayudándome a pensar siempre en el mañana.

A MIS MAESTROS Y ASESORES: Por el gran apoyo brindado para la realización de este trabajo y por todo el conocimiento que día con día adquirí de ellos en las aulas de clases.

INDICE

RESUMEN

1.INTRODUCCION.....	1
2.OBJETIVO.....	4
3.REVISION DE LITERATURA.....	4
4.ENDOCRINOLOGIA REPRODUCTIVA.....	4
4.1.Hipotálamo.....	5
4.2.Hipófisis.....	6
4.3.Gónadas.....	6
4.4. Hormonas en la reproducción.....	7
4.5Hormonas ováricas.....	7
4.6.Hormonas hipofisarias.....	7
4.7.Principales hormonas que intervienen en la reproducción	8
4.8. Ciclo estral.....	9
4.9.Proestro.....	10
5.Estro.....	10
5.1.Metaestro.....	11
5.2. Diestro.....	12
5.3.Variables en la duración del ciclo estral.....	13
5.4.Factores que apresuran el fin del estro.....	13
5.5. Implementación de un programa reproductivo en bovinos de agostadero.....	15

5.6.Manejo reproductivo en ganado bovino de agostadero.....	15
5.7.Importancia de la reproducción.....	15
5.8.Alimentación del bovino en un agostadero.....	16
5.9.Fertilidad.....	17
6.Importancia de la condición corporal.....	20
6.1.Destete temporal del ternero.....	20
6.2.Implementación de la Inseminación Artificial mediante métodos hormonales de sincronización.....	22
6.3.Ventajas y desventajas de la inseminación artificial.....	24
6.4.Métodos de sincronización de celos mas utilizados para para ganado bovino de agostadero.....	26
6.5 Sincronización de celo con progestágenos.....	29
6.6.Mecanismo de acción del Dispositivo Intravaginal Bovino (D.I.B).....	30
6.7.Vías de administración.....	31
6.8.Ventajas de sincronizar el estro con progestágenos.....	32
6.9.Sincronización de celo con progesterona con detección de celo (vacas y vaquillas) También conocido como a corto plazo.....	33
7.Sincronización con Progestágeno y estradiol mas inseminación a tiempo fijo (IATF).....	35
7.1.Sincronización de celo con Progestageno,Prostaglandina y Gonatropina más Inseminación Artificial a Tiempo Fijo.(P4, PGF2a y GnRH IATF).....	38
7.2.Sincronización de celos con MGA-GnRH y Prostaglandina o También conocido como a largo plazo.....	39

7.3.Sincronizacion de celo con Progesterona mas cosynch-IATF.....	41
7.4.Desventajas.....	42
7.5.Sincronización del celo con prostaglandinas.....	43
7.6.Dos aplicaciones de $pgf2\alpha$	44
7.7.Observaciones.....	45
7.8.Desventajas.....	46
7.9.Ovsynch y destete temporal.....	46
8.Métodos más utilizados en ganado bovino de lechero.....	49
8.1.Ovsynch.....	49
8.2.Presynch.....	52
8.3.Cosynch.....	54
8.4.Selectsynch y Selectsynch plus.....	55
8.5.Servicio programado modificado.....	57
8.6.Heatsynch.....	58
8.7.Conclusión.....	60
8.8.Recomendaciones.....	60
8.9.Referencias bibliográficas.....	61

RESUMEN

En los últimos años ha habido grandes avances en el conocimiento de la fisiología reproductiva del bovino, y en especial en el entendimiento del control hormonal de algunos eventos fisiológicos, como el que regula la presentación del estro y de la ovulación (Porrás *et al.*, 1992)

La sincronización del estro es muy útil para implementar programas de inseminación artificial, facilitar el manejo de los animales y agruparlos para el servicio. La información acerca del uso de este procedimiento en razas cebuinas (*Bos indicus*) es relativamente escasa. (Silva *et al.*, 2002).

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero esta orientado a obtener óptimos parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y obtener un satisfactorio retorno económico (Galina *et al.*, 2006).

La incapacidad reproductiva en un hato es un factor permanente que impide el desarrollo de la industria ganadera y puede traer efectos negativos en sus economías Hafez 2000).

El uso de progestágenos para la sincronización del ciclo estral consiste en la inhibición de la actividad ovárica y por consecuencia la inhibición de la aparición del celo utilizando progesterona,. Al suspender la administración de P4 se reanuda el ciclo y el animal entra en estro en un tiempo que va de 3-7 días. (Galina *et al.*, 2006). En vacas en producción, el uso de dispositivos con 1g de progesterona ha mostrado ser eficiente en protocolos en el que el dispositivo permanece colocado en vagina durante 7 días (Callejas y col., 2008).

PALABRAS CLAVE: Celo, sincronización, inseminación artificial, progestágenos, dispositivo intravaginal, agostadero, reproducción, fertilidad, concepción.

1. INTRODUCCION

Desde el descubrimiento de las hormonas de la reproducción, el hombre ha pretendido controlar la actividad reproductiva. El estudio del efecto de distintos tratamientos hormonales sobre la dinámica folicular en el bovino llevo al desarrollo de protocolos que permiten manipular eficientemente el ciclo estral y la ovulación. Existen hoy numerosos protocolos de sincronización de celos y ovulaciones y cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas por ello el medico veterinario y/o zootecnista debe tener un conocimiento profundo de la fisiología reproductiva del bovino para determinar cual es el método mas adecuado para los distintos ambientes y animales con los que debe trabajar (Porras *et al* 1992; Galina *et al* 2006).

Existen varios métodos de sincronización de estro los cuales han evolucionado basándose en los conocimientos presentes de la endocrinología del ciclo estral y recíprocamente, todos los diferentes protocolos han servido como herramienta para ampliar el conocimiento sobre las hormonas reproductivas. Todos los esquemas que se han desarrollado para la sincronización del estro no solo se busca una concentración del estro, también se busca aumentar la fertilidad mediante la sincronización de ovulaciones. La sincronización de los celos y las ovulaciones a través de tratamientos hormonales y sus análogos permite controlar las ondas de desarrollo folicular del ovario, con lo cual podemos inseminar una gran cantidad de vientres, concentrados en el mismo horario y así obtener índices de preñez idénticos a los obtenidos con celo natural. Con la aplicación de esta técnica se ha logrado un avance muy importante para así también promover la inseminación artificial y también la transferencia de embriones. 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 ellas existe (Fricke *et al.*, 2001; Thomas., *et al* 2004; Galina *et al.*, 2006).

Uno de los objetivos de un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero esta orientado a obtener óptimos parámetros

reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico. La búsqueda de elevados índices de producción asociados con una alta eficiencia reproductiva, deben ser las metas fijadas por los productores para mejorar su productividad y obtener un satisfactorio retorno económico (Porras., *et al* 1992; Galina *et al.*, 2006).

El ciclo estral del ganado frecuentemente es modificado por las hormonas, lo que produce una variación en la sincronización, esto puede incrementar la posibilidad de que los animales sean inseminados artificialmente durante un periodo determinado lo que ayuda a mejorar la eficiencia reproductiva. La manipulación del estro en los animales domésticos ha avanzado buscando métodos de sincronización y así intentar optimizar los costos, tiempo y porcentaje de fertilidad en cada una de las explotaciones de ganado bovino (Cole *et al.*, 2001; Giraldo *et al.*, 2008).

La sincronización del estro nos ofrece grandes ventajas como son:

- Se reduce el tiempo para la detección de estros o celo disminuyendo los costos asociados a ello.
- Los animales presentan celo en un tiempo predecible, lo que facilita la inseminación artificial y la transferencia de embriones.
- Las hembras ciclando conciben más temprano en el posparto o en época de empadre.
- Facilita el uso de la inseminación artificial en ganado productor de carne y leche.
- Se pueden programar y agrupar los nacimientos de las crías para que nazcan en una época de mayor abundancia de alimento.

Existen diversos métodos complementarios para mejorar la detección de celo, la sincronización de ovulaciones e inseminación sistemática de todos los animales sin detectar celos, lo cual se ha convertido en una alternativa viable y fácil de implementar inseminación a tiempo fijo (IATF). En los hatos de doble propósito, la inseminación artificial no se ha utilizado con frecuencia como herramienta para la mejora genética debido a circunstancias alimenticias, climáticas y de manejo, a la geografía de los potreros y a la dificultad en detectar los animales en celo a la capacidad técnica del personal que detecta celos e insemina así cómo de los objetivos de la explotación (Porras., *et al* 1992; Cole *et al.*, 2001; Fricke *et al.*, 2001; Galina *et al.*, 2006).

2.OBJETIVO

En el siguiente trabajo se pretende recopilar la información mas actualizada sobre los métodos y sistemas de sincronización de celo en el ganado bovino de agostadero con la finalidad de hacer una revisión y así poder utilizar el mejor protocolo o método que mejor convenga.

3. REVISION DE LITERATURA

4. ENDOCRINOLOGIA REPRODUCTIVA

La regulación de la actividad sexual esta representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovario. La interrelación entre estos componentes se lleva a cabo a través de la vía neurohormonal, donde la mayor importancia se encuentra en el proceso hormonal. El conocimiento de los procesos neuroendocrinos e interacciones, representa un punto focal mediante el cual el hombre puede influir sobre su entorno económico y social. (Galina *et al.*, 2006)

El sistema endocrino es un sistema de comunicación que tiene por objeto mantener la homeostasis del organismo, promover su desarrollo, crecimiento y reproducción y permitir su adaptación a los cambios en el entorno. Se trata de un sistema de comunicación de tipo inalámbrico, a diferencia del sistema nervioso que es un sistema de comunicación alámbrica. Ambos sistemas de comunicación interactúan entre si, dando origen al sistema neuroendocrino (Michael *et al.*, 2004).

En todo sistema de comunicación existe una serie de elementos necesarios para que dicha comunicación se lleve a cabo en forma efectiva. Estos elementos incluyen al emisor, el mensaje, la señal, el medio de transporte de la señal, el receptor, el efector, la respuesta y la retroalimentación. Todos los elementos son importantes y la deficiencia de cualquiera de ellos puede interrumpir o alterar la comunicación (Michael *et al.*, 2004; Galina *et al.*, 2006).

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

4.1.Hipotálamo

El hipotálamo-hipófisis en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de la reproducción, es a través del hipotálamo que forma parte del sistema nervioso central, el animal entra en relación funcional con el medio ambiente formándose a la vez una integración entre el sistema reproductivo y otros sistemas corporales (Galina *et al.*, 2006).

El hipotálamo es la porción del sistema nervioso central más importante, debido a que recibe estímulos exógenos, almacena información, procesa los estímulos exógenos y envía señales a los órganos subordinados. Desde el punto de vista reproductivo juega un papel importante en la regulación neuroendocrina de las funciones sexuales, tanto en hembras como en machos de los animales de interés zootécnico. Se puede decir por lo tanto que el hipotálamo conoce lo que está sucediendo dentro y fuera del organismo y por ello está en una inmejorable posición para tomar decisiones trascendentales para la vida del animal. Por ello es en el hipotálamo donde se regulan las funciones vitales como el hambre, la sed y el sueño. También es el órgano de regular una función vital para la sobrevivencia de cualquier especie: la reproducción (Hafez *et al.*, 2000; Michael *et al.*, 2004).

Forma la base del cerebro, y sus neuronas producen la hormona liberadora de gonadotropina o GnRH. La GnRH, en la eminencia media, difunde a los capilares del sistema porta hipofisario y de aquí a las células de la adenohipófisis en donde su función es estimular la síntesis y secreción de las hormonas hipofisarias, FSH y LH. Entre las neuronas hipotalámicas más importantes para la reproducción citaremos a la GnRH, existiendo otras como la dopamina, la hormona liberadora de corticotropina y la oxitócina (CRH). (Hafez *et al.*, 2000).

4.2.Hipófisis

La hipófisis o glándula pituitaria, esta constituida por una parte anterior o adenohipófisis, una posterior o neurohipófisis y la hipófisis intermedia. La adenohipófisis produce varios tipos de hormonas de las cuales la FSH y LH cumplen un papel relevante en el control neuroendocrino del ciclo estral. La FSH es la responsable del proceso de esteroidogénesis ovárica, crecimiento y maduración folicular, y la LH interviene en el proceso de esteroidogénesis ovárica, ovulación, formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. Estas hormonas son secretadas a la circulación en forma de pulsos y son reguladas por dos sistemas, el tónico y el cíclico. El sistema tónico produce el nivel basal circulante, siempre presente de hormonas hipofisarias las cuales promueven el desarrollo de los elementos germinales y endócrinos de las gónadas. El sistema cíclico opera más agudamente, siendo evidente por solo 12 a 24 horas en cada uno de los ciclos reproductivos de la hembra. El modo cíclico tiene por función primaria causar la ovulación. Además la adenohipofisis posee células especializadas en la producción de gonadotropinas, prolactina, somatotropina, hormona estimulante de la tiroides tirotropina y ACTH corticotropina. La neurohipófisis almacena la oxitócina producida en el hipotálamo, esta hormona tiene varias funciones como son intervenir en el mecanismo del parto, bajada de la leche, transporte espermático e intervendría en el proceso de luteolisis. La hipófisis intermedia es poco importante en los mamíferos aun que en otros vertebrados es muy importante su secreción de hormona estimulante de los melanocitos que regula los cambios en la pigmentación de la piel (Cantú., 2001; Michael *et al.*, 2004; Galina *et al.*, 2006).

4.3. Gónadas

En ambos sexos las gónadas desempeñan una doble función: la producción de células germinales (gametogénesis) y la secreción de hormonas gonadales. Las células intersticiales que se localizan entre los túbulos seminíferos se llaman células de Leydig que secretan testosterona en el macho, mientras que las células

de la teca interna del folículo de Graff son la fuente primaria de estrógenos circulantes después de la rotura del folículo (ovulación) las células de la granulosa y de la teca son remplazadas por el cuerpo lúteo, que secreta progesterona (Cantú., 2001; Sumano *et al.*, 2006; Galina *et al.*, 2006).

4.4.Hormonas en la reproducción

Relacionado con el tema de las hormonas que intervienen en la reproducción se mencionan dos diferentes tipos de estas hormonas: hipofisarias y ováricas (Galina *et al.*, 2006). Estos dos tipos de hormonas son mencionados a continuación, según este mismo autor.

4.5.Hormonas Ováricas

Estrógenos: Son hormonas producidas por la Teca interna del ovario, responsable de la aparición de manifestaciones sexuales en la hembra durante el Proestro y el estro, impregna receptores de oxitócina en el endometrio.

Progesterona: Son hormonas producidas por la Teca externa del ovario esta aumenta durante el período de gestación la placenta igual la produce pero en menor cantidad. (Galina *et al.*, 2006). También por otro lado existen las siguientes hormonas.

4.6.Hormonas hipofisarias.

L. H: Hormona Luteinizante: Se encuentra en niveles máximos al final del estro, esta produce en el lóbulo anterior de la hipófisis.

FSH: Hormona folículo estimulante: Su función es el crecimiento folicular, esta se produce en el lóbulo anterior de la hipófisis.

Oxitócina: Hormona que tiene como función el de provocar contracciones uterinas así cómo la bajada de la leche, esta es producida en el lóbulo posterior de la hipófisis y en menor cantidad en CL (Galina *et al.*, 2006; Ramírez, 2009).

4.7. Principales hormonas que intervienen en la reproducción

Fig. 1

Nombre	Origen	Función Principal	Estructura química
Melatonina	Glándula Pineal	Indicador de la duración del día y de la noche	Indolamina
GnRH	Hipotálamo	Estimula la liberación de FSH y LH por la Hipófisis	Péptido 10 aminoácidos
FSH	Hipófisis anterior	Hembra : Estimula el desarrollo y maduración de los folículos Macho : Estimula la espermatogénesis	Glicoproteína > 200 aminoácidos
LH	Hipófisis anterior	Hembra : Estimula la maduración de los folículos, induce la ovulación y formación y mantenimiento del cuerpo lúteo en el ovario Macho : Estimula la producción de testosterona	Glicoproteína > 200 aminoácidos
Oxitócina	Hipófisis posterior Cuerpo Lúteo	Bajada leche , Aumento peristaltismo musculatura lisa reproductiva generadora de Prostaglandina	Poli péptido de nueve aminoácidos
Estrógenos 17 b Estradiol	Ovario granulosa del folículo	Induce el comportamiento de celo estimula la descarga pre ovulatoria de LH	Esteroide
Inhibina	Hembra : Ovario Granulosa Macho : Testículo Células de Sertoli	Inhibe la descarga hipofisiaria de FSH Efecto de retro alimentación	Péptido
Progesterona	Ovario Cuerpo Lúteo	Prepara al Endometrio para la anidación de un embrión, mantiene la gestación, disminuye la liberación de GnRH y por ello impide nuevas ovulaciones	Esteroide
Prostaglandinas Pgf 2a	Útero	Regresión del cuerpo lúteo	Ácido Liposoluble
		I	

HCG	Corion de la placenta humana	Imita acción de LH	Sincitiotrofoblasto
PMSG	Copas endometrio en yeguas de 40 a 150 días de preñez	Imita acción GnRH, LH y FSH	Sincitiotrofoblasto
Prolactina PRL	Adenohipofisis	Estimula lactancia, mantiene cuerpo lúteo	Poli péptido

4.8.CICLO ESTRAL

El ciclo estral de una hembra se define como el intervalo entre dos ovulaciones y esto varia entre 14 a 25 días para las hembras domesticas utilizadas en la producción animal tradicional como son los bovinos de carne y leche. Se define como el periodo de tiempo comprendido desde la aparición de un estro hasta el comienzo del siguiente, o bien, el intervalo de tiempo comprendido entre dos ovulaciones, designándose el primer día del ciclo (día 0) aquel que coincide con la aparición del estro. Varios autores mencionan que la duración promedio del ciclo estral es de 21 días tomando un rango de 17 a 24 días (Fricke et al., 2001).

Este periodo se suele dividir en cuatro etapas que son:

Proestro

Estro

Metaestro

Diestro

4.9.Proestro

Este período es cuando el cuerpo lúteo entra en franca regresión y empieza a formarse un nuevo folículo, este dura de 3 a 4 días y se repite cada 21 días en ciclos regulares. Este periodo es tras la regresión del CL de la fase anterior y anterior al estro, durante esta fase el folículo ovulatorio se va a desarrollar mas rápidamente, a causa de la disminución de concentración de progesterona (P4) y un aumento en la concentración de Gonadotropina, culminando en el crecimiento acelerado del folículo ovulatorio, con un incremento en las concentraciones de estrógenos (E2), durante esta fase varios folículo pueden desarrollarse, pero solo uno será el seleccionado para ovular (Folículo Primordial) este folículo estimulado por FSH y LH producirá E2(Fricke *et al.*, 2001; Beal, 2010).

5.Estro

Período en cual la hembra es receptiva al macho y acepta la copula, él período de celo es decir, el tiempo durante el cual la vaca acepta al toro es muy corto y por lo común no excede de + / - 16 a 36 horas, esto dependerá de la raza con la que sé esta trabajando en las razas cebuinas dura + / - 12 a 14 horas, en la Holstein dura + / - de 30 a 36. (Beal, 2010).

Lo importante de determinar e identificar un celo radica en localizar el momento óptimo para llevar a cabo la monta o la I. A., la ovulación esta asociada con el estro y ocurre de 12 a 18 horas de iniciado y con un 85 % de fertilidad, se ha comprobado que aproximadamente el 60 % de las ovulaciones tienen lugar en el ovario derecho de la vaca. Esta fase dura tan sólo de 8 a 30 horas e incluye el periodo de receptividad sexual, así como el final de la duración del óvulo y del folículo, la producción continua de E2 por parte del folículo ocasiona un aumento en la secreción de LH y FSH de la glándula pituitaria (pulso pre ovulatorio), que a su vez estimulan la liberación máxima de E2 por parte del folículo, la alta concentración de E2 desencadena los cambios físicos y de comportamiento asociados con el estro, adicionalmente el E2 incrementa las condiciones del estro

reproductivo que facilitan el transporte del espermatozoide hacia el óvulo, por lo tanto, durante el Proestro y el estro se completa el crecimiento y la maduración del folículo, el óvulo está listo para la ovulación y se completa el crecimiento y la maduración del folículo, el óvulo está listo para la ovulación y se presentan las condiciones de estro que la vaca sea inseminada (Fricke *et al.*, 2001; Beal, 2010).

Se encontró que el estro duro como promedio 17.8 hrs en vacas lecheras y 15.3 en novillas, con distribución idéntica en el día y la noche, los animales cuyo primer estro aparece en la tarde, permanecían en celo dos a cuatro horas mas que aquellos en que se presentaron por la mañana Estudio realizado en Europa (Beal, 2010).

5.1. Metaestro

Esta fase cubre los 3 y 4 días inmediatamente después del estro, el pulso en los niveles de LH y FSH que se presentan durante el estro ocasiona la ruptura del folículo y la liberación del óvulo aproximadamente 30 hrs a partir del momento en que la vaca se deja montar, o 10 a 14 horas después de terminado el estro. Inmediatamente después de la ovulación se produce una hemorragia, lo cual forma un coágulo que llena el espacio que ocupaba el líquido folicular, la estructura formada como consecuencia de estos cambios recibe el nombre de cuerpo hemorrágico, las células foliculares (granulosa y teca) cambian para formar el cuerpo lúteo e iniciar la biosíntesis de P4, durante este período se forma el cuerpo cicatrizal o cuerpo hemorrágico Una de las características más frecuentes de esta en el ganado bovino, es la presencia de un sangrado que ocurre en el útero un día después de la ovulación (50 a 70 horas después del inicio del estro) algo de esta sangre alcanza el exterior y puede verse en el moco que cuelga de la vulva, en la raíz de la cola o alrededor de los cuartos traseros en aproximadamente un 50 % de las hembras (Fricke *et al.*, 2001; *et al.*, 2010).

5.2. Diestro

Después de 4 días se forma el cuerpo lúteo o amarillo, el cual en caso de que la vaca quedara gestante se mantiene durante la gestación y se le denomina cuerpo lúteo de gestación, en el caso de que no se llevara a cabo la gestación se le denomina cuerpo albicans o amarillo, la duración de esta fase puede durar un rango de 11 a 14 días. El cuerpo lúteo es la estructura dominante durante esta fase, la cual es la más larga del ciclo estral. En los bovinos dura del día 5 al día 18 del ciclo, y en general no se observa ningún signo externo, esta es considerada la fase de recuperación de los órganos reproductivos, el CL alcanza su tamaño máximo a los 8 y 10 días después de la ovulación. Tal crecimiento es paralelo a los aumentos en la concentración de P4 en la sangre, la concentración alcanza su punto máximo el día 10 y se mantiene elevada hasta los días 16 y 18 del ciclo, el crecimiento de folículos continúa durante esta fase, un folículo grande se desarrolla aproximadamente el día 12 después del estro, sin embargo este no ovula y gradualmente sufre una regresión (Hafez *et al.* 2000; Beal, 2010;).

Los días 16 y 18 del ciclo estral son críticos para el mantenimiento del CL, si la vaca no resulta gestante después del estro, el CL sufre una regresión provocada por la secreción de prostaglandinas ($Pgf_{2\alpha}$) interfiere en la síntesis de P4 y disminuye su concentración en la sangre, esto permite que la FSH estimule el desarrollo del nuevo folículo en los próximos 3 a 4 días, conforme se madura el folículo, aumenta la concentración de E2 y se repite el ciclo. En cambio si la vaca resulta gestante, el CL se mantiene y el nivel de P4 permanece elevado, inhibiendo la actividad cíclica, el CL se mantiene y el nivel de P4 permanece elevado, inhibiendo la actividad cíclica, el CL se mantiene debido a la retroalimentación positiva proveniente del feto, vía la secreción de Trofoblastinas (Beal, 2010).

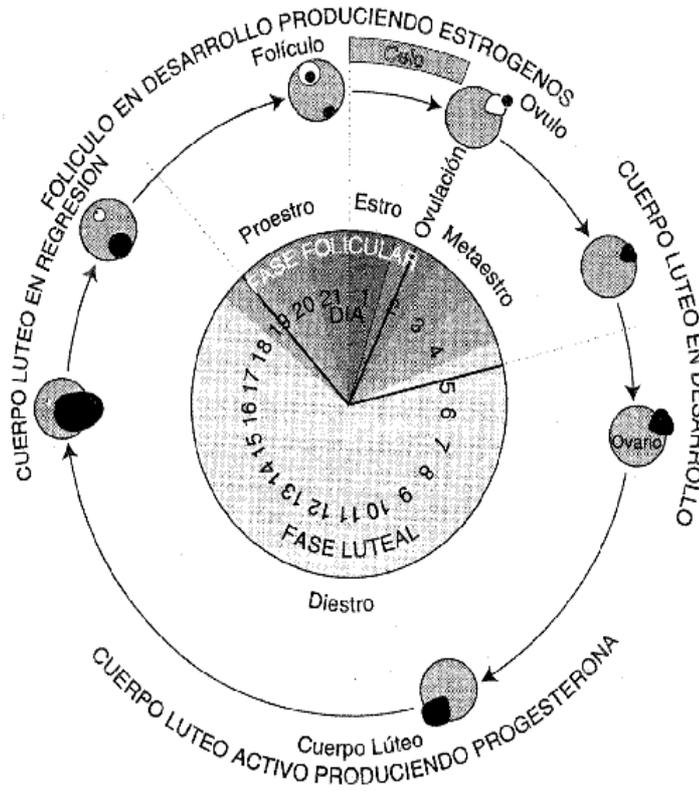
5.3. Variables en la duración del ciclo estral

La duración del ciclo estral es variable , el promedio en la vaca es de 21 días con una desviación estándar de 3 días , en las novillas la duración media es de 20.2 días con una desviación estándar de 2.3 días , se observa que existe una menor variación en la novilla cuyo ciclo es mas corto un día aproximadamente la mayor parte de los datos relativos a la duración del ciclo estral en ganado lechero y de carne indican gran similitud, un informe al respecto señala que el 30 % de todos los ciclos son mayores de 17 días y menores de 25 días, de ahí que en consecuencia cabe esperar grandes variaciones a las condiciones normales (González *et al.*, 2005).

5.4. Factores que apresuran el fin del estro

Puede ser la misma copula, la administración de drogas hormonales como son la Gonadotropina, la progesterona, etc., este efecto también puede observarse con la administración de fármacos como sulfato de atropina al inicio de estro, lo cual puede provocar el retraso de la ovulación, ya que este fármaco actúa como agente bloqueador de los impulsos que dirigen el hipotálamo, interfiriendo con la liberación de LH (González *et al.*, 2005).

Fig. 2. Comportamiento ovárico durante el ciclo estral bovino. (Selectsires, 2008).



5.5. IMPLEMENTACION DE UN PROGRAMA REPRODUCTIVO EN BOVINOS DE AGOSTADERO

5.6. Manejo reproductivo del ganado bovino de agostadero

Una de las principales actividades en una explotación ganadera lo representa la reproducción de los animales, ya que del éxito de esta depende la economía de la explotación ingresos (Ramírez et al., 2008).

En los últimos años ha habido grandes avances en el conocimiento de la fisiología reproductiva del bovino, y en especial en el entendimiento del control hormonal de algunos eventos fisiológicos, como el que regula la presentación del estro y de la ovulación. Los factores que intervienen en los problemas de fertilidad de un hato se consideran: 15 % al toro, 10 % a la vaca y un 75 % el medio ambiente entre los que se incluyen en este ultimo, la alimentación así como el desbalance nutricional, la temperatura ambiente, manejo, detección de calores, suplemento de minerales y vitaminas. (Cantú; 2001; Ramírez *et al.*, 2008;)

5.7. Importancia de la reproducción

La importancia de la reproducción son las siguientes:

- ✓ Incrementa la producción pecuaria y por ende los ingresos.
- ✓ Aumento de la fertilidad del hato.
- ✓ Desechar animales indeseables e improductivos.
- ✓ Conservación de las especies útiles para el hombre.

El conocimiento y funcionamiento de la reproducción es decisivo para la economía del productor, por eso es importante en la producción animal obtener una eficiencia reproductiva, teniendo como objetivo primordial en que cada vaca en edad de reproducirse produzca una cría al año. Si en una explotación se obtiene un bajo porcentaje de pariciones, es obvio que existen problemas reproductivos en el manejo del hato, lo que ocasiona que se presente una baja capacidad

reproductora y deficiente en cualquier explotación de ganado bovino (Silva *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2008).

Existen algunos factores que afectan la capacidad reproductora del hato que influirán para no alcanzar las metas fijadas en cada explotación ganadera entre los que se tienen los siguientes:

- Alimentación deficiente
- Incidencia de enfermedades reproductivas específicas.
- Selección del sistema de empadre inadecuado.
- La proporción vaca/toro inadecuada.
- Retrasos de la pubertad o de la madurez sexual en vaquillas de primera monta o servicio.
- La utilización de toros inmaduros, estériles o falta de libido.
- Falta de habilidad en el manejo de crías y en la producción de vacas.
- Bajas tasas de concepción por problemas congénitos.
- Utilización inadecuada de razas en ciertos ambientes.
- Cambios extremos en la temperatura.
- Falta de un programa preventivo de enfermedades mas comunes de la región y de control de parásitos.
- Baja condición del pastizal
- Mal manejo de los animales (Rodríguez *et al.*, 1993; Cantú; 2001; Ramírez *et al.*, 2008).

5.8. Alimentación del bovino en un agostadero.

Esta basado en su totalidad a pastoreo con manejo rotacional de potreros durante todo el año, adicionalmente. El recurso forrajero (gramíneas, leguminosas y árboles forrajeros) es fundamental para la alimentación del ganado en los sistemas de producción de agostadero en México

El alimento más antiguo y natural para el ganado es el pasto. La vaca tiene una panza grande (rumen) que le permite asimilar los nutrientes del pasto sin peligro

para su salud. Es el alimento más barato ya que crece rápido y no requiere de terrenos especiales. En ganadería de doble propósito se tiene una marcada dependencia del uso de pastos y cultivos forrajeros sin embargo a pesar de que pastos y forrajes proveen nutrientes a menor costo de los alimentos concentrados, su valor nutritivo es muy variable ya que dependen de numerosos factores, como son; Especie de la planta, clima, estado de madurez, etc. Por tal motivo se tiene que tener presente proporcionar Suplementación a los rumiantes.

El sistema de alimentación en la finca es con base de pastoreos en los potreros sembrados con la gramínea (Rodríguez *et al.*, 1993; Cantú; 2001).

5.9. Fertilidad

Antes de implementar un programa reproductivo en cualquier tipo de explotación de ganado bovino se debe conocer los puntos principales que pueden ser un obstáculo durante el esfuerzo por lograr o mantener los parámetros reproductivos ideales de nuestro hato y lograr las metas establecidas en cada uno de las explotaciones ganaderas. Estos puntos son muy importantes ya que es común cometer errores en cada uno de estos puntos. (; Rodríguez *et al.*, 1993; Galina *et al.*, 2006)

Los factores que intervienen en los problemas de fertilidad de un hato se le atribuyen al toro, a la vaca y al medio ambiente. Sin embargo esta vez nos vamos a enfocar mas en la relación que tiene que ver la vaca y el toro con obtener los parámetros ideales de la fertilidad en nuestro ganado. (Cantú, 2001; Galina *et al.*, 2006; Ramírez et al 2008).

Fig. 3. Influencia de la vaca en la fertilidad de nuestro hato

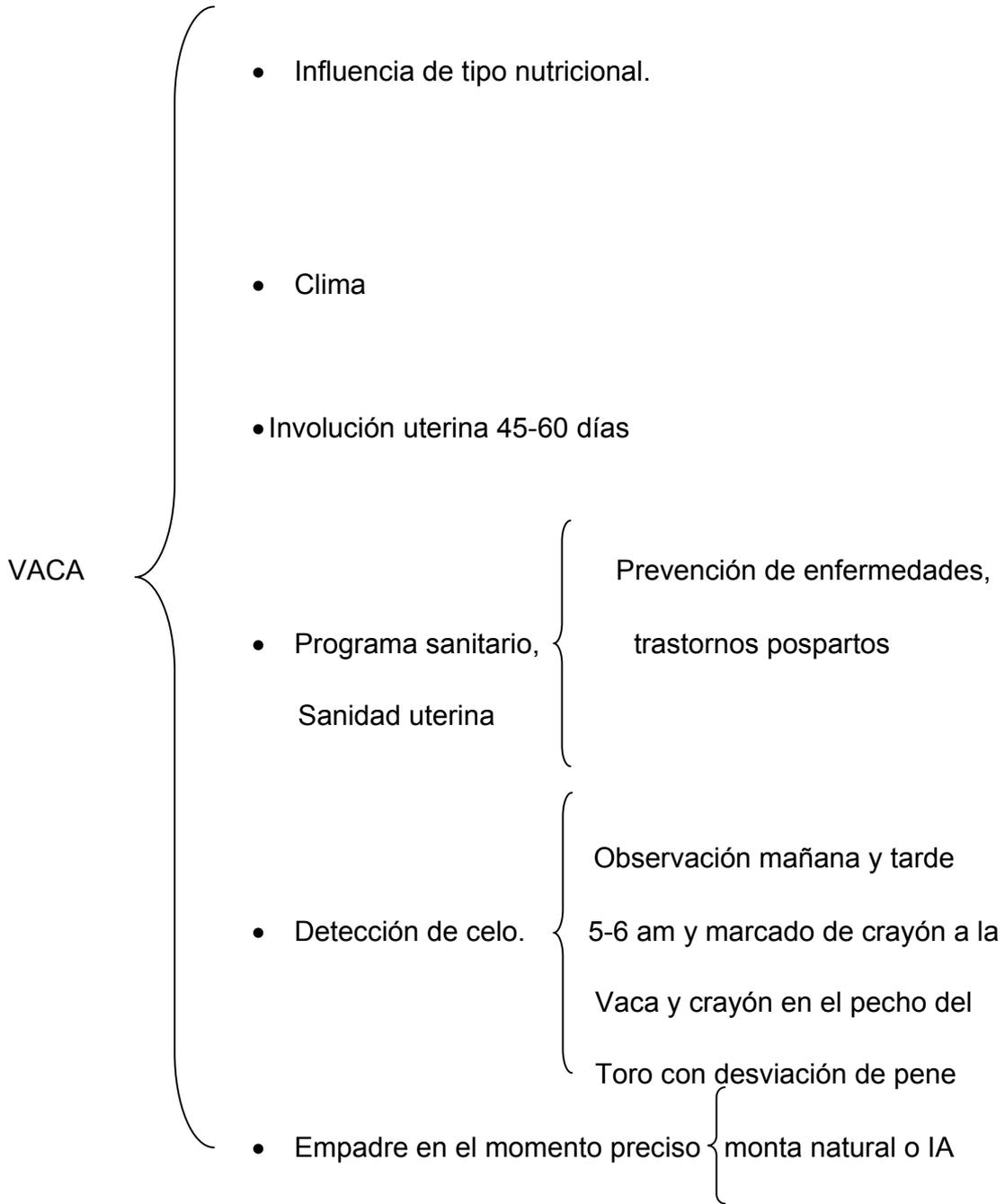
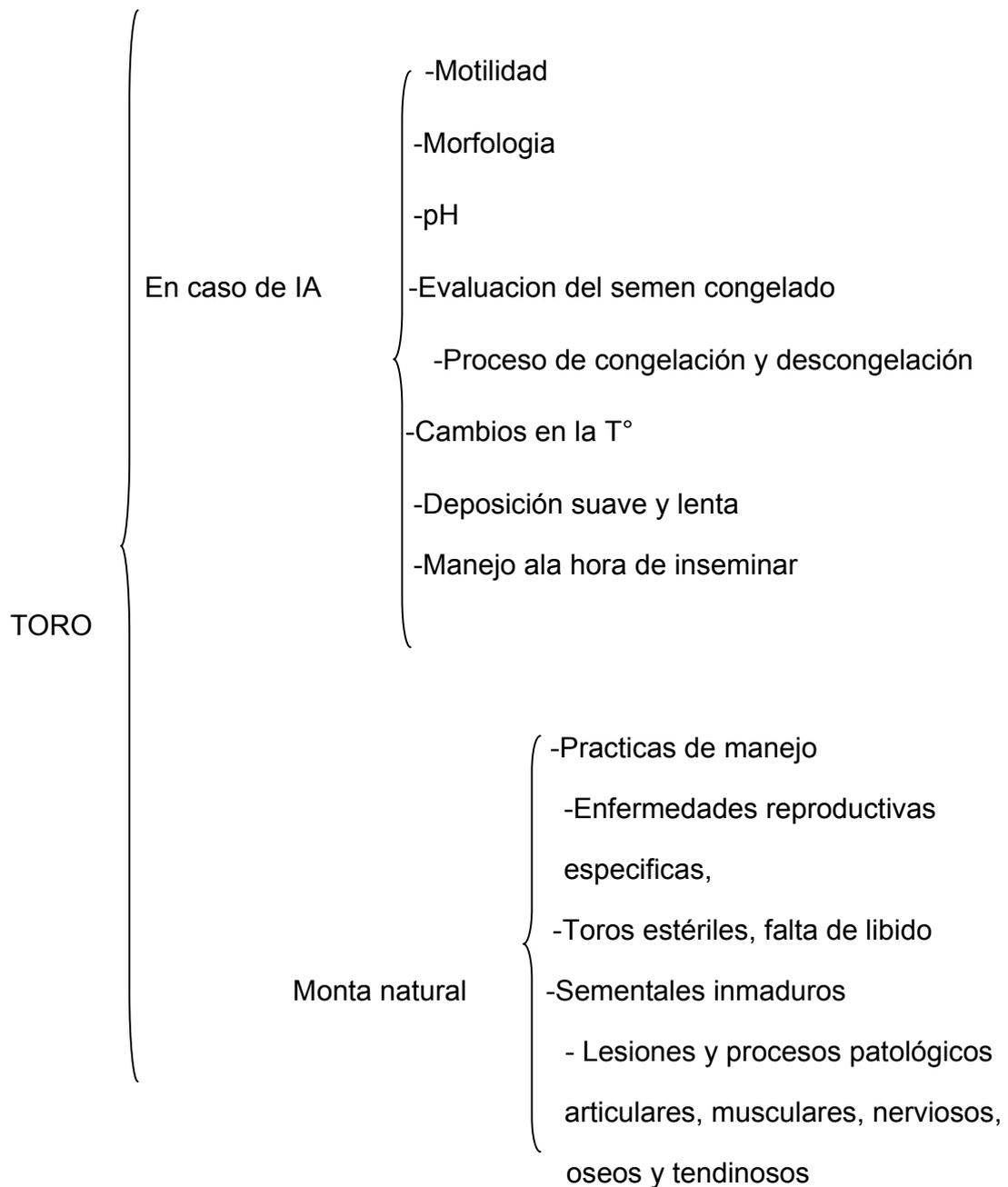


Fig.4. Influencia del toro en la fertilidad de nuestro hato



6. Importancia de la condición corporal: Es conocido que los requerimientos nutricionales en las vacas secas pueden ser cubiertos con buenos pastos y suplementos minerales. Por el contrario, en las vacas paridas la demanda de elementos nutricionales incrementa en forma considerable debido a la influencia de los niveles de producción de leche, la continuidad del crecimiento en las novillas primerizas y las pérdidas ocasionada por el traslado y el mantenimiento fisiológico de los animales. Cuando las vacas no poseen suficientes reservas corporales al momento del parto y se continúa con un desbalance energético negativo desde el inicio de la lactancia, las pérdidas corporales se acentuarán repercutiendo en un prolongado atraso en el reinicio de la ciclicidad reproductiva posparto. Igualmente, en los ovarios de vacas con pobre condición corporal ha sido demostrada una disminución del potencial de fertilidad de los ovocitos recolectados (Esperon *et al.*, 1996; Botana *et al.*, 2002).

6.1. Destete temporal del ternero: Es bien conocido que las vacas que se ordeñan sin ternero ciclan más temprano que aquellas que amamantan sus crías. Este diferencial de comportamiento reproductivo está asociado con un bloqueo en la liberación de la hormona ovulatoria LH, por parte de la hipófisis anterior en las vacas que amamantan. Un destete temporal con la separación total de los terneros durante 3 a 5 días hacia otro lugar, permite que las vacas en anestro reinicien con más rapidez su actividad reproductiva. Esta práctica origina ciertas implicaciones en el manejo de los animales, tal como una dificultad en el apoyo y ordeño de las vacas después del retiro del ternero y la posterior alimentación de las crías durante ese periodo (Esperon *et al.*, 1996; Spitzer *et al.* 1988).

Los mejores resultados se obtienen cuando se usa la lactancia controlada, que es la restricción, desde el momento del nacimiento del amamantamiento solo unas cuantas horas diarias en vez de que la cría este las 24 horas diarias con la madre. La disminución consecuente de la frecuencia de amamantamiento es el factor determinante para que se reinicie pronto la actividad ovárica posparto y prácticamente no se presenta el anestro lactacional, siempre y cuando la vaca este sana y en buena condición física. Pero lamentablemente en la mayoría de

los casos en las explotaciones de agostadero hay una relación madre e cría durante el día, lo cual vamos a adaptar nuestro programa reproductivo a este tipo de explotaciones (Esperon *et al.*, 1996; Callegas *et al.*, 2007).

La combinación de los métodos hormonales con el manejo de la lactancia en vacas productoras de carne que entran a empadre con cría mejora los resultados en los programas de sincronización de celos y ovulaciones. El anestro lactacional es de duración variable y depende de varios factores aparte del amamantamiento. El destete suprime este factor inhibidor de la ciclicidad estral y termina el anestro en caso de no haber otra causa (Callegas *et al.*, 2007).

La causa del anestro lactacional es que el amamantamiento de la cría, además de estimular la liberación de oxitócina por la hipófisis posterior para la bajada de la leche y de prolactina por la hipófisis anterior, induce la secreción de endorfinas en el hipotálamo las cuales inhiben la liberación de GnRH, por lo tanto no habrá liberación de las hormonas foliculoestimulantes (FSH y LH) por consecuente la inhibición de la aparición del ciclo estral. Conforme crece el becerro este comienza a consumir otros alimento aparte de la leche disminuye el amamantamiento y con el la secreción de endorfinas en el hipotálamo y paulatinamente se quita la inhibición que las endorfinas ejercen sobre el hipotálamo y se liberan GnRH en pulsos cada vez mas anchos y frecuentes lo que hacen que se liberen FSH y LH que viajan al ovario para ejercer su función en el ciclo estral, culminando con la ovulación, reiniciando la actividad ovárica posparto (Pursley *et al.*, 1996; Galina *et al.*, 2006; Callegas *et al.*, 2007;).

Como el amamantamiento no es el único factor del anestro lactacional, a veces el reinicio de la actividad ovárica se da hasta el destete o después del mismo, en ocasiones bastante después debido principalmente a la mala condición física de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias, enfermedades infecciosas o metabólicas (Callegas *et al.*, 2007).

Existen varias practicas de manejo de la lactancia que pueden usarse para sincronizar o inducir celos. El destete definitivo se hace tradicionalmente a los 7-8

meses de edad de la cría lo cual resulta muy tardío para lograr la meta del intervalo entre partos de un año. Se ha usado el destete precoz a los dos meses que resulta muy efectivo para terminar con el anestro y gestar pronto a las vacas, pero es impráctico pues los becerros deben criarse artificialmente. El destete temporal, que consiste en retirar la cría (con edad de por lo menos un mes de edad) durante 2-4 días tras los cuales se regresa con la madre, es bastante efectivo y solo se requiere atender a los becerros durante unos días. (Esperon *et al.*, 1996; Galina *et al.*, 2006; Callegas *et al.*, 2007;).

6.2. IMPLEMENTACIÓN DE LA INSEMINACION ARTIFICIAL MEDIANTE MÉTODOS HORMONALES DE SINCRONIZACIÓN.

La sincronización de estro es una de las herramientas con que se cuenta en la actualidad para modificar el ciclo estral y establecer un control en la reproducción, al situar a un grupo determinado de hembras en una misma etapa de su ciclo.

Al reducir el costo que representa la detección de celos e inseminar a muchos animales el mismo día el beneficio económico que esto involucra es muy importante y esta es la ventaja que la tecnología de la sincronización de celos ofrece a los productores de bovinos de carne más que a los productores de leche.

La sincronización del celo se ha desarrollado con el objetivo de reunir la concepción y por ende el parto y la venta. Para lograr los objetivos primarios de la metodología de la sincronización que es la reunión de los calores para facilitar la inseminación artificial y con esto conseguir avances genéticos que mejoren la productividad existen espacios que se deberán tomar en cuenta cornos son: la sincronización de celos y las tasas de preñez son sucesos ligados íntimamente, el manejo (Koppel *et al.*, 1992; Moreira *et al.*, 2000; Galina *et al.*, 2006).

La producción de un hato de cría está dada básicamente por dos componentes: los terneros destetados y las vacas extras. El primero, que en un hato organizado implica entre el 75 y el 80% de los ingresos, está compuesto por el número de terneros destetados, el peso de los mismos, su conformación y el precio, factor

que es y seguirá siendo muy determinante, y que ya no depende solamente de la oferta y la demanda de terneros, sino también de la calidad del ternero producido. Si bien la fertilidad es considerada clásicamente 10 veces más importante que la conformación y 5 veces superior al peso al destete (Koppel *et al.*, 1992).

Hoy en día también se vislumbra este cambio en nuestro país, asignándosele mayor importancia a la calidad". Tradicionalmente en la mayoría de los hatos de cría de nuestro país se puso énfasis en mejorar áreas como la alimentación, reproducción, sanidad y el manejo en general de la explotación, dejando a la genética hacia el final, como una materia olvidada. En realidad no debería haber sido así, dado que la genética es tan importante como las áreas ya mencionadas. Y quizás más importante aún, si la genética del hato sobre el que trabajamos no es la adecuada (Moreira *et al.*, 2000).

Se ha observado un gran cambio al respecto, nos estamos dando cuenta de que en muchos casos falta calidad en los animales que se están produciendo. Muy de golpe el mercado ha pasado a exigir un tipo de animal de calidad. Hay dos formas de invertir en genética en un establecimiento. Al incorporar toros de compra o de producción propia y al comprar semen para inseminación artificial. Es decir que básicamente se incorpora genética por medio del servicio natural o por IA. "Durante mucho tiempo la IA fue considerada un problema y hoy quizás aún existe este concepto. Incluso en muchas oportunidades se planteó a esta técnica como antagónica del servicio natural. Pero de ninguna manera son sistemas enfrentados sino totalmente complementarios. Actualmente hay disponible tecnología que permite inseminar en períodos muy cortos y con menos horas hombre, y que normalmente es complementada por el servicio natural, es decir el repaso con toro (Hafez *et al.*, 2000; Moreira *et al.*, 2000).

La gran ventaja que ofrece la inseminación artificial es la incorporación de animales con mérito genético superior, lo que permite lograr el tipo de animal que el mercado demanda, en función de objetivos fijados previamente en cada uno de nuestras explotaciones ganaderas. Es decir, producir el tipo de animal que realmente es útil para cada uno relacionado con los objetivos establecidos. En

cuanto a la implementación de la técnica, es prioritario considerar el lote a inseminar y la época de servicio primavera, verano, invierno u otoño (Davis *et al.*, 1990 Hafez *et al.*, 2000;).

6.3. Ventajas y Desventajas de la Inseminación Artificial

Ventajas

- 1) El uso de sementales sobresalientes ofrece la oportunidad de mejorar genéticamente los animales del hato (Galina *et al.*, 2006).
- 2) potencial reproductivo de un semental se incrementa, es decir, si un toro por monta natural puede cubrir entre 49 y 70 vacas por año, a través de la inseminación artificial y con el uso de semen congelado se pueden servir mucho más del número de vacas por año (Galina *et al.*, 2006).
- 3) Con uso de la inseminación artificial se puede probar rápidamente el potencial productivo y reproductivo de un semental. Este se puede evaluar sobre un grupo de vacas en una sola generación, mientras que por monta natural se utilizaría demasiado tiempo incluso toda la vida del semental (Ramírez *et al.* 2008).
- 4) Se reducen los riesgos de transmitir enfermedades venéreas de dos formas: a) las organizaciones de inseminación artificial llevan un control estricto de enfermedades no procesando el semen de animales enfermos y b) se usa a través del uso de antibióticos que se incorporan durante el proceso del semen (Martínez *et al.*, 2002).
- 5) se pueden utilizar sementales valiosos que debido a una lesión física no pueden copular. Se ha observado que algunos toros quedan incapaces para copular después del transporte, peleas con otros toros o por algún accidente (Martínez *et al.*, 2002).
- 6) pueden ser servidas hembras jóvenes o de talla pequeña por otros grandes o pesados sin temor de lastimarlas o por el contrario, en ocasiones se pueden

emplear sementales jóvenes o pequeños de talla para realizar la copula. Ramírez *et al* 2008).

7) se puede mejorar el control de registros, cubriciones, partos y nacimientos. Asimismo se mejora el nivel de manejo, ya que para garantizar el éxito de la inseminación artificial es necesario llevar un buen sistema de registro lo que permite mejorar la selección de los animales que van a participar en la inseminación ya que no deben entrar animales mal nutridos ni enfermos (Ramírez *et al* 2008).

8) A través de la i inseminación artificial se puede cubrir un gran numero de vacas (15,20 o más) en un mismo día, cosa que seria muy difícil en condiciones naturales para un solo toro (Galina *et al.*, 2006).

9) La inseminación artificial permite la prueba de toros en forma más confiable y segura (Galina *et al.*, 2006).

10) Ya no se compran sementales, se hace una selección entre diferentes toros o razas sin tanto costo (Galina *et al.*, 2006).

11) Uso de sementales probados con excelentes características heredables

12) El costo de la I.A. es menor que el de manutención en el establo varios sementales (Martínez *et al.*, 2002).

Desventajas

1. La utilización de un toro no probado ni estudiado en cuanto a sus características genéticas, puede traer como consecuencia perdidas o una disminución en la producción de cualquier explotación (Martínez *et al.*, 2002).
2. Se necesita personal capacitado para el manejo del semen, la inseminación y además para una adecuada detección de los animales en celo (Galina *et al.*,2006).
3. Al iniciar un programa de inseminación artificial en una explotación la inversión monetaria es alta compra de equipo, instalaciones, etc (Martínez *et al.*, 2002).

4. Las enfermedades pueden propagarse con gran rapidez de toros que no se les lleva un control sanitario estricto. La adición de antibióticos en el diluyente, no es suficiente para controlar todas las enfermedades que pueden ser transmitidas por el semen (Ramírez *et al* 2009).
5. Si no se tiene un buen manejo del termo (nivel de nitrógeno o de la de semen descongelación se puede reducir e incluso llegar a cero el porcentaje de concepción del hato (Martínez *et al.*, 2002).

Para facilitar la incorporación de la IA existen técnicas con costo y de costo cero. Dentro de las primeras cabe mencionar a la sincronización de celos con prostaglandinas (PGF) y con progestágenos (González *et al.*, 2005).

Factores que hacen a la implementación de la IA

- Técnicas con costo

Sincronización de celos

Prostaglandinas

Progestágenos

Destete precoz

- Técnicas de "costo cero"

Destete temporario 48-72 hs

Mascarilla

Efecto macho

Correcta detección de los celos (González *et al.*, 2005; Galina *et al.* ,2006).

6.4. METODOS DE SINCRONIZACION DE CELO MAS UTILIZADOS PARA GANADO BOVINO DE AGOSTADERO.

La sincronización del estro no es un método para aumentar la fertilidad o la producción de crías sino que se usa como un instrumento de gran utilidad para

implementar programas de inseminación artificial y/o facilitar el manejo de los animales y agruparlos para darles servicio. El método se puede usar también para programas de servicio con monta natural, con las ventajas de un mejor aprovechamiento de los toros y una concepción más temprana de las hembras (Michael *et al.*, 2004).

La inseminación artificial es la técnica de reproducción que mayor trascendencia ha tenido en la producción animal durante los últimos años. Esta posee múltiples ventajas, entre otras la utilización de semen de toros genéticamente superiores a los disponibles en el rancho, la posibilidad de mejorar rápidamente el pie de cría del hato, llevar un registro más preciso en la explotación, la introducción de razas poco comunes en la región y con ella es posible controlar enfermedades del tracto reproductor. El mayor problema que se presenta al implementar el uso de la inseminación artificial en el ganado bovino explotado en el agostadero son las grandes extensiones de terreno que tienen los potreros, lo cual dificulta la detección de vacas en calor; además, se requiere también personal que tenga el conocimiento y la habilidad necesarios para dar buen servicio de inseminación (Porrás *et al.*, 1992; González *et al.*, 2005).

Para inseminar artificialmente de forma eficaz, es necesario que se sincronicen los calores en el ganado. Esta es una técnica sencilla en la cual, por medio de un tratamiento hormonal, entran en calor a un mismo tiempo un grupo de vacas. (Silva *et al.*, 2002).

La ganadería en México se localiza en 3 zonas ecológicas: La primera el norte árido y semiárido, donde se sitúa el 27% del hato nacional. La segunda el trópico húmedo y seco, con 42% de las cabezas y la tercera la zona templada-centro, con 31%. El Trópico seco y húmedo: son las regiones de mayor crecimiento ganadero en los últimos 20 años, mantienen mayor carga animal y se orientan a la producción de doble propósito. El trópico tiene un gran potencial forrajero y algunos estudios indican que la producción de materia verde excede las necesidades energéticas de su carga animal (Silva *et al.*, 2002; Galina *et al.*, 2006).

La disminución actual de los inventarios ganaderos en número total de cabezas y sobre todo en número de ganaderos está produciendo la desertificación del sector ganadero, sobre todo del pequeño productor. Por lo que se debe exigir el apoyo a este sector que el gobierno actual a dejado en el olvido y dar además este apoyo en la medida de las posibilidades que el avance técnico y práctico puedan permitir para estabilizar a los productores tan golpeados por los vaivenes económicos y políticos del momento; para posteriormente crecer y lograr el auto abasto del mercado nacional y por último avanzar hacia la producción competitiva con otros mercados (Silva *et al.*, 2002; Galina *et al.* ,2006; Álvarez *et al.*, 2007).

Las razas de bovinos y en particular la dedicada a esta práctica en los trópicos, son de baja calidad (preferentemente en ganado cebuino) y con muy poca eficiencia en producción, evaluado esto con parámetros reproductivos y productivos obtenidos en estas zonas y al compararlas con los promedios de producción de razas europeas en los mismos climas y bajo condiciones semejantes generalmente son menos eficientes (Galina *et al*, 1986; Mora, 1982; González *et al*, 1986; Escobar, 1984; Fraga, 1977; Lima, 1982) por lo tanto es necesario buscar mecanismos que permitan dar mejores opciones para este tipo de explotación con las razas cebuinas aprovechando su adaptación al clima (González *et al.*, 2005; Cutaia *et al.*, 2006).

Uno de los obstáculos más difíciles es la manera de acercarse a los productores e influir sobre su forma de pensar y esto sólo se consigue con experiencia y con resultados para obtener producción con ganancias. Es deseo de todo aquel que se dedica a la Producción Animal, obtener por cualquier medio a su alcance los mejores resultados en productividad en la especie a la que encamina sus esfuerzos. Uno de los grandes retos que tienen los productores y los médicos veterinarios zootecnistas en el trópico mexicano, en especial en el trópico seco con ganado cebuino y en general en todo el ganado de agostadero es mejorar la eficiencia productiva del ganado en esas regiones; por lo que se busca con este trabajo encontrar una herramienta confiable que les permita obtener más y

mejores resultados en el menor tiempo posible, con costos aceptables para sus sistemas de producción. Se enfoca por ello este trabajo la sincronización de estros con el método hormonal más conveniente y con el cual se pueda obtener los mejores resultados en este tipo de explotaciones de ganado bovino de agostadero que incluye ganado de carne y de doble propósito (Natty *et al.*, 1989; González *et al.*, 2005; Cutaia *et al.*, 2006).

Las vacas de doble propósito se caracterizan por presentar un periodo de días vacíos más prolongado que las razas lecheras especializadas. Recientemente ha sido reportado que un 15% de las vacas mestizas en producción en el medio tropical se encuentran con más de 100 días vacíos posparto. Varios factores han sido asociados como causantes de un prolongado periodo de días vacíos, entre los cuales la presencia del ternero y el amamantamiento así como el desbalance nutricional, el estrés calórico y la influencia genética del *Bos indicus* en los programas de cruzamientos en las ganaderías doble propósito son considerados los más importantes. Conocido el problema y sus orígenes, el propósito de este trabajo es dar a conocer algunas medidas prácticas recomendadas para reducir el prolongado periodo de días vacíos posparto en las vacas doble propósito y en bovinos de carne en un agostadero (Spitzer *et al.*, 1988; Fike *et al.*, 2009).

6.5. Sincronización del celo con progestágenos

El uso de progestágenos para la sincronización del ciclo estral consiste en la inhibición de la actividad ovárica y por consecuencia la inhibición de la aparición del celo utilizando progesterona, dado a que esta inhibe la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) y por ende de las hormonas foliculo estimulantes (FSH) y luteinizante (LH). Al suspender la administración de progesterona se reanuda el ciclo y el animal entra en estro en un tiempo que va de 3-7 días. (Galina *et al.*, 2006).

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 (allyl-trembolona, acetato de megestrol) (Holy, 1983; Galina *et al.*, 2006).

La sincronización del estro a base de progestágenos es altamente eficaz para inducir signos de estro, sin embargo se ha observado que cuando el tratamiento es prolongado y es usado solamente progestágeno la fertilidad obtenida después de su uso es relativamente baja, por lo tanto se ha buscado acortar el periodo en el que se administran utilizando elementos muy importantes en la reproducción como son (estradiol, PGF2a y GnRH), que al añadirse posibilitan una reducción en la vida media del cuerpo lúteo y también utilizados para evitar la presencia de folículos persistentes (Galina *et al.*, 2006).

El método de sincronización con progesterona se puede usar también para programas de servicio con monta natural, con las ventajas de un mejor aprovechamiento de los toros y una concepción más temprana de las hembras. Los resultados obtenidos con este método pueden variar de acuerdo con circunstancias como la raza y la condición corporal, entre otros. La mayor parte de la información sobre la utilización de este procedimiento se refiere a ganado *Bos taurus* en condiciones de climas templados; en los países de clima tropical su uso es más reducido, al igual que el número de estudios que se han realizado al respecto, por lo que la información sobre ese aspecto en el ganado *Bos indicus*, característico de las regiones tropicales, es considerablemente menor (González *et al.*, 2005; Fike *et al.*, 2009;).

6.6. Mecanismo de acción del Dispositivo Intravaginal Bovino (D.I.B.)

La progesterona liberada del D.I.B. es estructuralmente idéntica a la endógena y tiene un rol importante sobre la dinámica folicular ovárica. Los niveles supraluteales obtenidos a los pocos minutos de la introducción del dispositivos provocan la regresión del folículo dominante y aceleran el recambio de las ondas

foliculares, este cese de la secreción de productos foliculares (estrógeno e inhibina) produce el aumento de FSH que va a ser la responsable del comienzo. De la emergencia de la siguiente onda folicular. Por otro lado la extracción del dispositivo provoca la caída de Progesterona a niveles subluteales que inducen el incremento de la frecuencia de los pulsos de LH, el crecimiento y la persistencia del folículo dominante con concentraciones muy altas de Estradiol que provocan por un lado el celo y a nivel endocrino inducen finalmente el pico de LH que es seguido por la ovulación (Martínez *et al.*, 2002; Fike *et al.*, 2009).

Reuso: En función de los resultados obtenidos en pruebas de reuso en animales, tanto en el análisis del plasma como de la progesterona residual de los dispositivos se concluye que los dispositivos usados pueden ser reutilizados sin que esto constituya un riesgo para la eficacia de los tratamientos. Esto incluye el reuso de los dispositivos en la resincronización de animales ya sincronizados y que no hubieran sido preñados. Esto permitiría concentrar los servicios o inseminaciones en 2 o 3 días lo cual constituye una importante ventaja respecto del no uso del tratamiento sin que esto implique mayores costos para el usuario (Martínez *et al.*, 2002; Brusveen *et al.*, 2008).

6. 7. Vías de administración

- Se administran en dispositivos intravaginales durante 7 días. (acetato de fluorogestona, acetato de medroxiprogesterona). En bovinos es útil para la sincronización del estro en esponjas con 250 mg de acetato de medroxiprogesterona que se deja por 7 días y tras los cuales se puede aplicar PGF_{2a} o análogos, en vacas con estrés calórico o nutricional se aplica 500 UI de gonatropina corionica equina (PMSG) o GnRH el día seis para estimular la formación de folículos ováricos. Algunos autores recomiendan además la administración de estrógenos (1-2 mg de benzoato de estradiol). La utilización de la eCG en veterinaria queda, pues, ampliamente fundamentada desde el punto de vista endocrinológico,

justificándose su uso en todas aquellas situaciones donde se requiera la terapia con gonadotropinas exógenas, particularmente cuando se requiere un efecto FSH, es decir el estímulo de la foliculogénesis en ovarios con actividad reducida o nula.

- Implantes subcutáneos por 9 días, implantes de silicón (progesterona, norgestomet).
- Vía oral por 7 o 14 días. allyl-trembolona, acetato de megestrol (Hafez *et al* 2000; Cole *et al.*, 2001; Callejas *et al.*, 2007).

6.8. Ventajas de sincronizar el estro con progestágenos

1.- Funcionan en cualquier etapa del ciclo estral en animales que están ciclando. Pasa lo siguiente, si al principio del tratamiento el animal se encuentra en fase folicular (proestro, estro), el progestágeno, bloquea la ovulación por lo que no se forma un cuerpo lúteo. Si se encuentra en etapa de metaestro, la formación del cuerpo lúteo se altera acortando su vida media. Finalmente si el inicio del tratamiento coincide con el diestro el cuerpo lúteo sufre autólisis en su momento de manera natural sin resultar afectado por el tratamiento, es por eso que en caso de que se encuentre en diestro se recomienda aplicar estradiol para producir luteólisis por liberación de prostaglandinas (Galina *et al.*, 2006; Martínez *et al.*, 2007).

2.- Es un buen tratamiento para las vacas en anestro que después de 45-60 días no han ovulado y que representan entre el 10-30 % de las vacas, lo cual es una ventaja adicional durante la sincronización con este método. Mas sin embargo para tener mejores resultados en vacas en anestro se recomienda la aplicación de gonadotropina corionica equina (ECG O PMSG) o una aplicación de estrógenos (E2) al momento de retirar el progestágeno o de otra manera al principio junto con la progesterona y 24 horas después del retiro de la progesterona para una mejor respuesta al tratamiento. En vacas lecheras se han observado mejores resultados si se aplica una dosis de prostaglandina 1-2 días antes de suspender el progestágeno (Galina *et al.*, 2006; Martínez *et al.*, 2007).

3.- En los animales sincronizados con progestágenos disminuye inicialmente la LH pero luego aumenta la secreción pulsátil lo que genera el desarrollo de FD. Los progestágenos predisponen a la presentación de un celo aparente (Galina *et al.*, 2006).

4. el método de sincronización utilizando progestágenos tiene la ventaja que al usar dispositivos intravaginales pueden reusarse en aquellas vacas que necesitan una resincronización lo cual significa una ayuda económica para el ganadero que utiliza este método (Galina *et al.*, 2006).

5.- Se puede emplear la inseminación artificial a tiempo fijo pero da mejores resultados con mejor fertilidad si se insemina a celo detectado am-pm (Galina *et al.*, 2006).

6.- Se puede usar también para programas de servicio con monta natural, con las ventajas de un mejor aprovechamiento de los toros y una concepción más temprana de las hembras.

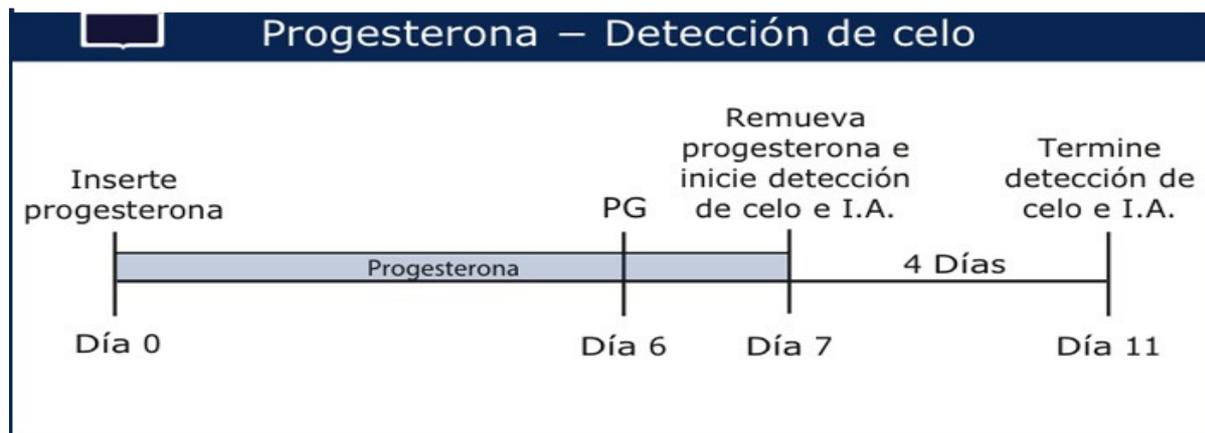
6.9. Sincronización de celo con progesterona y detección de celo (vacas y vaquillas) También conocido como a corto plazo.

Este método sólo se refiere a la combinación de progesterona y prostaglandinas; se contemplan a todas las combinaciones que actualmente se realizan entre las diferentes hormonas para lograr la sincronización artificial y la obtención de los mejores resultados en fertilidad y en economía. Una de las combinaciones se aplica en forma de dispositivo intravaginal durante 7 días consecutivos y el sexto día se aplica prostaglandina (PGF2 alfa). Esta técnica ha mostrado ser muy precisa en la sincronización con 75% de los animales en celo en un periodo de 24 horas y 100% al término de 37 horas. En dos estudios de estos autores con tratamiento de progesterona mencionan haber obtenido 42 animales en celo de 43 tratados con remoción de progesterona al sexto día y 81% de gestación; con remoción el séptimo día se obtuvieron un 79% de gestaciones, con 60 vaquillas en celo de 61 tratadas. Los animales testigos (65) produjeron un 70% de

gestaciones en 63 vaquillas que mostraron celo en sus ciclos naturales. La sincronización fue más precisa con la remoción del pesario intravaginal con progesterona a los 7 días y la inyección intramuscular de prostaglandina el sexto día. En este caso el promedio de intervalo entre inyecciones de prostaglandina y la aparición del celo fue de 71.6 horas. Los resultados de fertilidad obtenida con un sólo servicio fueron satisfactorios. Todo hace pensar que estas investigaciones han culminado en una tecnología sencilla, aplicable en muchos tipos de explotaciones (Martínez *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2002).

La inseminación basada en la detección del celo después de la remoción del dispositivo no parece ser que resulte en tasas más altas de concepción que las detectadas con la inseminación a tiempo fijo; las tasas de concepción en vacas pueden ser elevadas si las crías son removidas durante las 48 horas de intervalo entre la remoción del dispositivo y el servicio. Este protocolo es más usado en vacas lecheras donde se han observado mejores resultados si se aplica una dosis de prostaglandina 1-2 días antes de suspender el progestágeno (Silva *et al.*, 2007).

Fig. 5. Sincronización de celo con progesterona con detección de celo (vacas y vaquillas) También conocido como a corto plazo.



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 1 más inserción y retiro del inserto de progesterona

No. máximo de periodos de manejo = 4

Días de duración del protocolo = 10-11

Recomendado para IA a tiempo fijo = No

Insemine las vacas que muestren estro después de retirar el inserto de progesterona (Álvarez *et al.*, 2007; ABS América Latina, 2009).

7. Sincronización con Progestágeno y estradiol mas inseminación a tiempo fijo (IATF).

En los últimos años ha habido grandes avances en el conocimiento de la fisiología reproductiva del bovino, y en especial en el entendimiento del control hormonal de algunos eventos fisiológicos, como el que regula la presentación del estro y de la ovulación. El uso de hormonas específicas en circunstancias particulares contribuye a mejorar algunos aspectos de la reproducción; la administración de progestágenos sintéticos combinados con el estradiol es uno de estos procedimientos, el cual ha dado resultados satisfactorios para la sincronización del estro y la inducción del ciclo estral. El uso de hormonas específicas en circunstancias particulares contribuye a mejorar algunos aspectos de la reproducción; la administración de progestágenos sintéticos combinados con el valerato de estradiol es uno de estos procedimientos, el cual ha dado resultados satisfactorios para la sincronización del estro y la inducción del ciclo estral (Martínez *et al.*, 2007; Álvarez *et al.*, 2007; Beal, 2010).

El uso de dispositivos intravaginales con progesterona ha sido utilizado con la finalidad de mejorar la preñez en vacas con cría y servicio natural. Por otro lado, el benzoato de estradiol (BE) es utilizado luego de retirado los dispositivos intravaginales para inducir ovulaciones sincrónicas para realizar una Inseminación Artificial a Tiempo Fijo; en los trabajos de control del ciclo estral y servicio natural no se ha utilizado esta hormona o al menos no es muy común. En consecuencia surge de interés evaluar el uso de dispositivos intravaginales con progesterona en

vacas con cría utilizando el BE administrado a las 24 horas de retirado los dispositivos. Con este protocolo se pretende evaluar el efecto en la fertilidad al colocar un dispositivo intravaginal con progesterona y benzoato de estradiol a las 24 horas de retirado el implante intravaginal, y posteriormente evaluar los resultados sobre el porcentaje de preñez en los primeros días de un servicio natural en vacas con cría (Galina *et al.*, 2006; Beal, 2010).

El uso de un dispositivo intravaginal con progesterona combinado con la administración de benzoato de estradiol al momento de colocarlo y 24 horas post retiro permitiría mejorar el porcentaje de preñez de vacas con cría al pie en los primeros 10 días de un servicio natural. La sincronización de estros con progestágenos es altamente eficaz para inducir signos de estro. Sin embargo, se ha observado que cuando el uso del tratamiento es prolongado, la fertilidad obtenida después de su uso es generalmente baja. Por lo tanto, se ha buscado acortar el periodo en el que se administran, utilizando elementos como son (Estradiol o la PGF2a) que al añadirse al esquema de tratamiento, posibilitan una reducción en la vida media del cuerpo lúteo. El estradiol no tiene propiedades luteolíticas, pero cuando es usado en el metaestro, interfiere con la formación apropiada del cuerpo lúteo y en el diestro, actúa indirectamente acortando su vida a través de los mecanismos anteriormente citados (Martínez *et al.*, 2002; Galina *et al.*, 2006; Beal, 2010).

El progestágeno impide que se presente el pico pre-ovulatorio de LH pero no puede impedir que se de un aumento en la frecuencia de pulsos de esta hormona, lo que permite que el folículo dominante se mantenga por un tiempo superior a lo normal, convirtiéndose en un folículo persistente. De otra manera es, que cuando el ciclo estral se sincroniza en la ausencia del cuerpo lúteo, la presencia de un progestágeno puede alargar la vida de un folículo resultando en una fertilidad pobre. Debido al efecto que pueden tener los progestágenos con su uso prolongado se requiere utilizar el siguiente protocolo y así asegurar una mayor tasa de fertilidad que consiste en:

Día cero insertar progesterona y 2 mg de estradiol (Galina *et al.*, 2006).

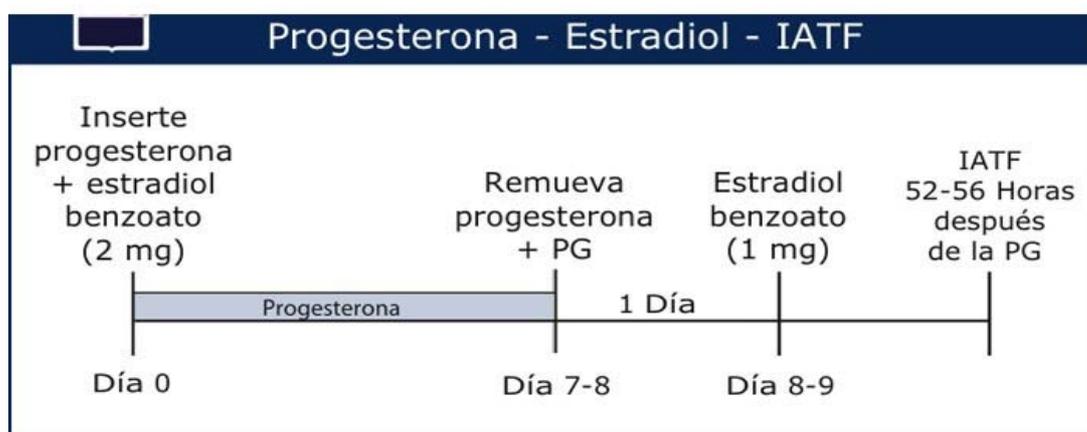
Día 7 remueva progesterona y aplique PG.

24 horas después aplicar estradiol.

ITF 52-56 horas después de la aplicación de PGF2a

Existe el método en el que solo se utiliza PG y estradiol sin la aplicación de PGF2a ya sea un día antes de remover el dispositivo o al momento de quitarlo, el uso de los diferentes métodos dependerá del criterio del beneficiario, técnico o el veterinario (Beal, 2010).

FIG. 6. Sincronización con Progestágeno y estradiol mas inseminación a tiempo fijo (IATF).



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3 más inserción y retiro del inserto de progesterona

No. máximo de periodos de manejo = 4

Días de duración del protocolo = 10-11

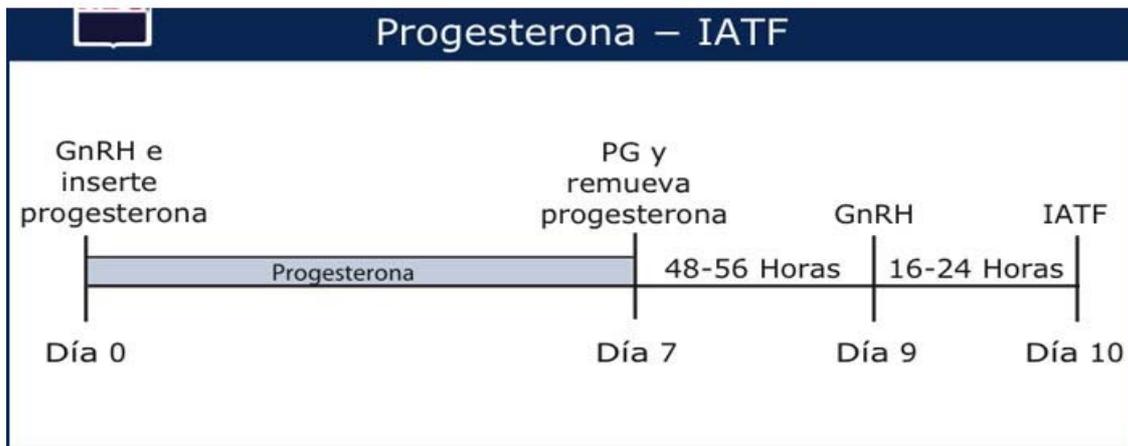
Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

Insemine las vacas que muestren estro después de retirar el inserto de progesterona (Cutaia *et al.*, 2006; ABS América Latina, 2009)

7.1. Sincronización de celo con Progestágeno, Prostaglandina y Gonatropina más Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. (P4, PGF2a y GnRH ITF).

Es útil para la sincronización del estro con esponja de 250 mg de acetato de medroxiprogesterona por ejemplo, esta se deja por 7 días y tras la cual se aplica PGF2a o análogos al momento de retirar la progesterona. En vacas con estrés calórico o nutricional se aplica 500 UI de gonadotropina (GnRH), 2 días después de la aplicación de la prostaglandinas posteriormente se prosigue a inseminar a tiempo fijo. Los esquemas de sincronización de ovulaciones han sido desarrollados para resolver el problema de escasa manifestación de celo en épocas de estrés calórico y han dado buenos resultados en hatos con mala detección de calores (Galina *et al.*, 2006; Callejas *et al.*, 2007).

Fig. 7. Sincronización de celo con Progestágeno, Prostaglandina y Gonatropina más Inseminación Artificial a Tiempo Fijo. (P4, PGF2a y GnRH, IATF)



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3 más inserción y retiro del inserto de progesterona

No. máximo de periodos de manejo = 4

Días de duración del protocolo = 10

Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

También Insemine las vacas que muestren estro después de retirar el inserto de progesterona.

Opción de resincronización: 14 días después de la IA, inserte el inserto de progesterona; 7 días después retírelo y detecte celos (Cole *et al.*, 2001).

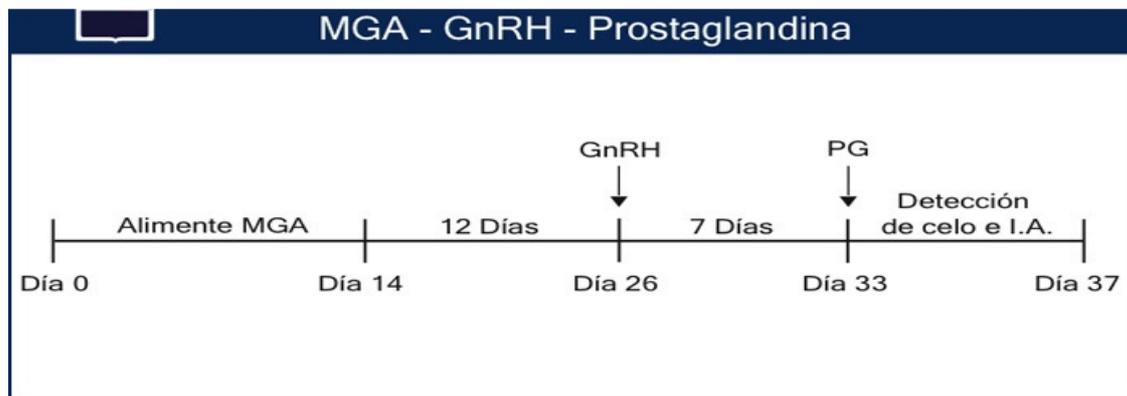
7.2. Sincronización de celos con MGA-GnRH y Prostaglandina o También conocido como a largo plazo.

El progestágeno aplicado vía oral es el acetato de megestrol (MGA) usado en esponjas vaginales para sincronizar ovejas. En bovinos se usa vía oral para

suprimir el estro durante la engorda de hembras destinadas al sacrificio. Para sincronizar celos se dan 2 kg de concentrado en dosis de 0.5 mg/animal/día puede ser por 7 o 14 días. El celo se presenta de 3-5 días después de suspenderlo, pero no se recomienda inseminar pues hay muy baja fertilidad en este calor. Se aplica GnRH 12 días después de retirar el MGA y prostaglandina F2 alfa, 17-19 días después de suspensión del MGA, presentándose celo 3-7 días después y se insemina a calor detectado. El éxito de este método por medio de progestágenos va a depender de la dosis, de la detección de celos, manejo y condición corporal, pudiendo tener 50-70% de gestación (Galina *et al.*, 2006; Beal, 2010).

Este esquema también ha sido desarrollado para resolver el problema de escasa manifestación de celo en épocas de estrés calórico y ha dado buenos resultados en hatos con mala detección de calores (Cutaia *et al.*, 2006).

Fig.8.Sincronización de celos con MGA-GnRH y PROSTAGLANDINA O También conocido como mga a largo plazo.



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 2 más 14 días de alimentación MGA

No. máximo de periodos de manejo = 3 más 14 días de alimentación MGA

Días de duración del protocolo = 36 a 37

Recomendado para IA a tiempo fijo = No

Recomendado únicamente para vaquillas

La desventaja de este protocolo sería que se puede obtener más baja fertilidad debido a que las cantidades proporcionadas en el alimento a diario se corre el riesgo de que no consuman la necesaria para la sincronización (Callejas *et al.*, 2007; ABS América Latina, 2009).

7.3. Sincronización de celo con Progesterona mas cosynch-IATF. (vaquillas)

Se desarrollo el protocolo Progesterona Cosynch (cordinated synchronization). El cual ha dado buenos resultados. El de 7 días CO-SYNCH + CIDR el protocolo se recomiendan tanto para vacas como para novillas. El porcentaje de fertilidad con este protocolo probablemente será mayor que el protocolo con MGA-GnHR- PG, Debido a que para la mayor parte de los productores se correrá el riesgo inferior sobre el consumo exacto a diario de MGA.(Castillo *et al.*, 2007).

Se describe a continuación

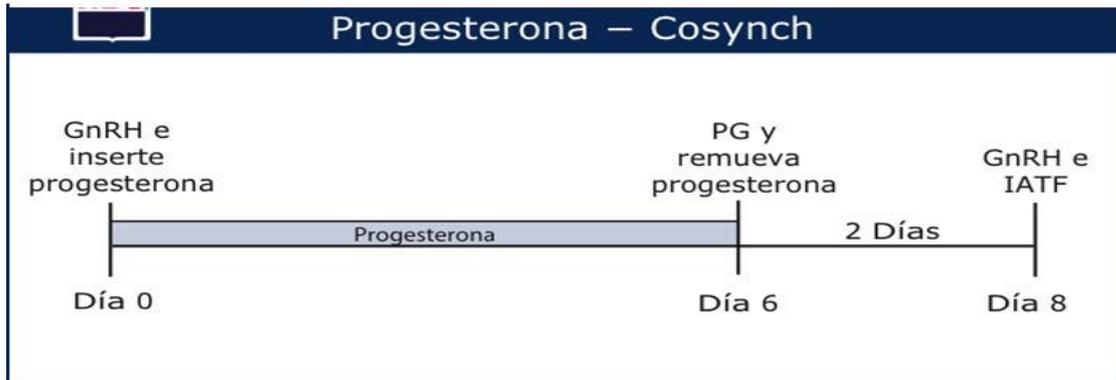
GnRH e inserte progesterona

6-7 días después retirar progesterona y aplicar PGF2a

2 días después GnRH e ITF

Es de más utilidad en ganado de carne. La fertilidad es mejor con I.A. a calor detectado, la desventaja es que en ganado de carne se tiene que establecer y preparación del personal para la detección de celo (Castillo *et al.*, 2007).

Fig. 9. Sincronización de celo con Progesterona mas cosynch- IATF.



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3 más inserción y retiro del inserto de progesterona

No. máximo de periodos de manejo = 3

Días de duración del protocolo = 8

Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

Insemine las vacas que muestren estro después de retirar el inserto de progesterona.

Opción de resincronización: 13 a 14 días después de la IA, inserte el inserto de progesterona; 7 días después retírelo y detecte celos (Galina *et al.*, 2006; Castillo *et al.*, 2007; ABS América Latina, 2009).

7.4. Desventaja

La sincronización de estros con progestágenos es altamente eficaz para inducir signos de estro. Sin embargo, se ha observado que cuando el uso del tratamiento es prolongado, la fertilidad obtenida después de su uso es generalmente baja. Por lo tanto, se ha buscado acortar el periodo en el que se administran, utilizando elementos como son (Estradiol o la PGF2a) que al añadirse al esquema de tratamiento, posibilitan una reducción en la vida media del cuerpo lúteo. El estradiol no tiene propiedades luteolíticas, pero cuando es usado en el

metaestro, interfiere con la formación apropiada del cuerpo lúteo y en el diestro, actúa indirectamente acortando su vida a través de los mecanismos anteriormente citados. Si bien el progestágeno impide que se presente el pico preovulatorio de LH pero no puede impedir que se dé un aumento en la frecuencia de pulsos de esta hormona, lo que permite que el folículo dominante se mantenga por un tiempo superior a lo normal, convirtiéndose en un folículo persistente. De otra manera es, que cuando el ciclo estral se sincroniza en la ausencia del cuerpo lúteo, la presencia de un progestágeno puede alargar la vida de un folículo resultando en una fertilidad pobre. Se ha utilizado la administración de dosis bajas de estrógenos al final de la administración de la progesterona para activar el eje hipotálamo -hipofisario y reducir el estrés después de la terapéutica (González *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2007)

7.5. Sincronización del celo con prostaglandinas

Este método es el más utilizado para la sincronización del estro en animales que se encuentran ciclando ya que para que funcione la sincronización con prostaglandina se necesita de tejido lúteo funcional. Sus distintas presentaciones comerciales, tanto en forma natural como sus análogos, son igualmente eficaces para provocar la luteolisis (Galina *et al* 2006).

En efecto en el bovino el tiempo promedio de presentación del celo tras la sincronización con prostaglandina varía entre 48 y 72 horas. Si existe un folículo dominante maduro cuando ocurra luteolisis el estro se presenta de 48 a 60 horas después. No obstante si el folículo está en crecimiento o en etapa de atresia temprana, el estro se manifestará hasta que el folículo finalice su desarrollo, o incluso hasta que se dé el reclutamiento de una nueva oleada folicular, lo que pudiera representar un retraso en su presentación de hasta 4 o más días (Galina *et al* 2006).

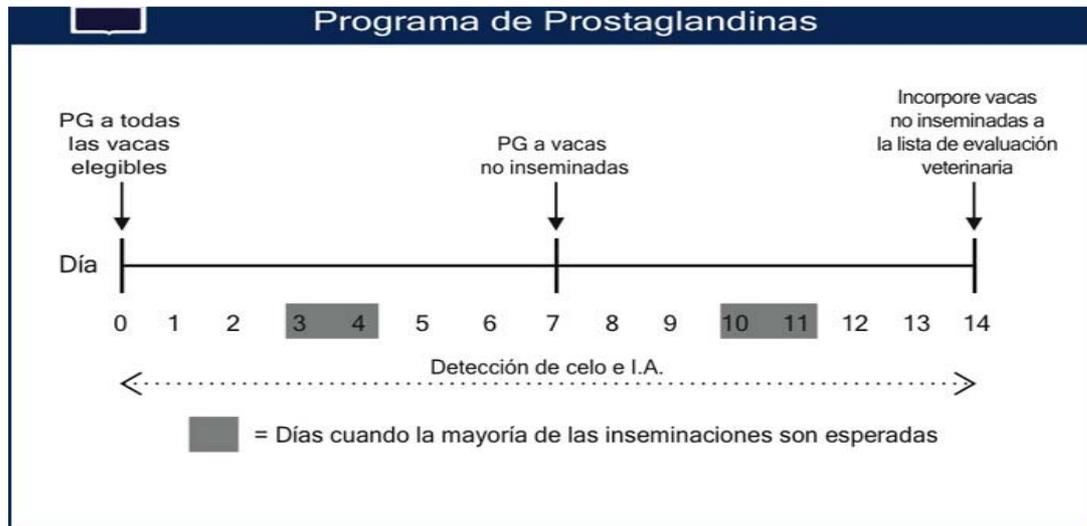
Cabe señalar que es necesario que el cuerpo lúteo haya alcanzado determinado grado de madurez para que pueda haber una respuesta a la acción de la prostaglandina, razón por la cual entre 10 15 % de las vacas con cuerpo lúteo no

presentan luteolisis después de que esta ha sido aplicada de manera exógena. De hecho recientemente se determinó que para que el cuerpo lúteo haya desarrollado la capacidad de expresar prostaglandina sintetasas. En otras palabras el cuerpo lúteo requiere producir PGF_{2α} en forma autocrina para lograr su lisis. La repercusión práctica de lo anterior en un hato con el 100 % de los animales ciclando, regularmente se traduce en que solo el 60-65% tendrá un cuerpo lúteo responsivo al aplicarle un tratamiento con prostaglandinas. El 35-40% restante estará en fase de proestro, estro o metaestro en las que no se encuentra un cuerpo lúteo o este se encuentra aun en un estado inmaduro. Por esta razón se desarrolló el siguiente método en el que se utilizan dos inyecciones separadas de PGF_{2α}, cuyo objetivo es que todos los animales presenten un cuerpo lúteo sensible al momento de la segunda aplicación de la PGF_{2α} (Michael *et al.*, 2004)

7.6. Dos aplicaciones de pgf_{2α}

Este método de sincronización se basa en la destrucción del cuerpo lúteo (CL) con la consecuente presentación temprana del estro. Se utiliza dos inyecciones de PGF_{2α} aplicadas en un intervalo de 11-14 días, procediendo a detectar celos e inseminar. La inseminación será solo después de la segunda inyección para lograr un mejor porcentaje de fertilidad, su CL desaparece y entran en celo con un nuevo CL que este suficientemente maduro para responder a una segunda inyección (al menos en el día 6-7 del ciclo estral) además, aquellas hembras que no estaban en un estado del ciclo estral con un CL que podía retrogradarse después de la primera inyección de PGF_{2α} suelen ser más sensibles después del día 14. El uso de un intervalo de 14 días para vaquillas de reemplazo y vacas, es conveniente debido a que las dos inyecciones caen en el mismo día de la semana (Michael *et al.*, 2004).

Fig. 11. Sincronización con prostaglandina



Otros protocolos donde se utiliza pgf2a

-Sincronización del estro con prostaglandina, se emplean dos inyecciones de prostaglandinas y palpación del cuerpo amarillo.

-Se emplean dos inyecciones de prostaglandina pero no palpación del cuerpo amarillo.

-De sincronización del estro con prostaglandinas. Se emplea detección de calor después de la primera inyección e IA pero no inyección (Michael *et al.*, 2004; ABS, América Latina, 2009).

7.7. Observaciones

La alternativa de este programa es la inyección de los animales inseminando a las que sean detectadas en celo ya sea en la mañana o en la tarde, tras la inyección. Las hembras no detectadas en celo reciben una segunda inyección.

Como se menciona la inyección de dos dosis de PGF2a con 11-14 días de

separación, puede sincronizar el 80% o más de un hato. Sin embargo, la presentación de celo y ovulación después de la segunda inyección de PGF2 α , puede ser muy variable para sustentar un programa de inseminación artificial a tiempos predeterminados, así que se recomienda un programa de detección de celos después de esta manipulación hormonal y la inseminación correspondiente (Galina *et al* 2006).

7.8. Desventajas.

Desde el punto de vista endocrino, no existen diferencias entre la luteolisis 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. Sin embargo cuando se utilizan prostaglandinas para sincronizar el estro se observa una gran dispersión de la presentación del estro, debido a la diferencias en la etapa de desarrollo folicular en la que se encuentran los animales tratados, por lo tanto las diferencias temporales descritas en relación con el intervalo entre tratamientos y la presentación del estro son una de las principales razones del fracaso de la inseminación artificial a tiempo fijo después de la sincronización con prostaglandinas. Si el hato esta en un estado nutricional de baja energía se reducirá la eficiencia reproductiva en vacas altas productoras con fases de cuerpo amarillo prolongadas. (Michael *et al.*, 2004; Galina *et al* 2006).

Son abortivas en animales gestantes.

Se ha llegado a recomendar inseminación a tiempo fijo después de la segunda inyección de prostaglandina, pero generalmente se obtiene baja fertilidad Además de que se necesita tejido lúteo funcional para que La PGF2 α funcione (Michael *et al.*, 2004; Galina *et al* 2006).

7.9. Ovsynch y destete temporal

La combinación de los métodos hormonales con el manejo de la lactancia en vacas productoras de carne que entran a empadre con cría mejora los

resultados en los programas de sincronización de celos y ovulaciones. El anestro lactacional es de duración variable y depende de varios factores aparte del amamantamiento. El destete suprime este factor inhibitor de la ciclicidad estral y termina el anestro en caso de no haber otra causa (Añez *et al.*, 2005).

La causa del anestro lactacional es que el amamantamiento de la cría, además de estimular la liberación de oxitócina por la hipófisis posterior para la bajada de la leche y de prolactina por la hipófisis anterior, induce la secreción de endorfinas en el hipotálamo las cuales inhiben la liberación de GnRH, por lo tanto no habrá liberación de las hormonas foliculoestimulantes (FSH y LH) por consecuente la inhibición de la aparición del ciclo estral. Conforme crece el becerro este comienza a consumir otros alimento aparte de la leche disminuye el amamantamiento y con el la secreción de endorfinas en el hipotálamo y paulatinamente se quita la inhibición que las endorfinas ejercen sobre el hipotálamo y se liberan GnRH en pulsos cada vez mas anchos y frecuentes lo que hacen que se liberen FSH y LH que viajan al ovario para ejercer su función en el ciclo estral, culminando con la ovulación, reiniciando la actividad ovárica posparto (Añez *et al.*, 2005; Sintex,2005).

Como el amamantamiento no es el único factor del anestro lactacional, a veces el reinicio de la actividad ovárica se da hasta el destete o después del mismo, en ocasiones bastante después debido principalmente a la mala condición física de la vaca por deficiencias nutricionales, infestaciones parasitarias, enfermedades infecciosas o metabólicas. Existen varias practicas de manejo de la lactancia que pueden usarse para sincronizar o inducir celos. El destete definitivo se hace tradicionalmente a los 7-8 meses de edad de la cría lo cual resulta muy tardío para lograr la meta del intervalo entre partos de un año. Se ha usado el destete precoz a los dos meses que resulta muy efectivo para terminar con el anestro y gestar pronto a las vacas, pero es impráctico pues los becerros deben criarse artificialmente (Añez *et al.*, 2005; Sintex, 2005).

El destete temporal, que consiste en retirar la cría (con edad de por lo menos un mes de edad) durante 2-4 días tras los cuales se regresa con la madre, es bastante efectivo y solo se requiere atender a los becerros durante unos días (Añez *et al.*, 2005).

Es común utilizar la combinación de Ovsynch con el destete temporal o Cosynch y destete en el cual se obtienen los siguientes resultados.

Ovsynch 52% de gestación.

Ovsynch mas destete 48 horas 62 % de gestación.

Cosynch 55% de gestación.

Cosynch mas destete 48 horas 63 % de gestación.

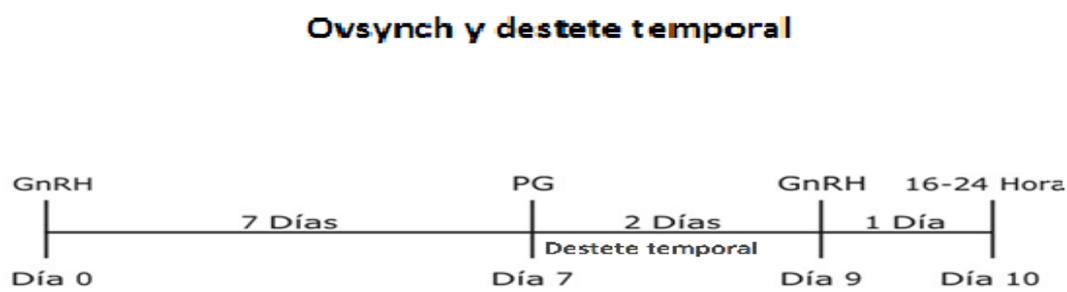
Es importante en inseminación a tiempo fijo los resultados siempre van hacer mejores si se insemina a calor detectado (Mapletoft *et al.*, 2003)

Los mejores resultados se obtienen cuando se usa la lactancia controlada, que es la restricción, desde el momento del nacimiento del amamantamiento solo unas cuantas horas diarias en vez de que la cría este las 24 horas diarias con la madre. La disminución consecuente de la frecuencia de amamantamiento es el factor determinante para que se reinicie pronto la actividad ovárica posparto y prácticamente no se presenta el anestro lactacional, siempre y cuando la vaca este sana y en buena condición física (Añez *et al.*, 2005).

La elección del método de sincronización de estros o de ovulaciones dependerá de las condiciones climáticas, de manejo, económicas y sanitarias particulares de cada explotación, afín de aprovechar al máximo los beneficios de la sincronización estral y las múltiples ventajas que ofrece la inseminación artificial (Añez *et al.*, 2005).

Muchos estudios han mostrado que Ovsynch es una estrategia efectiva y económica para mejorar el desempeño reproductivo de las vacas de alta producción. Los primeros estudios mostraron tasas de concepción similares para vacas en lactancia manejadas en confinamiento recibiendo Ovsynch o vacas servidas a estro detectado. Sin embargo varios estudios posteriores han reportado que Ovsynch resulta en menores tasas de concepción comparado con inseminación artificial a estro detectado (Palomares *et al.*, 2005).

Fig. 10. Ovsynch y destete temporal



8. METODOS MÁS UTILIZADO EN GANADO BOVINO DE LECHERO

8.1. Ovsynch

Existen varios protocolos para sincronización de estro y ovulaciones que se logran con la aplicación de GnRH y PGF2 α . Uno de ellos es el Ovsynch (ovulación y sincronización), que es muy utilizado en bovinos lecheros para inseminar a tiempo fijo sin detectar celos. Este protocolo es: descrito por (Pursley *et al.*, 1996)

Aplicar GnRH

Esperar 7 días y aplicar PGF2 α .

Esperar 2 días e inyectar nuevamente GnRH o cipionato de estradiol.

La ovulación ocurrirá de 26-30 horas o por lo general un día 24 horas después.

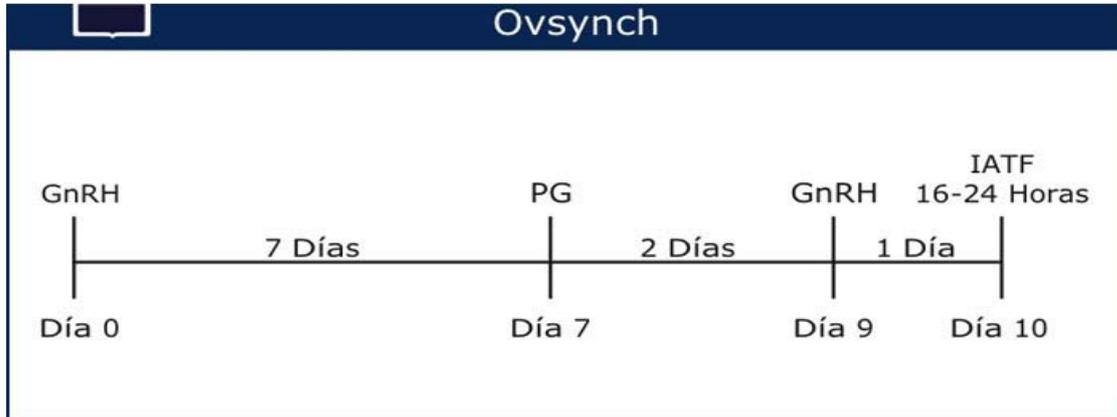
IA al momento de esta última inyección o 16- 20 horas después ya que la capacitación espermática es de 6 horas.

En general se obtiene un 30-40% de gestación y 25 % si hay detección de celo (Cornwell, *et al* 2006).

En este procedimiento se utiliza IA en tiempos establecidos en el 100 % de las vacas ya que no se detectara el celo. Este método tiene ahorros en tiempos que a muchos veterinarios les resulta convenientes a pesar de que la tasa de concepción puede ser inferior a la que se obtiene con la inseminación al observar el celo. Sin embargo la tasa de concepción es ligeramente mayor a la lograda con las dos inyecciones de prostaglandinas (Añez *et al.*, 2005; Galina *et al.*, 2006; Callegas *et al.*, 2007; Brusveen *et al.*, 2008).

La baja tasa de concepción de este sistema de sincronización se debe a que los folículos dominantes no maduran de manera coordinada al momento de la segunda inyección de GnRH. La inducción de la ovulación de folículos aun pequeños genera una fase lútea breve y ciclos más cortos con pérdidas embrionarias por un cuerpo amarillo demasiado pequeño e insuficiente (Brusveen *et al.*, 2008).

Fig.12. Ovsynch



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3

No. máximo de periodos de manejo = 4

Días de duración del protocolo = 10

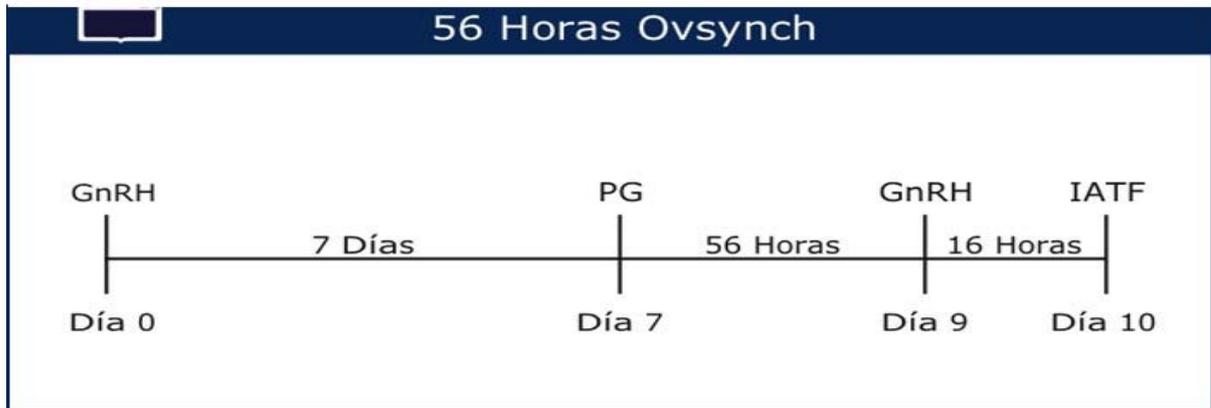
Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

Insemine las vacas que muestran estro en cualquier momento durante el protocolo

Se puede usar inserto de progesterona entre el GnRH y la PG 7 días

(Añez *et al.*, 2005; Callegas *et al.*, 2007; ABS, América Latina, 2009).

Fig.13. Ovsynch a 56 horas



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3

No. máximo de periodos de manejo = 4

Días de duración del protocolo = 10

Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

Insemine las vacas que muestran estro en cualquier momento durante el protocolo

Se puede usar inserto de progesterona entre el GnRH y la PG 7 días (Añez *et al.*, 2005; Brusveen *et al* 2008; América Latina, 2009)

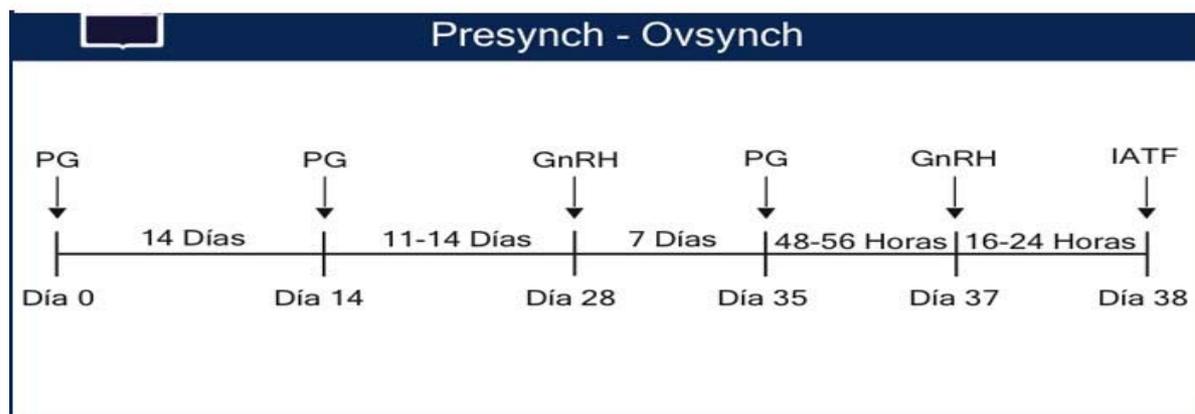
8.2. Presynch

Este sistema tiene mejores resultados que el ovsynch. Se logra un mayor porcentaje de fertilidad y la tasa de concepciones. Lo que se busca con este sistema es tener a las vacas en fase lútea temprana al iniciar el Ovsynch (Beal, 2010).

Se describe a continuación:

Dos inyecciones con diferencia de 12 o 14 días, las vacas entrarán al ciclo en 3-5 días en el día 7 a 11 del ciclo, cuando se aplique la GnRH. Por supuesto se tendrá que aplicar cinco inyecciones en un lapso de más o menos 45 días y se obtiene una tasa de concepción de alrededor de 40%. A pesar de la baja tasa de concepción en algunos hatos de gran tamaño resulta más factible que tener un programa de detección de celo. Hasta un 20 % de las vacas estarán en celo los días 6 o 9 del ovsynch, las cuales se deben inseminar y se suspende el tratamiento (Cornwell, *et al* 2006; ABS, América Latina, 2009; Beal, 2010).

Fig.14. Presynch



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 5

No. máximo de periodos de manejo = 6

Días de duración del protocolo = 35 a 38

Recomendado para IA a tiempo fijo = Sí

Insemine las vacas que muestran estro en cualquier momento durante el protocolo

Se puede usar inserto de progesterona entre el GnRH y la PG (7 días)

Estos son protocolos sugeridos. ABS no garantiza ni se hace responsable de la respuesta y los resultados de su uso. (Cornwell et al 2005; Cornwell, *et al* 2006; ABS, América Latina, 2009).

8.3. Cosynch

A fin de simplificar el Ovsynch se desarrollo el protocolo Cosynch (cordinated synchronization) en el que se reduce de 4 a 3 el numero de veces de 4 a 3 el numero de veces que se maneja el ganado al realizar la inseminación al mismo tiempo que se aplica la segunda GnRH (Añez *et al.*, 2005; ABS, América Latina, 2009).

Se describe a continuación:

GnRH

7 días después PGF2a

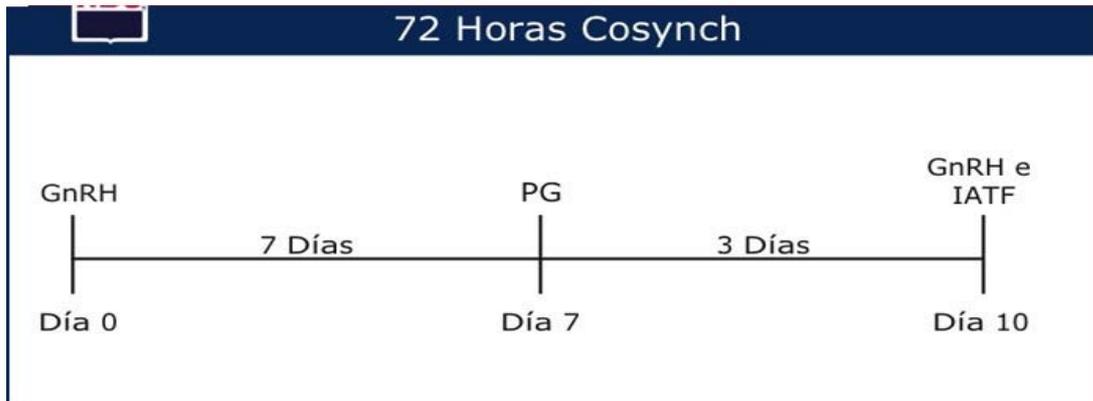
2 días o a 72 horas después GnRH t I.A es como se esta usando actualmente con mejores resultados.

Se usa mas en ganado productor de carne, aunque se puede emplear en ganado lechero con o sin pre sincronización, los resultados son similares al Ovsynch, siendo posible obtener 40-45% de gestación en ganado de carne. En Ovsynch y Cosynch la fertilidad es mejor con I.A. a calor detectado.

Fig.15. Cosynch

Puede ser a 48 0 a 72 horas la ITF

Cosynch 72 horas



Instrucciones

No. máximo de inyecciones = 3

No. máximo de periodos de manejo = 3

Días de duración del protocolo = 10

Recomendado para IA a tiempo fija = Sí

Insemine las vacas que muestran estro en cualquier momento durante el protocolo

Se puede usar inserto de progesterona entre el GnRH y la PG 7 días

(Añez *et al.*, 2005; ABS, América Latina, 2009).

8.4. Selectsynch y selectsynch plus

El método Selectsynch (selective synchronization) se desarrollo con base en los resultados obtenidos al inseminar a calor detectado las vacas sometidas a los tratamientos anteriores. El protocolo es:

Aplicar GnRH.

7 días después aplicar PGF2a.

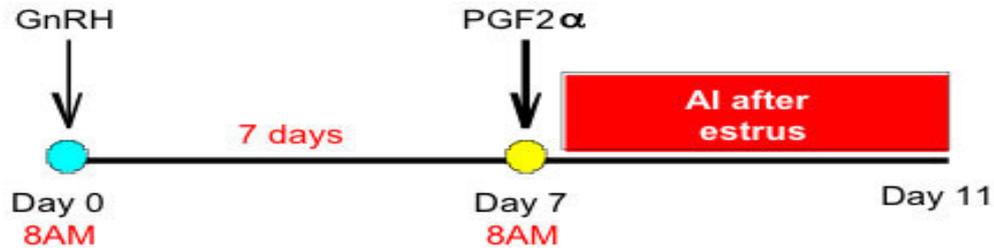
Detectar celos e inseminar y las que no entraron se inseminan a las 60-72 horas aplicándoles GnRH.

La observación para la detección de celo se hace desde 24-48 horas antes de la prostaglandina y se continúa por 5-7.

Si hay estro antes de la aplicación de la prostaglandina se debe suspender el tratamiento e inseminar. Como algunas hembras no manifiestan celo después del tratamiento la alternativa para estos casos es detectar celos hasta 48-60 horas después de la PGF_{2a}, inseminar las que manifiestan celo y las que no lo hicieron se inseminan a las 60-72 horas aplicándoles GnRH al momento de la I.A. convirtiendo el tratamiento en un Cosynch con unas horas más entre la prostaglandina y el servicio. El Cosynch se describió anteriormente. Con este protocolo de Selectsynch existen dos opciones, Inseminación a celo detectado o con inseminación a tiempo fijo con o sin aplicación de GnRH, a la I.A. los mejores resultados se obtuvieron con calor observado y después cuando se inseminó en forma fija a las 72 horas. Teniendo como resultado un 61 % de gestación en I.A. a celo detectado. Y un 54-55 % en I.A. tiempo fijo con o sin la aplicación de GnRH. (Cutaia *et al.*, 2006; Añez *et al.*, 2005; ABS, América Latina, 2009).

El Selectsynch es más sencillo y barato que el Ovsynch y el Cosynch, pues solo el 40-30% de las vacas reciben la segunda inyección de GnRH, pero requiere detección de celos. La mayoría de las vacas muestran celo 2-3 días después de la prostaglandina. Con presentación de celo de 70-75% y fertilidad de 60-70% mayor que en los otros métodos por el hecho de inseminar en un mejor momento, se obtiene un 40-45% de gestación (Cerri *et al.*, 2004; Añez *et al.*, 2005; Cutaia *et al.*, 2006; Añez *et al.*, 2005; ABS, América Latina, 2009).

Fig.16. Selectsynch



Selectsynch plus

Otra opción para vacas que parieron tarde y no se adaptan al MGA a largo plazo o cuando no se puede dar MGA por alguna razón es el Selectsynch Plus que consiste en:

GnRH 7 días después utilizar Selectsynch.

El GnRH inicial da la oportunidad de resaber el anestro y mejora la sincronía del desarrollo folicular, no evita los celos tempranos pero mejora el 15% la gestación al aumentar la fertilidad de las vacas inseminadas a 72 horas (Cerri *et al.*, 2004; ABS, América Latina, 2009).

8.5. Servicio programado modificado

El servicio programado modificado es una variante del protocolo Presynch, solo se aplica una prostaglandina combinado con Selectsynch o Cosynch u Ovsynch. El protocolo consiste en:

Aplicar PGF2a a los 14 días se prosigue con Selectsynch o Cosynch u Ovsynch.

Ejemplo

Día 14 se aplica PGF2a

7 días después aplicar GnRH

7 aplicar PGF2a

Inseminar a calor detectado.

Es factible el uso de otros métodos combinados como el uso de progestágenos con Ovsynch, Cosynch o Selectsynch. El protocolo en estos casos sería: insertar dispositivo vaginal e inyección de GnRH, 7 días después aplicar PGF2a remover dispositivo e inyectar prostaglandina continuando con el método respectivo de sincronización de ovulaciones (Palomares *et al.*, 2005; Michael *et al.*, 2004).

8.6. Heatsynch

Recientemente se ha desarrollado un esquema llamado Heatsynch abreviatura de (sincronización de calores) que es similar al Ovsynch pero se utiliza estradiol (1mg) en vez de la segunda aplicación de GnRH. El esquema es:

GnRH

7 días después aplicar PGF2a

1 día después aplicar Estradiol y 2 días después I.A.

En el método Ovsynch la segunda GnRH estimula el pico de LH la cual producirá la ovulación.

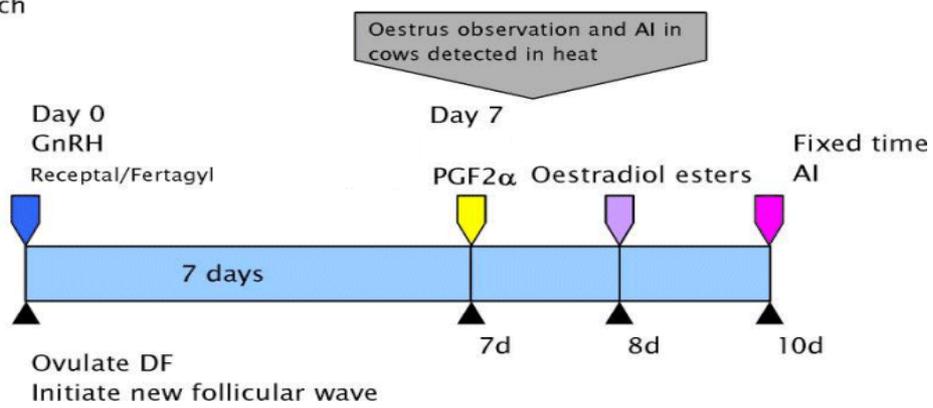
La razón para utilizar el estradiol es que es mucho más barato que la GnRH pero su efecto es más lento, mientras que la GnRH provoca el pico de LH una hora después de su aplicación, el estradiol tarda 40 horas en ejercer el mismo efecto por lo cual se aplica solo 24 horas después de la prostaglandina y la inseminación se hace hasta 48 horas después de inyectarlo. Como el estradiol por sí mismo provoca la conducta de receptividad sexual, hay mayor proporción de vacas que

manifiestan celo que con Ovsynch, si el celo se presenta antes de las 48 horas después de aplicado el estradiol se proceda a inseminar. (Palomares *et al.*, 2005).

El Ovsynch funciona mejor en vacas con quistes y el Heatsynch en vacas con celo unos días antes del tratamiento. (Cerri *et al.*, 2004; Michael *et al.*, 2004; Palomares *et al.*, 2005)

Fig.17. Heatsynch

Heat Synch



8.7. CONCLUSION

De acuerdo al objetivo general y a los resultados obtenidos en este trabajo se concluye: Existen numerosos protocolos de sincronización de celos y ovulaciones, cada uno de ellos tiene sus ventajas y desventajas.

En conclusión el mejor de los protocolos utilizados o recomendados para el ganado bovino de agostadero es el uso del protocolo del CIDR-ESTRADIOL-INSEMINACION A TIEMPO FIJO de la siguiente manera:

- ⦿ Día cero insertar progesterona y 2 mg de estradiol
- ⦿ Día 7 remueva progesterona y aplique PG .
- ⦿ 24 horas después aplicar estradiol.
- ⦿ ITF 52-56 horas después de la aplicación de PGF2a

con destete temporal por 72 horas y amamantamiento restringido una vez al día este protocolo permitirá mejorar el porcentaje de preñez de vacas con cría al pie en agostadero si se prefiere utilizar la técnica de inseminación artificial ya que este protocolo es de IATF. En el caso de tener un programa con monta natural o También con Inseminación es mejor el uso del protocolo de Progesterona con detección de celo (a corto plazo). El uso de progestágenos ha dado resultados satisfactorios para la sincronización del estro en el ganado criado en agostadero el cual es el ideal con resultados aceptables.

8.8. Recomendaciones: Se recomienda a los ganaderos que incorporen en sus trabajos de campo la utilización de protocolos que les ayuden a estacionalizar sus épocas de monta y con ella la época de pariciones y la venta de sus animales, esto puede brindarles una herramienta de organización de su ganado.

8.9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Asprón M.A. 2-Apr-2004. International Veterinary Information Service, Curso de Actualización - Manejo Reproductivo del Ganado Bovino, Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro, Universidad Nacional Autónoma de México, Querétaro, México. Ithaca, New York, USA.

Añez G. J. C. 2005 Uso de protocolos Ovsynch en el control del anestro posparto en vacas mestizas de doble propósito, revista científica, vol., 15,1.p 713.

Álvarez C. S. Zarzaso, M. y Cledou, G. 2007. Uso de un dispositivo intravaginal con progesterona en vacas de cría con servicio natural. Resúmenes 7mo. Simposio Internacional de Reproducción Animal. IRAC. Córdoba. p. 236.

Botana L. M. Landoni, F. Martin T. Jiménez G. 2002, Farmacología y terapéutica veterinaria, primera edición, España Editorial McGraw-Hill Interamericana de España S.A.U.p, 734.

Brusveen, D. J. Souza, H. A. and Wiltbank M.C. 2008, effects of additional prostaglandin F₂ α and estradiol-17 β during Ovsynch in lactating dairy cows, american Dairy Science association, vol. 92 No. 4, November 15, p 1412 -1422.

Beal W. E. May 27, 2010. Current Estrus Synchronization and Artificial Insemination Programs for Cattle. Journal of Animal Science, vol., 76. P, 30-38.

Cole H.H. 2001. Introducción to livestock producción, including Dairy and Poultry, segunda edición, San Francisco, California, U.S.A. Editorial W. H. Freeman and Company, 898 p.

Cantú E. J. B. 2001, sistema de producción de ganado bovino productor de carne, tercera edición, México, Editorial COPYRIGHT, 252 p.

Cerri, R. L. Santos, E. P. Juchem, S. O. Galva, K. N. o, and Chebel, R. C. 2004, Timed Artificial Insemination with Estradiol Cypionate or Insemination at Estrus in High-Producing Dairy Cows, *Journal animal science*, Vol. 87, No. 11, p 3704-3715.

Cornwell, J. L. McGilliard, M. L. Kasimanickam, R. † and Nebel R. L. 2006. Effect of Sire Fertility and Timing of Artificial Insemination in a Presynch + Ovsynch Protocol on First-Service Pregnancy Rates. *Journal Dairy Science*. Vol., 89:p 2473–2478.

Cutaia, L. Pérez L. Pincinato, D.A. and Menchaca, D. A. 2006, Nuevos avances en programas de sincronización de celos en vaquillonas inseminadas a tiempo fijo, Instituto de reproducción animal Córdoba, p 1-8.

Callejas, S. S. 2007. Uso de dispositivos intravaginales con progesterona para controlar el ciclo estral en rodeos de cría y lecheros. Facultad de Ciencias Veterinarias Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

Davis H. P G. Underbjerg, K. L. and George W. 1990. Trimberger, An improved method for artificial insemination of the bovine by vaginal deposition of the semen, *The American Society of Animal Production J Anim Sci*. p, 221-223.

Esperon S. E. A. 1996. Efecto estacional en la fertilidad de hembras cebuinas inseminadas después de aplicar un implante hormonal, Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias pecuarias. Universidad de Colima Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Colima, Col.9 México.

Fricke, P.M. 2001, Entendiendo la clave para una reproducción exitosa. Institute Babcock. Departamen of Dairy Science University of Wisconsin-Madison.

Fike, K.E. Day, M. L. Inskeep, M.E. Kínder, J. E. Lewis, P.E. Short R. E. and Hafs, H. D. June 3, 2010 an intravaginal device containing progesterone with or without a subsequent injection Estrus and luteal function in suckled beef cows that were anestrous when treated with of estradiol benzoate, *Journal of Animal Science*, Vol 75, p 2009-2015.

González. P. E, Ruiz RL, Feber D, Denham A, Wiltbank JN. 1985. Puberty in beef heifers III Induction of fertile estrus. J Anim Sci,40:1110-8.

González F. Romualdo MV. 2005. ERA. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela Venezolana de Inseminación Artificial y Trasplante de Embriones-2005 C.A. (VIATECA) Viateca11@cantv.net - www.viateca.com.

Galina C. Javier V. 2006; Reproducción de los animales domésticos, segunda edición, México, Editorial Limusa, 578 p.

Giraldo G. John J. 2008 Sincronización y resincronización de celos y de ovulaciones en ganado de leche y carne. Revista Lasallista de Investigación. Vol.5, Núm. 2, julio-diciembre, p. 90-99.

Holy, L. 1983. Biología de la reproducción bovina. Ed. Diana. México.

Hafez, B. E.S.E, 2000; Reproducción e inseminación artificial en animales, séptima edición, México, Editorial McGraw-Hill Interamericana, 519 p.

Koppel .R.E.T. Rodríguez .R.O.L.1992. Sincronización del celo con progestágenos e I.A. en vaquillas Cebú en el trópico. México Ganadero; 359: 17-23.

Moreira,F. Orlandi,C. Risco, C.A † Mattos,R. 2000. Effects of Presynchronization and Bovine Somatotropin on Pregnancy Rates to a Timed Artificial Insemination Protocol in Lactating Dairy Cows, J. Dairy Sci. Vol 84, n° 7, November 21, P 1646-1649.

Martínez, M.F. Kastelic J. P. Adams, G. P. and Mapletoft, R. J. 2002The use of a progesterone-releasing device (CIDR-B) or megestrol acetate with GnRH, LH, or estradiol benzoate for fixed-time AI in beef heifers, Journal, Animal Science. Vol. 80, p 1746-1751.

Mapletoft, R. J. Martínez, M.F. Colazo.M.G. and Kastelic, J. P.2003 The use of controlled internal drug release devices for the regulation of bovine reproduction, Journal Animal Science. Vol.E28-36.

Michael J. Fields and Mordechai S. 2004. Extragonadal Luteinizing Hormone Receptors in the Reproductive Tract of Domestic Animals, Biology of Reproduction, Vol. 71. P 1412-1418.

Natty K. P. M, Hudson, N. L, Collins, F. Fisher,M, Heath D. A. and Henderson,K. M.1989. Effects of oestradiol-17B, progesterone or bovine follicular fluid on the plasma concentrations of FSH and LH in ovariectomized Booroola ewes which were homozygous carriers or non-carriers of a fecundity gene, Journals of Reproduction and Fertiliti. Vol. 5. p 573-585.

Porras A. A. Galina H.1992 Utilización de progestágenos para la manipulación del ciclo estral bovino. Vet Méx ; 23: 31-6.

Pursley, J. R. Wiltbank, M. C. Stevenson, J.C. Ottobre J. S.. Garverick, and Anderson. H. A. 2,June 27, 1996. Pregnancy Rates Per Artificial Insemination for Cows and Heifers Inseminated at a Synchronized Ovulation or Synchronized Estrus. Journal of Dairy Science, Vol. 80. n° p 295-300.

Palomares.N. R. 2005 Efecto de dos protocolos hormonales a base de progesterona sobre la tasa de ovulación y ocurrencia de celos anovulatorios en vacas mestizas tropicales. Revista Científica, FCV-LUZ, Vol, 15, n° 3, p 242-251.

Rodríguez R.O.L. González PE. 1993. Sincronización de dos estros consecutivos e inseminación artificial sin detección del estro en vacas y vaquillas. Téc Pec Méx ; 44:52-7.20.

Randel, R. D.Holloway, J. W Villarreal J. y González, A. 1999. Manejo reproductivo y nutricional- la importancia de la condición corporal. Texas Agricultural Experiment Station Uvalde and Overton;, n° 6, p 1526. <http://www.unionganaderanl.org.mx/revista.asp>.

Ramírez R. B. Anderson L. Q. F. 2008. Evaluación de dos protocolos de sincronización con inseminación a término fijo en vacas previamente sometidas al destete precoz, Tesis para obtener el título de zootecnista, Bogotá, Universidad de la Sallé Facultad de Zootecnia.

Ramírez. F. C. M.V.Z. 2009 Comentario personal, Curso de inseminación artificial evaluado por la academia de reproducción animal. UAAAN-UL.

Spitzer JC, Burell WC, LeFever DG, Whitman RW, Wiltbank JN. 1988. Synchronization of estrus in beef cattle I. Utilization of Norgestomet implant and injection of Estradiol Valerate. *Theriogenology*; Vol.10: 181-200.

Sumano L. S. H. 1999, *Farmacología Clínica en Bovinos*, primera edición, México, Editorial Trillas, 652 p.

Silva.M .C. Aké-L.R, Delgado-L. R. octubre, 2000 Sexual behavior and pregnancy rate of *Bos indicus* bulls. *Theriogenology*; vol 53: p 991-1002.

Silva. M, C. Guzmán-C, R. Delgado-L, R. Aké-L, R. 2002 Respuesta de novillas brahmán a la sincronización del estro con progestágenos; conducta sexual y tasa de gestación. *Biomed. Vol. 13, Rev Biomed. Vol. 13, 4 . P 265-271.*

Sintex. Manejo Farmacológico del Ciclo Estral del Bovino. 2005.

http://www.Producciónbovina.com/información_tecnicas/inseminación_artificial/72/manejo_farmacológico_ciclo_estral_bovino.htm. Syntex.

Sumano L.S. H. Ocampo C. L. 2006; *Farmacología Veterinaria*, tercera edición, México, Editorial McGraw-Hill Interamericana, p, 1082.

Solorzano, H. W. Cesar, H. M. J. Galina H. C. Mayo, 24 de 2007, Reutilización de un dispositivo liberador de progesterona (CIDR-B) para sincronizar el estro en un programa de transferencia de embriones bovino. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas Pecuarias, México, México. Vol. 46. Numero 002. p 119-135.

Thomas E. Spencer, G. A. and Johnson; 18 February 2004, Progesterone and Placenta Hormone Actions on the Uterus: Insights from Domestic Animals, Biology of reproduction. Vol. 71, p 1-10.

<http://absamericalatina.com/herramientas/protocolos.shtml>.

Índice , numeración artículos.