

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**FERTILIDAD POST TRATAMIENTO CON USO DE  
BAJAS DOSIS DE ESTRADIOL EN LA FASE MEDIA  
LUTEAL EN VACAS HOLSTEIN**

**POR:**

**NAZARIO CANTERO PEÑA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
"UNIDAD LAGUNA"**

**TESIS**

**"FERTILIDAD POS TRATAMIENTO CON USO DE BAJAS DOSIS  
DE ESTRADIOL EN LA FASE MEDIA LUTEAL DEL CICLO  
ESTRAL"**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORIA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Carlos Leyva Orasma**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA  
ANIMAL**

  
\_\_\_\_\_  
**MVZ ERNESTO MARTINEZ ARANDA**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - UL

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**TESIS POR:**

**NAZARIO CANTERO PEÑA**

**“FERTILIDAD POS TRATAMIENTO CON USO DE BAJAS DOSIS DE  
ESTRADIOL EN LA FASE MEDIA LUTEAL DEL CICLO ESTRAL”**

**TESIS ELABORADO BAJO LA SUPERVICION DEL COMITÉ PARTICULAR  
DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TITULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNIOSTA**

**PRESIDENTE:** \_\_\_\_\_

  
**DR. CARLOS LEYVA ORASMA**

**VOCAL:** \_\_\_\_\_

  
**PhD. JUAN DAVID HERNÁNDEZ BUSTAMANTE**

**VOCAL:** \_\_\_\_\_

  
**M.C. SERGIO IGNACIO BARRAZA ARAIZA**

**VOCAL SUPLENTE:** \_\_\_\_\_

  
**M.C. JORGE ITURBÍDE RAMÍREZ**

## DEDICATORIAS

**Dedico esta tesis con el corazón a mis Padres, Hermanas, Abuelos y tíos que durante todo este tiempo han creído en mí, por depositar su confianza y apoyo, ya que gracias a ustedes he logrado algo muy importante en mi vida.**

**Dedicada a mis Padres Julia Peña Mendoza y Nazario Cantero Torres, a mis hermanas Fabiola Cantero Peña, Maria Guadalupe Cantero Peña y Yazmín Cantero Peña. Por todos los sacrificios que han tenido que hacer durante todo este tiempo, por su comprensión, amor y apoyo.**

**Dedicada a mis tíos Maria Peña M., y Eusebio que cada vez que han tenido la oportunidad me han brindado su apoyo en todos los sentidos así como sus consejos y por compartir grandes momentos en mi vida.**

**Dedicada a mis tíos Gabino Peña M., Carmen, Guille Peña M., Martha Peña M., Mago Peña M., Norberto Cantero T. Por todo su apoyo.**

**A mi primo Sergio Cantero G. por ser un gran amigo incondicional así como por brindarme todo su apoyo y por alentarme a seguir adelante.**

**A mis amigos y compañeros que me brindaron su amistad durante el transcurso de la carrera y que cuando me sentía desalentado me ayudaron a seguir adelante en especial a: Alvin Sosa, Baltazar Hernández, amigos leales y a todos aquellos que comparten un lugar en mi vida.**

**Y a aquella persona con quien mi amistad a llegado más allá de eso y que siempre será especial.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**Agradezco a mí “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna” por haberme dado la oportunidad de superarme como persona y profesionalista.**

**Agradezco a mí familia por haberme dado la oportunidad de seguir continuando mis estudios.**

**Agradezco a Dios que me permitió seguir adelante durante todo este tiempo, así como la paciencia para llevar acabo esta fase de mi vida.**

**Agradezco a mí asesor el Doctor Carlos Leyva Orasma por su ayuda y su tiempo invertido para la realización de este proyecto así como su disponibilidad para transmitirme sus conocimientos y experiencias.**

**Agradezco a mis compañeros y amigos que durante el proyecto me brindaron su apoyo y ayuda.**

**Agradezco a todas las personas que de una u otra forma siempre han estado apoyándome durante mi estancia en Torreón.**

**Agradezco al establo “AMPUERO” por brindarme la oportunidad de realizar mi proyecto de tesis al prestarme sus animales para realizar el experimento así como al personal que me brindaron su apoyo y disposición.**

# ÍNDICE

<i>Contenido</i>	<i>Página</i>
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	iv
RESUMEN.....	1
<b><i>I. INTRODUCCIÓN.....</i></b>	<b><i>2</i></b>
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivo específico.....	4
1.3 Hipótesis.....	4
<b><i>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</i></b>	<b><i>5</i></b>
2.1 Dinámica folicular durante el ciclo estral de la vaca.....	5
2.2 Relación entre el número de oleadas foliculares y su fertilidad.....	7
2.3 Estrógenos.....	8
2.4 Precursores de esteroides.....	10
2.5 Uso histórico del estradiol en la reproducción bovina.....	11
2.5.1 Uso de combinaciones de progesterona con estrógenos:.....	12
2.5.3 Uso de estrógenos en el protocolo de GnRH y prostaglandinas.....	14
2.6 Uso de la inyección de estradiol al final del ciclo estral para disminuir vacas vacías al diagnóstico.....	14
2.7 Efecto del estradiol a mitad del ciclo estral sobre la fertilidad.....	15

2.8 Reconocimiento materno de la gestación y su relación con la producción estrogénica.....	16
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 Descripción del área de estudio.....	19
3.2 Descripción de los animales.....	19
3.3 Grupos experimentales.....	20
3.4 Análisis estadísticos.....	21
3.5 Variables evaluadas.....	21
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>22</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>27</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>30</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>31</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Cuadro 1.</b> Descripción del experimento .....	20
<b>Cuadro 2.</b> Tasa de concepción del celo previo al tratamiento.....	22
<b>Cuadro 3.</b> Tasa de concepción a la inseminación post tratamiento .....	23
<b>Cuadro 4.</b> Porcentaje de detección de estro .....	23
<b>Cuadro 5.</b> Días promedio desde la aplicación del ECP al servicio subsiguiente. .....	24
<b>Cuadro 6.</b> Influencia de la condición corporal sobre la tasa de concepción.....	25
<b>Cuadro 7.</b> Influencia del número de servicios pretratamiento sobre las tasas de concepción.....	26



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1.</b> Vacas gestantes por condición corporal .....	25
<b>Figura 2.</b> Porcentaje de vacas gestantes de acuerdo a servicios pre tratamiento.....	26

## RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue valorar la influencia de la aplicación de baja dosis de cipionato de estradiol ECP (1 mg) a los 13 días después de la inseminación artificial, durante la época de verano (mayo, junio), sobre las vacas que resultaron vacías al diagnóstico de gestación y la fertilidad posterior a la inyección. Se utilizaron 110 vacas Holstein de un establo lechero de La Comarca Lagunera, las que se dividieron en 2 grupos de 55 animales con igual número de testigos y tratadas. Para su selección se tomó en cuenta el número de servicios y condición corporal, independientemente del número de partos y de días en leche; durante el mes de mayo (Verano) se aplicó parenteralmente 1 mg de ECP a 55 vacas, que 13 días antes habían sido inseminadas artificialmente. En las vacas que repitieron celo post tratamiento se evaluó el porcentaje de gestación en comparación con las testigos obteniendo un aumento significativo ( $P < 0.05$ ). En todos los casos, el diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal a los 40 días promedio.

Se concluye que la aplicación de 1 mg de ECP a los 13 días después de la inseminación artificial, aumenta la fertilidad en vacas que repiten celo post tratamiento y no afecta la gestación en curso.

## I. INTRODUCCIÓN

Un programa de manejo reproductivo en un establecimiento ganadero, está 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 intensa selección genética de ganado lechero para incrementar la producción de leche, ha sido asociada con una disminución en la eficiencia reproductiva (Butler *et al.*, 2004) además la falla en alcanzar el tamaño, madurez o el sobredesarrollo anormal del folículo (quiste folicular) estos problemas conllevan a una significativa ineficiencia reproductiva, esto es uno de los problemas más costosos que enfrenta la industria lechera de hoy (Lucy *et al.*, 1992).

Durante el ciclo estral el mantenimiento prolongado del folículo dominante da como resultado la ovulación de un ovocito viejo, esto conlleva a la necesidad de sincronizar el desarrollo folicular para asegurar la presencia de un ovocito viable. La eliminación del folículo dominante da como resultado la formación de una nueva oleada folicular. Existen tratamientos con progesterona y estradiol que han sido utilizados por varios años para sincronizar el estro, y no fue hasta recientemente que descubrieron el efecto del estradiol en el desarrollo folicular (Mapletoft *et al.*, 2003). En una serie de experimentos *Bó et al.*, 1994 (citado por *Mapletoft et al.* 2003) utilizaron tratamientos de estradiol que suprimen el crecimiento folicular, y la supresión fue más marcada cuando se aplicó junto con progesterona. El mecanismo responsable de la supresión inducida por

estrógenos del crecimiento folicular aparentemente involucra la supresión de FSH mediante la vía sistémica. Después de esto, ocurren oleadas de FSH a tiempos definidos y emerge una nueva oleada folicular (Mapletoft *et al.*, 2003). El estradiol también ha sido utilizado para aumentar la fertilidad de los hatos lecheros, en un estudio realizado por *Macmillan et al.* (1997), reportaron que pequeñas dosis de benzoato de estradiol (1 mg) inyectada los días 12, 13 ó 14 después de la inseminación artificial sincronizada, incrementaba las vacas con tres oleadas foliculares, aumentando la fertilidad relacionada con el tratamiento, mientras las tasas de gestación de la inseminación artificial inicial permanecieron sin cambios.

Teniendo en cuenta los argumentos anteriores se plantean los siguientes objetivos

### **1.1 Objetivo general**

El objetivo de este trabajo fue verificar si la aplicación de dosis bajas de ECP (1 mg) a los 13 días (fase media luteal) después de la inseminación artificial, es capaz de aumentar el porcentaje de gestación en vacas Holstein que repiten celo post tratamiento.

## **1.2 Objetivo específico**

Valorar el efecto del ECP sobre la gestación en curso.

Evaluar el porcentaje de gestación en aquellas vacas que repiten celo post tratamiento de ECP.

## **1.3 Hipótesis**

La administración de estradiol (1 mg) a los 13 días post servicio, aumenta el porcentaje de fertilidad en aquellas vacas que repiten celo, y no afecta la gestación en curso en las vacas preñadas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **2.1 Dinámica folicular durante el ciclo estral de la vaca**

El ciclo estral de la vaca se puede dividir en dos fases: una fase folicular y una fase lútea, la fase folicular (proestro, estro) se caracteriza por el desarrollo, maduración folicular, ovulación y la presencia de una alta concentración de estrógenos; en la fase luteal (metaestro. diestro) se lleva acabo el desarrollo y maduración del cuerpo lúteo con altas concentraciones de progesterona (Knobil y Neill, 1994).

El reconocimiento del comportamiento de la vaca durante el estro permite el diseño de programas biotecnológicos como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y la monta controlada (Henaó *et al.*, 2004). El número de ondas foliculares determina la longitud del ciclo estral. *Ginther et al.* (2001) informan que en ganado de leche, el ciclo es de 18 días promedio en vacas que presentan dos ondas, 21 días cuando se presentan tres y 10 días cuando se presenta sólo una onda folicular.

El desarrollo folicular es una secuencia dinámica en oleada de procesos organizados bajo control hormonal. Una oleada folicular es un desarrollo sincrónico de varios folículos de 4 a 5 mm de diámetro, con la selección y crecimiento del folículo dominante y la subsiguiente regresión de los demás folículos (Rigau, 1998).

La foliculogénesis es la progresión de los folículos primordiales a folículos maduros capaces de ovular, esta progresión está basada en la capacidad que tienen las células de la granulosa para dividirse y diferenciarse (Bo, 2002; Fricke y Shaver, 1999).

En un feto a mitad de gestación, el número de folículos primordiales y primarios es de unos 2 millones, iniciándose ya el proceso de desarrollo y atresia folicular, algunos autores, tales como Pérez (2004) menciona de 135,000 a 175,000 folículos primordiales al nacer, y que la pérdida de folículos es constante. Un folículo necesita de al menos 60 días, y probablemente de 80 a 100 días, para pasar de folículo primordial a folículo de Graaf o preovulatorio (Rigau, 1998).

A finales de la década de los 80 se realizaron trabajos, utilizando ultrasonografía de tiempo real, y documentaron convincentemente que el crecimiento folicular en el bovino ocurre en oleadas (Bo, 2002; Fricke y Shaver, 1999; Pérez, 2004). Una oleada folicular implica el desarrollo sincrónico de un grupo de folículos de 4 a 5 mm de diámetro al mismo tiempo en ambos ovarios (Bo, 2002; Rigau, 1998) con la selección y crecimiento del folículo dominante y la subsiguiente regresión de los demás folículos (Pérez *et al.*, 2003; Rigau, 1998). Estos procesos son regulados por interacción entre hormonas, factores de crecimiento, sistemas de comunicación celular y genes (Pérez *et al.*, 2003).

En la mayoría de las vacas, en un ciclo estral se producen de dos a tres oleadas (Ahmad *et al.*, 1997; Cooperative Regional Research Project, 1996; Noseir, 2003; Townson *et al.*, 2002). En el caso de dos, la primera se inicia el día de la ovulación (día 0) y la segunda oleada comienza el día 9 o 10. En el caso de tres oleadas, el inicio de las oleadas se produce en los días 0, 9 y 15 o 16 del ciclo estral. Las diferencias existentes entre vacas en cuanto al número de oleadas y sobre todo, al inicio de la segunda oleada, dependen de factores genéticos y ambientales. Los folículos dominantes de las primeras oleadas, no ovulan debido a la progesterona del CL que bloquea la secreción de la LH. Los folículos dominantes secretan la mayoría de los estrógenos y son más sensibles a la FSH y LH (Bo, 2002).

## **2.2 Relación entre el número de oleadas foliculares y su fertilidad**

El ciclo estral es más largo en novillas y vacas con 3 oleadas que con 2 oleadas foliculares debido a una fase lútea más larga. Si la función lútea declina antes que el folículo grande de la segunda oleada alcance su máximo diámetro, este folículo queda viable y entonces el folículo ovula (Townson *et al.*, 2002). Consecuentemente, vacas con 2 oleadas dan folículos que son viejos y grandes a la ovulación, que vacas con 3 oleadas (Ahmad *et al.*, 1997; Townson *et al.*, 2002).

Un prolongado crecimiento y dominancia del folículo ovulatorio está asociado con una disminución de la fertilidad en el ganado. La fertilidad fue



reducida en vacas lecheras y novillas en las cuales ocurre la ovulación de un folículo viejo y persistente, comparado con uno joven (Cooperative Regional Research Project, 1996; Townson *et al.*, 2002).

La persistencia folicular está asociada a una exposición prolongada a concentraciones elevadas de LH y estradiol antes del estro y ovulación. La ovulación en vacas con dos oleadas determinan óvulos más viejos que aquella en vacas con tres oleadas y de aquí puede disminuir la fertilidad o muerte embrionaria temprana, de la misma manera ocurre con los folículos persistentes (Ahmad *et al.*, 1997; Cooperative Regional Research Project, 1996; Townson *et al.*, 2002).

### **2.3 Estrógenos**

En la vaca, así como otros mamíferos, existen varios tipos de estrógenos, los mas conocidos son: estradiol, 17 beta-estron estriol, 16 apiestrol, 16 hidroxiestriol, equilina, equilenina, hipulina (Holy y Martínez, 1985; Ortuño, 1994).

La función incretoria ovárica, está representada por la producción de tres sustancias hormonales, de las cuales dos son esteroides (estrógenos y progesterona) y la otra es la relaxina (Ortuño, 1994).

Fisiológicamente, los estrógenos, estrone y  $17\beta$  estradiol, son los más importantes de los esteroides foliculares, su nombre trivial es debido a sus funciones para la receptividad sexual (estro) en hembras mamíferas, pero ellos juegan un rol para iniciar otros aspectos fisiológicos reproductivos de la hembra (Knobil y Neill, 1994).

La liberación de los estrógenos del folículo, se produce bajo el control del hipotálamo y de las gonadotropinas hipofisarias. La influencia de ellos en los órganos periféricos se conoce desde hace tiempo, no solo influyen en los órganos sexuales secundarios, sino además en los órganos tubulares, que antecede a la fase progestativa, necesaria para la anidación del óvulo fecundado. Otras funciones son los cambios en el parénquima de la ubre, influyen también en la libido aumentándolo durante el celo, actúan también en el crecimiento de los huesos intensificando el desarrollo de las epífisis, fomentan la retención del P, Na y Ca en el organismo, estimulan la formación de STH, lo que se aprovecha en forma práctica en la engorda de animales (Ortuño, 1994).

➤ Estrone (3-hidroxy-estra-1,3,5[10]-trien-17-uno) fue el primer esteroide sexual en ser aislado e identificado. Doisy et al., 1929 (Citado por *Knobil y Neill* 1994), cristalizó este esteroide de orina de mujer preñada, y después de fluido folicular de cerdas. El  $17\beta$  estradiol (estra-2,3,5[10]-triene-17-uno) es 10 veces

más potente que el estrone, en una base molar, es la más activa de todos los esteroides producidos por el ovario.

Estas hormonas esteroidales son producidas durante el ciclo estral, durante la foliculogénesis, las células de la teca interna producen andrógenos, los cuales son transformados a estrógenos por la P450 aromatasa. La vía enzimática preferida para la conversión de colesterol a andrógenos en el ovario, es la vía 5-ene-3 $\beta$ -hidroxiesteroide (Cheryl *et al.*, 2001; Fortune *et al.*, 2004; Ginther *et al.*, 2001).

## **2.4 Precursores de esteroides**

Los esteroides foliculares son producidos de derivados del colesterol de una de tres posibles vías: a) colesterol preformado, tomado de la sangre, principalmente en la forma de lipoproteínas circulantes, b) colesterol preformado almacenado dentro de las células ováricas o como colesterol libre, un constituyente de las células de la membrana, o por ésteres de colesterol almacenado dentro del citoplasma como gotitas de lípidos y c) colesterol sintetizado nuevamente en las células ováricas de componentes de 2-carbono derivado del metabolismo de carbohidratos, grasa o proteínas dentro de la célula. El motivo para elegir alguna de estas vías de utilización de colesterol depende de la especie animal y el tipo de células involucradas. La utilización de cada una puede estar sujeta a regulación con la importancia cuantitativa de una

u otra vía variando con el estado fisiológico (Fortune *et al.*, 2004; Knobil y Neill, 1994).

## **2.5 Uso histórico del estradiol en la reproducción bovina**

— El estradiol, se ha utilizado desde hace mucho tiempo para diferentes propósitos reproductivos en el ganado bovino, por ejemplo, como inductor de celos, como metafiláctico en el puerperio de vacas (Leyva *et al.*, 2004)

La contaminación bacteriana del lumen uterino después del parto está presente comúnmente en el ganado. La infección regularmente no es eliminada totalmente y persiste por varias semanas en un 10 – 15 % de los animales con endometritis crónica causando subfertilidad incluso después de desaparecer los signos clínicos. Las enfermedades uterinas contribuyen importantemente a las pérdidas económicas en la granja lechera, se ha observado que la vaca es menos susceptible a la infección bacteriana durante el estro que en el diestro, de ahí que se ha utilizado la administración parenteral de estradiol como un tratamiento efectivo para la endometritis (Sheldon *et al.*, 2004).

— También se a utilizado como inductor de celo ya que los patrones de desarrollo folicular pueden ser perturbados por la administración de GnRH o estradiol, la variación en los patrones de este desarrollo pueden invariablemente producir ambos la sincronización del estro o la ovulación, los cuales son lo suficientemente precisos para permitir la predeterminación de

tiempo para la inseminación (Macmillan *et al.*, 2003). El estradiol se ha utilizado en combinación con progesterona, prostaglandinas y GnRH, para inducir el celo.

### **2.5.1 Uso de combinaciones de progesterona con estrógenos:**

La baja fertilidad encontrada en la sincronización con progesterona puede evitarse con la aplicación de estradiol al inicio o durante el tratamiento. El estradiol exógeno frena el crecimiento del folículo dominante al inhibir la secreción de gonadotropinas y facilita una nueva oleada folicular unos 3-5 días más tarde, con un nuevo folículo dominante al terminar el tratamiento con progesterona. El estradiol se ha aplicado en forma de benzoato, valerato, cipionato o 17  $\beta$ -estradiol junto a la administración de progesterona (Rigau, 1998; Utt *et al.*, 2003).

Existen tratamientos donde se aplican los estrógenos al inicio del protocolo, como es el caso de la utilización de implantes de silicona que contienen 3 mg de norgestomet. Al momento de colocar el implante se aplica una inyección parenteral de valerato de estradiol (5 mg) y una de norgestomet (3 mg), el implante se retira a los 9 días y se insemina en novillas a las 48 h y en vacas a las 56 h después de retirar el implante (Monge, 2004). Otros tratamientos recomiendan su aplicación al retirar la progesterona, como es el caso donde se aplica de 0,5 a 1 mg de benzoato de estradiol a las 24-30 horas después de 7 días de progesterona (Rigau, 1998). Otros sólo aplican 6 días de

progesterona (CIDR) (Rhodes *et al.*, 2003) y hay estudios que coinciden con ambos tratamientos (Xu *et al.*, 2000), ya que aumentan el número de vacas y novillas en celo y mejora la sincronía.

Day *et al.* (2000) administraron 2 dosis de benzoato de estradiol, una al inicio y la otra a las 48 horas de finalizado un tratamiento intravaginal de 9 días, obteniendo un aumento en la sincronización y una tasa de concepción comparable al celo espontáneo.

### **2.5.2 Uso de estrógenos en la sincronización con PGF<sub>2</sub>α**

Los estrógenos inducen el pico preovulatorio de LH y la ovulación, y tienen actividad luteolítica durante la fase luteal. Este efecto puede justificar la inclusión de estradiol en las pautas de sincronización.

La aplicación de 0,5 mg de benzoato de estradiol a las 24 horas después de las PGF permite la predicción del celo, el pico de LH y la ovulación, independientemente del estado de desarrollo folicular. La aplicación de benzoato de estradiol de 40 a 48 horas después de las PGF provoca o induce una mayor proporción de vacas sincronizadas con celo en el día 3, sin embargo el tratamiento no funcionó en novillas según Macmillan *et al.* (2003)

### **2.5.3 Uso de estrógenos en el protocolo de GnRH y prostaglandinas**

En el protocolo de inseminación denominado Heatsynch, en el día cero se administra GnRH, seguida al día siete por PGF2 $\alpha$ , ECP a las 24 horas de la PGF2 $\alpha$ , y se insemina a las 48 horas del estradiol (Stevenson *et al.*, 2004). El ECP estimula la GnRH y consecuentemente la liberación de un pulso de LH, este pulso tiene una duración aproximadamente de 10 horas similar a una onda de LH durante un celo natural facilitando la ovulación (Pancarci *et al.*, 2002; Risco *et al.*, 2003)

### **2.6 Uso de la inyección de estradiol al final del ciclo estral para disminuir vacas vacías al diagnóstico.**

Durante años se ha trabajado en la búsqueda de métodos de diagnóstico precoz de no gestación, con el objetivo de conocer tempranamente las vacas vacías para reducir su incidencia improductiva en la explotación ganadera. El no retorno al estro y la palpación por vía rectal son los métodos más comunes para el diagnóstico. La determinación de los niveles de progesterona en sangre fue sugerida para el diagnóstico precoz de gestación a los 21 días por Shemesh *et al.* 1968 (citado por Gil *et al.* 1999). El diagnóstico precoz con el tratamiento de benzoato de estradiol a los 21 días, da una efectividad de un 100% para la no gestación que iguala al de la progesterona en sangre y leche (Gil *et al.*, 1999).

Para el diagnóstico de la no gestación *Gil et al.* (1999), inyectaron 1 mg de benzoato de estradiol a los  $20 \pm 1$  días después de la inseminación sincronizada en vacas mestizas Holstein x Cebú y llegaron a la conclusión, que dosis bajas (1 mg) de benzoato de estradiol, no modifica la funcionalidad del cuerpo lúteo, ya que no observaron pérdidas de gestación. En comparación con la técnica de niveles de progesterona, la aplicación de estradiol es un método económico y práctico para el diagnóstico precoz de la no gestación además que ayuda a disminuir los días abiertos en la vaca. En otro trabajo realizado por *Leyva et al.* (2004) aplicaron 1 mg de benzoato de estradiol a los 20 días post servicio en la época de verano y de invierno y se observó que al aplicarlo en verano disminuye significativamente las vacas vacías al diagnóstico ( $P < 0.05$ ), sin embargo durante el invierno el tratamiento no tuvo los mismos efectos.

## **2.7 Efecto del estradiol a mitad del ciclo estral sobre la fertilidad**

El potencial de la sincronización de la inseminación artificial para incrementar la eficiencia de preñez, puede ser extendida más allá por manipulación estratégica al retorno a servicio en el ganado lechero o de carne. Un factor que se debe considerar en los sistemas extensivos es el número insuficiente de toros para cubrir con un gran número de vacas que retornan al servicio cuando es usada la sincronización del estro (*Burke et al.*, 2000).



En un estudio realizado por Macmillan *et al.* (1997) en ganado lechero reportaron que pequeñas dosis de benzoato de estradiol (1 mg) inyectada los días 12, 13 ó 14 después de la inseminación artificial sincronizada, incrementaba las vacas con tres oleadas foliculares, aumentando la fertilidad relacionada con el tratamiento, mientras las tasas de gestación de la inseminación artificial inicial permanecieron sin cambios. Dentro de la misma línea de investigación Burke *et al* (2000) tratando de corroborar lo anterior, inyectaron 1 mg de benzoato de estradiol en el día 13 del ciclo en vacas Holstein no lactantes y llegaron a la conclusión que efectivamente este tratamiento sincroniza parcialmente el retorno al servicio y que puede ser utilizado en vacas que no conciben a la primera inseminación sincronizada.

## **2.8 Reconocimiento materno de la gestación y su relación con la producción estrogénica**

El reconocimiento materno de la preñez ha sido usado para describir el proceso en el cual la madre responde a la presencia del embrión dentro de su tracto reproductivo y particularmente los eventos que permiten la preñez con éxito (Roberts *et al.*, 1992). Se requiere de la producción de proteínas, interferón trofoblástico (IFN- $\tau$ ), para la preimplantación del blastocisto, por su efecto antiluteolítico; el interferón trofoblástico también tiene efectos antivirales y antiproliferativos (Demmers *et al.*, 2001).

La implantación es un proceso gradual y lento que se inicia según Geisert *et al.* (1992), en la oveja, a los 15 días de la gestación y en el bovino, a los 18 días y según Roberts *et al.* (1992) y Demmers *et al.* (2001) en la oveja 12-13 y en el bovino 14-15. En las ovejas la proteína secretada por el embrión entre los días 12 y 21 de la preñez inhibe la producción de PGF2 $\alpha$  en el endometrio uterino (Roberts *et al.*, 1992), la luteólisis en las ovejas engloba liberaciones episódicas de PGF2 $\alpha$  entre los días 12 y 16 del ciclo estral. En los rumiantes la oxitocina estimula la liberación pulsátil de PGF2 $\alpha$  vía receptores de oxitocina en el endometrio (Leung y Wathes, 2000). Los pulsos incrementan en frecuencia hasta 5 pulsos que son liberados en un período de 24 horas que da como resultado una regresión luteal. La oxitocina liberada por el cuerpo lúteo o pituitaria posterior estimula estas liberaciones episódicas de PGF2 $\alpha$ . La expresión de estos receptores de oxitocina en el endometrio uterino son estimuladas por los estrógenos producidos por el folículo preovulatorio en el ovario (Geisert *et al.*, 1992).

En el ciclo de la oveja numerosos receptores endometriales de estrógeno y progesterona son altos entre el estro y el día 12 del ciclo. Bajo la influencia de la progesterona, el endometrio uterino libera poca PGF2 $\alpha$  y son insensibles a la estimulación de estrógenos u oxitocina. Este período es conocido como bloqueo de progesterona. En las ovejas preñadas el embrión produce IFN- $\tau$ , entre el día 12 y 21 suprimiendo la expresión de receptores de estrógenos resultando

disminución de la formación de receptores de oxitocina e insensibilizando a la liberación de oxitocina luteal esto sirve para disminuir la liberación pulsátil de  $\text{PGF2}\alpha$  (Geisert *et al.*, 1992).

La producción de estrógenos por el embrión en desarrollo es un signo materno de reconocimiento de la gestación en cerdas (Geisert *et al.*, 1990; Pickard *et al.*, 2003), los períodos de producción de estrógeno entre los días 11–12 y 14–30 de la preñez permiten el mantenimiento del cuerpo lúteo. Ambos períodos de producción de estrógenos del endometrio uterino parecen ser críticos ya que la estimulación de estrógenos en ambas fases es requerida para entender la vida del cuerpo lúteo. El embrión de cerdo secreta una serie de proteínas incluyendo interferones, pero estas no afectan la vida del cuerpo lúteo el endometrio uterino no responde a estrógenos hasta el día 10 del ciclo o preñez temprana.

Los niveles bajos de progesterona después del día 10 permiten a los receptores de estrógenos activar la acción de los estrógenos del embrión. La acción de los estrógenos embrionarios permite la estimulación de la síntesis de proteína endometrial, la secreción y liberación de histamina, liberación de calcio y alteraciones en la liberación de prostaglandinas. Estos estrógenos no parecen inhibir la producción de  $\text{PGF2}\alpha$  en cambio causan el secuestro de  $\text{PGF2}\alpha$  en el lumen uterino (Geisert *et al.*, 1992).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

La presente investigación, se llevó a cabo en el establo Ampuero localizado en el Km 6.5 de la carretera Torreón-Mieleras del municipio de Torreón Coahuila, situado en la latitud 26° Norte y una altitud de 1,400 metros sobre el nivel del mar. La temperatura promedio es de 23.4 °C, siendo la temperatura máxima de 40 °C en junio y la mínima de -3 °C en diciembre; la precipitación pluvial promedio anual es de 230 mm<sup>3</sup> (Shmidt, 1989). El establo cuenta con una población total de 2500 animales, en sistema intensivo, teniendo un promedio de producción diaria de 32.57 litros por vaca, llevándose a cabo 3 ordeñas diarias.

#### 3.2 Descripción de los animales

Un total de 110 vacas de la raza Holstein Friesian fueron asignadas a este estudio, multíparas, de 1° y 2° servicios, cuyas condiciones corporales oscilaban entre 2.5 y 3.5, (Se tomó de una escala de valores de 1 a 5) y con un estado de salud semejantes. Las vacas fueron alimentadas a libre acceso en base a una dieta con una proporción de forraje/concentrado de 48.5/51.5 respectivamente, el alimento fue ofrecido por la mañana, tarde y noche coincidiendo con el horario de las ordeñas, con un consumo de materia seca de 25.0 kg. por vaca por día.

### 3.3 Grupos experimentales

El experimento se llevó a cabo, durante el verano (mayo, junio) 2004 el cual se describe en el cuadro 1 se formaron dos grupos de forma aleatoria cada grupo con 55 animales; uno formó el de vacas tratadas y otro de vacas testigo. Dentro del grupo de tratadas se formaron subgrupos con una condición corporal  $<3$  y  $\geq 3$  y vacas con 1 y 2 servicios pretratamiento. Lo mismo se llevó a cabo con el grupo de no tratadas. Las vacas consideradas como repetidoras se tomaron dentro de un rango de 1 a 15 días post aplicación de ECP.

**Cuadro 1.** Descripción del experimento

Grupos	No. de animales	Día 13 post inseminación
Tratado	55	1 mg ECP
Testigo	55	No inyección

El total de las vacas fueron examinadas para el diagnóstico de la gestación a los 40 días promedio post inseminación por palpación rectal. Las vacas que volvieron a presentar estro fueron inseminadas en todos los grupos y consideradas como vacías post tratamiento.

Para la aplicación de los tratamientos se utilizaron jeringas de tres ml. y agujas desechables, a todos los animales que estuvieron en tratamiento recibieron 1mg de ECP I.M. a los 13 días post inseminación.

### **3.4 Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos fueron analizados con el programa SYSTAT (versión 10) utilizando para ello, una comparación de proporciones mediante la prueba de Chi- cuadrada y mediante la T de student para hacer una comparación de promedios.

### **3.5 Variables evaluadas**

Las variables evaluadas para este estudio fueron:

- Tasa de concepción anterior y posterior al tratamiento.
- Tasa de detección de estro (vacas detectadas en celo entre el número de vacas aptas para la inseminación).
- Promedio de días de la inyección de ECP a la siguiente manifestación de celo.
- Influencia de la condición corporal sobre la fertilidad.
- Influencia del número de servicios pretratamiento sobre la fertilidad.

#### IV. RESULTADOS

Como se puede observar en el cuadro 2, la tasa de concepción del servicio previo al tratamiento no se vio afectada por la aplicación de ECP, ya que no hubo una diferencia en la tasa de concepción entre ambos grupos.

**Cuadro 2.** Tasa de concepción del celo previo al tratamiento

Grupos	Inseminados	Gestantes	% de concepción
Tratado	55	13	23,6a
Testigo	55	11	20a

Literales iguales entre si no difieren

Sin embargo con la aplicación de ECP (1 mg) a los trece días post servicio, se obtienen tasas de concepción más altas en las hembras reinseminadas, en comparación con las que no reciben tratamiento (cuadro 3), teniendo un aumento significativo ( $P < 0.05$ ) en la tasa de concepción.

**Cuadro 3.** Tasa de concepción a la inseminación post tratamiento

Grupos	Animales inseminados	Animales Gestantes	% de gestantes
Tratado	20	10	50 a
Testigo	17	3	18 b

Literales distintas entre columnas difieren  $P < 0.05$

Con respecto a la tasa de detección de estro no se encontró diferencia entre ambos grupos (cuadro 4), sin embargo se encontró una tendencia a mejorar la tasa de detección de estro en el grupo tratado.

**Cuadro 4.** Porcentaje de detección de estro

Grupos	Estro detectado	Porcentaje de detección de celo
Tratado	20/42	47,60% a
Testigo	17/44	38,60% a

Literales iguales entres si no difieren



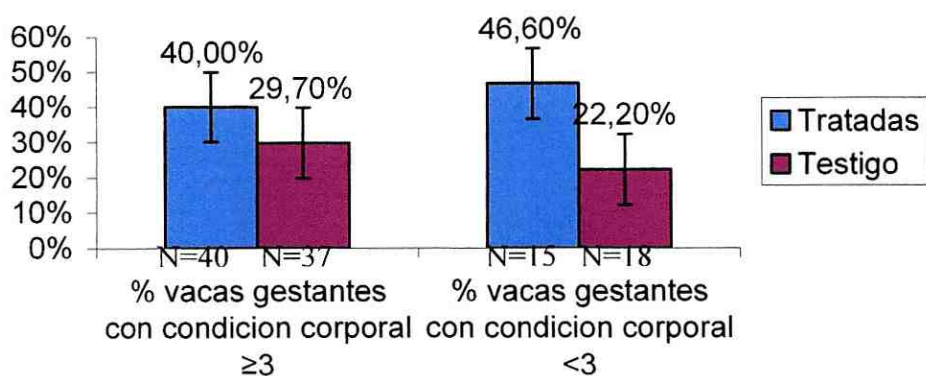
En cuanto al promedio de días desde la aplicación de ECP, hasta la manifestación de estro (cuadro 5) no se encontró una diferencia significativa entre ambos grupos.

**Cuadro 5.** Días promedio desde la aplicación del ECP al servicio subsiguiente.

Grupos	Número de animales	Repiten celo	Promedio de días de ECP a celo
Tratado	55	20	9.1 a
Testigo	55	17	8.3 a

Literales iguales entre si no difieren

Cuando se analiza la influencia de la condición corporal en los grupos experimentales ( $\geq 3$  vs  $< 3$ ) se observó, que este factor no afecta la tasa de concepción, ya que no se encontraron diferencia estadísticamente significativas ni en el grupo, tratado, ni el testigo (figura 1), ni entre grupos (cuadro 6)



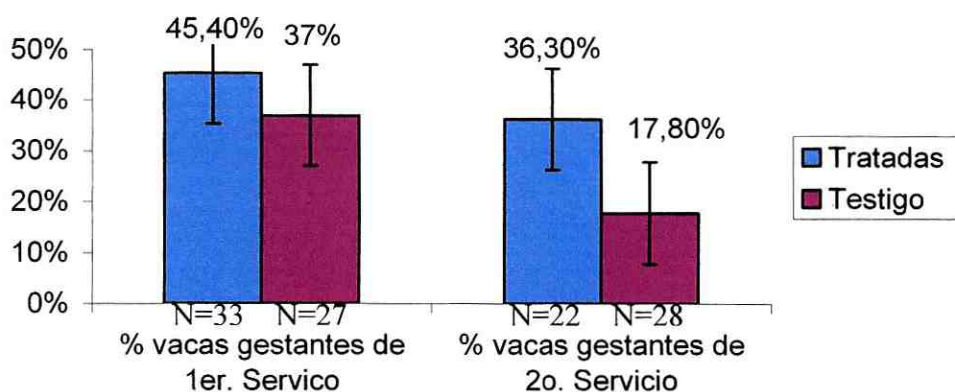
**Figura 1.** Vacas gestantes por condición corporal

**Cuadro 6.** Influencia de la condición corporal sobre la tasa de concepción

Ambos grupos	Número de animales	Gestantes	Tasa de gestación
Condición corporal $\geq 3$	77	27	35% a
Condición corporal $< 3$	33	11	33.3% a

Literales iguales entre si no difieren

Con respecto al número de servicios 1 vs 2 antes de la aplicación de ECP encontramos que no influyó estadísticamente en la tasa de gestación, ni en el grupo tratado, ni en el grupo testigo (figura 2), ni al hacer un análisis en conjunto ver cuadro 7.



**Figura 2.** Porcentaje de vacas gestantes de acuerdo a servicios pre tratamiento.

**Cuadro 7.** Influencia del número de servicios pretratamiento sobre las tasas de concepción.

Ambos grupos	Número de animales	Gestantes	Porcentaje de preñadas
Animales con 1 servicio	60	25/60	41.6 % a
Animales con 2 servicios	50	13/50	26 % a

Literales iguales entre si no difieren

## V. DISCUSIÓN

El hecho de que en este trabajo la tasa de concepción postratamiento fue mayor en el grupo tratado, fue posiblemente debido a lo que reporta Macmillan *et al.* (1997) quienes encontraron que las vacas con tres oleadas foliculares son más fértiles en comparación con las de dos. Estos mismos autores encontraron que la aplicación de ECP 1mg en los días 12, 13 o 14 después de la inseminación artificial incrementa el porcentaje de vacas con tres oleadas foliculares, lo que está relacionado con un incremento en el porcentaje de fertilidad. En un trabajo similar realizado por Burke *et al.* (2002) corroboraron que la aplicación de ECP el día trece post inseminación aumenta el porcentaje de vacas con tres oleadas foliculares y la fertilidad en aquellas vacas que repiten estro post tratamiento. Este mismo autor propone que el aumento de la fertilidad es atribuido a que el oocito de la tercera oleada es más joven al momento de la ovulación comparado con el oocito que ovula de una segunda oleada.

La finalidad de aplicar ECP al día 13 post servicio es para formar una nueva oleada folicular, ya que se ha demostrado que en la mayoría de las vacas durante un ciclo natural se forman dos oleadas foliculares. Amhad *et al.* (1997) monitorearon un ciclo estral en 59 vacas para tratar de determinar el número de oleadas de un ciclo estral natural mediante ultrasonografía transrectal y encontraron que el 86% de los ciclos presentan dos oleadas y el 14% tres oleadas. Mientras que en un estudio similar realizado por Townson *et*

*al.* (2002) encontraron un 68% con dos y un 30% con 3 y un 2% con 1 y 4 oleadas.

Con respecto al promedio de días en que las vacas repitieron estro no encontramos diferencia entre ambos grupos por otra parte la duración del ciclo estral en las vacas tratadas fue de 22.1 días y las testigo de 21.3 días, resultados similares fueron encontramos por Pérez *et al.* (2003) quienes monitorearon la duración de ciclos estrales con dos y tres oleadas, encontraron un promedio de  $23.0 \pm 2$  días en vacas con tres y de  $22.3 \pm 1.8$  días con dos. Sin embargo Townson *et al.* (2003) reportaron que la duración de un ciclo de 3 es de  $24.5 \pm 0.7$  días y la de 2,  $21.2 \pm 0.5$  días.

Una característica importante de este tratamiento es que no afecta la gestación en curso como se podría pensar, ya que las tasas de concepción previa al tratamiento fueron similares en ambos grupos. Burke *et al.* (2000) propone que esto puede ser debido a que el cuerpo lúteo ya se encuentra completamente formado completamente formado y una baja dosis de ECP no afecta su funcionalidad y por lo tanto no afecta la gestación en curso, además este mismo autor encontró que los niveles de progesterona se mantienen altos hasta 48 horas después del tratamiento.

Aplicar ECP al día 13 post inseminación puede ser considerado como una alternativa para reducir el número de días abiertos, ya que sincroniza

parcialmente el retorno a estro en aquellas vacas que no conciben, tal como sugiere la Investigación realizada por Gil *et al.* (1999) donde llevaron a acabo la aplicación de ECP (1mg), en vacas a los 20±1 días posterior a la inseminación, reduciendo el número de días abiertos. Así mismo, el trabajo realizado por Stevenson *et al.* (2003) en el cual reportaron, que la aplicación de progesterona (CIDR) y estrógenos (benzoato de estradiol o ECP) en vacas que no se conoce el estado de gestación, sincroniza el retorno al estro reduciendo el número de días abiertos.

En cuanto a la condición corporal y número de servicios pretratamiento encontramos que no tuvieron efecto, tal como fue planteado por Ahmad *et al.* (1997) donde valoraron el efecto de la condición corporal sobre el número de oleadas foliculares, concluyeron que esta característica no afecta a esta variable

## VI. CONCLUSIONES

Los resultados en este estudio nos permite concluir que la aplicación de ECP (1mg) el día 13 post servicio:

- 1.-Aumenta la fertilidad en las vacas que se inseminan post tratamiento.
- 2.- No afecta la gestación en curso
- 3.- La condición corporal y el número de servicios pretratamiento, no afecta en la respuesta al tratamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

El análisis de los resultados de esta investigación, nos permite recomendar el uso de ECP (1mg) el día 13 después del servicio de inseminación artificial, como una herramienta para aumentar la fertilidad en la época de verano en aquellas vacas que no han concebido en la inseminación artificial previa al tratamiento.



## LITERATURA CITADA

- Ahmad, N., E. C. Townsend, R. A. Dailey, E. K. Inskeep. 1997. Relationships of hormonal patterns and fertility to occurrence of two or three waves of ovarian follicles, before and after breeding, in beef cows and heifers. *Animal Reproduction Science*. 49:13-28.
- Bo, A. G. 2002. Dinámica folicular y tratamientos hormonales para sincronizar la ovulación en el ganado bovino. En: XI Congreso Venezolano de producción e Industria Animal., Valera. p 1-17.
- Burke, C. R., M. L. Day, C. R. Bunt, K. L. Macmillan. 2000. Use of a small dose of estradiol benzoate during diestrus to synchronize development of the ovulatory follicle in cattle. *J. Anim. Sci.* 78:145-151.
- Butler, S. T., S. H. Pelton, W. R. Butler. 2004. Insulin increases 17 $\beta$ -estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows. *Reproduction*. 127:537-545.
- Cheryl, S. R., J. R. Wagner, R. M. Roberts, D. B. Lubahh. 2001. Intraovarian actions of oestrogen. *Reproduction* 122:215-226.
- Cooperative Regional Research Project, N.-. 1996. Relationship of Fertility to Patterns of Ovarian Follicular Development and Associated Hormonal Profiles in Dairy Cows and Heifers. *J. Anim. Sci.* 74:1943-1952.
- Day, M. L., C. R. Burke, V. K. Taufa, A. M. Day, K. L. Macmillan. 2000. The strategic use of estradiol to enhance fertility and submission rates of progestin-based estrus synchronization programs in dairy herds. *J. Anim. Sci.* 78:523-529.
- Demmers, K. J., K. Derecka, A. Flint. 2001. Trophoblast interferon and pregnancy. *Reproduction* 121 (1):41-49.
- Fortune, J. E., G. M. Rivera, M. Y. Yang. 2004. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. *Animal Reproduction Science* 82:109-126.

- Fricke, P. M., R. D. Shaver. 1999. Manejando trastornos reproductivos en Vacas Lecheras. *Universidad de Wisconsin-Madison*; <[http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep\\_phys/pubs/ManejandoTrastornosReproductivos-Spanish.pdf](http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/ManejandoTrastornosReproductivos-Spanish.pdf)>
- Geisert, R. D., E. C. Short, M. T. Zavy. 1992. Maternal recognition of pregnancy. *Animal Reproduction Science* (28):287-298.
- Geisert, R. D., M. T. Zavy, R. J. Moffatt, R. M. Blair, T. Yellin. 1990. Embryonic steroids and the establishment of pregnancy in pigs. *J Reprod Fertil Suppl* 40:293-305.
- Gil, A., J. L. González, F. Agüero, R. Faure. 1999. Diagnóstico precoz de no gestación en bovino con el benzoato de estradiol. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 25 (1):27-30.
- Ginther, O. J., M. A. Beg, D. R. Bergfelt, F. X. Donadeu, K. Kot. 2001. Follicle Selection in Monovular Species. *Biology of Reproduction* 65:638–647.
- Henao, D., L. Carrillo, M. A. Olivera. 2004. Comportamiento durante el calor y dinámica folicular interestral en vacas BON (Blanco Orejinegro) *Rev Col Cienc Pec* No. 17. p 39-44.
- Holy, L., J. Martínez. 1985. *Biología de la Reproducción Bovina*, La Habana.
- Knobil, E., J. D. Neill. 1994. *The Physiology of Reproduction*. second ed.
- Leung, S. T., D. C. Wathes. 2000. Oestradiol regulation of oxytocin receptor expression in cyclic bovine endometrium. *Journal of Reproduction and Fertility*. 119:287-292.
- Leyva, O. C., G. A. Medrano, M. E. Álvarez, J. L. Morales, A. S. Barraza, V. C. Elizondo. 2004. Baja dosis de estradiol a los 20 días pos-servicio, disminuye las vacas vacías al diagnóstico y no afecta la gestación. En: XXVIII Congreso Nacional de Buiatría, Morelia Michoacán
- Lucy, M. C., J. D. Savio, L. Badinga, R. L. De La Sota, W. W. Thatchers. 1992. Factors That Affect Ovarian Follicular Dynamics in Cattle. *J. Anim. Sci.* 70:3615-3626.
- Macmillan, K. L., B. V. E. Segwagwe, C. S. Pino. 2003. Associations between the manipulation of patterns of follicular development and fertility in cattle. *Animal Reproduction Science* 78 (3):327-344.

- Macmillan, K. L., K. V. Taufa, M. A. Day. 1997. Manipulating ovaries follicles wave patterns can partially synchronize returns to service and increase the pregnancy rate to second insemination. *Proc. N.Z.Soc. Anim. Prod.*:237.
- Mapletoft, R. J., M. F. Martínez, M. G. Colazo, J. P. Kastelic. 2003. The use of controlled internal drug release devices for the regulation of bovine reproduction. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl. 2):E28-E36.
- Monge, V. A. 2004. Sincronización del celo y la ovulación como método para mejorar los resultados reproductivos en ganado vacuno lechero. *Frisona Española* 140:72-77.
- Noseir, M. W. 2003. Ovarian follicular activity and hormonal profile during estrous cycle in cows: the development of 2 versus 3 waves. *Reproductive Biology and Endocrinology* 1 (50):1-6.
- Ortuño, A. D. 1994. Mecanismos neuroendócrinos de regulación de la reproducción en mamíferos domésticos. *Universidad Autónoma de Tamaulipas*;  
<<http://fmvz.uat.edu.mx/Investigacion/alfabetico/MAMIFEROSDOMESTICO1.pdf>>
- Pancarci, S. M., E. R. Jordan, C. A. Risco, M. J. Schouten, F. L. Lopes, F. Moreira, W. W. Thatcher. 2002. Use of estradiol cypionate in a pre-synchronized timed artificial insemination program for lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85:122-131.
- Pérez, C. C., I. Rodríguez, F. España, J. Dorado, M. Hidalgo, J. Sanz. 2003. Follicular growth patterns in repeat breeder cows. *Vet. Med. - Czech* 48:1-8.
- Pérez, M. A. 2004. Regulación neuroendocrina del ciclo estral en la hembra bovina *Revista De la Universidad Francisco de Paula Santander* No. 9. p 10-21.
- Pickard, A. R., S. J. Miller, C. J. Ashworth. 2003. Synchronous onset of oestradiol-17beta secretion by Meishan conceptuses. *Reprod Biol Endocrinol* 1 (1):16.
- Rhodes, F. M., S. McDougall, C. R. Burke, G. A. Verkerk, K. L. Macmillan. 2003. Invited Review: Treatment of Cows with an Extended Postpartum Anestrous Interval. *J. Dairy Sci.* 86:1876–1894.

- Rigau, M. T. 1998. Fisiología del ciclo reproductivo y su control Frisona Española No. 138. p 60-66.
- Risco, C. A., J. A. Bartolome, W. W. Thatcher, L. F. Archbald. 2003. Nuevas estrategias en el uso de inseminación a tiempo fijo (Ovsinch/ITF) para maximizar la tasa de preñez en ganado lechero. En: Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero, Guadalajara. p 31-40.
- Roberts, R. M., J. C. Cross, D. W. Leaman. 1992. Interferons as Hormones of Pregnancy. *The Endocrine Society* 13 (3):432-452.
- Sheldon, I. M., D. E. Noakes, A. N. Rycroft , H. Dobson. 2004. Effect of intrauterine administration of oestradiol on postpartum uterine bacterial infection in cattle. *Animal Reproduction Science* 81:13-23.
- Shmidt, R. H. 1989. The arid Zones ok México: climatic extremes and conceptualizations of the sonora desert. *J. Arid. Env.* 16:241-256.
- Stevenson, J. S., S. K. Johnson, M. A. Medina-Britos, A. M. Richardson-Adams, G. C. Lamb. 2003. Resynchronization of estrus in cattle of unknown pregnancy status using estrogen, progesterone, or both. *J Anim Sci* 81 (7):1681-1692.
- Stevenson, J. S., S. M. Tiffany, M. C. Lucy. 2004. Use of Estradiol Cypionate as a Substitute for GnRH in Protocols for Synchronizing Ovulation in Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 87:3298-3305.
- Townson, D. H., P. C. Tsang, W. R. Butler, M. Frajblat , L. C. Griel, C. J. Johnson, R. A. Milvae, G. M. Niksic, J. L. Pate. 2002. Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 80:1053-1058.
- Utt, M. D., F. D. Jousan, W. E. Beal. 2003. The effects of varying the interval from follicular wave emergence to progestin withdrawal on follicular dynamics and the synchrony of estrus in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81:1562-1567.
- Xu, Z. Z., L. J. Burton, S. McDougall, P. D. Jolly. 2000. Treatment of Noncyclic Lactating Dairy Cows with Progesterone and Estradiol or with Progesterone, GnRH, Prostaglandin F2 $\alpha$  and Estradiol. *J. Dairy Sci.* 83:464-470.