

**EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD EN GANADO BOVINO PRODUCTOR DE
LECHE EN LACTACIÓN USANDO DOS PROGRAMAS PARA LA
SINCRONIZACION DE LA OVULACIÓN**

TEMA DE TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:
CARLOS OCTAVIO AVILA COTA

M.C. PABLO LUNA NEVAREZ
ASESOR
Vo. Bo.

M.A. CARLOS M. AGUILAR TREJO
COORDINADOR DE LA CARRERA DE MVZ.

COMITÉ:

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por estar siempre conmigo, en todas las etapas de mi vida guiándome en todo momento con su amor, impidiendo todo tipo de desvíos negativos que pudieran afectar mi desarrollo profesional y sobre todas las cosas llenándome de salud hasta culminar con mis estudios profesionales. Sí a él le debo todo, ya que sin su consentimiento sería imposible la realización de cualquiera de mis etapas estudiantiles.

A la familia Riesgo Verdugo:

Por su ayuda, comprensión y apoyo incondicional, que sin duda fueron pieza importante para que hiciera realidad mi sueño. También por haber hecho el papel de padre, madre y hermanos, lo cual me sirvió como una compañía y un estímulo para no decaer en este recorrido, que se hace mas difícil cuando uno se encuentra fuera de su casa, lejos de sus padres y sus hermanos; pero gracias a Dios tuve quien los supliera y creo que lo hicieron muy bien. Hoy me siento totalmente agradecido por permitirme entrar en sus vidas sin recibir nada a cambio, a pesar de los tiempos difíciles que pasamos juntos. Haber culminado mis

estudios profesionales, para mí es la mejor forma de agradecerles, MUCHAS GRACIAS POR TODO.

A mis Revisores:

M.V.Z. Jesús Raymundo Cedillo C.

M.D. Isabel Ángeles de la Llave

Por los grandes consejos y correcciones positivas las cuales guiaron de manera adecuada este trabajo, para que sirva de referencia a futuras generaciones.

A mis Amigos:

Luis Ángel Olivas, Edgar Lugo, Gildardo Gil, José Clemente Leyva, Mario Zazueta, José Serrano, Manuel Ignacio Nieblas, Edgar Espinosa, Pedro Pablo. Por su compañía y ayuda incondicional, por su comprensión y amistad invaluable, lo cual sirvió en gran medida para salir delante de los tropiezos y obstáculos que se presentan durante la carrera.

A mis compañeros:

Fabián Barreras, Odýn Martínez, Manuel Aguilera, Mario Rivera, Rodolfo Gastélum, Eleazar, Elizabeth, María Jesús, Laurita, María Dolores, Jesús Roberto, Jimmy, Juanito. Por gran compañía, que a lo largo de mi formación profesional llenaron de alegría.

A Cristina Serrano:

Por su ayuda incondicional, la cual fue indispensable para mi formación académica. Por haber hecho de mí un gran amigo y compañero, por enseñarme a valorar y ayudar a los demás. Por su gran compañía a lo largo de cinco hermosos años que pase a su lado, por su comprensión y sus consejos, los cuales fueron pieza importantísima para mejorar mi calidad como ser humano, a ella gracias, gracias, gracias.

A la "Posta" ITSON:

Por haber contribuido para la elaboración de esta investigación, formando gran parte del trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Octavio Avila Camargo y Leticia Cota Soto, que me han conducido con amor y paciencia por el buen camino. Por tener fe en mí y no doblar las manos ante los problemas que se presentaron durante mí formación universitaria. Hoy ven forjado un anhelo, una ilusión y un deseo. Gracias por darme la libertad de elegir mi futuro; por brindarme a manos llenas, respeto y confianza en mi preparación; por que hoy recibo su mas valiosa herencia: MI PROFESIÓN.

Gracias por darme este regalo, ya que sin ustedes hubiera sido difícil el simple hecho de haber estudiado. A ustedes les debo la mayor parte de mi educación, ya que a base de ejemplos, no permitieron desvíos negativos en mi vida, lo cual les agradezco infinitamente. A ustedes GRACIAS, GRACIAS, GRACIAS.

A mis hermanas:

Por haberme brindado su apoyo, cariño y comprensión por no estar junto a ustedes gran parte del tiempo. Las quiero mucho.

A mi asesor:

M.C. Pablo Luna Nevárez:

Por su invaluable ayuda como maestro y sobre todo como amigo para contribuir en una parte importante en mi etapa de estudiante. Por creer en mi para la realización de esta investigación, por aguantar la inconsistencia, la apatía y desatenciones que a veces se presentaban. También por haber hecho de mí, a base de consejos y poniendo el ejemplo, un profesionista mas completo, humilde y lleno de valor para afrontar los problemas profesionales que vendrán. Gracias Pablo.

A mi revisor:

M.V.Z. José María Aceves Gutiérrez:

Por colaborar como amigo y maestro en la obtención de valiosos conocimientos en la parte final de esta etapa de estudiante.

A mis abuelos:

Por estar siempre al pendiente de mi y apoyarme en todo momento, por su cariño y comprensión. Los quiero mucho.

A Francisco Ávila:

Por haberme fijado una meta, por que me pidió un regalo, por que me dijo que era lo mas valioso en la vida, por que yo descubrí que era lo que mas lo llenaba de satisfacción, por ser mi orgullo y mi ejemplo a seguir. Es especialmente

para ti abuelo, que has llenado toda mi vida de satisfacción, fue un placer haberte conocido y también un orgullo el saber que traigo tu sangre dentro de mí. No tengo palabras para expresar lo que siento por ti, tal vez tú lo viste alguna vez, siempre fui y seré tu soldado fiel. Abuelo GRACIAS, GRACIAS, GRACIAS.

A mis tíos y primos:

Por brindarme siempre su comprensión y apoyo incondicional en todo momento. Por haber sido amigos en todo momento y llenarme de consejos, todos ellos positivos, los cuales conservo, ya que me sirvieron de gran ayuda para la culminación de mis estudios profesionales.

CONTENIDO

RESUMEN	x
LISTA DE CUADROS	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1 Factores que afectan el comportamiento reproductivo	3
2.1.1 Nutrición	3
2.1.2 Estrés	7
2.2 Ciclo estral	10
2.3 Fisiología del ovario	11
2.4 Actividad ovárica	13
2.4.1 Desarrollo folicular	13
2.4.2 Onda folicular	14
2.4.3 Actividad luteal	16
2.5 Ultrasonografía	18
2.5.1 Ecografía de los folículos	19
2.5.2 Ecografía del cuerpo lúteo	19
2.6 Sincronización del estro y ovulación con un método a base de GnRH-PG-GnRH	20
2.7 Sincronización del estro y ovulación con un método a base de PG-GnRH-PG-GnRH	21

III.	MATERIAL Y MÉTODOS	.	.	.	.	.	.	23
	3.1	Localización del sitio experimental	.	.	.	.	.	23
	3.2	Metodología	.	.	.	.	.	23
	3.3	Variables a analizar.	.	.	.	.	.	25
	3.4	Análisis estadístico de la información	.	.	.	.	.	25
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	.	.	.	.	.	.	26
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	.	.	.	.	.	.	32
VI.	LITERATURA CITADA	.	.	.	.	.	.	34

RESUMEN

Carlos Octavio Ávila Cota. Evaluación de la fertilidad en ganado bovino productor de leche lactante usando dos programas para la sincronización de la ovulación. Asesor: M.C. Pablo Luna Nevarez.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la aplicación de dos programas hormonales para la sincronización de la ovulación, sobre el porcentaje de preñez en ganado bovino productor de leche. Se utilizaron 42 vacas de la raza Holstein-Friesian, de 4 a 7 años de edad, de 3 a 6 partos, las cuales fueron divididas en dos grupos experimentales: grupo 1 (T1) formado por 21 vacas que recibieron la aplicación intramuscular (IM) de 100 µg de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) el día 0 y el día 9, mas 25 mg de prostaglandina F2α (PGF2α) el día 7; mientras que el grupo 2 (T2), estuvo formado por 21 vacas que recibieron la aplicación IM de 25mg PGF2α el día -12, mas una inyección IM de 100 µg de GnRH el día 0 y el día 9, así como una segunda aplicación IM de 25mg PGF2α el día 7. Las vacas de ambos grupos fueron inseminadas artificialmente a tiempo fijo. En todas las vacas se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 30 días posteriores a la inseminación. El porcentaje de

preñez para el T1 fue de 57.1 % y para el T2 85.7 %, encontrando diferencia estadística ($P < .05$). Por otro lado, el tamaño del CL para el T1 fue de 2.07 cm, mientras que para el T2 fue de 1.47 cm, encontrándose diferencia estadística ($P < .05$). Sin embargo, no se encontró diferencia estadística ($P < .05$) para el tamaño del folículo, siendo 14.52 mm y 14.38mm respectivamente.

LISTA DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1.- PORCENTAJE DE PREÑEZ EN BASE A DOS TRATAMIENTOS HORMONALES	27
2.- TAMAÑO DEL FOLÍCULO Y DEL CUERPO LÚTEO EN BASE A DOS TRATAMIENTOS HORMONALES	28

I.- INTRODUCCIÓN

La situación actual de la producción de leche en México es sumamente preocupante, ya que, se recurre a la importación de la misma. En el estado de Sonora la producción lechera esta por debajo de los parámetros que se deben cubrir y se recurre a la introducción de leche fluida del estado de Chihuahua.

El sistema productivo de un establo depende de varios factores, como son la nutrición, sanidad, instalaciones, reproducción, manejo, etc. de tal forma que si uno de estos falla estará afectando considerablemente la producción.

La reproducción juega un papel muy importante en la explotación ganadera, ya que de ello depende que las vacas produzcan leche y a la vez tengan sus crías. El propósito de todo ganadero es tener una cría por animal por año, con esto el productor se asegura de tener leche todo el año. Para mejorar el comportamiento reproductivo, se realizan programas para sincronizar el estro, lo que actualmente no ha sido totalmente satisfactorio con los métodos tradicionales ya que estos están enfocados básicamente sobre una sola actividad del ovario, es decir, sobre el desarrollo folicular, o sobre el control del cuerpo lúteo; lo que no garantiza el

control total para la sincronización. La baja fertilidad con productos hormonales usados actualmente en bovinos lecheros es un problema con el que el productor esta batallando constantemente, ya que, ninguno de los métodos garantiza un alto porcentaje de preñez, es decir, que sobre pase un 70%.

Esta investigación proporcionará al productor de los beneficios que se logran con la adecuada sincronización de la ovulación, de tal forma que si se obtiene un alto porcentaje de preñez en determinado hato lechero, el ganadero tendrá mayor número de hembras gestantes y por lo tanto mejorará la producción de leche.

Los objetivos de la presente investigación, fueron los siguientes:

- 1) Evaluar el porcentaje de hembras gestantes con respecto a dos diferentes métodos para la sincronización de la ovulación (PreSynch y OvSynch) y,
- 2) Evaluar el tamaño folicular y luteal en respuesta a la sincronización de la ovulación 7 días posteriores a la aplicación de GnRH, por medio de ultrasonografía.

II.- MARCO TEÓRICO

2.1.- FACTORES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO

2.1.1.- NUTRICIÓN

En los bovinos, al igual que en otras especies de mamíferos, se ha demostrado que el desarrollo del folículo ovárico se controla principalmente por un sistema integral de retroalimentación que incluye la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) proveniente del hipotálamo, la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH) secretadas por la hipófisis, y a las hormonas esteroides (estrógenos, andrógenos y progesterona) y a algunas proteínas (inhibina, activina y folistatina) secretadas por el ovario.

El desarrollo folicular se controla principalmente por la acción coordinada de las gonadotropinas (Campbell et al., 1995). Los requerimientos de gonadotropinas para el crecimiento folicular en ganado fueron determinados recientemente por

(Gong y Webb, 1996) quienes suprimieron la liberación de LH o de LH y FSH por la pituitaria, por medio de un tratamiento prolongado con un agonista de la GnRH. Ellos demostraron que sin la liberación pulsátil de LH el desarrollo folicular podía llevarse a cabo pero se detenía cuando el folículo dominante alcanzaba los 7 – 9 mm de diámetro. Más tarde al suprimirse los niveles de FSH, el crecimiento de los folículos se detuvo a los 4 mm de diámetro. Por lo tanto, si el desarrollo folicular depende del estímulo constante de las gonadotropinas, los cambios en la secreción de las mismas provocados por la nutrición, podrían afectar al desarrollo folicular.

Después de la ovulación, ocurre la fertilización, cuando la vaca es inseminada en el momento apropiado. Los niveles óptimos de progesterona provenientes del cuerpo lúteo recién formado son esenciales para proveer de un ambiente adecuado para el desarrollo y crecimiento del embrión en el oviducto y útero. Así los posibles sitios donde una nutrición inadecuada puede ejercer sus efectos determinantes en la función reproductiva incluyen:

1. El hipotálamo y glándula pituitaria, alterando la liberación de gonadotropinas con el subsecuente efecto de retardar la ovulación y causar un desarrollo folicular anormal.
2. Directamente en el ovario donde tanto los patrones de crecimiento folicular como la función lútea pueden verse afectados.

3. Alterando el desarrollo folicular, donde indirectamente la calidad del ovocito puede verse reducida con el subsecuente efecto negativo en la supervivencia embrionaria.
4. Provocando un ambiente uterino inadecuado que afecte negativamente el desarrollo y supervivencia del embrión.

Las concentraciones circulantes de FSH en animales enteros no parecen verse afectadas por cambios nutricionales. Rhodes et al. (1995) encontraron que no había cambios en las concentraciones de FSH en novillonas desnutridas, ni aún después de que éstas habían perdido el 17% de su peso corporal; tampoco encontraron diferencias en las concentraciones de FSH entre ovejas con condición corporal alta o baja. Sin embargo, la falta de diferencias en las concentraciones de FSH pudo deberse a la regulación ovárica de la secreción de FSH. De hecho, los animales ovariectomizados con buena condición corporal tienen concentraciones circulantes de FSH más altas que aquellos con una condición corporal pobre.

Pese a que en algunos estudios no pudieron establecerse diferencias en el patrón de secreción de LH en novillonas mal nutridas, parece haber consenso en que los cambios significativos en el peso corporal o en la disponibilidad de alimento pueden alterar el patrón de secreción de LH. Esto se demostró por primera vez por González Padilla et al. (1975) y se corroboró por Yelich et al. (1996) en novillonas con restricción alimenticia.

En la mayoría de las ocasiones la glándula pituitaria es capaz de liberar cantidades sustanciales de LH y FSH en respuesta a la estimulación de GnRH. Más aún, la cantidad de LH liberada no cambió cuando novillonas con una condición corporal inicialmente alta estaban perdiendo peso. No obstante, en novillonas con una condición corporal inicialmente baja y que estaban perdiendo peso, la respuesta de la LH a la GnRH se redujo (Roberson et al., 1992). En conjunto estos resultados indican que la respuesta a la GnRH disminuye una vez que el animal ha alcanzado una condición corporal límite. Lo anterior queda claramente ilustrado por el hecho de que el inicio de la primera oleada folicular en vacas amamantando no difiere entre aquellas que se mantienen en un nivel de alimentación bajo y las que se encuentran en un nivel alto. Aunque, la primera ovulación se retrasó 25 días en los animales con nivel nutricional bajo. Además, cuando la condición corporal es baja, la síntesis y almacenamiento de gonadotropinas, o la sensibilidad / respuesta de la glándula pituitaria al GnRH se encuentran reducidas (Stagg et al., 1995).

En conclusión, las concentraciones de FSH en los animales enteros no se ven influenciadas por el estado nutricional. No obstante, la concentración y frecuencia de los pulsos de LH parecen disminuir cuando los animales son sometidos a dietas subóptimas. En ganado lechero, el grado del déficit energético durante las primeras 2 a 3 semanas posparto está altamente correlacionado con el intervalo al primer estro. Así por ejemplo, en una serie de experimentos recientes, donde el

ganado lechero ha sido seleccionado en dos líneas divergentes, los animales altos productores mostraron un retraso significativo en el reinicio de su actividad cíclica (Stagg et al., 1995).

2.1.2.- ESTRÉS CALÓRICO

Las vacas lecheras son extremadamente sensibles al estrés calórico del medio ambiente. El problema consiste en que las vacas lecheras son incapaces de mantener una temperatura corporal normal en un medio ambiente calórico debido a una alta producción de calor asociada con la lactación. Las vacas se ajustan a las altas temperaturas reduciendo el consumo de alimento, buscando la sombra, estar parada más que echada (a menos que el suelo este húmedo) y limitando la actividad física incluyendo la conducta estral. La combinación de estos ajustes junto con las altas temperaturas ocasionan una depresión en la producción de leche y en el comportamiento reproductivo durante el clima caluroso.

Durante el verano, se presenta una marcada disminución en la producción de leche por las vacas lecheras como un resultado del estrés calórico.

El ganadero lechero, en general tiene una buena apreciación para esta pérdida en la producción debido a que ellos pueden monitorear el volumen de leche del tanque tomando la lectura sobre una base diaria.

Sin embargo, las pérdidas reproductivas debido a estrés calórico no son tan obvias durante estos meses y no llegan a ser aparentes hasta más tarde en el otoño. Una caída significativa en las tasas de preñez durante los meses de verano sin recuperación hasta noviembre, sugieren un efecto acarreador durante el principio del otoño. En contraste, las tasas de preñez en vaquillas no son afectadas durante los meses de verano. Parece ser que la vaquilla no lactante es más eficiente en adaptarse al medio ambiente calórico que las vacas lactantes.

Anteriormente, investigadores de Arizona informaron una reducción del 50% en el comportamiento reproductivo durante los meses de verano (Armstrong, 1994).

El estrés calórico afecta varios componentes del proceso reproductivo; durante la exposición de las vacas al clima caluroso, se presenta una reducción en la duración del estro menor de 10 horas, también se ha visto una intensidad más baja del estro. Esta reducción en la actividad sexual (actividad física) disminuye el calor metabólico producido y así reduce la carga calórica total producida por la vaca. Si el estro ocurre durante las horas más frescas de los días, tales como en la tarde o temprano en la mañana, el personal del establo puede no darse cuenta de ello. Si el estro ocurre durante el período caluroso del día, la vaca está poco dispuesta a llegar a ser activa debido a la necesidad de buscar un área sombreada.

Si los crayones o las marcas son utilizadas como una ayuda en la detección del estro, esta reducción en la actividad sexual da como resultado vacas que no están siendo “borradas” o teniendo una marca en funcionamiento. Estas alteraciones en la conducta estral de la vaca, compromete la eficiencia en la detección del estro para los programas de inseminación artificial. En suma, las vacas expuestas al calor comerán menos o estarán lejos del alimento. Esto causa que las vacas pierdan peso y alcancen un balance energético negativo, lo cual retarda el ciclo estral de las vacas en el posparto o prolonga el ciclo en aquellas que han comenzado a ciclar.

El estrés calórico también altera el balance hormonal de la vaca, lo cual interfiere con el proceso reproductivo que da como resultado la gestación. En particular el estrógeno, hormona que normalmente es alta alrededor del momento del estro, es significativamente más baja en vacas con estrés calórico. Esta menor diferencia afecta la intensidad del estro así como el medio ambiente del útero y el oviducto que controla la capacitación del esperma, la fertilización y viabilidad del embrión.

La sangre que fluye al útero es reducido en las vacas con estrés calórico. Tal reducción en el flujo de sangre afecta la disipación de calor del útero y la disponibilidad de nutrientes a el útero y el desarrollo embrionario. Estos cambios alteran el balance y sincronización que existe entre el embrión y el útero culminando en una pérdida de gestación (Risco, 1998).

2.2.- CICLO ESTRAL.

Pasada la pubertad, esta dado un impulso a la vida sexual, que se caracteriza por modificaciones periódicas de diversos órganos femeninos. Estas, en ganado bovino se establecen cada 21 días (Randel, 1980). El ciclo estral depende de un ritmo glandular hipotálamo-hipofisiario, en el cual están involucrados diferentes tipos de hormonas (Badinga et al., 1992). En los bovinos comprende cuatro fases:

PRO-ESTRO: dura de 3-4 días, en el cual hay crecimiento folicular, inducido por la hormona folículo estimulante (FSH) (Badinga et al., 1992).

ESTRO: tiene como duración 18 horas y consecuencia al aumento de FSH hay una elevación de los estrógenos séricos que actúan sobre el tracto genital e inducen al comportamiento sexual propio del estro y además estimulan la liberación FSH y LH de la hipófisis a través de un mecanismo de retroalimentación positivo sobre el eje hipotálamo hipofisiario (Satiel et al., 1980).

En este período es donde ocurre la ovulación por efecto de la LH; el cuerpo lúteo comienza su desarrollo y al final de esta fase bajan los niveles de estrógenos y LH (Halliwell, y Gutteridge, 1989).

META-ESTRO: dura de 2-3 días. Fase postovulatoria que da lugar a la formación del cuerpo lúteo (CL) que será el encargado de secretar progesterona (P4);

hormona esencial para el desarrollo del útero y necesaria para la implantación y mantenimiento de la preñez (Arthur et al., 1989)

DI-ESTRO: tiene una duración 15 días. Es el periodo de máxima actividad del CL donde predomina la influencia de la P4 sobre las estructuras sexuales accesorias. Esta fase se conoce muchas veces como fase luteal. Sin embargo, ante la ausencia de preñez, aquí ocurre la luteólisis o regresión del CL (Díaz, 1993).

La regresión del CL ocurre como consecuencia de la liberación de Prostaglandina F2alfa (PGF2a) a nivel uterino y su acción local sobre el CL (Gomez, 1978).

2.3.- FISIOLÓGÍA DEL OVARIO.

Generalmente, sólo un folículo ovula en cada celo, liberando un solo ovocito. En el ganado vacuno lechero alrededor del 60% de las ovulaciones tienen lugar en el ovario derecho (Hendriksen et al. 2000).

Algunos estudios han mostrado que el desarrollo folicular es continuo e independiente de la fase del ciclo estral. Ciertamente, hay datos de que uno o dos folículos antrales son identificables en cualquier momento del ciclo estral. No

obstante, alguno de los folículos grandes presentes en el ovario cinco días antes del celo no llegaron a ovular. Una de las características típicas de la vaca es que durante todo el ciclo estral existe una secuencia continua de crecimiento folicular y atresia (Hendriksen et al. 2000).

El desarrollo folicular depende de los estímulos tónicos de FSH y, si bien la atresia puede ser debida a una secreción reducida de FSH, existe algún dato de que los folículos antrales dominantes segregan una sustancia que actuando localmente produce la atresia de los más pequeños (Hendriksen et al. 2000).

De este modo, durante el diestro habrá folículos de diferente tamaño, comprendidos entre 0.7 y 1.0 cm de diámetro. Estos, si bien no alteran el contorno oval de los ovarios, sí que producen una cierta variación en el tamaño de los mismos. La mayor o menor facilidad para la palpación de estas estructuras por vía rectal dependerá de su tamaño, grado de protusión y su relación con el cuerpo lúteo (Hendriksen et al. 2000).

Durante el proestro y celo el folículo destinado a romperse en la inmediata ovulación completa su desarrollo, la ovulación tiene lugar cuando el folículo alcanza como mínimo 1.9 cm de diámetro. En el celo, mediante palpación rectal, es posible detectar el folículo maduro como un ligero abultamiento sobre cuya superficie lisa se aprecia una zona blanda. La ovulación puede ocurrir en cualquier

parte de la superficie del ovario. La forma del cuerpo lúteo que posteriormente se desarrolla depende del lugar donde ocurre la ovulación. Lo normal es que la ovulación tenga lugar en una zona avascular de la pared del folículo. Si bien la hemorragia posovulatoria no es una característica típica del ganado bovino, después de la ovulación sí que existe una congestión alrededor del punto de rotura y, en ocasiones, un pequeño coágulo de sangre está presente en el centro del cuerpo lúteo recién formado (Hendriksen et al. 2000).

2.4.- ACTIVIDAD OVÁRICA

2.4.1.- DESARROLLO FOLICULAR.

El ovario es una estructura dinámica, donde los folículos antrales se desarrollan de folículos primordiales, los cuales permanecen por muchos años en estado de latencia, hasta que son reclutados en una onda de crecimiento. En su crecimiento los folículos pasan por varias etapas, que son: folículo primordial, primario, secundario, terciario y de DeGraaf (Wilde, 2000).

F. Primordial: folículo que pertenece mucho tiempo inactivo en la corteza ovárica, sin mostrar signos de crecimiento el cual consiste en un ovocito primitivo de 20 a 30 micras de diámetro.

F. Primario: en este ovocito comienzan los cambios celulares el cual puede llegar a medir 40 a 60 micras de diámetro.

F. Secundario: el ovocito mide de 40 a 80 micras el cual puede llegar a medir 120 micras de diámetro aproximadamente. El folículo secundario poco a poco se desplaza profundamente en la corteza del ovario.

F. Terciario: el ovocito puede llegar a medir 120 micras de diámetro, alcanzando su diámetro máximo, pero el folículo seguirá creciendo y llenándose de licor folicular.

F. DeGraaf: folículo terciario que por un mecanismo de selección, se transforma en folículo dominante (Wilde, 2000).

2.4.2.- ONDA FOLICULAR

Una onda de crecimiento folicular involucra el desarrollo sincrónico de un grupo de folículos. Esta se caracteriza por el desarrollo de un gran folículo dominante, varios subordinados que invariablemente se atresian. Algunos investigadores han observado una preponderancia de ciclos estruales de 2-ondas, mientras que otros indican una predominancia de ciclos de 3-ondas. Una onda folicular tiene normalmente una duración de 8 a 10 días y el número de ondas que ocurren

durante el ciclo estral depende del periodo de vida del cuerpo lúteo. Generalmente se presentan de 2 a 4 durante el ciclo estral, y aproximadamente el 75% de las vacas presentan 3-ondas foliculares (D'Occhio et al., 1999).

El día cero del ciclo es el primer día que desaparece el folículo preovulatorio y coincide con el surgimiento de la primera onda folicular. En hembras de 2-ondas, estas se inician los días 0 y 10 del ciclo; mientras que en los de 3-ondas, comienza los días 0, 9, y 10. El folículo dominante es ovulatorio en la segunda onda en vacas con 2-ondas y en la tercera en animales de 3-ondas (Campo, 1998).

La atresia folicular se utiliza para designar el proceso normal de regresión folicular ocurrida en el ovario y se aplica a todos los folículos, sean cavitarios o no (Wilde, 2000).

Adams (1993) durante el ciclo estral, no encontró interrelaciones entre el ovario que contiene cuerpo lúteo y el ovario con folículo dominante o entre la localización del cuerpo lúteo y las características del folículo dominante. Tampoco hubo efectos intraováricos del folículo dominante sobre ninguna de las características de la dinámica de ondas. Por lo tanto, concluyó que los efectos supresivos entre folículos, previamente postulados, se ejercían a través de canales sistémicos más que autócrinos o parácrinos.

Las comparaciones de asociaciones temporales entre intervalos interovulatorios de 2-ondas versus 3-ondas y entre ondas foliculares que ocurren durante el ciclo versus las que ocurren al comienzo de la gestación permiten postular tres hipótesis para explicar los mecanismos involucrados en la regulación de la dinámica de las ondas foliculares: 1) un folículo dominante provoca regresión de sus subordinados, 2) un folículo dominante durante su fase de crecimiento suprime la emergencia de la onda siguiente y 3) Los folículos emergentes de una onda determinan la regresión del folículo dominante estático de la onda precedente. Los resultados apoyan claramente las dos primeras hipótesis, pero no la tercera puesto que la terminación de la fase estática o los folículos en regresión no fueron acelerados por el tratamiento con líquido folicular (Adams, 1993).

2.4.3.- ACTIVIDAD LUTEAL

El cuerpo luteo comienza su regresión más temprano en los ciclos de 2-ondas (Día 16) que en los de 3-ondas (Día 19) afectando correspondientemente el intervalo interovulatorio (20 días y 23 días respectivamente). En ambos casos, el folículo dominante en el momento en que ocurre la luteólisis se torna en folículo ovulatorio y la emergencia de la onda siguiente se demora hasta el día 0 muy cerca del día de la ovulación siguiente. La comparación de las ondas foliculares entre vaquillonas vírgenes y vaquillonas preñadas, y entre vírgenes tratadas con progesterona y preñadas, reveló que la emergencia de folículos no ovulatorios

continuó hasta el último día estudiado (Día 100; vaquillonas preñadas y vaquillonas vírgenes tratadas con progesterona) o hasta la luteólisis (vaquillonas vírgenes). Las ondas emergieron con intervalos de 8 a 10 días (Adams, 1993).

El crecimiento del folículo dominante de la primera onda fue mayor que el de las siguientes ondas anovulatorias en vaquillonas no preñadas y preñadas; ello fue atribuido a menores niveles circulantes de progesterona durante su fase de crecimiento (cuerpo lúteo inmaduro) comparado a las concentraciones durante la fase de crecimiento de los folículos dominantes de las ondas subsiguientes (cuerpo lúteo maduro). Del mismo modo, el folículo dominante de la segunda onda en los ciclos de las 3-ondas fue más pequeño que el de la primera onda. Estudios posteriores, realizados por Adams (1993) indicaron que los efectos supresivos de progesterona sobre el folículo dominante fueron mediados por la supresión de LH. Aunque aún no ha sido observado directamente, el ciclo de 3-ondas podría estar asociado con niveles más altos de progesterona durante el comienzo de la fase luteal que determinarían un tamaño menor del folículo dominante comparado al del ciclo de 2-ondas. Un menor tamaño se traduciría en menor duración del período de dominancia y por ende una más temprana emergencia de la onda siguiente. El comparativamente pequeño folículo dominante de la segunda onda en los ciclos de 3-ondas (expuesto a altas concentraciones de progesterona durante la fase de crecimiento) resulta en un período de dominancia relativamente

breve y permite la emergencia de la tercera onda antes de que se inicie la luteólisis (Adams, 1993).

2.5.- ULTRASONOGRAFÍA

La palpación manual o examen de ultrasonográfico del tracto genital de la vaca son usados actualmente por veterinarios involucrados en acciones de tipo reproductivas; pero el conocimiento del potencial y las limitaciones de ambos métodos es importante obtener una exactitud óptima en el diagnóstico de las estructuras ováricas fisiológicas y patológicas (Hanzen et al., 2000).

En los últimos años, la ultrasonografía ha clarificado modelos de crecimiento de folículo. Cuando los folículos se desarrollan hacia la fase de ovulación, tres rasgos parecen ser muy conservados por todas las especies: 1) la sucesión de eventos (contratación, selección y dominación); 2) la necesidad secuencial para las gonadotropinas (FSH para la contratación, LH para la dominación) y 3) la variabilidad grande de parámetros numéricos (el número de ondas por ciclo, y de folículos por la onda) así como los requisitos temporales (tiempo de selección, duración de dominación). además, los folículos específicos también pueden tener requisitos de las gonadotropinas inconstantes (umbrales) (Driancourt, 2001).

La palpación manual o ultrasonografía son herramientas útiles para diagnosticar estructuras ováricas en la vaca. La exactitud de tales métodos puede ser reforzada afianzando información sobre la historia reproductiva del animal, palpación de cuernos uterinos, examen vaginal o determinaciones de progesterona (Hanzen et al., 2000).

2.5.1.- ECOGRAFÍA DE LOS FOLÍCULOS

Los folículos ováricos, como cualquier estructura que esta llena de líquido, aparece en la pantalla como áreas de color anecogénicas (Pierson y Adams, 1999).

La forma que estos adoptan puede ser irregular, debido a la compresión que ejercen los folículos adyacentes. Los folículos preovulatorios se muestran como estructuras redondeadas anecogénicas de 1,5 a 2,5 cm., tamaño con el cual se produce la ovulación en la vaca (Pierre et al., 1997).

2.5.2.- ECOGRAFÍA DEL CUERPO LÚTEO

Se muestra evidente en imágenes ecográficas alrededor de los 2-3 días posteriores a la ovulación. Esta estructura es hipoecogénica en la vaca, algo oscura y redondeada con 1,5 a 3,5 cm. de tamaño en correspondencia a los

estadios del CL hemorrágico, CL maduro y CL en regresión (Farín et al., 1990). En investigaciones realizadas, entre el 30 y 80% de los CL presentan cavidad central, en el cual no hay diferencias significativas en cuanto a las concentraciones de P4 y el porcentaje de gestación en los que no la tienen (Kastelic et al., 1990).

2.6.- SINCRONIZACION DEL ESTRO Y OVULACIÓN CON UN MÉTODO A BASE DE GnRH – PG – GnRH.

La administración de PG sola, es comúnmente utilizada para la sincronización de estros ovulatorios en vacas ciclando. Sin embargo, este método es deficiente en vacas que no están ciclando o anéstricas y por otra parte el estado de la onda folicular al tiempo de la aplicación de PG, directamente contribuye con la variación de la duración al inicio del estro en el periodo sincronizado. En cambio el método OvSynch desarrolla la sincronización de las ondas foliculares y el tiempo de la ovulación (Patterson et al., 2000)

El método OvSynch para inseminación artificial (IA) en tiempo fijo se debe al desarrollo de folículos preovulatorios que ovúlan en respuesta a la segunda aplicación de GnRH que induce la liberación de LH después de 48 horas posteriores a la aplicación de PG. La aplicación de GnRH 48 horas después de la PG es lo que marca la sincronización de la ovulación (OvSynch) (Pursley et al., 1995).

El método OvSynch ha sido validado recientemente con resultados significativos para la sincronización de la ovulación y el tiempo fijo de IA en vacas en lactación. El tiempo de ovulación con OvSynch ocurre entre 24 y 32 horas después de la segunda aplicación de GnRH y son sincronizadas del 87 al 100% de las vacas en lactación. Las tasas de preñez en vacas que fueron inseminadas a tiempo fijo siguiendo el método OvSynch, fueron de 32 a 45% comparado con el método control (Pursley et al., 1995).

2.7.- SINCRONIZACION DEL ESTRO Y OVULACIÓN CON UN MÉTODO A BASE DE PG – GnRH – PG – GnRH.

Consiste en controlar las estructuras ováricas, tanto folículo como cuerpo lúteo. Este programa desarrolla la sincronización de las ondas foliculares, tiempo de ovulación y el desarrollo luteal. El método PreSynch con la aplicación de PG al día menos 7, GnRH al día 0, PG al día 7 y GnRH al día 9 con inseminación artificial a tiempo fijo al día 10 con un rango de 16 a 20 horas después de la última aplicación de GnRH, garantiza la ovulación de los folículos preovulatorios en respuesta a la segunda aplicación de GnRH el cual induce la liberación de LH 48 horas posteriores a la segunda aplicación de PG, lo cual controla la ovulación (Cartmill et al., 2001)

Mientras que la segunda aplicación de la primera inyección de PG garantiza que 14 días después habrá un cuerpo lúteo de tamaño suficiente, el cual al ser eliminado pueda desencadenar o activar la liberación de las gonadotropinas (Cartmill et al., 2001)

III.- MATERIAL Y MÉTODOS

3.1.- LOCALIZACION DEL SITIO EXPERIMENTAL.

La presente investigación se llevó a cabo en el establo lechero la Posta-I.T.SON., el cual se encuentra ubicado en el valle del Yaqui, situado en la siguiente coordenada geográfica: 27° 20' 40" de latitud norte; con una altitud de 35 metros sobre el nivel del mar, la temperatura promedio anual máxima es de 33.68 °C y la mínima de 17.41 °C y su precipitación pluvial es de 520.1 mm (S.A.G.A.R., 1996).

3.2.- METODOLOGÍA.

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizaron 42 vacas de la raza Holstein-Friesian, de 4 a 7 años de edad, de 3 a 6 partos, con una condición corporal, de 2.5 a 4, un mínimo de 45 días postparto y con actividad ovárica demostrada mediante el estudio ultrasonográfico de las estructuras presentes en el ovario (folículos y cuerpos lúteos, etc.) antes de iniciar el experimento.

Se formaron dos grupos experimentales: El tratamiento uno (T1) constó de 21 vacas seleccionadas al azar, las cuales recibieron una inyección IM de 100 μg de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) el día 0, mas la administración IM de 25 mg de PGF2 α el día 7 y finalmente la aplicación IM de 100 μg de GnRH el día 9.

El tratamiento dos (T2) estuvo formado por 21 vacas seleccionadas al azar, las cuales recibieron una aplicación IM de 25 mg de PGF2 α al día -12, seguida de la administración IM de 100 μg de GnRH el día 0, mas la aplicación de 25 mg de PGF2 α al día 7 y finalmente la aplicación IM de 100 μg de GnRH el día 9.

Todas las hembras fueron inseminadas artificialmente utilizando la técnica recto-vaginal, en un período de 16-20 horas posteriores a la segunda aplicación de GnRH.

El monitoreo ovárico con ultrasonido se realizó en las vacas de ambos grupos, a los 7 días posteriores a la aplicación inicial de GnRH, para determinar con exactitud el tamaño del folículo y del cuerpo lúteo presentes.

Finalmente, se registró el número de hembras gestantes por tratamiento, realizando el diagnóstico de preñez por medio de ultrasonido, de 30-35 días posteriores a la inseminación artificial.

3.3.- VARIABLES A ANALIZAR

- 1) Medición del tamaño folicular y del cuerpo lúteo 7 días posteriores a la aplicación inicial de GnRH.
- 2) Porcentaje de hembras que resultaron gestantes a los 30 días posteriores a la inseminación artificial.

3.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.

Para la variable “tasa de concepción” se utilizaron la prueba de “Ji-Cuadrada”, para determinar si exista o no diferencia significativa ($P < .05$) entre ambos tratamientos (Steel y Torrie, 1988).

En lo que respecta a las variables “tamaño del folículo y del cuerpo lúteo”, éstas fueron analizadas por medio de un “diseño simple completamente al azar”, para determinar si existe o no diferencia significativa ($P < .05$) entre ambos tratamientos. Las aplicaciones estadísticas del presente análisis fueron realizadas utilizando los procedimientos Proc Freq y Proc Anova, del paquete estadístico S.A.S. versión 6.12 para windows.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presente investigación trajo consigo una marcada diferencia en los resultados, en el T1 se obtuvo un 85.71 % de hembras gestantes, con una comparación de 57.14 % para el T2, tal y como se muestra en el cuadro 1, encontrando diferencia estadística ($P < .05$) entre ambos tratamientos para la variable “porcentaje de preñez”. Los resultados obtenidos mostraron diferencia estadística con un incremento del 28.57 % en la tasa de concepción para las hembras del T1, en comparación con las T2, que recibieron el tratamiento OvSynch. En el cuadro 2 se ilustran los resultados de las variables “tamaño del folículo y del cuerpo lúteo” para ambos tratamientos. Para el tamaño folicular se obtuvo 14.52 mm para el T1 y 14.38 mm para el T2, no encontrando diferencia estadística ($P > .05$) entre ambos tratamientos. En cambio para el tamaño del cuerpo lúteo se obtuvo 2.07 cm para el T1 y 1.47 cm para el T2, encontrando diferencia significativa ($P < .05$) entre ambos tratamientos para la variable tamaño luteal. Los resultados que se obtuvieron indicaron diferencia estadística con un aumento de 0.6 cm de crecimiento del cuerpo lúteo para las hembras del T2.

Cuadro No. 1. PORCENTAJE DE PREÑEZ EN BASE A DOS TRATAMIENTOS HORMONALES.

Tratamiento	N	Porcentajes de gestación	
		n	%
1	21	18	85.71 a
2	21	12	57.14 b

a,b Literales diferentes indican que existe diferencia estadística ($P < .05$)

Cuadro No. 2. TAMAÑO DEL FOLÍCULO Y DEL CUERPO LÚTEO EN BASE A DOS TRATAMIENTOS HORMONALES.

Tratamiento	N	Tamaño promedio del CL (cm)	Tamaño promedio del folículo (mm)
1	21	2.07 a	14.52 a
2	21	1.47 b	14.38 a

a,b Literales diferentes indican que existe diferencia estadística ($P < .05$)

Los resultados obtenidos se atribuyen a que en el T1 se logra sincronizar tanto folículo como el CL. La aplicación de PGF2 α al día -12 garantiza que en la segunda aplicación de dicha hormona al día 7 exista un CL de 2 cm o lo que es lo mismo, sensible a la luteólisis, asegurando con ello la caída brusca de los niveles de progesterona sanguíneos, con la subsecuente activación del mecanismo de realimentación del eje hipotálamo-hipofisis-ovarios dando así origen a la liberación de GnRH, el cual desencadena la activación de las hormonas encargadas del crecimiento folicular y la ovulación, además del efecto favorable del GnRH sobre la actividad folicular, ya que con las dos aplicaciones a intervalo de nueve días se obtiene un folículo dominante listo para ovular. En el T2 sucede lo mismo con el folículo, solo que en este caso, este tratamiento no asegura la presencia de un CL grande al momento de aplicar la PGF2 α , razón por la cual no se activa el eje hipotálamo-hipofisis-ovario (Córdova y Fricke, 2001).

Por lo tanto, la diferencia en cuanto a los porcentajes de preñez se debió a los tratamientos aplicados, donde el PreSynch se encarga de sincronizar la onda folicular y asegurar la presencia de un CL grande, lo cual favoreció la tasa de preñez, mientras que en el OvSynch posiblemente sólo quedaron preñadas las vacas con CL grande o de 2 cm.

Por otro lado, la diferencia de tamaños entre el CL de ambos tratamientos, fue debido a la previa aplicación de PGF2 α en el método PreSynch, lo cual indica que

la aplicación de un agente luteolítico al día -7, garantiza que a la segunda aplicación al día 7 o viéndolo de otra forma, al día 14, tendrá un CL de buen tamaño, como se muestra en el cuadro 2, y para el caso de los folículos, no hubo diferencia significativa entre ambos tratamientos, debido a que en ambos se les aplicó al mismo tiempo y la misma cantidad de GnRH. La diferencia marcada entre ambos tratamientos fue en el crecimiento luteal, lo cual dió lugar a la diferencia en los porcentajes de preñez (Córdova y Fricke, 2001).

Resultados similares son reportados por Cartmill et al. (2001), en el cual al comparar ambos tratamientos, obtuvo un 42 % para el PreSynch y 28 % para el OvSynch, detectando preñez a los 28 días por vía ultrasonográfica. Así mismo, en un estudio similar Moreira et al. (2001) reportan que una estrategia de presincronización basada en la doble aplicación de PGF2 α a intervalo de 14 días, 12 días antes de inicio del programa OvSynch, mejoró la tasa de concepción en ganado lechero, ya que obtuvieron una tasa de preñez de 69.9 % para PGF2 α -OvSynch y 45.2 % para OvSynch (P<.02). A este respecto Tacher et al. (2002) asegura que la tasa de preñez es mejorada cuando las vacas son sometidas al programa OvSynch son presincronizadas con PGF2 α a los 12 días previos a la primera aplicación de GnRH del método OvSynch, ya que una mayor proporción de vacas ovulará en respuesta a la aplicación inicial de GnRH y tendrá un cuerpo lúteo maduro al momento de la aplicación de PGF2 α (día 7). Sin embargo, como (Cordoba y Fricke, 2001) no reportan la diferencia en las tasas de preñez entre los

programas OvSynch y PGF2 α -OvSynch, ya que obtuvieron 47.2 % y 44.4 % de preñez, respectivamente.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a lo anterior se concluye que el método para la sincronización de la ovulación PreSynch, mejora en forma significativa el comportamiento reproductivo en el ganado lechero, en comparación con el método OvSynch; así como lo indica el análisis estadístico, en el cual se encontró diferencia significativa entre ambos métodos.

En base a lo anterior, se concluye que el tratamiento para sincronización de la ovulación que utiliza doble aplicación de PGF2 α y GnRH, mejora en forma significativa el comportamiento reproductivo en el ganado lechero, en comparación con el tratamiento a base de una sola aplicación de PGF2 α y doble de GnRH, tal y como lo muestran los resultados obtenidos que fueron de 85.7% y 57.1% respectivamente, para los dos tratamientos anteriormente mencionados.

Sin embargo se recomienda la realización de otros proyectos de investigación, en el cual se comparen los mismos métodos; pero que tengan variación en el número de animales, buscando preferentemente que este sea mayor, lo cual proporcione elementos que podrían ser diferentes a los de la presente

investigación y que muestren carencias o atribuciones en el programa, para que el productor elija el que mejor se adapte a su explotación.

Por otro lado, también se sugiere, que se tome muy en cuenta la variación medio ambiental, principalmente la temperatura, buscando que esta sea diferente a la utilizada en la presente investigación, con el objetivo de evaluar el comportamiento de ambos métodos y de esta forma saber en que tipo de climas son aplicables o a que temperatura dan resultados satisfactorios.

VI.- LITERATURA CITADA

Adams, G.P. 1993. Dinámica folicular ovárica en el bovino adulto y prepúber. Resúmenes del Simposio Internacional de Reproducción Animal. Córdoba, Argentina.

Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. J. Dairy Sci. 77:2044.

Arthur, G., Noakes, D. and Pearson, H. 1989. Reproducción y obstetricia en veterinaria, p15-24, 6ª ed., Interamericana Mac Graw Hill, España.

Badinga, L., Savio, J., Wolferson, R., Bota, R. 1992. Endocrine and ovarian responses associated with the first wave dominant follicle in cattle. Biol. Reprod. 47:871-883.

Campbell, B.K., R.J. Scaramuzzi and R. Webb. 1995. Control of antrall follicle development and selection in sheep and cattle. Suppl. J. Reprod. Fert. 49:335.

- Campo, E. 1998. Aplicación de los Ultrasonidos Pie Medical en Fisiología y Patología de la Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de la Habana-comunicación personal-LA Habana.
- Cartmill, J.A., El-Zarkouny, S.Z., Hensley, B.A., Lamb, G.C., and Stevenson. J.S. 2001. Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. Department of Animal Sciences and industry, Kansas State University. 84 (5): 1051-9.
- Cordoba, M.C. and P.M. Fricke 2001. Efect of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing-based dairies. J. Dairy Sci. 84:2700.
- Díaz, T. 1993. Niveles plasmáticos de progesterona durante el ciclo estral en vacas Holstein, Brahman, novillas tipo Carora y mestizas. Resúmenes de las tesis presentadas en el Posgrado de Reproducción Animal e Inseminación Artificial y el Posgrado de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Veterinarias, Comisión de Estudios de Postgrado (UCV), 6(8):1881.

- Driancourt, M.A. 2001. Regulation of ovarian follicular dynamics in farms animals. Implications for manipulation of reproduction. *Theriogenology*. 55 (6):1211-39.
- D'Occhio, M.J.D., J. Jillella and B. R. Lindsey. 1999. Factors that influence follicle recruitment, growth and ovulation during ovarian superstimulation in heifers: oportunities to increase ovulation rate and recovery by delaying the exposure of follicles to LH. *Theriogenology*. 51:9.
- Farin, P.W., Youngquist, R.S., Parfet, J.R. and Garverik, H.A. (1990). Diagnosis of luteal and follicular ovarian cysts in dairy cows by sector scan ultrasonography. *Theriogenology*, 43 (4): 240.
- Gomez, W.R. 1978. *Physiology of reproduction and insemination of cattle*. P115, 2^a ed., Interamericana Mac Graw Hill, San Francisco.
- Gong, G.O. and R. Webb. 1996. Control of ovarian follicle development in domestic ruminants its manipulation to increase ovulation rate and improve reproductive performance. *Anim. Breed. Abstr.* 64:195.

- González – Padilla, E., J.N. Wiltbank and G.D. Niswender. 1975. Puberty in beef heifers: The interrelationship between pituitary, hypothalamic and ovarian hormones. *J. Anim. Sci.* 40:1091.
- Halliwell, B. And Gutteridge, J. 1989. *Free radicals in biology and medicine*, p 188, 2^a ed., Clarendon Press, Oxford.
- Hanzen, C.H., Pieterse, M. Scenczi, O. and Drost, M. 2000. Relative accuracy of the identification of ovarian estrucure cow by ultrasonography and palpation per rectum. P161-170, volumen 159, number 2.
- Hendriksen, P.J., P.L. Vos, W.N. Steenweg, M.M. Beres and S.J. Dieleman. 2000. Bovine follicular the development and its effect on the in vitro competence of oocytes. *Theriogenology*. 53:11.
- Kastelic, J.P., Curran, S. and Ginther, O. J. 1989. Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriology*. 31 (4): 813-820.
- Moreira, F., C. Orlandi, C.A. Risco, R. Mattos, F. Lopes and W.W Thatcher. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates

to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 84:1646.

Patterson, D.J., S.L. Wood, F.N. Kojima and M.F. Smith. 2000. Current and emerging systems to synchronize estrus. VIII Curso Internacional de Reproducción Bovina. México, D.F.

Pierre, M., Martínez, B. y Méndez, María J. 1997. Uso de la ecografía en la reproducción del ganado vacuno. Frisona Española – Temario del Criador – Enero/ Febrero, pág. 114-118.

Pierson, R.A., G.A. Bo y G.P. Adams. 1993. Uso de la ultrasonografía para el estudio de los eventos reproductivos en el bovino. Resúmenes del Simposio Internacional de la Reproducción Bovina. Córdoba, Argentina.

Pursley, J.R., M.O. Mee and M.C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. Theriogenology. 44:915.

Randel, R.A. 1980. Serum progesterone level during estrual cycle in heifers. J. Ani. Sci. 80:2-8.

- Rhodes, F.M., L.A. Fitzpatrick, K.W. Entwistle and G. Delath. 1995. Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anestrus. *J. Reprod. Fertil.* 104:41.
- Roberson, M.S., T.T. Stumpf, M.W. Wolfe, A.S. Cupp, F.N. Kojima, L.A. Werth, R.J. Kittok and J.E. Kinder. 1992. Circulating gonadotrophins during a period of restricted energy intake in relation to body condition in heifers. *J. Reprod. Fertil.* 96:461.
- Risco, C.A. 1998. Manejo reproductivo en Ganado lechero durante período de estrés calórico. Memorias de las IV Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo. Coahuila, Mex.
- Thatcher, W.W., F. Moreira, S.M. Pancarci, J.A. Bartolome and J.E. Santos. 2002. Strategies to optimize reproductive efficiency by regulation of ovarian function. *Domest. Anim. Endocrinol.* 23:243.
- S.A.G.A.R., 1996. Fisiografía de la región de temporal del sur de Sonora y su aptitud agroclimática. Publicación No. 1 Navjoa, Sonora, México.
- Satiel, A., Galino, C. Y Hernández, S. 1980. Endocrinología de la reproducción, p77, 6ª ed., Interamericana, España.

Stagg, K., M.G. Diskin, J.M. Sreenan and J.F. Roche. 1995. Follicular development in long-term anestrous suckler beef cows fed two levels of energy post-partum. Anim. Reprod. Sci. 38:49.

Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística: Principios y procedimientos. Ed. McGraw-Hill. México, D.F.

Wilde, R.O. 2000. Profesor Asociado de la Cátedra de Zootecnia General I. Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía y Zootecnia.
(Ver www.manant.unt.edu.ar/proanim/General_I/Desarrollo_folicular.html)

Yelich, J.V., R.P. Wetteman, T.T. Marston and L.J. Spicer. 1996. Luteinizing hormone, growth hormone, insulin-like growth factors, insulin and metabolites before puberty in heifers fed to gain at two rates. Dom. Anim. Endocrinol. 13:325.