

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



**Utilización de dos protocolos hormonales para la sincronización de la ovulación (Ovsynch+CIDR vs Ovsynch) y su efecto sobre la fertilidad de vacas lecheras Holsteín.**

**POR**

**JUAN IGNACIO GÓMEZ RIVAS**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA**

**OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**NOVIEMBRE DE 2015**

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

Utilización de dos protocolos hormonales para la sincronización de la ovulación (Ovsynch+CIDR vs Ovsynch) y su efecto sobre la fertilidad de vacas lecheras Holsteín.

POR  
JUAN IGNACIO GÓMEZ RIVAS

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

VOCAL:


  
MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

VOCAL:

  
DR. OSCAR ANGEL GARCÍA

VOCAL SUPLENTE:

  
DRA. LETICIA ROMANA GAYTÁN ALEMÁN

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2015

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

Utilización de dos protocolos hormonales para la sincronización de la ovulación (Ovsynch+CIDR vs Ovsynch) y su efecto sobre la fertilidad de vacas lecheras Holstein.

POR  
JUAN IGNACIO GÓMEZ RIVAS

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


  
DR. FRANCISCO GERARDO VÉLIZ DERAS

ASESOR:

  
MC. GERARDO ARELLANO RODRÍGUEZ

  
MC. RAMÓN ALFREDO DELGADO GONZÁLEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA  
ANIMAL

  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

TORREÓN, COAHUILA

NOVIEMBRE DE 2015

## **DEDICATORIA**

Para ustedes mis hijos:

Alely

Juan Ignacio

Gerardo

Que este logro alcanzado sea un ejemplo a seguir, ustedes son mi principal motivación.

## **AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo de felicidad.

Le doy gracias a mis padres, Sr. Ignacio y Sra. Concepción, por apoyarme en todo momento y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida. Pero sobre todo por ser un gran ejemplo a seguir.

A mi ALMA TERRA MATER, por haberme aceptado ser parte de ella, las oportunidades brindadas son incomparables, por todas las enseñanzas y la instrucción recibida, que aplico día a día en mi vida personal y profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	iv
CUADRO DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS .....	vi
RESUMEN .....	ix
1.INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
2. HIPÓTESIS.....	- 2 -
3. OBJETIV- 2 -	
4. REVISIÓN DE LITERATURA .....	- 3 -
4.1 Fisiología y endocrinología de la reproducción .....	- 3 -
4.2 Fases del ciclo estral.....	- 8 -
4.3. Fase folicular o de regresión del cuerpo luteo (Proestro).....	- 9 -
4.4. Fase preovulatoria (estro-metaestro) .....	- 10 -
4.5 Fase Luteal o Diestro .....	- 12 -
4.6 Dinámica folicular.....	- 14 -
4.6.1. Reclutamiento.....	- 15 -
4.6.2. Selección.....	- 15 -
4.6.3. Dominancia .....	- 15 -
4.7. Tecnologías reproductivas .....	- 17 -
4.7.1 Inseminación artificial (IA).....	- 17 -
4.7.2 Sincronización de la ovulación .....	- 18 -
4.8 Protocolos para la sincronización del estro y la ovulación .....	- 21 -
4.8.1 Protocolo Presynch - Ovsynch .....	- 21 -
4.8.2 Protocolo Ovsynch .....	- 22 -
4.8.3Protocolo Doble Ovsinch .....	- 23 -
4.8.4 Protocolo Cosynch .....	- 24 -
4.8.5 Protocolo Resynch (0).....	- 25 -
4.8.6 Protocolo Resynch(7).....	- 25 -
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	- 27 -

5.1. Localización del área de estudio.....	- 27 -
5.2. Animales y su manejo.....	- 27 -
5.3. Tratamiento de los animales .....	- 28 -
5.4 Variables evaluadas.....	- 29 -
5.4.1 Determinación de la preñez .....	- 29 -
5.4.2 Determinación de vacas que retornaron celo a la primera IA posparto .....	- 29 -
5.5 Análisis estadísticos.....	- 29 -
6. RESULTADOS .....	- 31 -
6.1 Porcentaje de preñez.....	- 31 -
6.2. Porcentaje de vacas que retornaron celo a la primera IA posparto.....	- 32 -
7. DISCUSIÓN.....	- 33 -
8. CONCLUSIÓN .....	- 35 -
9. LITERATURA CITADA.....	- 36 -

### INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

No.	TITULO DE FIGURAS	PÁG.
1	Regulación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario	4
2	Relaciones del sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico	8
3	Esquema de las hormonas del ciclo estral	11
4	Desarrollo y ondas folicular del ciclo estral	16
5	Esquema del programa presynch-ovsynch	21
6	Protocolos de sincronización con Ovsynch y Cosynch	23
7	Tasa de preñez de vacas en producción a la primera IA posparto sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación	30

<b>8</b>	Porcentaje de vacas en producción de leche con retorno a celo ( $21 \pm 3$ d) a la primera inseminación posparto sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación	31
----------	---	----



## CUADRO DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

<b>SIMBOLO Y/O ABREVIATURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
n	Población de grupo
=	Igual
$\beta$	Beta
Kg	Kilogramo
$\mu$ g	Microgramo
IA	Inseminación artificial
IATF	Inseminación artificial a tiempo fijo
CIDR	Dispositivo intravaginal de liberación prolongada
SNC	Sistema nervioso central
%	Porcentaje
<	Menor que
>	Mayor que
<i>P</i>	Probabilidad
Vs.	Contra

<i>et al</i>	y colaboradores
°C	Grados
N	Norte
GnRH	Hormona liberadora de gonadotropinas
LH	Hormona luteinizante
FSH	Hormona folículo estimulante
P <sub>4</sub>	Progesterona
Ng	Nanogramos
PGF <sub>2</sub> α	Prostaglandinas F2 alpha
CL	Cuerpo luteo
S	Sur
c/u	Cada una
'	Minutos
°C	Grados Celsius o centígrados
mm	Milímetro
IM	Intramuscular
h	Hora

E2	Estradiol
ERE	Receptor en respuesta al estrógeno
FD	Folículo dominante
Ovsynch	Sincronización de la ovulación
ARNm	Acido ribonucleico mensajero
Resynch	Resincronización
Km	Kilometro
Presynch	Presincronización
Ovs+CIDR	Grupo Ovsynch mas CIDR
±	Mas menos
Cosynch	

## RESUMEN

El objetivo fue evaluar la eficiencia del Ovsynch más un CIDR y su efecto sobre la fertilidad en vacas lecheras en producción al primer servicio posparto al primer IA posparto. El presente estudio se llevó a cabo durante los meses de diciembre- enero del 2014, en un establo lechero perteneciente a la Comarca Lagunera. Se utilizaron 100 vacas de la raza Holsteín con un promedio de 63 días en producción de leche las cuales fueron divididas en dos grupos (n=50 c/u). Un primer grupo de vacas fueron sometidas a un programa de IATF con Ovsynch más un dispositivo de liberación prolongada de P4 (Ovs+CIDR), el cual consistió en: día 1 aplicación de (100µg) de GnRH + CIDR, día 7: (150 mg) PgF2α y retiro de CIDR, Día 9 (100µg) GnRH, Día 10 IATF. Un segundo grupo de vacas fueron sometidas al programa (Ovsynch), el cual consistió en: día 1 aplicación de (100µg) de GnRH, día 7: (150 mg) PgF2α, día 9 (100 µg) GnRH, día 10: IATF. El diagnóstico de gestación se realizó a los 39 días después de la IATF a través de palpación rectal. La tasa de preñez, y el retorno a celo de los grupos experimentales se compararon por medio de una chi-cuadrada. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 12 (Evenston, ILL, USA, 2000). El porcentaje de preñez al primer IA posparto Ovs+CIDR fue de 32% y del Ovsynch fue del 28% ( $P>0.05$ ). El porcentaje de hembras que retornaron celo a primer IA posparto Ovs+CIDR fue de 52% y del Ovsynch fue del 42% ( $P>0.05$ ). Los resultados del presente estudio indican que el protocolo Ovs+CDR no aumento la fertilidad de las vacas en producción, sin embargo, tuvo un efecto lineal positivo en el porcentaje de preñez en vacas en producción de leche al primer servicio posparto. Los resultados del presente estudio sugieren que otros factores pudieron estar involucrados en esta respuesta reproductiva de las vacas en producción al primer IA posparto.

**Palabras clave:** Ovsynch, CIDR, Sincronización, Ovulación, porcentaje de preñez

## 1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de un programa de manejo reproductivo en la industria lechera siempre va estar orientada a obtener los resultados óptimos, los cuales van estar basados en cumplir con los parámetros reproductivos, entre los cuales podemos encontrar una reducción del intervalo entre partos, enfocado en obtener una mayor eficiencia y garantizar un retorno económico. En la industria lechera los retornos económicos se maximizan cuando las vacas conciben con menos de tres inseminaciones en la lactancia temprana. Existen otros factores como los medioambientales, la intensificación extrema de la producción lechera y el uso rutinario de hormonas provoca que el retorno económico de la explotación lechera este lejos de alcanzarse. En años recientes, la producción de leche por lactancia ha rebasado los 9,000 kg de leche en lactancias de 300 días, lo cual repercute negativamente en la eficiencia reproductiva de las vacas (Royal *et al.*, 2000). Además, existen otros factores que impiden que las vacas lecheras queden gestantes antes de los 100 días de lactancia por ejemplo, errores en la detección de estros (Pursley *et al.*, 1998), inflamación del canal reproductivo de las vacas (Rizos *et al.*, 2010), desbalances hormonales (Bage *et al.*, 2002; Waldmann *et al.*, 2001), defectos en la ovulación (Bage *et al.*, 2002), anormalidades en los gametos, deficiencias en el funcionamiento del cuerpo lúteo (Mann *et al.*, 2005), desórdenes nutricionales y la mortalidad embrionaria antes de los 40 días de gestación (Peter *et al.*, 2009) y estrés calórico (Sartori *et al.*, 2002). Para mejorar la productividad de una explotación lechera esta se debe fijar metas para mejorar su productividad y un satisfactorio retorno económico. Existen muchos protocolos para inducir la ovulación en vacas lecheras sin detección de celo. El uso de estos protocolos es una alternativa para fecundar vacas con un historial de fallas en su fecundación en su lactancia temprana. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la eficiencia del Ovsynch mas un CIDR y su efecto sobre la fertilidad en vacas lecheras en producción al primer servicio posparto al primer IA posparto durante los meses de diciembre-enero.

## **2. HIPÓTESIS**

El uso de los protocolo Ovsynch más un CIDR y el Ovsynch son efectivos para sincronizar la ovulación, mejorar la fertilidad y la tasa de preñez en vacas en producción al primer servicio posparto.

## **3. OBJETIVO**

Evaluar la eficiencia del Ovsynch mas un CIDR y su efecto sobre la fertilidad en vacas lecheras en producción al primer servicio posparto.

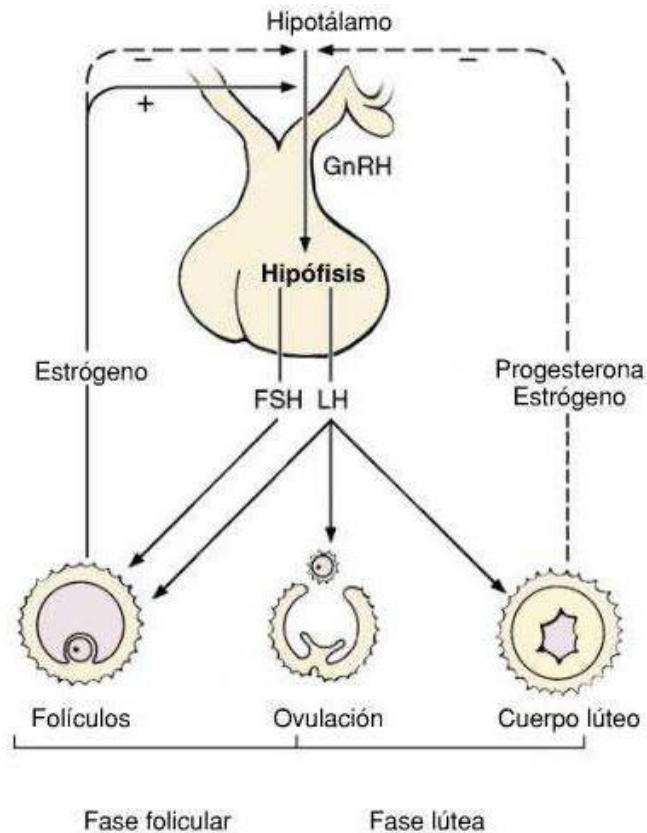
## 4. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1 Fisiología y endocrinología de la reproducción

El proceso reproductivo de la vaca está regulado por una cascada compleja de la combinación de actividades del sistema nervioso central, ciertos tejidos secretores, tejidos diana y varias hormonas (Squires, 2003). El sistema nervioso central (SNC) recibe información del entorno del animal y transmite la información relevante para la reproducción a las gónadas a través del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (EHO) (**Figura 1**).

Los esteroides ováricos se clasifican químicamente o sobre la base de sus principales funciones biológicas, en una de las tres clases principales: progestinas, andrógenos y estrógenos. Fisiológicamente, los estrógenos, estrona y  $17\beta$ -estradiol, son los más importantes de los esteroides foliculares, y la progesterona (P4) es la más importante del cuerpo lúteo (CL) (Schams y Berisha, 2002).

Además, se ha demostrado que las hormonas esteroides tienen una gran influencia en la secreción de las gonadotropinas, hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH). Estos efectos pueden ocurrir como resultado de las hormonas esteroides que modifican la secreción de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) desde el hipotálamo, o un efecto directo de las hormonas esteroides en células secretoras de gonadotropina en la glándula pituitaria anterior (Nett *et al.*, 2002).



**Figura 1: Regulación del eje hipotálamo-hipófisis-ovario (Tomado de Serrano, 2010)**

El hipotálamo y la hipófisis están íntimamente unidos a la parte ventral del cerebro. No sólo son productores de hormonas, sino también órganos diana, por lo que constituyen un sofisticado sistema homeostático de retroalimentación mediante el cual regulan su propio ritmo de secreción. Tras un estímulo del SNC, las neuronas endocrinas del hipotálamo producen una de sus hormonas liberadoras GnRH (Squires, 2003).

El GnRH es transportada por el sistema porta hipotálamo-hipofisario al lóbulo anterior de la hipófisis, su órgano diana. Aquí estimula a células específicas de la hipófisis para que secreten la FSH y LH. La GnRH, la FSH y la LH no se secretan constantemente,



sino mediante una serie de pulsos. La FSH estimula el desarrollo de los folículos ováricos. Además, en la teca interna del folículo, la LH estimula la síntesis de androstenediona a partir del colesterol (Serrano, 2010; Squires, 2003).

Con respecto a este último, se ha demostrado que los aumentos de estradiol (E2) sensibilizan en el hipotálamo al GnRH mediante la estimulación de un aumento en la expresión del gen que codifica para el receptor de GnRH. Puesto que existe evidencia que hay un elemento de respuesta a estrógenos (ERE) en el gen del receptor de GnRH, este efecto parece estar mediado por el E2 y que estimula la producción de un factor aún no identificado que a su vez aumenta la expresión del gen del receptor de GnRH (Nett *et al.*, 2002).

Las hormonas esteroideas tienen una profunda influencia en la secreción de las hormonas gonadotropicas. Estos efectos pueden ocurrir como resultado de las hormonas esteroideas que modifican la secreción de la GnRH desde el hipotálamo, o un efecto directo de las hormonas esteroideas sobre las células secretoras de gonadotropinas en la glándula pituitaria anterior (Kellom y O'Conner, 1991; Nett *et al.*, 2002).

Bajo la influencia de la FSH, la androstenediona se transforma en testosterona, que sufre un proceso de aromatización para dar lugar a  $17\beta$ -estradiol en las células de la granulosa del folículo. El E2 ejerce una retroalimentación positiva sobre el hipotálamo y la

hipófisis, incrementando la frecuencia de los pulsos de GnRH. Por encima de un cierto nivel de E2, el hipotálamo responde con un pico de GnRH que, a su vez, induce un pico de LH que desencadena la ovulación. La LH también apoya la formación y la función temprana del CL (Nett *et al.*, 2002).

Uno de los principales efectos del E2 es la inducción de los signos propios del celo. El celo puede describirse como el conjunto de signos conductuales y físicos que indican a los otros animales que una hembra se encuentra en la fase fértil de su ciclo y que permitirá que se apareen con ella (Rippe, 2009).

Las células de la granulosa también producen inhibina. Esta hormona ejerce una retroalimentación negativa sobre la secreción de FSH por parte de la hipófisis, controlando por tanto el desarrollo folicular. Tras la ovulación, los restos del folículo se reorganizan, bajo la influencia de la LH, dando lugar al cuerpo lúteo. La cavidad del folículo se llena de vasos sanguíneos, y las células de la granulosa aumentan de tamaño (Rippe, 2009; Serrano, 2010; Squires, 2003).

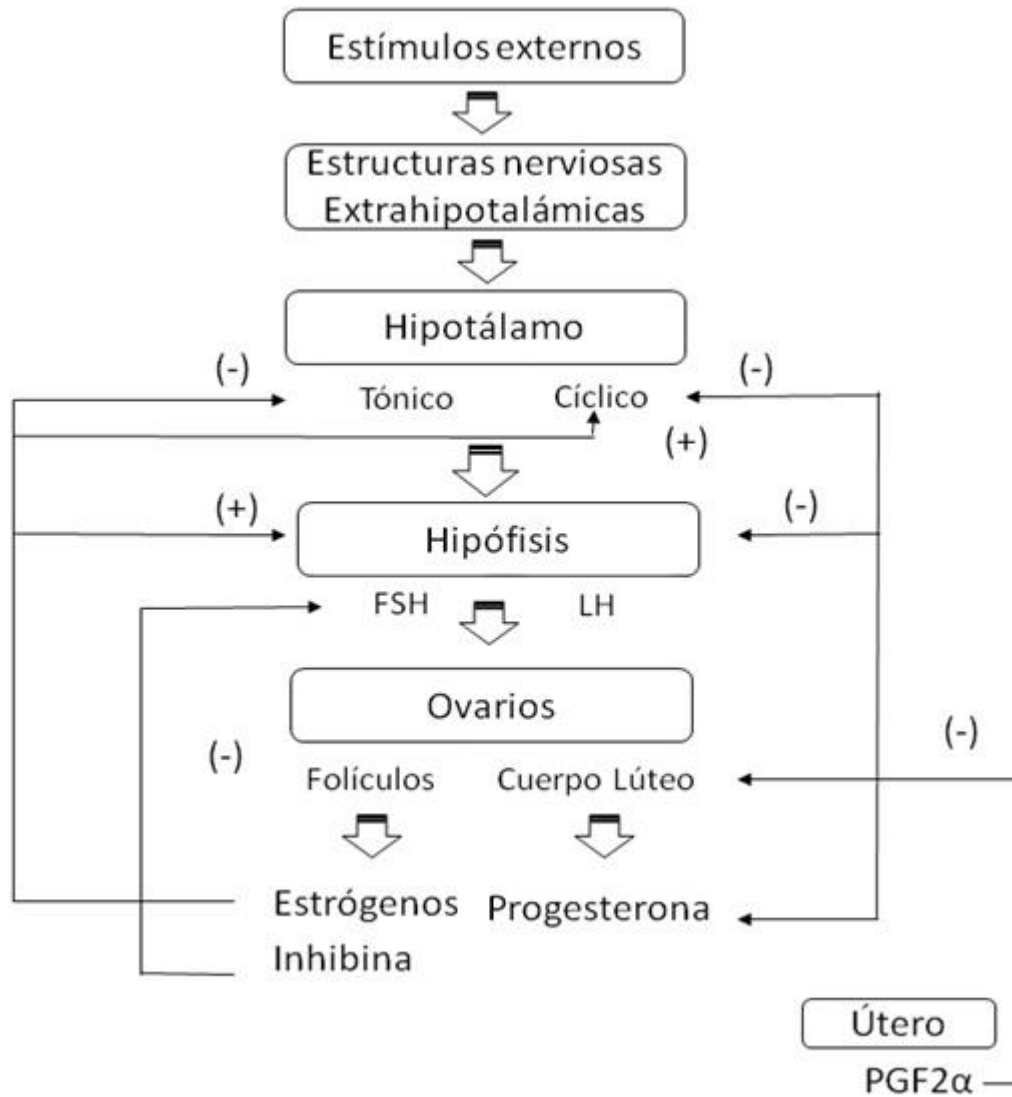
La P4 es esencial para la ciclicidad normal de la vaca y, tras la fecundación, es la principal hormona responsable del mantenimiento de la gestación. Reduce los pulsos de liberación de GnRH y, por tanto, inhibe nuevas ovulaciones. Además, prepara al endometrio para la implantación del embrión en desarrollo, e inhibe las contracciones de la pared uterina, que resultarían negativas para la gestación. Si el óvulo liberado por el

folículo no es fertilizado, no se recibirá señal de gestación y entonces, alrededor del día 16 después de la ovulación, el endometrio del útero no gestante secretará prostaglandina F2 $\alpha$  (PGF2 $\alpha$ ), que provoca el inicio de la regresión del CL (Serrano, 2010).

Es importante entender la fisiología normal en relación a la reproducción en la hembra del ganado lechero. El ciclo estral es el tiempo que ocurre entre dos periodos estrales, también llamado celo o calor, y varía normalmente entre 17 a 24 días, considerando 21 días como el tiempo promedio. Ciclos estrales inferiores a este tiempo se consideran anormales mientras que los ciclos estrales más largos se considera que se deben muy probablemente a una falla en la detección de calores (Rippe, 2009).

Por lo anterior, la capacidad reproductiva en la hembra bovina depende de cómo se llevan a cabo eventos fisiológicos como: secreción hormonal, fertilización, implantación, formación del embrión, preñez y parto. La fertilidad puede ser interrumpida en cualquiera de los etapas de la reproducción antes mencionados, los cuales son controlados fisiológicamente por el EHO, la glándula adrenal y el tracto reproductivo (Callejas, 1995).

El sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico HHO es el que regula la actividad sexual en el organismo (**Figura 2**). La interrelación HHO y hormonas en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción LH, FSH y esteroides ováricos, para conformar la esencia de la maduración folicular, ovulación, implantación y mantenimiento de la gestación. Lo anterior está claramente influenciado por factores hereditarios, nutricionales y ambientales que tienen efectos que modifican el ciclo en cualquier animal (Carcedo *et al.*, 2000).



**Figura 2.** Relaciones del sistema hipotálamo–hipófisis–ovárico (Adaptado de Callejas, 1995).

#### 4.2 Fases del ciclo estral

De manera similar a otros animales domésticos el ciclo estral en la vaca se puede dividir en tres fases:

### **4.3. Fase folicular o de regresión del cuerpo lúteo (Proestro)**

La fase del proestro se inicia con la regresión del CL del ciclo anterior o luteolisis y termina con el inicio del estro o celo; dura alrededor de dos o tres días. La destrucción del CL ocurre gracias a la acción de la  $PGF2\alpha$  de origen uterino (Rippe, 2009). Con la caída de los niveles de  $P4$ , el efecto de retroalimentación negativa que ejercía a nivel hipotalámico desaparece y comienza a aumentar la frecuencia pulsátil de las hormonas FSH y LH las cuales estimulan el crecimiento folicular (**Figura. 1**) (Lamb *et al.*, 2009; Rippe, 2009).

Durante el proestro o fase folicular existe un folículo dominante (FD), el cual llega a medir de 3/4 a 1 pulgada y con la apariencia de una ampolla llena de líquido folicular y el ovulo que será ovulado. Muchos folículos pueden llegar a desarrollarse durante el proceso de dinámica folicular, pero solo 1 (2 o 3 en el caso de gemelos o trillizos) será el folículo dominante seleccionado para ser ovulado. Este FD se diferencia de los demás en que es estimulado coordinadamente por las hormonas FSH y LH para producir estrógenos. (Lamb *et al.*, 2009) La pared del folículo consta de dos filas de células: una interna que está en contacto con el ovulo llamada células de la granulosa y otra más externa llamada células de la teca; entre las dos hay una membrana llamada membrana basal. Estos dos tipos de células trabajan coordinadamente durante el desarrollo del folículo para producir estrógenos (Lucy, 2006). El incremento en los niveles de estrógenos del folículo preovulatorio alcanzan los centros nerviosos del hipotálamo que controlan las manifestaciones externas de celo. Aquí se inicia la fase de celo o estro.

#### **4.4. Fase preovulatoria (estro-metaestro)**

El estro es definido como un periodo de actividad y receptividad sexual en donde podemos observar como el signo principal que el animal se mantiene en pie y se queda quieto al ser montado por otro. Además, también podemos observar, entre otros signos, inquietud, la inflamación de la vulva, secreción de moco claro y transparente a través de la vulva (Rippe, 2009): el olor del moco atrae y excita al toro debido a la presencia de feromonas. La duración de celo es muy variable entre grupos de animales variando entre 30 minutos a más de 30 horas (Lucy, 2006), pero se considera que  $16 \pm 4$  horas es el tiempo promedio.

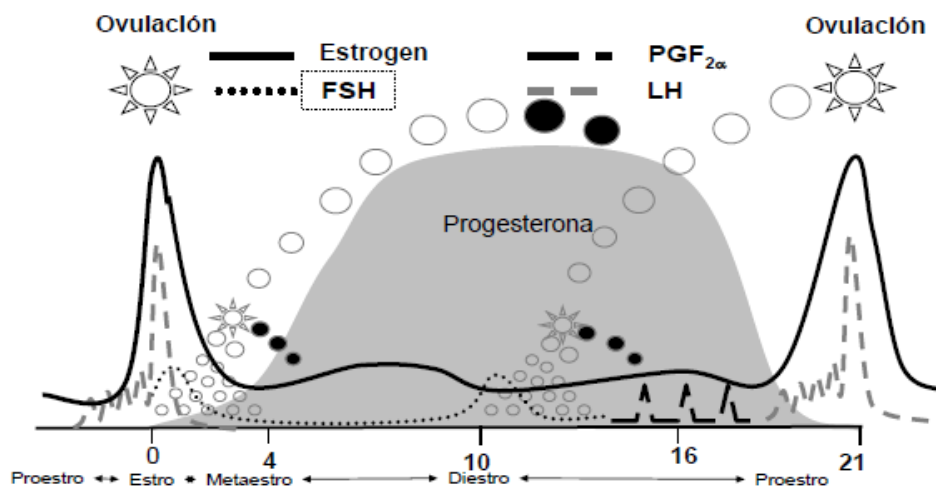
Los signos de estro ocurren gracias a la presencia de los estrógenos provenientes del folículo. En cierto momento los niveles de estrógenos son lo suficientemente altos en concentración y duración como para inducir los síntomas de celo o calor (Wiltbank *et al.*, 2002), así como para incrementar las contracciones del tracto reproductivo facilitando el transporte del esperma y del ovulo; estos altos niveles de estrógenos afectan también a centros endocrinos en el hipotálamo que controlan la liberación de GnRH del hipotálamo y esta a su vez la liberación de FSH y LH de la adenohipófisis (Figura.2). (Rippe, 2009).

Sin embargo, la importancia del E2 para mejorar la sensibilidad de la pituitaria a GnRH durante el período preovulatorio es cuestionada debido a un aumento en el ARNm para el receptor de GnRH precede al aumento de las concentraciones sanguíneas de E2 durante el periodo preovulatorio. De hecho, parece que el aumento de la sensibilidad

pituitaria durante el período preovulatorio puede ocurrir como resultado de una disminución en las concentraciones de la P4 en lugar de un aumento en las concentraciones de E2. El E2 también es capaz de alterar la secreción de FSH y LH en ausencia de GnRH (Nett *et al.*, 2002).

El incremento de LH se inicia después de que se hayan iniciado los signos de celo e inicia el proceso de ovulación (Lucy, 2006). La LH es generalmente considerada como la gonadotropina primaria responsable de la ovulación, sin embargo, la FSH también ha sido observada como causante de ovulación y de formación de tejido luteal (Lamb *et al.*, 2009; Rippe, 2009).

Los niveles de FSH se incrementaran en amplitud unas horas después del pico de LH, relacionándose con el inicio de la primera oleada folicular que describiremos más adelante en la dinámica folicular (**Figura 3**).



**Figura 3:** Esquema de las hormonas del ciclo estral (Tomado de Rippe, 2009)

De 12 a 24 horas desde el comienzo del celo, el sistema nervioso central del animal se hace refractario a los estrógenos y todas las manifestaciones de celo o calor desaparecen. Inmediatamente después de finalizado el celo se inicia el metaestro que puede durar de 3 a 5 días.

Durante el metaestro ocurre la ovulación, que tiene lugar entre 28 a 32 horas después de haberse iniciado el celo, o entre 10 a 15 horas de haber cesado los signos de celo en respuesta al pico preovulatorio de LH. Después de la ovulación se produce una hemorragia y el folículo se llena de sangre, convirtiéndose en una estructura conocida como cuerpo hemorrágico (Rippe, 2009; Squires, 2003). El proceso siguiente es la luteinización de las células foliculares que se transformaran en células luteales; estos cambios ocurren entre el día 5 a 7 del ciclo, finalizando así la fase de metaestro e iniciándose la fase lútea o diestro (**Figura 3**).

#### ***4.5 Fase Luteal o Diestro***

Esta fase esta el ovario se va caracterizar por la presencia y dominio del CL y por la producción de P4, la cual va estar regulada por las secreciones de la glándula pituitaria anterior, útero, ovario y la presencia de un embrión (Rippe, 2009; Squires, 2003), y va desde el día 5 del ciclo estral hasta el día 18. La secreción de P4 está regulada probablemente por un equilibrio de estímulos luteotrópico o que estimula la P4 y otro luteolítico o que inhibe P4; ambos estímulos son secretados al mismo tiempo durante el ciclo estral (Lamb *et al.*, 2009; Nett *et al.*, 2002; Schams y Berisha, 2002).



En el bovino el CL puede regular directamente la producción de P4, oxitocina y PGF2 $\alpha$  en una manera dependiente de ciclo. En la mayoría de las especies de animales domésticos, existen evidencias que la producción de E2 tiene con efectos estimulantes y luteotropicos y un circuito intraluteal que implica efectos paracrinos de E2, la oxitocina y la PGF2 $\alpha$  (especialmente en cerdos) (Schams y Berisha, 2002).

La hormona LH que es considerada primariamente luteotropica y la concentración de receptores luteales a la LH están directamente relacionados con los cambios en los niveles de P4 y el crecimiento del CL en el ovario (Lamb *et al.*, 2009) La hormona FSH también interviene uniéndose a receptores en el cuerpo lúteo y provocaría un aumento en la secreción de P4. El CL recibe la mayoría del flujo sanguíneo del ovario y la cantidad de flujo recibido esta altamente relacionado con la cantidad de P4 producida y secretada (Lamb *et al.*, 2009; Schams y Berisha, 2002)

Los niveles de P4 mas altos se alcanzan en torno al día 10 del ciclo estral y se mantienen hasta el día 16 o 18 del ciclo dependiendo de la presencia o no de un embrión. Si la vaca está preñada, el CL se mantiene, los niveles de P4 son altos y se bloquea la reaparición de celos. El embrión alcanza el útero entre los días 3 a 4 del ciclo estral; durante los siguientes 10 a 12 días el embrión crecerá rápidamente y comenzara la formación de la placenta (Rippe, 2009). La presencia de estas células embrionarias son las responsables de producir una señal probablemente química, que bloquea la producción de PGF2 $\alpha$  por parte del útero, bloqueando la regresión del CL en torno al día 16 del ciclo estral; este proceso se conoce con el nombre de “reconocimiento maternal”. Por lo tanto, el mantenimiento del

CLy los altos niveles de P4 dependen de la presencia de un embrión en desarrollo en el útero (Lamb *et al.*, 2009; Lucy, 2006; Rippe, 2009).

Si la vaca no está preñada el CL es inducido a degenerar por la acción de la PGF2 $\alpha$ . En este caso la ausencia de un embrión y de las señales químicas que el produce provoca que las concentraciones de PGF2 $\alpha$  se incrementen durante la parte final de la fase luteal o diestro (**Figura 3**). La PGF2 $\alpha$  producida por el útero es transportada por la vena útero-ovárica a la arteria ovárica por un mecanismo llamado a contracorriente y de allí al cuerpo CL. La PGF2 $\alpha$  tiene una acción directa e indirecta causando la luteólisis o regresión del CL en rumiantes (Rippe, 2009; Schams y Berisha, 2002). Con la regresión del CL, comienza la disminución de los niveles de P4 y con ello el final de la fase luteal o diestro y el reinicio del proestro o fase de regresión del CL.

#### **4.6 Dinámica folicular**

Se conoce como dinámica folicular al proceso de crecimiento y regresión de folículos primordiales que conllevan al desarrollo de un folículo preovulatorio (Sintex, 2005). En vacas, el desarrollo folicular ocurre en forma de ondas y se observan tanto en animales jóvenes como adultos, en vacas preñadas (excepto durante los últimos 30 días de gestación), durante el postparto y durante el ciclo estral. Entre 1 y 4 ondas de crecimiento y desarrollo folicular ocurren dentro un ciclo estral y el folículo preovulatorio se origina a partir de la última onda.

El proceso por el cual los folículos se desarrollan en la vaca consta de 3 estados que son: Reclutamiento, Selección y Dominancia; para entender la dinámica folicular bovina debemos definir estos conceptos:

#### ***4.6.1. Reclutamiento***

Una cohorte de folículos de aproximadamente 3 mm de diámetro es estimulado por un aumento transitorio de la hormona FSH (**Figura 3 y 4- FSH**). El pico de FSH ocurre cuando el futuro FD alcanza un tamaño de aproximadamente 4 mm y luego los niveles de FSH disminuyen. El proceso por el cual la FSH declina es desconocido. (Lamb *et al.*, 2009).

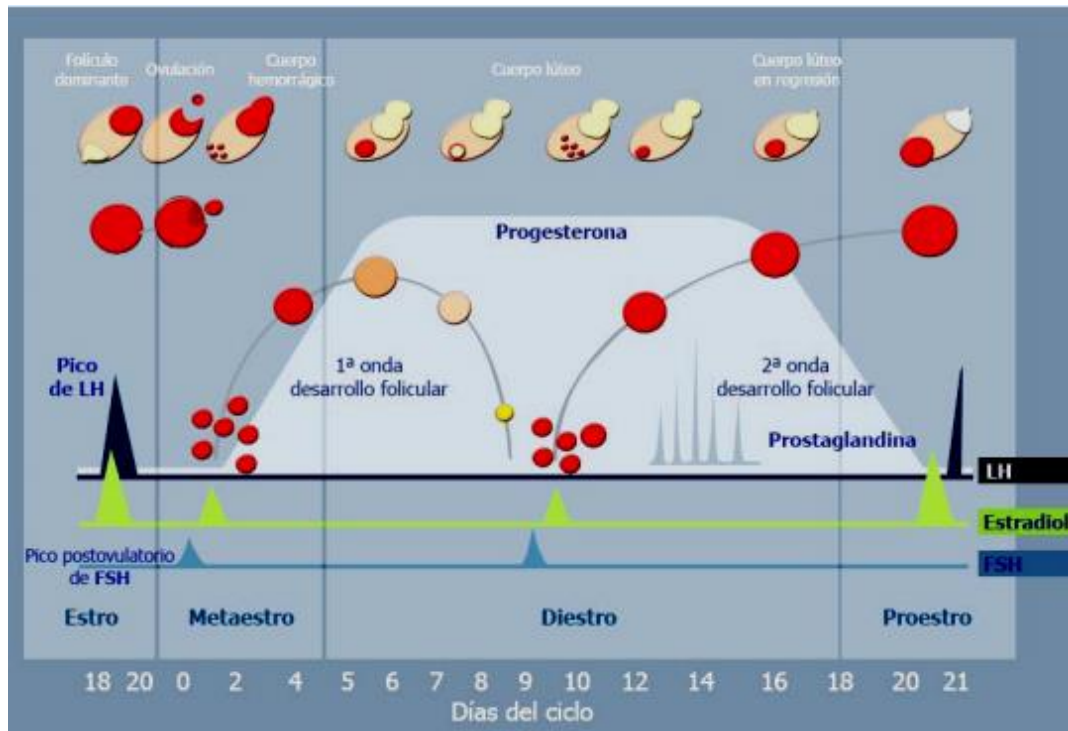
#### ***4.6.2. Selección***

Es el proceso por el cual un folículo es elegido para ser dominante y evita la atresia, los demás folículos de esa cohorte se vuelven atrésicos, tal vez por la disminución en los niveles de FSH.

#### ***4.6.3. Dominancia***

Es el proceso por el cual el FD ejerce un efecto inhibitorio sobre el reclutamiento de una nueva cohorte de folículos (**Figura 3 y 4**). Este efecto inhibitorio se mantiene hasta que esta dominancia desaparece bien porque el folículo muere o porque el folículo es ovulado (Lamb *et al.*, 2009). Este folículo que alcanza un tamaño marcadamente mayor que los

demás es el responsable de la secreción de E2 y adquiere la capacidad de continuar creciendo incluso en presencia de otras hormonas que crean un medio adverso para el resto de los folículos (Syntex, 2005). Con la ovulación o destrucción del FD, se produce un nuevo incremento de FSH y una nueva onda folicular se inicia.



**Figura 4. Desarrollo de las ondas folicular del ciclo estral**

El ciclo estral bovino consta básicamente de 2 ondas foliculares y cada una de ellas comienza con el reclutamiento de una cohorte de folículos antrales a partir de un grupo de pequeños folículos. Par lo cual solo uno de ellos será seleccionado de esta cohorte y continuara creciendo convirtiéndose en el FD; los demás se convertirían en folículos atresicos. Inmediatamente después de la ovulación, una nueva onda folicular comienza (Figura 3 y 4, Metaestro), el FD de esta onda no podrá ser ovulado por la presencia de

altos niveles de P4 y se volverá atresico; inmediatamente una nueva onda folicular se inicia (**Figura 3**, Diestro). El FD de la segunda onda folicular que está presente cuando la luteolisis ocurre, generalmente llegara a ser el folículo ovulatorio del celo (Lamb *et al.*, 2009; Rippe, 2009) (**Figura 3**, Proestro). Los ciclos estrales en vacas con 3 ondas foliculares son generalmente más largos (20 - 24 días) comparados con los ciclos estrales de vacas con 2 ondas foliculares (8 - 20 días) (Lamb *et al.*, 2009; Lucy, 2006).

## **4.7. Tecnologías reproductivas**

### **4.7.1 Inseminación artificial (IA)**

Es una técnica importante, ya que mejora la genética de los animales, con ella se hace posible que con unos pocos machos altamente seleccionados se produzcan numerosas gestaciones y nacimientos de terneras. algunas de las principales ventajas de la inseminación artificial (IA) son la mejora genética, el control de enfermedades de transmisión sexual y la disponibilidad de registros de apareamientos exactos, que son necesarios para un buen manejo del rebaño (Jiménez-Calderón, 2014).

Para poder conseguir una elevada fertilidad con la IA es importante disponer de semen de alta calidad, buena habilidad del inseminador, una adecuada descongelación de la pajuela, vacas saludables y realizar la inseminación en el momento adecuado del ciclo estral (López-Gatius).

Debido a que la ovulación es difícil de detectar, la IA debe sincronizarse en relación al estro. Para detectar el estro es importante vigilar el comportamiento de las vacas. Para obtener las mejores tasas de gestación por inseminación, las vacas no deben inseminarse después del parto hasta que el útero haya involucionado por completo y estén ciclando con normalidad. Las vacas que muestran signos del estro por la mañana se inseminan por la tarde, y aquellas que tienen los signos por la tarde deben inseminarse la mañana siguiente (Jiménez-Calderón, 2014).

#### ***4.7.2 Sincronización de la ovulación***

La manipulación de la reproducción sistemática del ciclo estral utilizando compuestos exógenos tales como la P4 y gonadotropinas para imitar los niveles fisiológicos de las hormonas naturales se utilizan de forma rutinaria en los hatos lecheros en todo el mundo. Estas intervenciones hormonales normalmente mejoran el rendimiento de la fertilidad y disminuyen la proporción de animales sacrificados en el final de la lactancia, debido a fallos en la reproducción (Van Werven *et al.*, 2013).(Vasconcelos *et al.*, 1999).

En la actualidad en los hatos lecheros una mayor producción de leche en las vacas ha llevado a tasas reducidas de concepción y a una demanda de nuevas herramientas para el manejo de la reproducción; esta disminución en los porcentajes de fertilidad del rebaño en general se han asociado con el avance genético en las características de rentabilidad, manejo y nutrición (Miura *et al.*, 2015). La investigación del control hormonal del ciclo estral y, específicamente, los patrones de ondas foliculares han mejorado la base del

conocimiento para el desarrollo de los programas de sincronización y posibilitado una estrecha sincronía entre el celo y la ovulación (Bó *et al.*, 2011).

Para mejorar la eficiencia reproductiva, se han desarrollado varios protocolos de sincronización del estro y la ovulación. Estos procedimientos se basan en la manipulación del CL, ya sea para inducir luteólisis prematura usando PGF2 $\alpha$  o para prolongar la fase lútea utilizando progestágenos. Sin embargo, ha surgido recientemente que puede ser necesaria una manipulación más precisa del desarrollo folicular para lograr una mejor sincronía de la ovulación y mejorar la fertilidad (De Rensis y Lopez-Gatius, 2007).

Actualmente se han desarrollado varios sistemas de sincronización reproductiva que ayudan a superar problemas y limitaciones, incrementando las oportunidades y la fertilidad de las vacas. El objetivo principal de las biotecnologías de la reproducción están enfocadas en e buscar tratamientos que ayuden a preñar a las vacas lecheras lo más rápido posible después del parto evitando el inconveniente de la detección de celos y con esto permita mayores porcentajes de preñez y mejoren el rendimiento reproductivo y productivo de la explotación (Rodríguez *et al.*, 2011).

En la implementación de algún método de sincronización de celo, es importante conocer que en un grupo de vacas, estarán en diferentes días de su ciclo estral y otras no estarán ciclando, aproximadamente 5 % de las hembras cíclicas presentaran estro en cualquier día dado bajo condiciones normales. Ya que el CL está presente del día 6 hasta el día 17 del ciclo estral, aproximadamente 60 % de las hembras cíclicas tendrán un cuerpo lúteo en su ovario en este periodo. El resto de las hembras que son cíclicas estarán

desarrollando nuevos CL (días 1-5) o involucionando un cuerpo lúteo en forma natural (días 18- 21). (Lucy, 2006; Rippe, 2009).

La calendarización de los protocolos de sincronización de la ovulación es fundamental porque determinara la ocurrencia de la ovulación a la primera inyección de GnRH, el tiempo de la luteolisis durante el protocolo, longitud de vida del FD ovulatorio y finalmente la sincronía del ciclo estral (Vasconcelos *et al.*, 1999). Se ha observado que cuando un protocolo de sincronización se inicia entre el día 5 al 9 del ciclo estral, una mejoría significativa ocurre para el porcentaje de vacas que ovulan a la primera aplicación de GnRH en un protocolo de Ovsynch. Además, una nueva onda folicular fue reclutada dentro de 40 -48 hrs después del GnRH, un CL está presente al tiempo de la inyección de PGF2 $\alpha$  7 d después, resultando en luteólisis sincronizada y una ovulación sincronizada es inducida con la segunda GnRH administrada en el día 9 (Vasconcelos *et al.*, 1999). Por lo tanto, cuando se implementan protocolos para la sincronización de la ovulación el ciclo estral se debe presincronizar para asegurar que un gran porcentaje de las vacas inicien el protocolo entre el dia 5 al 9 del ciclo estral.

Los protocolos existentes para la inducción y sincronización de celos también se usan para controlar la aparición de los celos en el momento que se deseen realizar las IA y si se quiere agrupar partos.



## 4.8 Protocolos para la sincronización del estro y la ovulación

### 4.8.1 Protocolo Presynch - Ovsynch

El protocolo más comúnmente conocido e implementado de presincronización es el Presynch. Este protocolo incluye dos dosis de PGF2 $\alpha$  separadas 14 días e inicio del Ovsynch a los 12 días de la segunda dosis (Pursley *et al.*, 1995). Con la segunda inyección de PGF2 $\alpha$  12 días antes de la iniciación de la primera inyección de GnRH de Ovsynch. El Presynch mejora la primera concepción de servicio comparado con Ovsynch (Bó *et al.*, 2011), y es una buena estrategia para las vacas de programación para recibir su primera IA programada después del parto.

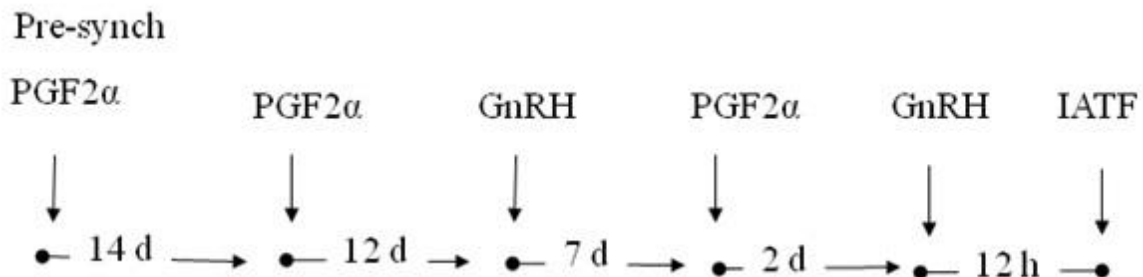
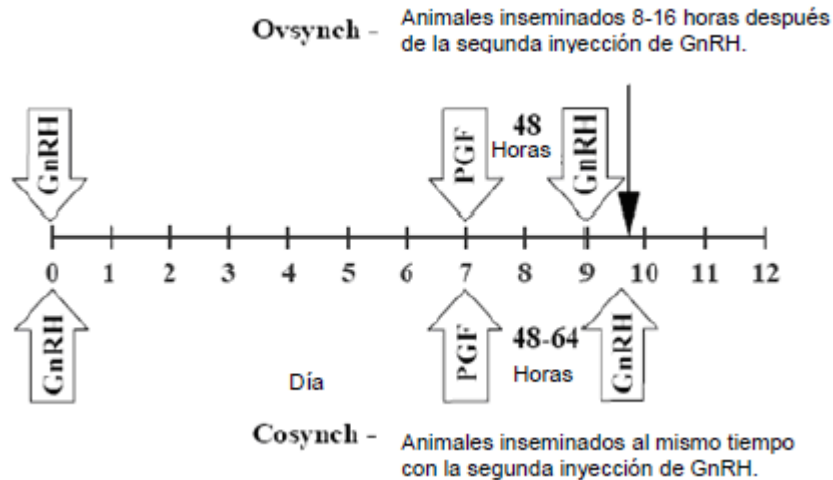


Figura 5. Esquema del protocolo Presynch-Ovsynch

Dicho protocolo mejora las tasas de preñez cuando se compara con el Ovsynch sin presincronización. Es importante mantener el intervalo de 12 días entre la segunda dosis de PGF2 $\alpha$  del Presynch y la primera GnRH del Ovsynch, ya que utilizar 14 días para facilitar el uso calendario podría disminuir el porcentaje de preñez (Pursley *et al.*, 1997).

#### **4.8.2 Protocolo Ovsynch**

Fue desarrollado por (Pursley *et al.*, 1995). Este protocolo consiste que la primera inyección de GnRH en el día 0 induce la liberación de LH y FSH que a su vez producen la ovulación o luteinización del folículo dominante e inician una nueva onda de crecimiento folicular. La inyección de PGF2 $\alpha$  7 días más tarde produce la regresión del CL. Si se produce la formación de un CL por la inyección inicial de GnRH, el intervalo de 7 días usualmente es suficiente para madurar y responder a la PGF2 $\alpha$  (Pursley *et al.*, 1998). Una segunda dosis de GnRH se administra 48 horas después de la inyección de PGF2a y esta causa la liberación de LH y la ovulación del FD (**Figura 4**). El intervalo entre la primera y la segunda dosis de GnRH (9 días) es suficiente para producir el reclutamiento, selección y crecimiento al tamaño preovulatorio de un nuevo FD que será sensible a la onda de LH inducida por la segunda inyección de GnRH. La GnRH inducirá la ovulación del FD en aproximadamente 30 h, por lo tanto las vacas son inseminadas a tiempo fijo IATF (sin detección de celo) 16 a 20 horas después de la segunda inyección de GnRH (aproximadamente 10 a 14 h antes de la ovulación (Pursley *et al.*, 1997). Los resultados con Ovsynch indican que todas las vacas vacías podrían ingresar al protocolo sin importar su fase del ciclo estral (Moreira *et al.*, 2000). Este protocolo se ha utilizado ampliamente, recientemente se han probado diferentes variaciones en los tiempos de administración de las hormonas y la IA, sin la necesidad de observar el estro, facilitando el manejo y optimizando el empleo de esta biotecnología a campo (Yamada, 2005).



**Figura 6.** Protocolos de sincronización con Ovsynch y Cosynch (Tomado de Dejarnette, 2007).

El protocolo Ovsynch ha demostrado incrementar la tasa de servicio y mejorar la eficiencia reproductiva en hatos lecheros. Sin embargo, este protocolo tiene algunas limitaciones cuando se usa en vacas que no están ciclando o en vacas que no están en una fase apropiada del ciclo estral para iniciar el tratamiento (Pursley and Martins, 2011).

Para aumentar el rendimiento reproductivo de hatos lecheros, las vacas no preñadas necesitan ser inseminadas lo más pronto posible después del periodo de espera voluntario, de igual manera, aquellas que son diagnosticadas como vacías al diagnóstico de gestación, deben ser inseminadas lo más pronto posible (Chebel *et al.*, 2003).

#### **4.8.3 Protocolo Doble Ovsinch**

Es un protocolo de presincronización que promete buenos resultados en vacas lecheras, fue reciente desarrollado por el Dr. Milo Wiltbank en la Universidad de

Wisconsin (Zouza et al., 2009), ha demostrado un aumento sobre la fertilidad cuando procede al protocolo Ovsynch. Con el fin de superar limitaciones de la presincronización convencional con dos inyecciones de  $PgF_{2\alpha}$ , un nuevo programa de Pre sincronización ha sido recientemente desarrollado denominado Doble-Ovsynch por investigadores en la Universidad de Wisconsin. Su nombre precisamente, tiene origen en que el programa Ovsynch es usado durante el periodo de Pre sincronización en lugar de las dos inyecciones de  $PgF_{2\alpha}$  (Souza, *et al.*, 2008), mencionan que los resultados mostraron que las vacas tratadas con Doble-Ovsynch tuvieron mejores tasas de concepción a la primera inseminación comparadas con las vacas en el tratamiento de Presynch convencional de dos inyecciones de  $PgF_{2\alpha}$ . En consecuencia, se espera que doble Ovsynch tenga mejor fertilidad de forma consistente en diferentes explotaciones lecheras (Bisinotto *et al.*, 2014).

#### ***4.8.4 Protocolo Cosynch***

El desempeño reproductivo del ganado lechero lactante sigue siendo un factor importante que afecta la rentabilidad del hato. El aumento en el consumo de materia seca y producción de leche por vaca en las últimas décadas ha sido concomitante con una disminución dramática en la fertilidad en vacas lecheras comerciales. Se observó una relación negativa entre las concentraciones de progesterona (P4) y consumo de materia seca en las vacas lecheras lactantes (Azevedo *et al.*, 2014).

En el ganado de carne, la adición de un dispositivo intravaginal con P4 a un protocolo CO-Synch, es decir, la IATF es concurrente con la segunda administración de GnRH, que ha demostrado tener buenos resultados mejorando la tasa de preñez mayor al

50%. El protocolo CO-Synch CIDR es, ahora, el protocolo de IATF recomendado para su uso en vacas de carne (Azevedo *et al.*, 2014) .

Una de las modificaciones más sencillas del sistema Ovsynch clásico es el llamado protocolo Cosynch, siendo la diferencia que en este protocolo tanto la segunda inyección de GnRH como la IA se realizan al mismo tiempo: es decir, 48 h después del tratamiento con la prostaglandina (Chebel *et al.*, 2003; Peters and Pursley, 2003). Los resultados reportados han sido similares o sólo ligeramente inferiores a los obtenidos con el protocolo Ovsynch, al tiempo que la necesidad de manejo de los animales se reduce (Peters and Pursley, 2003).

#### **4.8.5 Protocolo Resynch (0)**

En base al 35% como tasa de concepción que se tiene registrada en las ganaderías de los Estados Unidos, el 65% restante de las vacas se encuentran vacías después de la primera inseminación, por lo que este protocolo permite con ayuda de un diagnóstico temprano de gestación (ecografía o ultrasonido a los 33-40 días) someter rápidamente las vacas vacías a un segundo servicio de IA haciendo uso del protocolo Ovsynch (Azevedo *et al.*, 2014; Pursley *et al.*, 1995).

#### **4.8.6 Protocolo Resynch(7)**

Con este programa se logra presentar todas las vacas vacías a un segundo servicio una semana antes en comparación con Resynch 0. Es una estrategia de resincronización agresiva en el que la primera inyección de GnRH para la segunda sincronización (re

sincronización) se administra 7 días antes del diagnóstico de gestación. Aunque las vacas reciben GnRH en un estado de gestación no planeado, no tiene efecto negativo en vacas preñadas; inmediatamente después del diagnóstico de gestación las vacas vacías reciben  $\text{PgF}_2\alpha$  y son inseminadas 2 (Cosynch) o 3 (Ovsynch) días después del mismo.

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***5.1. Localización del área de estudio***

El presente estudio se llevó a cabo en el establo lechero perteneciente a La Comarca Lagunera, el cual está situado en el municipio de Francisco I. Madero, Coahuila, en la carretera Torreón - San Pedro km 42. Se encuentra a 1,111 msnm y se localiza en las coordenadas 25°44'36''N y 103°10'15''O. Las condiciones climáticas de la zona de estudio son clasificadas como las del desierto de Chihuahuense, las cuales son condiciones cálidas extremas con temperaturas máximas de mayo a septiembre de hasta 43°C y promedios de 27 °C, mientras que las temperaturas mínimas que se registran en diciembre y enero son de 2°C con un promedio de 9°C. La zona tiene una precipitación pluvial promedio anual de 240 mm. Presenta una humedad relativa promedio de 58 % y una máxima de 83% y la mínima de 29%, con viento de 5 km/h y una radiación de moderada promedio de 5 y una máxima de 10. La evaporación es de 2500 mm anual, es decir mayor a la precipitación pluvial.

### ***5.2. Animales y su manejo***

El establo cuenta con 1500 vacas en ordeña, las cuales se manejaban en forma intensiva, en corrales abiertos y provistos de ventiladores, ofreciéndoles heno de alfalfa y concentrado 3 veces por día, de acuerdo a sus requerimientos nutricionales en sus diferentes etapas fisiológicas. Previo a los tratamientos estos animales fueron revisados por palpación

rectal para revisar que los ovarios estuvieran funcionales y sin problemas uterinos aparentes lo cuales recibieron un tratamientos previo a base prostaglandinas. El estudio se llevo a cabo durante los meses de diciembre y enero del 2014.

Se utilizaron vacas de la raza Holsteín con un promedio de 3 lactancias, con un promedio de 63 días en producción de leche, las cuales recibieron el siguiente programa reproductivo de 0 a 10 días posparto manejo de vacas frescas, a los 25 días recibieron una dosis de PgF2 $\alpha$  con el fin de ayudar a la correcta involución uterina, a los 35 y 47 días posparto se les aplico una dosis de PgF2 $\alpha$  (Presynch), las vacas que no respondieron al tratamiento a base de prostaglandinas y que no manifestaron celo, fueron revisadas a los 60 días por palpación rectal para revisar el funcionamiento de los ovarios una vez revisados estos animales son sometidas a un tratamiento para IA tiempo fijo a tiempo fijo (IATF).

### ***5.3. Tratamiento de los animales***

Se utilizaron 100 vacas las cuales fueron divididas en dos grupos (n=50 c/u). Un primer grupo de vacas fueron sometidas a un programa de IATF (Ovsynch), el cual consistió en: Día 1: en la aplicación de (100 $\mu$ g) de GnRH, Día 7: (150mg) PgF $\alpha$ , Día 9 (100  $\mu$ g) GnRH, Día 10: IATF.

Un segundo grupo de vacas fue sometidas a un programa de IATF (Ovsynch) más un dispositivo de liberación prolongada de P4 (CIDR), el cual consistió en: Día 1: en la aplicación de (100  $\mu$ g) de GnRH + CIDR, Día 7: (150mg) PgF $\alpha$  y retiro de CIDR, Día 9



(100µg ) GnRH, Día 10: IATF. Las vacas de ambos grupos que manifestaron celo antes de llegar a la fecha de IATF fueron inseminadas.

## **5.4 Variables evaluadas**

### ***5.4.1 Determinación de la preñez***

La determinación de la preñez se realizó a los (39 días) después de la IATF a través de palpación rectal la cual se basa en la combinación de los siguientes parámetros: asimetría de los cuernos uterinos, menor tono y fluctuación de contenido en el cuerno gestante, , en el mismo lado que el cuerno gestante, el deslizamiento de las membranas fetales y la presencia de una vesícula amniótica

### ***5.4.2 Determinación de vacas que retornaron celo a la primera IA posparto***

Se determinó en promedio a los 21 días luego de la primera IA posparto, mediante observación de manifestación de celo de las vacas sometidas a los dos protocolos de sincronización de la ovulación (Ovs+CIDR vs Ovsynch), respectivamente.

## **5.5 Análisis estadísticos**

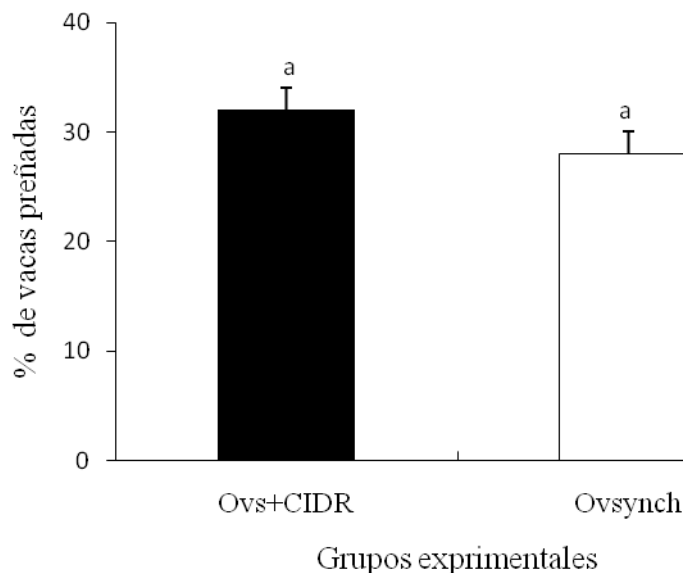
El porcentaje de preñez y retorno a celo de ambos grupos se compararon por medio de una chi-cuadrada. Todos los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete estadístico MYSTAT 12 (Evenston, ILL, USA, 2000).



## 6. RESULTADOS

### 6.1 Porcentaje de preñez

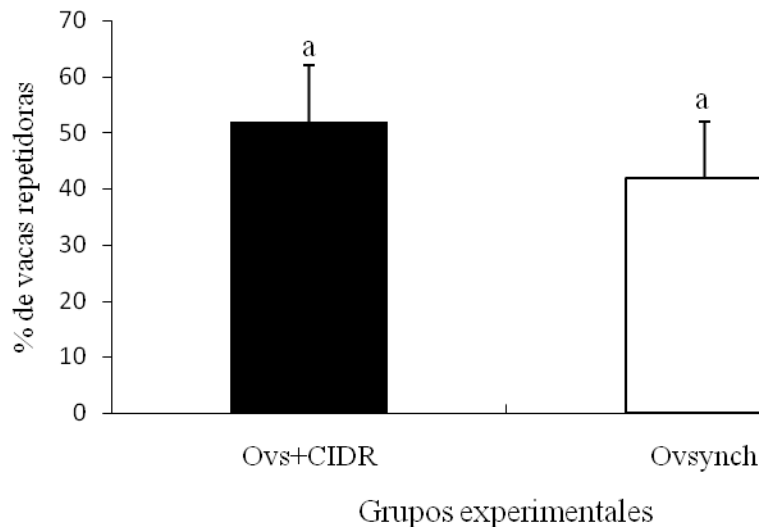
El porcentaje de preñez de los grupos experimentales de vacas a la primera IA posparto se muestra en la (Figura 4). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P>0.05$ ), al comparar el porcentaje de preñez de los dos grupos experimentales sometidos a dos protocolo de sincronización a la ovulación (Ovs+CIDR vs Ovsynch), obteniéndose un porcentaje de preñez 32 y 28% respectivamente.



**Figura 7.** Porcentaje de preñez de vacas en producción a la primera IA posparto sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación Ovs+CIDR ó Ovsynch con dos inyecciones de  $PGF_{2\alpha}$  previo al tratamiento. Literales con superíndices diferentes difieren ( $P>0.05$ )

## 6.2. Porcentaje de vacas que retornaron celo a la primera IA posparto

El porcentaje de vacas que retornan celo luego de la primera IA posparto se muestra en la (**Figura 5**). El 52 vs 42% de las vacas sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación (Ovs+CIDR vs Ovsynch), retornaron celo a los  $21\pm 3$  días respectivamente.



**Figura 8.** Porcentaje de vacas en producción de leche con retorno a celo ( $21\pm 3$  d) a la primera inseminación posparto sometidas a dos protocolos de sincronización de la ovulación Ovs+CIDR ó Ovsynch con dos inyecciones de  $\text{PGF}_2\alpha$  previo al tratamiento.

## 7. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio indican un efecto lineal positivo en el porcentaje de preñez en vacas en producción de leche a la primer a IA posparto. Estudios previos evaluaron la fertilidad de vacas lecheras en producción seguidas de un protocolo Ovsynch. Encontrando, que la fertilidad varía desde 27 hasta 39% el porcentaje de preñez a la IA (Peters y Pursley, 2003). Generalmente, menos del 45% de las vacas quedan preñadas a la primera IA postparto y un porcentaje significativamente menor de las vacas (< 30%) quedan gestantes después de una IA resincronizada (Cariviello *et al.*, 2008).

Estudios sugieren que hay muy poca flexibilidad en el tiempo de la administración de PGF2a al tratamiento final con GnRH del Ovsynch. Se han buscado estrategias como el conocer el balance hormonal durante el ciclo reproductivo de las vacas con el fin de controlar el tiempo del pico de LH y de esta manera conocer y poder controlar tiempo de la ovulación, la administración de GnRH al final del Ovsynch debe darse antes de un pico de LH espontánea para poder controlar también el tiempo de la IA (Peters y Pursley, 2003; Pursley y Martins, 2011; Pursley *et al.*, 1995; Pursley *et al.*, 1998). Los estudios sugieren que un aumento de LH espontánea puede ocurrir tan pronto como 36 horas después de una regresión CL inducido PGF2 $\alpha$ . con el mayor aumento producido después de 48 h (Peters y Pursley, 2003). En este estudio, el porcentaje de preñez en la primera IA no se vio afectada negativamente por los tratamientos, lo que sugiere que el uso de los dos protocolos (Ovs+CIDR y Ovsynch) fueron eficientes para sincronizar ovulaciones en vacas en producción de leche. De hecho, a pesar de un reducido número de animales, el porcentaje de preñez en la primera IA posparto obtenido en el presente estudio, utilizando estos

protocolo hormonales de sincronización de la ovulación son similares a los encontrados por (Bartolome *et al.*, 2009). Sin embargo, la suma de las vacas preñadas en la primera IA y las vacas no preñadas con retornos a estro y la tasa de preñeces totales fue regular a la primera IA fueron influenciados por el tratamiento. De acuerdo a nuestros resultados el retorno de vacas que retornaron celo después de su primer servicio posparto se considera dentro de un rango normal. Los programas de mejoramiento reproductivos sistemáticos incluyendo la sincronización de la ovulación y IA a tiempo fijo programada ayudan a mejorar la eficiencia reproductiva y en consecuencia aumentar la rentabilidad de ganado vacuno lechero. Después del primer servicio, las vacas no preñadas necesitan ser identificadas tan pronto como sea posible, luego resincronizadas e inseminadas de manera oportuna para mantener un alto rendimiento reproductivo (Bartolome *et al.*, 2005). Existen diferentes estrategias para la resincronización de la ovulación y para la IATF incluyen la sincronización de la onda folicular previamente antes de iniciar el protocolo Ovsynch el día 7 antes del diagnóstico de no preñez. Un estudio demuestra que el uso de un CIDR más la clasificación de ovario-días (es decir, los días 0 y 7), la interacción tiende a ser significativa ( $P < 0,09$ ) que indica que en las vacas en proestro tienen una mayor concentración de P4 en el día 7 fueron menores en comparación con las vacas proestro sin CIDR, mientras que el CIDR no tuvo un efecto adverso en las vacas quísticas. Además que el porcentaje de preñez en los días 30, 55 y 90 para las vacas en proestro y con ováricos quísticos para los grupos CIDR: 5.9 , 5.9 y 5.9% , respectivamente; GnRH+ CIDR: 21.4, 20.0 y 20.0% La aplicación del GnRH en el día 0 no afectó la tasa de preñez en los días 30, 55 y 90. Hubo una interacción entre CIDR insertado en el día 0 y clasificación de ovario para el porcentaje de preñez en los días 30, 55 y 90 ( $p < 0,05$ ). Estos resultados obtenidos con el uso de los dos

protocolos en estos estudio pueden deberse a que el uso de un CIDR puede mantener los niveles de P4 en sangre.

Además, pueden existir otros factores que pueden afectar la tasa de fertilidad en el ganado lechero, por ejemplo factores ambientales, desbalances hormonales, enfermedades metabólicas que pueden tener un efecto negativo sobre el ciclo estral.

## **8. CONCLUSIÓN**

Los resultados del presente estudio indican que el protocolo Ovsynch mas un CDR no aumento la fertilidad de las vacas en producción, sin embargo, tuvo un efecto lineal positivo en el porcentaje de preñez en vacas en producción de leche al primer servicio posparto comparado con el Ovsynch. Otros factores pudieron estar involucrados en esta respuesta reproductiva.

## 9. LITERATURA CITADA

- Azevedo, C., I. Maia, N. Canada, y J. Simões. 2014. Comparison of fertility, regular returns-to-estrus, and calving interval between ovsynch and co-synch + cidr protocols in dairy cows. 82: 910-914.
- Bage, R., H. Gustafsson, B. Larsson, M. Forsberg, y H. Rodríguez-Martínez. 2002. Repeat breeding in dairy heifers: Follicular dynamics and estrous cycle characteristics in relation to sexual hormone patterns. *Theriogenology* 57: 2257-2269.
- Bartolome, J. A. *et al.* 2005. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows: Iii. Administration of gnrh 23 days post ai and ultrasonography for nonpregnancy diagnosis on day 30. *Theriogenology* 63: 1643-1658.
- Azevedo, C., I. Maia, N. Canada, y J. Simões. 2014. Comparison of fertility, regular returns-to-estrus, and calving interval between ovsynch and co-synch + cidr protocols in dairy cows. 82: 910-914.
- Bage, R., H. Gustafsson, B. Larsson, M. Forsberg, y H. Rodríguez-Martínez. 2002. Repeat breeding in dairy heifers: Follicular dynamics and estrous cycle characteristics in relation to sexual hormone patterns. *Theriogenology* 57: 2257-2269.
- Bartolome, J. A. *et al.* 2005. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows: Iii. Administration of gnrh 23 days post ai and ultrasonography for nonpregnancy diagnosis on day 30. *Theriogenology* 63: 1643-1658.
- Bartolome JA, Van Leeuwen JJJ, Thieme M, Sa'filho OG, Melendez P, Archbald LF, Thatcher WW. 2009. Synchronization and resynchronization of inseminations in lactating dairy cows with the CIDR insert and the ovsynch protocol. *Theriogenology* 72: 869-878.
- Bisinotto, R. S., E. S. Ribeiro, y J. E. Santos. 2014. Synchronisation of ovulation for management of reproduction in dairy cows. *Animal* 1: 151-159.
- Bó GA, Peres LC, Cutaia E, Pincinato D , Baruselli PS, Mapletoft RJ.. 2011. Treatments for the synchronisation of bovine recipients for fixed-time embryo transfer and improvement of pregnancy rates. *Reprod Fertil Dev* 24: 272-277. Callejas, S. 1995. Jornadas de biotecnología de la reproducción en hembras de interés zootécnico Fisiología del ciclo estral bovino. , Lomas de Zamora 15 y 16 de Junio.
- Carcedo, J. A., M. Caccia, A. Alonso, R. J. Tríbulo, y G. A. Bó. 2000. Sincronización de la ovulación en vacas y vaquillonas tratadas con smb más benzoato de estradiol 24 h después Quinto Congreso Argentino de Reproducción Animal CABIA, Rosario, Argentina.
- Chebel RC, Jose' Santos EP, Ronaldo, Cerria RLA , Galvão KN, Juchem SO, Thatcher WW. 2003. Effect of resynchronization with gnrh on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60: 1389-1399.
- De Rensis, F., y F. Lopez-Gatius. 2007. Protocols for synchronizing estrus and ovulation in buffalo (*bubalus bubalis*): A review. *Theriogenology* 67: 209-216.
- Jiménez-Calderón, J. D. 2014. "estado reproductivo de las explotaciones de ganado vacuno lechero del principado de asturias"



Universidad de Oviedo.

- Kellom, T. A., y J. L. O'Conner. 1991. Estradiol and progesterone effects on relative luteinizing hormone and follicle stimulating hormone release induced from superfused anterior pituitary cell cultures by defined lhrh pulse regimens. *J Steroid Biochem Mol Biol* 39: 501-511.
- Lamb, G. C., C. R. Dahlen, Larson JE, G. Marquezini, y S. JS. 2009. Control of the estrous cycle to improve fertility for fixed-time artificial insemination in beef cattle: A review. *J Anim Sci* 88: 81-92.
- López-Gatius, F. Factors of a noninfectious nature affecting fertility after artificial insemination in lactating dairy cows. A review. *Theriogenology* 77: 1029-1041.
- Lucy, M. C. 2006. Estrus: Basic biology and improving estrous detection Proc. Dairy Cattle Reproductive. p 29-37.
- Mann, G. E., R. Keatinge, M. Hunter, B. A. Hedley, y G. E. Lamming. 2005. The use of milk progesterone to monitor reproductive function in beef suckler cows. *Animal Reproduction Science* 88: 169-177.
- Miura, R., S. Haneda, M. Kayano, y M. Matsui. 2015. Short communication: Development of the first follicular wave dominant follicle on the ovary ipsilateral to the corpus luteum is associated with decreased conception rate in dairy cattle. *J Dairy Sci* 98: 318-321.
- Moreira, F. 2000. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J Dairy Sci* 83: 1245-1255.
- Nett, T. M., A. M. Turzillo, M. Baratta, y L. A. Rispoli. 2002. Pituitary effects of steroid hormones on secretion of follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone. *Domest Anim Endocrinol* 23: 33-42.
- Peter, A. T., P. L. A. M. Vos, y D. J. Ambrose. 2009. Postpartum anestrus in dairy cattle. *Theriogenology* 71: 1333-1342.
- Peters, M. W., y J. R. Pursley. 2003. Timing of final gnrh of the ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology* 60: 1197-1204.
- Pursley, J. R., M. R. Kosorok, y M. C. Wiltbank. 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J Dairy Sci* 80: 301- 306.
- Pursley, J. R., y J. P. Martins. 2011. Impact of circulating concentrations of progesterone and antral age of the ovulatory follicle on fertility of high-producing lactating dairy cows. *Reprod Fertil Dev* 24: 267-271.
- Pursley, J. R., M. O. Mee, y M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using pgf2 $\alpha$  and gnrh. *Theriogenology* 44: 915-923.
- Pursley, J. R., R. W. Silcox, y M. C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 81: 2139-2144.
- Rippe, C. A. 2009. El ciclo estral Dairy Cattle Reproduction Conference p111-116, Minneapolis, MN.
- Rizos, D., M. A. Ramirez, B. Pintado, P. Lonergan, y A. Gutierrez-Adan. 2010. Culture of bovine embryos in intermediate host oviducts with emphasis on the isolated mouse oviduct. *Theriogenology* 73: 777-785.
- Rodríguez, M., A. Vallejo, P. Batista, y A. C. Espasandin. 2011. Biotecnologías reproductivas aplicadas a la mejora genética animal *Cangue* No. 31. p 44-50.

- Royal, M., G. E. Mann, y A. P. F. Flint. 2000. Strategies for reversing the trend towards subfertility in dairy cattle. *The Veterinary Journal* 160: 53-60.
- Sartori, R., G. J. Rosa, y M. C. Wiltbank. 2002. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci* 85: 2813-2822.
- Schams, D., y B. Berisha. 2002. Steroids as local regulators of ovarian activity in domestic animals. *Domest Anim Endocrinol* 23: 53-65.
- Serrano, J. 2010. Reproducción No. 2015.
- Squires, E. J. 2003. *Applied animal endocrinology*. CAB International.
- Van Werven, T., F. Waldeck, A. H. Souza, S. Floch, y M. Englebienne. 2013. Comparison of two intravaginal progesterone releasing devices (prid-delta vs cidr) in dairy cows: Blood progesterone profile and field fertility. *Anim Reprod Sci* 138: 143- 149.
- Vasconcelos, J. L. M., R. W. Silcox, G. J. M. Rosa, J. R. Pursley, y M. C. Wiltbank. 1999. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rates after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52: 1067-1078.
- Waldmann A, Reksen O, Landsverk K, Kommissrud E, Dahl E, Refsdal AO, Ropstad E. 2001. Progesterone concentrations in milk fat at first insemination effects on non-return and repeat-breeding. *Anim Reprod Sci* 65: 33-41.
- Wiltbank, M. C., A. Gumen, y R. Sartori. 2002. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. *Theriogenology* 57: 21-52.
- Yamada, K. 2005. Jsar innovative technology award. Development of ovulation synchronization and fixed time artificial insemination in dairy cows. *J Reprod Dev* 51: 177-186.