

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SONORA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS Y
VETERINARIAS**

**“APLICACIÓN DE DOS TRATAMIENTOS HORMONALES CON CIDR EN
GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE Y SU EFECTO SOBRE LA
FERTILIDAD”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Presenta:

JUAN LUIS ESCALANTE BARRERAS

**“APLICACIÓN DE DOS TRATAMIENTOS HORMONALES CON CIDR EN
GANADO BOVINO PRODUCTOR DE LECHE Y SU EFECTO SOBRE LA
FERTILIDAD”**

TEMA DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

JUAN LUIS ESCALANTE BARRERAS

M. V. Z. JOSÉ MARÍA ACEVES GUTIÉRREZ

ASESOR

M. C. M. V. Z. PABLO LUNA NEVÁREZ

ASESOR

Vo. Bo.

M.A. M.V.Z. CARLOS AGUILAR TREJO
COORDINADOR DE LA CARRERA DE M.V.Z.

COMITÉ:

PRESIDENTE: _____

SECRETARIO: _____

VOCAL: _____

DEDICATORIAS

A mis padres:

A la señora **Isabel Cristina Barreras Morales** y al Señor **Trinidad Escalante Valenzuela**, por haberme conducido por un camino lleno de amor y cariño, respetando mis decisiones, apoyándome en todo momento con sus consejos y buena amistad y por ayudarme en los momentos más difíciles de mi vida. ¡ LOS QUIERO, MUCHAS GRACIAS!

A mi hermana:

María de Lourdes Escalante B.

Por los momentos que convivimos juntos de niños, por estar a mi lado y por apoyarme, a pesar las adversidades de nuestras vidas. Gracias hermana.

A mis sobrinos:

Katia, Mary y Tony, por ser como son. LOS QUIERO MUCHO.

A toda mi familia:

En especial a mi tía, **María Dolores Barreras** por brindarme siempre su ayuda incondicional, su amor y cariño y por ser como una madre para mí. Muchísimas Gracias Tía.

AGRADECIMIENTOS

Al M. C. Pablo Luna Nevárez:

Por las palabras de aliento siempre tan acertadas y por dar siempre lo mejor de sí para el crecimiento de los alumnos. Por ser una persona de respeto y todo un ejemplo a seguir. Por haberme dado la oportunidad de trabajar a su lado, por todo el apoyo brindado para la realización de este proyecto. Le doy las gracias por ser nuestro amigo y por consejos que ayudaron en mi formación personal y profesional.

Al M. V. Z. José María Aceves Gutiérrez:

Por su amistad y por haberme permitido trabajar a su lado durante este tiempo. Por sus consejos y por su entera disposición de ayuda que siempre me brindo. Por sus conocimientos tan importantes que convivimos juntos y por apoyo para la realización de este trabajo. ¡GRACIAS MÉDICO!

A todos los maestros:

Ramón Molina, José M. Aceves, Alberto Torres, Pablo Luna, Florentino Torres, Candelario Castillo, Carlos M. Aguilar, Isabel Ángeles, Lorena Chávez, Lupita Méndez, Ana Laura Miranda, Verónica Ortiz, Olga E. Payán Sergio Fernández, Luis E. Carrillo, Rolando Reina, Juan M. Martínez, Arturo Munguía, Justiniani,

Jorge Robles, y a todos aquellos que contribuyeron en mi formación profesional.

Muchas gracias.

A mis amigos: Eleazar Rodríguez, Rodolfo Gastelum, Manuel Nieblas, Jimmy Félix, Luis A Olivas, Elizabeth Cázares, Carlos Ávila, Mario Rivera, Ana Laura y María Dolores. Gracias por su amistad y por los momentos que pasamos juntos, los cuales serán inolvidables y quedaron marcados en mi vida.

AI ITSON:

Por darme las herramientas para formar una profesión. Gracias a todos.

ÍNDICE

RESUMEN.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1. CICLO ESTRAL.....	5
2.1.1. Regulación fisiológica del ciclo estral	6
2.1.2. Fase del ciclo estral.....	8
2.1.2.1. Proestro	8
2.1.2.2. Estro	8
2.1.2.3. Metaestro	10
2.1.2.4. Diestro	10
2.1.2.5. Anestro	11
2.1.3. Detección de estro	11
2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA	12
2.2.1. Nutrición	12
2.2.2. Estrés	14
2.2.3. Condición corporal	15
2.3. SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO.....	16
2.3.1. Condiciones de manejo que regulan la eficacia de un programa de sincronización	17
2.3.2. Métodos utilizados para la sincronización de estros	18

2.3.3. Sincronización con progestágenos	19
2.3.4. Sincronización con CIDR (Controlled Internal Decive Release)...	21
2.3.5. Sincronización de la ovulación con CIDR.....	23
2.3.6. Sincronización con prostaglandinas	25
2.4. TÉCNICAS DE MANEJO REPRODUCTIVO	26
2.4.1. Inseminación artificial	26
2.4.1.1. Técnica recto cervical.....	26
2.4.1.2. Ventajas y Desventajas de la IA	28
2.4.2. Diagnóstico de gestación.....	29
2.4.2.1. Palpación rectal.....	29
2.4.2.2. Ultrasonografía Transrectal	30
III. METODOS Y MATERIALES.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS.....	41

RESUMEN

Juan Luis Escalante Barreras. “Aplicación de dos tratamientos hormonales con CIDR en ganado bovino productor de leche y su efecto sobre la fertilidad”.

Asesores: M.V.Z. José María Aceves Gutiérrez y M.C. Pablo Luna Nevárez.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación de dos métodos para la sincronización del estro con CIDR (Controlled Internal Decive Release) y su efecto sobre el porcentaje de preñez en ganado bovino productor de leche. Se utilizaron 37 vacas de la raza Holslein-Friesian, de 4 a 6 años de edad, de 2 a 4 partos, con buena condición corporal, las cuales fueron divididas en dos grupos experimentales: grupo 1 (T1) formado por 19 vacas que recibieron el día 0 la aplicación de un dispositivo intravaginal (CIDR), seguido por una inyección intramuscular (IM) de 25 mg de prostaglandina $F_{2\alpha}$ ($PGF_{2\alpha}$) el día 9. El retiro del dispositivo se realizó el día 10 y finalmente se aplicaron por vía IM 100 ug de hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) a las 36 horas posteriores a la eliminación del CIDR. El Grupo 2 (T2), estuvo formado por 18 vacas que recibieron la aplicación del dispositivo intravaginal (CIDR) por 10 días, más la inyección IM de 25 mg de $PGF_{2\alpha}$ el día 9 del tratamiento. Las vacas del T1 fueron inseminadas artificialmente a tiempo fijo; mientras que en el T2, se inseminaron solo aquellas hembras observadas en estro. En todas se realizó el diagnóstico de gestación por ultrasonografía a los 35 días posteriores a la inseminación. El porcentaje de preñez para el T1 fue de 73.6% y para el T2 de 66.6%, no encontrando diferencia estadística ($P > .05$).

LISTA DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	PORCENTAJE DE HEMBRAS GESTANTES	40

I. INTRODUCCIÓN

La producción de leche ocupa un lugar importante dentro de las actividades pecuarias a nivel nacional, por ser esta un producto comestible para el hombre y de la que se pueden obtener muchos subproductos. A nivel local no se logra satisfacer la demanda de la población, lo que requiere traer leche de otros estados o países, ya sea en polvo o fluida y poder cubrir las exigencias del consumidor. La leche es una mercancía de la canasta básica, de alto nivel nutritivo, que contiene un elevado nivel de proteínas, necesarias para el desarrollo humano; su consumo ayuda a llevar una vida sana. Ante esta situación, el productor se ve en la necesidad de buscar alternativas para impulsar su crecimiento y ser más eficiente para lograr mantenerse dentro de un mercado productivo, donde cada día surgen nuevos problemas que frenan su desarrollo. Hoy en día los productores manejan un promedio de 26.3 lts/día, por vaca con un período de lactación de 10 meses, en los cuales se puede observar una mayor producción de leche durante los primeros 60 días. A partir de aquí la producción de leche disminuye paulatinamente hasta terminar el ciclo productivo y dar un periodo seco de 2 meses, tiempo en el cual la vaca se prepara para su nueva lactación.

Para poder tener una elevada producción es necesario que la alimentación de las vacas satisfaga todos sus requerimientos nutricionales, de lo contrario se pueden

tener problemas reproductivos y productivos, al disminuir el porcentaje de hembras preñadas y por consiguiente la producción de leche, al tener un número menor de hembras en lactación, lo cual que repercuten negativamente para el empresario. Una de las alternativas utilizadas por el ganadero es la sincronización de estros, ya que mediante estos métodos puede lograr que la mayoría de sus vacas entren en calor en un período corto de tiempo, por lo que sus partos también se presentarán de manera uniforme, al igual que su producción de leche. Además empleando esta tecnología se puede programar que las vacas tengan su cría al inicio de la época de frío, cuando las temperaturas son más apropiadas para este tipo de ganado, logrando una mejor producción.

Los objetivos dentro de un establecimiento ganadero están orientados a mejorar los parámetros reproductivos, entre ellos una reducción del intervalo entre partos, buscando obtener de esta manera, una máxima eficiencia para garantizar el retorno económico al productor. Sin embargo, existen factores que limitan la posibilidad de alcanzar las metas fijadas, entre los que podemos mencionar las deficiencias nutricionales y las diferencias de manejo de los animales en cada una de las explotaciones.

Uno de los métodos más utilizados en el ganado lechero, para mejorar su eficiencia reproductiva es CIDR (Controlled Internal Decive Release), el cual es un dispositivo intravaginal a base de progesterona en combinación con otras hormonas como la $PGF2\alpha$ (prostaglandina $F2\alpha$) y el GnRH (hormona liberadora de las gonadotropinas). La utilización del GnRH puede ser opcional, ya que cuando se aplica la inseminación artificial es a tiempo fijo. Cuando no se utiliza, se

requiere checar calores e inseminar solo aquellas vacas que entren en calor. La inseminación artificial (IA) ayuda enormemente en el mejoramiento genético de la ganadería lechera, al incrementar los índices de producción, con el uso de semen de toros evaluados mediante pruebas de progenie, que garantizan animales de excelente calidad productiva.

1.1. Justificación

Con esta investigación se pretende dar a conocer si es más favorable, el uso del CIDR con una inyección IM de la $PGF_{2\alpha}$, o bien, si es mejor la aplicación adicional de GnRH, en relación del porcentaje de preñez obtenidos en los dos métodos de sincronización. Cuando solo se utiliza la $PGF_{2\alpha}$, se inseminan solo las hembras detectadas es estro; al aplicar el GnRh la IA es a tiempo fijo. De esta manera, en base a los resultados obtenidos en esta investigación, el ganadero tendrá la opción de elegir cual de los dos tratamientos es más conveniente para su explotación, de acuerdo con los recursos con que cuente la misma.

1.2. Planteamiento del problema

A pesar de las ventajas mencionadas anteriormente para la sincronización de estros, el productor no ha logrado establecer un programa que cumpla con sus expectativas de fertilidad deseadas, por lo que existen deficiencias reproductivas que no ha conseguido superar para alcanzar una producción óptima y asegurar el retorno económico. Si bien, existen muchos métodos para la inducción del celo, cada uno de ellos cuanta con sus ventajas y desventajas, por lo que cada explotación se ajusta al más conveniente de acuerdo al manejo y las instalaciones con las que cuente el establo.

1.3. Objetivo

El objetivo de la presente investigación consiste en la evaluación de dos métodos para la sincronización del estro con CIDR en ganado bovino productor de leche y su efecto sobre la fertilidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CICLO ESTRAL

El momento clave del ciclo estral, es aquel en el que la vaca se muestra receptiva al macho y puede ser montada. Este es el período en el que la hembra manifiesta un comportamiento sexual característico en presencia de un macho maduro: inmovilidad, elevación de los cuartos traseros o arqueamiento de la espalda, erección de las orejas, etc. Si la hembra no se aparea durante este período, se vuelve refractaria al semental y experimenta una serie de fenómenos ováricos que no se manifiestan claramente, en términos de comportamiento sexual, hasta que de nuevo vuelve al estro después de un intervalo que varía en cada especie (Spitzer et al., 1993).

En condiciones de domesticación la vaca es poliéstrica continua durante todo el año. La edad de la pubertad está influida por la nutrición y la estación del año en que se ha producido el nacimiento, estando comprendida entre los 7 y los 18 meses, con una media de 10 meses. Una pequeña proporción de novillas no ovulan en el primer estro y en la gran mayoría la primera ovulación se produce en un celo "silente". Las alteraciones en la nutrición y las enfermedades retrasan la pubertad. Una vez alcanzada la pubertad la ciclicidad estral, sólo se interrumpe con la gestación durante las tres a seis semanas posteriores al parto, durante una alta producción láctea, cuando existen evidentes deficiencias nutricionales y en

ciertas condiciones patológicas. Algunas vacas y novillas no manifiestan signos externos durante el estro a pesar de tener una actividad cíclica normal, condición denominada como “celo silente” o subestro. Esto puede deberse a un fallo en la observación de los síntomas del celo por parte del ganadero más que a una ausencia real de dichos síntomas (Arthur, 1991).

La duración del ciclo estral es en promedio de 20 ó 21 días, con un rango que varía de 18 hasta 24 días; la fase luteal ocupa aproximadamente 17 días, y le sigue una fase folicular de 3 a 4 días . La duración del estro en la vaca es de 12 a 16 horas, con un promedio de 15 a 18 horas. La ovulación tiene lugar de 10 a 12 horas después de terminar el estro, o bien, de 25 a 30 horas después de la secreción preovulatoria de gonadotropinas (Randel, 1980; citado por Gómez, 1995).

2.1.1. Regulación fisiológica del ciclo estral

El ciclo estral es controlado por una cascada de hormonas que son secretadas inicialmente por el hipotálamo, es cual es una pequeña porción, pero muy importante del cerebro, y que regula algunas de las funciones corporales (Randel, 1980; citado por Gómez, 1995).

A su vez, este ejercen influencia otras áreas extrahipotálamicas (corteza cerebral, tálamo y zona media del cerebro) que se ven afectados por estímulos como luz, olfato y tacto. De igual forma existen influencias del útero sobre el ovario. El hipotálamo controla la liberación de las gonadotropinas de la hipófisis anterior mediante sustancias específicas liberadoras e inhibidoras. Estas son secretadas por las neuronas hipotalámicas y transportadas desde la eminencia media del

hipotálamo hasta la hipófisis por el sistema portal hipotálamo – hipofisiario (Arthur, 1991) .

El hipotálamo secreta un factor liberador de las gonadotropinas (GnRH), el cual es transportado por el sistema portal hipofisiario a la glándula pituitaria. El GnRH hace que la hipófisis secrete las hormonas gonadotrópicas, de las cuales las más importantes son la hormona folículo estimulante (FSH) y la hormona luteinizante (LH), y éstas son transportadas por la sangre al ovario, donde ambas modulan su actividad.

El folículo crece por la acción de la FSH y la LH, que son las que regulan el ciclo ovárico y son liberadas periódicamente. Los estrógenos afectan al cerebro, causando que la vaca presente calor y se encuentre receptiva al macho. En altas concentraciones deprimen la secreción pulsátil de la FSH. Una elevación de la LH es producida al momento de acercarse el estro, esta oleada trabaja sobre los folículos, lo cual permite que el óvulo sea liberado unas 30 horas después de terminar el estro. En el sitio del folículo reventado se desarrolla una estructura llamada cuerpo lúteo (CL); éste desarrollo tarda aproximadamente 7 días, después de los cuales empieza la secreción de progesterona del CL., la cual sensibiliza el útero, produciendo un medio ambiente favorable para el desarrollo y establecimiento del embrión (Bearden y Fuquay, 1992).

La vida del CL es determinada por las prostaglandinas ($PGF_{2\alpha}$), ya que cuando no se presenta la preñez el útero las libera, produciendo regresión del CL, causando con esto un alto a la producción de progesterona; el descenso brusco en los

niveles de progesterona permite la activación del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (Randel 1980; citado por Gómez, 1995).

2.1.2. Fases del ciclo estral

2.1. 2.1. Proestro

Este período se caracteriza por crecimiento folicular y producción de estradiol, el cual aumenta el aporte sanguíneo al aparato genital tubular y produce edema del mismo, desde la vulva al oviducto. Los procesos de crecimiento son estimulados a lo largo de todo el aparato, pero especialmente en el útero. La vulva se hincha hasta cierto grado, el vestíbulo se torna hiperémico y las glándulas vestibulares secretan un líquido seroso que asemeja un flujo vaginal claro. El crecimiento del folículo ovárico es suficiente para elevarlo o hacer protrusión por encima de la base de dicho órgano.

2.1. 2. 2. Estro

Después de los tres días de proestro, aparece el estro o período de deseo sexual, resultante de la acción del estradiol sobre el sistema nervioso central, que da origen a las manifestaciones psíquicas del celo. Durante las 14 a 18 horas que la vaca permanece en este estado, manifiesta inquietud, ansiedad, brama con frecuencia y pierde el apetito. La producción de leche disminuye de manera vertical; el aparato genital se halla bajo el dominio creciente de los estrógenos; aumenta la congestión de los genitales y se aprecia incremento manifiesto de la secreción glandular dando origen a un moco fluido que emana por la vulva y cuyo olor (feromona sexual) atrae y excita al toro. Persiste la inflamación de la vulva y vagina en las que se advierte hiperemia, y por último, al cabo de 14 a 18 horas, el sistema nervioso de la vaca se torna refractario al estradiol y cesan en el animal

todas las manifestaciones psíquicas del celo. Durante el estro se inicia un aumento de los valores de la LH procedente de la hipófisis, la cual produce la liberación de estradiol.

Signos de estro

- La vaca consentirá ser montados por otros animales, los cuales pueden ser un toro, torete, detector u otra vaca. Las hembras en los bovinos presentan conducta homosexual muy útil para que el observador determine el estro en ellas.
- Intentará montar otras vacas. Cuando proceda así, debe observarse si permite que otras la monten a ella. Es probable que la vaca que se encarama no este en celo, sino que se sienta atraída por la otra vaca que si lo está.
- Es muy probable la presencia de moco en la zona perianal. Dicha secreción se origina en el cuello uterino y gotea a través del orificio de la vulva, donde la cola lo desparrama por toda el área. El moco puede presentarse 3 o 4 días fuera del periodo real de celo y por ello solo debe tomarse como indicador; conviene tener una vigilancia estrecha del animal.
- Por lo general se mostrará nerviosa. Esto se manifiesta como una reducción del apetito, exceso de movimiento, disminución en la producción de leche, topeteo, brama y en general, un comportamiento de excitación.
- Buscará al toro y permanecerá cerca de éste, antes y durante el estro.
- La presencia de señales de fricción en la base de la cola o de lodo en las ancas, indican que la vaca ha sido montada y que estuvo o esta en celo.

- En ocasiones se observa también que otras vacas descansan su cabeza sobre la grupa de la vaca en celo, levantan la cola, lamen la vulva y orina en exceso. Hasta cierto punto las vacas presentan una conducta estral nocturna; en su gran mayoría muestran los signos de celo entre el atardecer y la mañana siguiente (Sorensen, 1991).

2.1. 2. 3. Metaestro

Es el período inmediatamente sucesivo al término del estro, durante el cual tiene lugar la ovulación, aparece hemorragia en la cavidad folicular que se llena de sangre y comienza el crecimiento rápido de las células luteínicas. Este es el período de la organización celular y del desarrollo del cuerpo amarillo. Después de la ovulación se inicia el aumento en la producción de progesterona, aún cuando el tejido luteínico no se halle plenamente formado. Cesa gradualmente la congestión del aparato genital tubular y las secreciones glandulares de dicho aparato se tornan viscosas y disminuyen en cantidad. El metaestro dura de 2 a 3 días , y es precisamente durante este período que se expulsa por la vulva moco teñido con sangre.

2.1. 2. 4. Diestro

Este período es el más largo del ciclo estrual, llamado también período de la función del cuerpo amarillo. Aún cuando la vaca no queda preñada, el cuerpo amarillo se transforma en un órgano funcional que elabora grandes cantidades de progesterona, que ingresa a la circulación general y afecta el desarrollo de la glándula mamaria y el crecimiento del útero. El miometrio se hipertrofia por influencia de la progesterona, y las glándula uterinas secretan un material viscoso y espeso que servirá de nutrición al cigoto. El desarrollo glandular continúa a todo

lo largo del aparato genital tubular. En caso de llegar un cigoto al útero, el cuerpo amarillo persistirá durante toda la gestación. Si el huevo no es fecundado, el cuerpo amarillo permanece funcional hasta el día 17 aproximadamente, después del cual empieza a regresar en preparación para un nuevo ciclo estral .

2.1. 2. 5. Anestro

Es el periodo en que el sistema reproductor permanece en reposo. El crecimiento folicular es mínimo, el cuerpo lúteo, aunque identificable, está en regresión y no es funcional. Las secreciones del tracto genital son escasas y pegajosas, el cuello uterino esta cerrado y la mucosa vaginal pálida (Arthur, 1991).

2.1.3. Detección del estro

La detección del estro (celo) es importante para que tenga éxito la estrategia reproductiva de nuestro rebaño. Se considera aproximadamente que el 50% de los problemas reproductivos en las vacas lecheras están asociados a una mala detección del celo. Si se aplica la inseminación artificial como el método preferido para conseguir una mejora genética, resulta esencial su detección exacta, por lo cual se deben introducir ciertas técnicas de manejo, que nos ayuden a ser más eficientes en este aspecto. El mejor momento para observar la actividad del celo en ganado vacuno es al amanecer o al atardecer en las vacas que se encuentran en los pastos o mediada la tarde o por la noche en vacas estabuladas. Los rebaños que son observados después de las 10 de la noche presentan mayores niveles de detección de estro (55 – 75%) en comparación con los rebaños en los que no son observados después de las 8 de la noche (46%).

La detección del celo resulta difícil cuando las vacas padecen cojeras, si el celo se inicia durante el final de la tarde o por la noche, cuando las vacas ya han mostrado

actividad de estro o cuando su producción de leche es elevada o pierden peso con rapidez. Existen muchas ayudas para la detección del estro, por ejemplo los sistemas de calendario para predecir el siguiente celo, la vigilancia de la progesterona en sangre, la aplicación de pintura, pastas o marcas de tiza en la cola. Cámaras, circuito cerrado de TV, podómetros o animales modificados o tratados (toros vasectomizados, hembras tratadas con testosterona o novillas androgenizadas). Estos métodos pueden mejorar en promedio, la detección del 6 al 10% en comparación con rebaños que no utilizan ningún tipo de ayuda. Sin embargo, el factor más importante en la detección del estro es el mantenimiento de unos registros exactos y de una rutina para observar a las vacas con regularidad durante los periodos críticos del día. En los rebaños en que las vacas son observadas cuatro veces al día, se apreció una mayor eficacia en la detección del estro que cuando la observación se realizaba tres veces o menos (61% frente a 52%, respectivamente) (Hill, 2001).

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA ACTIVIDAD REPRODUCTIVA

2.2.1. Nutrición

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

foliculos se detuvo a los 4 mm de diámetro. Por lo tanto, si el desarrollo folicular depende del estímulo constante de las gonadotropinas; entonces, 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. En 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.

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, una serie de experimentos recientes llevados a cabo en el instituto Roslin, donde el dicho ganado ha sido seleccionado en dos líneas

divergentes, los animales altos productores mostraron un retraso significativo en el reinicio de su actividad cíclica (Gutiérrez, 1999).

2.2.2. Estrés

Las vacas lecheras son extremadamente sensibles al estrés calórico del medio ambiente. El problema consiste en que éstas 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 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 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 dichas tasas de gestación 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, 1992).

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 periodo caluroso del día, la vaca difícilmente llega a ser activa debido a la necesidad de buscar un área sombreada (Risco, 1998).

El estrés calórico también altera el balance hormonal, 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 (Risco, 1998).

2.2.3. Condición corporal

El concepto de condición corporal (CC) fue primeramente propuesto por Lammond, en 1970. La CC es un término vago usado para describir el contenido de grasa de un animal. Diversos métodos han sido usados para evaluar el contenido graso de los animales, algunos de los cuales son: medición subjetiva de la condición asignada ya sea por aparición visual y/o palpación del animal; mediciones con ultrasonido del espesor de la grasa dorsal en relación al peso, a la

altura, y estimación del contenido de agua usando varias técnicas de dilución (Wright y Russell, 1984; citado por Muñoz, 1993)

Es de suma importancia que las vacas lleguen al parto con una condición corporal alta, ya que de esta depende una manifestación óptima de la reproducción. Los cambios en la condición corporal está siendo movilizado para producir leche y además refleja las reservas potenciales de energía disponible para ser utilizada durante períodos de balance energético negativo.(Martínez, 1993).

2.3. SINCRONIZACIÓN DE ESTROS

La sincronización de estros consiste en la agrupación de hembras en estro durante un período corto (3 a 4 días), favoreciendo el uso de la inseminación artificial (IA) en el ganado bovino, al mismo tiempo que sincroniza los partos. La IA en vacas sincronizadas, permite al productor servir a sus vacas con sementales probados genéticamente superiores y que son capaces de mejorar las características de mayor interés (Ramírez y Miller, 1995).

La rentabilidad de una explotación de ganado lechero, se basa actualmente en la eficiencia de sus animales para producir leche, por lo cual se hace indispensable manejar parámetros reproductivos eficientes. Hoy en día, existen técnicas reproductivas que mejoran considerablemente las condiciones productivas del ganado lechero, mediante la aplicación de productos hormonales para la sincronización de estros (SE), tal como los progestágenos y las prostaglandina, ya sea solos o en combinación con otras hormonas (Luna, 2001).

2.3.1. Condiciones de manejo que regulan la eficacia de un programa de sincronización.

Los criterios usados por los productores de ganado para evaluar los programas de S.E. no están limitados a los resultados. El costo y la facilidad de aplicación son también importantes. Los resultados reproductivos dependerán del programa de sincronización utilizado, del ganado (ciclicidad y fertilidad, estado nutricional, genotipo, docilidad), fertilidad del semen, capacidad del técnico inseminador y habilidad en la detección de estros. Los costos dependen de qué producto y de cuál programa de sincronización sean utilizados. La eficiencia de aplicación depende del programa, de la facilidad en el manejo del ganado y de la docilidad del mismo (Ramírez y Miller, 1995).

Un aspecto frecuentemente expresado por los productores, es que las vacas sincronizadas pueden parir al mismo tiempo y si las condiciones ambientales son desfavorables, las pérdidas de terneros pueden ser altas.

En vacas o vaquillas, el factor más limitante para el éxito del programa de sincronización es el porcentaje de ciclicidad. Este último en vaquillas al inicio de la época de apareamiento, es altamente influenciado por la edad y la nutrición, mientras que en vacas adultas, es influenciado por la fecha de parto, nutrición y amamantamiento. Con un adecuado manejo nutricional, los diferentes programas de sincronización pueden ser usados exitosamente tanto en vacas como vaquillas.

En general, los dos factores de manejo que determinan el éxito o el fracaso de un programa de sincronización de celos, son la nutrición y el intervalo postparto. La iniciación de los ciclos estruales después del parto se demora si la vaca pierde peso durante la preñez. Cuando las vacas son adecuadamente alimentadas

durante la preñez, pero no ganan peso en el período postparto, presentarán celos pero tendrán tasas reducidas de preñez. Para ser incorporadas a un programa de sincronización, las vacas deben tener al menos 50 días de paridas o más si se trata de vacas de primer parto (Luna, 2001).

2.3.2. Métodos utilizados para la sincronización de estros

El desarrollo de los métodos para el control del ciclo estral en el ganado bovino ha ocurrido en 5 fases distintas. La bases fisiológicas para la sincronización de estros siguieron al descubrimiento de que la progesterona inhibía la maduración folicular preovulatoria y la ovulación. Entonces se pensó que la regulación del ciclo estral estaba asociada con el control del cuerpo lúteo, cuyo período de vida y actividad secretora son regulados por mecanismos tróficos y líticos.

La fase I incluyó los esfuerzos para prolongar la fase luteal del ciclo estral o para establecer una fase lútea artificial por medio de la administración exógena de progesterona. Más tarde, los agentes progestacionales fueron combinados con estrógenos o gonadotropinas en la fase II; mientras que la fase III involucró la utilización de prostaglandinas o sus análogos como agentes luteolíticos. Los tratamientos que combinaron los progestágenos con prostaglandinas, caracterizaron la fase IV.

El preciso monitoreo del folículo ovárico y del cuerpo lúteo por medio de la ultrasonografía transrectal, permitió un mejor entendimiento del ciclo estral bovino y, particularmente, de los cambios que ocurren durante una onda folicular. El crecimiento de los folículos en el ganado ocurre en distintos patrones similares a oleadas, con una nueva onda folicular presentándose aproximadamente cada 10 días. En la actualidad se conoce que el preciso control del ciclo estral (fase V),

requiere la manipulación tanto de la onda folicular como del período de vida del cuerpo lúteo (Patterson et al., 2000).

2.3.3. Sincronización con progestágenos

La habilidad para sincronizar el inicio del estro, y por lo tanto la fecha de empadre y parto, ofrecen un potencial beneficio económico y de manejo para los productores lecheros, especialmente en sistemas de producción basados en pastura. En un establo lechero, bajo estas condiciones, la concentración de partos y la época de empadre se deben escoger de tal manera, que el pico de producción de leche coincida con la máxima existencia de pastura. Por lo que, en toda explotación es muy importante tener un intervalo entre partos de 12 meses. Por consiguiente la meta para cada lechería, es tener sus vacas preñadas lo más pronto como sea posible después de iniciada la época de empadre. Es este respecto un programa exitoso de sincronización de estro puede ayudar a mejorar la tasa de preñez, durante la época de empadre, y así tener gestante la mayoría de las vacas de nuestro rebaño (Xu et al., 1997)

En general, se reconoce que los progestágenos actúan como un cuerpo lúteo artificial, que provoca un efecto de retroalimentación negativa sobre la hipófisis anterior, bloqueando la liberación de gonadotropinas. Cuando la administración de ellos se suspende, su efecto bloqueador cesa y se reanuda la ciclicidad sexual (Luna, 2001).

Los intentos iniciales para regular el ciclo estral comprendieron la aplicación de progesterona exógena o progestágenos sintéticos, con la finalidad de prolongar la fase lútea del ciclo o para establecer una fase artificial (Patterson et al., 2000).

Los progestágenos suprimen el estro y la ovulación inhibiendo la secreción de LH

y la maduración folicular. Los métodos mas utilizados para tal fin fue la administración de progesterona por las siguientes vías: formulación oral, intravaginal, y/o implantes subcutáneos (Peter, 1986; citados por Larson y Ball, 1992).

Los progestágenos y la $\text{PGF}_{2\alpha}$ han sido utilizados para la sincronización de estro en ganado. El desarrollo programas largos con progesterona, incluye el uso de dispositivos como el PRID y el CIDR e implantes como el Sincro – Mate B, los cuales han facilitado el uso de los progestágenos para la inducción del celo. Sin embargo se tuvieron experiencias con baja fertilidad, en las primeras sincronizaciones, especialmente en tratamientos de más de 10 días. La reducción en la fertilidad ha sido atribuida a la presencia prolongada de un folículo dominante y consiguiente la ovulación de un ovocito subfétil.

Esto ha permitido el desarrollo de regímenes de sincronización que involucren periodos cortos de progesterona combinados con una inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ poco antes de terminar el tratamiento con progestágeno. Los efectos de estos tratamientos cortos son muy inciertos. Algunos estudios reportan una fertilidad satisfactoria, especialmente en vaquillas. Otros reportan una reducción en la fertilidad. En un estudio realizado con 2681 vacas lactando en 11 estaciones lecheras se encontró una tasa de concepción a la primera inseminación (tratamiento con CIDR por 8 d con aplicación de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 2 d antes de remover el dispositivo) significativamente reducida, comparada con los animales no tratados (52.9 vs 64.3%). Esta reducción en la fertilidad niega mucho el potencial benéfico de la sincronización de estros (Xu et al., 1997).

2.3.4. Sincronización con CIDR (Controlled Internal Decive Release)

Una de las mayores limitaciones para el éxito de programa de sincronización, es la presencia de ganado en anestro o vaquillas prepúberes durante la época de empadre. Los progestágenos ofrecen una ventaja en este aspecto, por que inician el estro y la ovulación en un porcentaje elevado de vaquillas prepúberes y vacas en anestro (Lucy et al., 2001)

El CIDR-B es un dispositivo intravaginal que tiene forma de T y esta cubierto con un elastómero de silicón, el cual contiene 1.9 g de P4 natural. El filamento de nylon permanece fijo al dispositivo, el cuál se coloca intravaginalmente y proporciona una administración controlada de P4 natural, utilizándose para la sincronización de estros y para el tratamiento postparto entre otras cosas. Como otro método de sincronización de estros con la P4 exógena, se utilizan 10 mg de benzoato de estradiol, por vía intravaginal en una cápsula de gelatina. Así mismo, los niveles séricos adecuados de P4 se obtienen a las 6 h después de colocado el dispositivo, y permanecen constantes por el tiempo que dura el tratamiento (Macmillan y Peterson, 1993).

El CIDR actúa como un cuerpo lúteo exógeno que inhibe la secreción de gonadotropinas y por lo tanto el desarrollo folicular, al disminuir el bloqueo de progestágenos se producirá la liberación de las gonadotropinas y el inicio de un ciclo fértil (Mazzuchelli et al., 2002). La respuesta de la LH y la ovulación posterior a la administración intramuscular de benzoato de estradiol depende de la etapa de crecimiento del folículo en desarrollo al momento y a través del tratamiento. Las vacas tratadas con el dispositivo CIDR más el benzoato de estradiol, cuando el folículo en desarrollo estuvo en plena fase de desarrollo folicular, fue más parecido

a tener una oleada de la LH y estas vacas ovularon un folículo en su fase de crecimiento (Hanlon et al., 1995).

Por otro lado, mediante la adición de E2 exógenos, los folículos presentes son regresados evitando el desarrollo de folículos ováricos persistentes (FOP). Estos son comunes después de utilizar sistemas de sincronización de estros con progestágenos, de tal forma que el folículo dominante (FD) de la siguiente onda folicular, al retirar el progestágeno ovula con una fertilidad disminuida en comparación con una ovulación natural (Yelich et al., 1997).

La duración máxima de este tratamiento no debe exceder de los 12 d para mantener una fertilidad normal en el ganado sincronizado de lo contrario se pueden tener problemas de FOP, ocasionados por la P4 proveniente del dispositivo CIDR (Roche y Mihm, 1997).

Actualmente los sistemas de sincronización con progestágenos, mediante un dispositivo CIDR, han reducido el tiempo de tratamiento hasta 7 d, debido a que estos pueden causar la formación de FOP (Hafez y Hafez, 2000).

Lucy et al., (2001) en un estudio realizado con 260 vaquillas holstein, sincronizadas con CIDR por 7 d y PGF_{2α} al 6 d. del tratamiento, encontraron un porcentaje de estros del 84% y una tasa de preñez del 58 % al termino del experimento. En otra investigación en ganado lechero, realizada por Xu et al. (1997), donde utilizó la progesterona intravaginal por 5 días, con una doble aplicación de PGF_{2α}, obtuvieron un porcentaje de gestación del 83.7 en hembras ciclando.

2.3.5. Sincronización de la ovulación con CIDR

El ciclo estral de la vaca puede ser controlado prolongando la etapa luteal o estableciendo una fase luteal artificial, con la administración de progesterona exógena o pregestágenos sintéticos. La progesterona suprime el estro y la ovulación, por inhibición de la liberación de hormona luteinizante y la maduración final de los folículos. El CIDR puede ser utilizado por periodos de 7 días, en los cuales puede usarse otros productos hormonales, que regulen de una manera más eficiente la sincronización de la ovulación. Al retirar el dispositivo, se produce la luteólisis y un aumento en la frecuencia pulsátil de L. H. y por consiguiente la ovulación del folículo dominante. Cuando se utiliza prostaglandinas, la inyección puede aplicarse un día antes o el día de retirar el CIDR, para inducir la luteólisis del cuerpo lúteo (Botana et al., 2002).

La progesterona suprime la acción de la LH y como consecuencia que el folículo dominante cese en sus funciones metabólicas y que regrese; sin embargo, cuando ocurre la regresión del cuerpo lúteo, permite un incremento de la frecuencia de pulsos de LH y unido a altas concentraciones de estradiol se sueda la ovulación.

Los patrones de funcionamiento de la progesterona consiste en que, los folículos ováricos se ven afectados en el crecimiento por el tratamiento de la progesterona debido a que disminuyen el diámetro de los folículos dominantes existentes identificados después del inicio del tratamiento. Esto ocasiona una nueva emergencia folicular con un nuevo folículo dominante. La respuesta folicular por la progesterona depende del diámetro del folículo dominante al inicio del tratamiento. Los folículos mayores de 9 mm. de diámetro son reemplazados por un nuevo

folículo dominante durante el tratamiento. Este método está asociado al desarrollo de folículos dominantes y al crecimiento de otros, durante su aplicación (Nation, 2000).

La sincronización de la ovulación con el uso combinado de progesterona (P4) + progestágenos (CIDR)+ Benzoato de estradiol (BE). El tratamiento se inicia en cualquier momento del ciclo con la inyección de 2mg de Benzoato de Estradiol, 50 mg de P4 y la colocación de un dispositivo intravaginal de liberación lenta de progesterona. Se recomienda extremas medidas de higiene durante la aplicación de los dispositivos. Los estrógenos (BE) inducen la descarga de LH y la atresia del folículo dominante, cuando se administran asociados con progesterona, induciendo una nueva onda de maduración folicular 3-4 días después. El dispositivo se deja en vagina durante siete días y se inyectan con PG al mismo tiempo que se retiran los dispositivos. Veinticuatro horas después se inyecta 1 mg de BE para inducir la sincronización de la ovulación del folículo dominante, a través de la liberación y por efecto de la LH. El celo aparecerá en la mayoría de los animales tratados 48 horas después de la PG y la ovulación ocurrirá entre las 72 y 84 hs (Macmillan et al., 1999).

Algunos métodos de sincronización emplean una inyección de $PGF_{2\alpha}$ para regresión del cuerpo lúteo. La luteólisis del C. L. es seguido por el desarrollo de un folículo preovulatorio, comportamiento estral y ovulación. Sin embargo, la $PGF_{2\alpha}$, no regresa el desarrollo del CL, que está presente en el ovario durante los primeros 5 días del ciclo estral, por lo tanto al utilizar el dispositivo por 7 días se

asegura la regresión del cuerpo lúteo, en respuesta a la aplicación de la prostaglandina(Lucy et al., 2001)

2.3.6. Sincronización con Prostaglandinas

Muchos administradores lecheros usan programas hormonales para mejorar la tasa de servicio en sus hatos lecheros. El más común de los programas hormonales usan prostaglandina F2 alfa ($PGF_{2\alpha}$). Estos productos trabajan produciendo la regresión del cuerpo lúteo. Normalmente las vacas ciclando tendrán un cuerpo lúteo que responda a la $PGF_{2\alpha}$ solamente un 60 % de las veces. En consecuencia una sola inyección de $PGF_{2\alpha}$ provocará que sólo el 60 % de las vacas tengan un celo sincronizado y esto ocurrirá en los días 2 y 7 después de la inyección de $PGF_{2\alpha}$.

Se puede decir que la $PGF_{2\alpha}$ sincroniza el celo, pero que la aparición del mismo varia dentro de un periodo de 5 días. Esto no es debido a las diferencias en tiempo desde la inyección de $PGF_{2\alpha}$ hasta la regresión del cuerpo lúteo, sino mas bien a la diferencias del estado de maduración del folículo ovulatorio al momento de la aplicación de la $PGF_{2\alpha}$ (Wiltbank, 2001).

Los programas de manejo reproductivo que emplean $PGF_{2\alpha}$ han sido usados en las lecherías de todo el mundo con mucho éxito. Estos incrementan la tasa de servicio de tres maneras. Primero el productor sabe acerca del momento en que las vaca deben presentar celo y en consecuencia pueden estar vigilando a la aparición de los mismos. En segundo puede haber mas hembras en celo o cerca del mismo, si muchas de ellas reciben inyecciones de $PGF_{2\alpha}$ esto incrementa la actividad sexual y mejora la detección de celos. Tercero, las vacas entraran en

celo antes de los normal puesto que la $PGF_{2\alpha}$ produce la regresión del cuerpo lúteo lo que provoca un acortamiento del ciclo normal.

Existen también algunas dificultades que han sido reportadas con los programas de $PGF_{2\alpha}$. Primero las vacas aun deben ser detectadas en celo puesto que la IA planeada luego de el tratamiento con $PGF_{2\alpha}$ ha conducido a una reducción de la tasa de preñez por IA (Stevenson et al ., 1999). Esto es particularmente importante en ganado lechero en lactancia en el cual la tasa de preñez por IA esta disminuida en un 50 % aproximadamente y con respecto a las tasas normales (por ejemplo 40% estaría disminuido a un 20 %). Segundo la $PGF_{2\alpha}$ parece no producir ciclicidad en vacas que no están ciclando.

La carencia de ciclos no debe confundirse con la falla de detección de celos, en la mayoría de las lecherías el numero de vacas no-cíclicas es probablemente menos de el 10% del total de las hembras; sin embargo, en algunas situaciones una proporción mucho mayor de vacas puede tener ausencia de ciclos durante los primeros 80 Díaz de lactancia. Tercero, hembras con quistes foliculares no serán tratadas eficazmente solamente con tratamiento de $PGF_{2\alpha}$ (Pursley et al ., 1997).

2.4. TÉCNICAS DE MANEJO REPRODUCTIVO

2.4.1. Inseminación artificial

2.4.1.1. Técnica Recto-Cervical

- a) Para llevar a cabo la técnica, se siguen los siguientes pasos:

1. Colocar la vaca a inseminar en un lugar seguro tanto para el técnico como para la misma vaca (cajón de inseminación o chute), para iniciar el lavado con agua de los labios vulvares, secándolos con papel sanita.

2. Revisar la caja de inseminación, asegurándose de que contenga todo el material a utilizarse.

3. Se procede a descongelar el semen, para lo cual se destapa la boca del termo que contiene ya sea las pajillas o ampollitas con semen, evitando la luz solar y las corrientes de aire.

4. La pajilla se coloca durante 50 a 60 segundos dentro de un termo que contiene agua a temperatura de 35 a 37°C (94 a 98°F), ya que más fría a o más caliente puede afectar la viabilidad de los espermatozoides.

5. Una vez descongelada la pajilla, esta se toma por el extremo superior (manteniéndose en posición vertical) y se seca con papel sanita, cuidando de no volver a tocarla con los dedos.

6. Se corta el extremo superior de la pajilla con el corta-pajillas, e inmediatamente es colocada dentro de la pistola de I.A.

7. Se coloca un guante para palpación en la mano izquierda, mientras que con la mano derecha se toma la pistola de I.A., protegiendo el extremo libre con papel sanita, para dirigirse al sitio en el cual se encuentra la vaca en calor, debidamente sujeta.

8. Se introduce la mano izquierda (con guante) por vía rectal hasta localizar el cérvix, para determinar su forma y tamaño, tomando inicialmente el extremo posterior del cérvix con los dedos pulgar, medio e índice y manteniéndolo fijo.

9. Un ayudante debe abrir los labios vulvares de la vaca, para proceder a introducir la pistola de I.A. evitando el contacto de esta con excremento o suciedad de la vulva.

10. Con los dedos libres de la mano izquierda (que se encuentra dentro del recto) se localiza la punta de la pistola de I.A. y es guiada hasta la abertura posterior del cérvix, logrando introducir entonces la pistola de I.A. dentro del cérvix hasta topar con el primer anillo.

11. Con la mano izquierda se manipula el cérvix con movimientos rotatorios, al tiempo que con la mano derecha se empuja la pistola de I.A. hacia delante hasta atravesar los tres primeros anillos cervicales.

12. Una vez colocada la punta de la pistola de I.A. en el inicio del cuerpo uterino (sitio blanco de la I.A.), con la mano derecha se empuja el émbolo de la pistola lentamente y de esta manera el semen es completamente depositado en el sitio adecuado para alcanzar la fecundación.

13. Finalmente, se retira la pistola de I.A. del tracto reproductor de la vaca, así como también la mano que se encontraba dentro del recto.

14. Se descarga la pistola tomando la funda con la mano izquierda y se jala el guante a manera de que la funda quede forrada por el guante (Luna, 2001).

2.4.1.2. Ventajas y Desventajas de la IA:

Ventajas:

- a) El uso intensivo de sementales sobresalientes por su alto valor genético y su habilidad demostrada para heredar caracteres genético de importancia,
- b) La amplia disponibilidad de sementales, proporciona al productor la oportunidad de seleccionar entre un número considerable de éstos, a aquel

que mejore en la explotación las características deseables para el productor,

- c) Se elimina el peligro que representan algunos toros para las vacas, debido a peso o a su temperamento,
- d) Se reducen los riesgos de transmisión de enfermedades venéreas,
- e) Es posible experimentar nuevas cruzas sin que sea necesario comprar sementales,
- f) El aspecto económico, al evitar los gastos relacionados con el mantenimiento de un semental: alimentación, manejo, instalaciones, etc. (Bearden y Fuquay, 1992).

Desventajas:

- a) Existe la posibilidad de utilizar sementales de características genéticas pobres,
- b) La utilización de un número menor de toros, incrementa la posibilidad de efectos de consanguinidad,
- c) El costo del inicio del programa, representado principalmente por el gasto para instalaciones apropiadas,
- d) La necesidad de personal entrenado, así como el incremento en la labor debido al tiempo utilizado por los trabajadores en la detección de estros (Bearden y Fuquay, 1992).

2.4. 2. Diagnóstico de Gestación

2.4.2.1. Palpación Rectal

Se han desarrollado varios métodos para saber si la vaca está gestante, uno de ellos es la técnica de la palpación “tacto” y consiste en sentir el tracto reproductor

de la vaca a través de las paredes del recto. Esto se hace con la finalidad de determinar si el tracto reproductor está vacío o tiene en desarrollo un embrión o feto.

Para realizar la técnica manual de diagnóstico de preñez, con la mano derecha se agarra la cola de la vaca, la cual sirve de apoyo, se introduce la mano izquierda en el recto, después de lubricar el guante, a manera de cuño uniendo los dedos los más juntos posible. La penetración del brazo en el recto hasta el codo, es mejor que tratar de meter el brazo poco a poco, ya que es más fácil sentir los órganos genitales de adelante hacia atrás, que de atrás hacia adelante. Es posible detectar la preñez por este método, desde los 45 días de gestación, aunque es más confiable hasta los 45 días (Luna, 2001).

2.4.2.2. Ultrasonografía Transrectal

Normalmente, la principal demanda para el uso de la ultrasonografía en la investigación en reproducción animal, es en el estudio de la foliculogénesis. Clínicamente, sin embargo, además de amplio uso para la aspiración transvaginal de ovocitos, esta tecnología ha tenido una creciente demanda para el diagnóstico y monitoreo de varios aspectos de la preñez. Además, la visualización a tiempo real del activo feto bovino, es de sumo interés tanto para el veterinario como para el productor.

Las ventajas de la ultrasonografía transrectal para diagnosticar la preñez, en comparación con la palpación rectal, incluyen las siguientes: 1) si la vaca no está preñada, el escáner proporciona mucha información referente al estatus del ovario y las condiciones del útero, 2) la viabilidad del embrión y el feto puede ser medida, 3) los cuates o gemelos son más fácilmente detectados, 4) el sexo fetal puede ser

determinado, 5) la edad fetal puede ser más precisamente determinada, y 6) se puede dar seguimiento a la viabilidad embrionaria, para detectar pérdidas embrionarias (Ginther, 1998).

Un uso importante de la técnica de ultrasonido es la evaluación temprana del feto. En bovinos hay pocos trabajos de investigación que evalúan la estructura del embrión previo al día 20 de la gestación. En estos trabajos se determinó la presencia de fluido en el día 11.7 del ciclo (rango día 10 al 17), pero la preñez tuvo que ser confirmada posteriormente con la examinación del conceptus y el latido cardíaco. La apariencia ultrasonográfica del conceptus bovino después del día 20 fue estudiada utilizando 15 vaquillonas. El largo promedio del embrión aumentó de 3.8 mm (día 21) hasta 66.1 mm (día 60). La curva de crecimiento es cuadrática con un significativo aumento del crecimiento en el día 50. El embrión también va cambiando de forma desde una línea delgada (día 21) hasta una forma de C (día 24), para tener posteriormente una forma de L. La frecuencia cardiaca disminuye de 188 latidos / minuto en el día 20, a aproximadamente 145 en el día 26, y después se mantiene aparentemente constante hasta el día 60. El alantoides se detecta como un pequeño círculo blanco adyacente a la porción media ventral del embrión. El amnios es detectado como una banda ecogénica alrededor del embrión al día 29 (Curran et al., 1986; citados por Pierson et al., 1993).

III. MÉTODOS Y MATERIALES

Localización del sitio experimental

La presente investigación se llevó a cabo en tres establos lecheros (Posta Itson, El Sahuaro y El Llano) que se encuentran ubicados en el valle del Yaqui, situados en las siguientes coordenadas geográficas: 27° 20' 40" de latitud Norte y 110°13' 04" longitud Oeste; 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).

Método

Para la presente investigación se utilizaron 37 vacas de la raza Holstein -Friesian, de 4 a 6 años de edad, de 2 a 4 partos, con una condición corporal entre 2.5 a 3.5, con un mínimo de 45 días posparto y con actividad ovárica demostrada mediante el estudio ultrasonográfico de las estructuras presentes en el ovario (folículos, cuerpos lúteos, etc.) antes de iniciar el experimento.

Se formaron dos grupos experimentales: el tratamiento 1 (T1) formado por 19 vacas seleccionadas al azar, las cuales recibieron el día 0 la aplicación de un dispositivo intravaginal (CIDR) a base de progesterona, seguido por una inyección IM de 25 mg de prostaglandina F2 α el día 9, posteriormente se procedió al retiro del dispositivo el día 10 y finalmente se aplicaron por vía IM 100 ug de hormona

liberadora de gonadotropinas (GnRH) a las 36 horas posteriores al retiro del CIDR. Las hembras de este grupo fueron inseminadas artificialmente utilizando la técnica recto – vaginal, en un período de 12 horas posteriores a la aplicación del GnRH. El diagnóstico de preñez se realizó por medio de ultrasonografía a los 35 días posteriores a la inseminación artificial, utilizando para ello un equipo de ultrasonografía Sonovet 600, con transductor transrectal de 7.5 MHz.

El tratamiento 2 (T2) estuvo formado por 18 vacas seleccionadas al azar, las cuales recibieron la aplicación intravaginal del dispositivo CIDR durante 10 días, más la administración IM de 25 mg de prostaglandina F_{2α} el día 9. Posteriormente se procedió a la detección de calores desde el día 10 al 14 mediante observación visual diurna y nocturna. Las hembra que se observaron en estro, se inseminaron artificialmente mediante la técnica recto – vaginal en un período de 12 a 18 horas posteriores al inicio del estro. El diagnóstico de preñez se realizó por medio de ultrasonografía a los 35 días posteriores a la inseminación artificial, utilizando para ello un equipo de ultrasonografía Sonovet 600, con transductor transrectal de 7.5 MHz.

Variables a analizar

La variable analizada fue el porcentaje de hembras que resultaron gestantes en cada uno de los tratamientos utilizados.

Análisis estadístico de la información

La variable “porcentaje de gestación”, se analizó mediante la prueba de “Ji – Cuadrada”, para determinar si existía diferencia estadística significativa ($P < .05$) entre ambos tratamientos (Steel y Torrie, 1988).

La aplicación estadística del presente análisis se realizó utilizando el procedimiento Proc Freq del paquete estadístico S.A.S (Versión 6.8 para windows).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación se pueden observar en el cuadro 1, donde se muestra que los porcentajes de hembras gestantes para los tratamientos 1 y 2 fueron de 73.6 y 66.6 %, respectivamente. Según el análisis estadístico utilizado no se encontró diferencia entre los dos grupos ($P>.05$), para la variable “porcentaje de preñez”.

Sin embargo, en los animales del T1 se obtuvo un incremento del 7% en la tasa de hembras gestantes, al utilizar una dosis adicional de GnRH a las 36 horas posteriores al retiro del dispositivo, en comparación con las vacas del T2, a las que sólo se les aplicó la prostaglandina $F2\alpha$ al día 9 del tratamiento.

Lo anterior probablemente se debe, a que las vacas del T1 reciben un fuerte estímulo con la aplicación del GnRH, lo cual da inicio a la liberación hipofisiaria de gonadotropinas, desencadenando la activación de las hormonas encargadas del desarrollo folicular y ovulación; mientras que en el T2, no existe la seguridad de que la aplicación del agente luteolítico ($PGF2\alpha$), coincida con la presencia de un folículo maduro, listo para ovular con la regresión del cuerpo lúteo. Además es posible suponer que algunas vacas, no sean detectadas en estro y no sean inseminadas, disminuyendo por consiguiente el número de hembras gestantes.

El uso del CIDR actúa como un cuerpo lúteo exógeno que inhibe la secreción de gonadotropinas y por lo tanto el desarrollo folicular. Al disminuir el bloqueo de progestágenos se producirá la liberación gonadotropinas y el inicio de un ciclo estral fértil. El uso de del GnRH y del la $PGF_{2\alpha}$ mejora la eficacia de este método de sincronización.

El GnRH es un liberador de gonadotropinas sintético que actúa sobre la glándula pituitaria, estimulando la liberación de la hormona folículo estimulante (FSH), que induce el desarrollo de los folículos y la producción de (LH), lo que estimula la ovulación. Las prostaglandinas trabajan eliminando el cuerpo lúteo en los ovarios de las hembras ciclando entre los días 6 al 16 su ciclo estral. Esto les permite volver a estro en dos a cinco días con sus ciclos sincronizados. A la hora de administrarla hay que tener en cuenta que para que actúe es indispensable la existencia de un CL (cuerpo lúteo) funcional.

Resultados similares fueron reportados por Xu et al. (1997) quienes encontraron una tasa de preñez de 59.3% empleando el dispositivo intravaginal (CIDR), en combinación con la utilización de $PGF_{2\alpha}$, en comparación del método donde se aplicaron dos inyecciones de prostaglandinas, con una gestación del 49.0%. El grupo 1, formado por 518 vacas, se sincronizó con dos inyecciones de PG (Lutalyse), con 13 días de intervalo entre cada aplicación. En el grupo 2, integrado por 608 vientres incluyó el uso del CIDR, por 5 días antes de la segunda PG. La suplementación con progesterona mejoró la respuesta al estro y el funcionamiento de los ovarios.

CUADRO 1. PORCENTAJE DE GESTACIÓN PARA AMBOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	N	Porcentaje de gestación	
		n	%
1	19	14	73.6 ^a
2	18	12	66.6 ^a

^a Literales idénticas indican que no existe diferencia significativa ($P > .05$).

Se utilizó la prueba de Ji-Cuadrada.

En base a la literatura revisada, referente a trabajos de investigación similares, se observa la misma tendencia en cuanto a los resultados obtenidos al aplicar el dispositivo intravaginal CIDR, e incluso se aprecian resultados más favorables al combinar el CIDR con GnRH.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que los dos programas de sincronización de estros con CIDR logran provocar el comportamiento reproductivo de manera eficiente, en la vacas que recibieron dicho tratamiento, aunque numéricamente el grupo trabajado con una dosis adicional de GnRH e inseminado a tiempo fijo, tuvo un mayor número de hembras gestantes.

Ambos métodos de sincronización logran estimular el comportamiento reproductivo, al desencadenar los mecanismos hormonales necesarios para la activación del eje hipotálamo – hipófisis – gonadal, y por consiguiente la activación de los ovarios, al igual que las condiciones necesarias para el desarrollo de la gestación dentro del vientre de la vaca.

Ante lo cual, se recomienda la utilización de productos hormonales, como el dispositivo intravaginal (CIDR), en combinación de GnRH y $PGF_{2\alpha}$, para la sincronización de estros y de la ovulación en ganado lechero, lo cual permite la inseminación artificial a tiempo fijo o a detección de estro, de acuerdo al tratamiento aplicado por cada productor.

Es importante considerar que para obtener una respuesta reproductiva eficiente, posterior a cualquier tratamiento para la sincronización de estros y/o la ovulación, es indispensable un buen manejo del ganado, ya que cualquier problema

relacionado con la alimentación, sanidad o instalaciones, limitan seriamente la obtención de buenos resultados, razón por la cual, antes de iniciar cualquier programa, es conveniente asegurar que la explotación cuente con un adecuado manejo.

Sin embargo, se recomienda la realización de otros proyectos de investigación, donde se evalúe por medio de ultrasonografía, el desarrollo de las estructuras ováricas durante el tratamiento, para mejor control del ciclo estral. También es importante contar con mayor número de animales y evaluar el costo - beneficio de la aplicación de GnRH, en el tratamiento donde la inseminación se lleva a cabo a tiempo fijo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armstrong, D.V. 1992. Heat stress interaction with shade and cooling. J. Dairy Science. 77:2044.
- Arthur, G.H. 1991. Reproducción y obstetricia en veterinaria. Ed. Interamericana McGraw-Hill. México, D.F.
- Bearden, H.J. y J. Fuquay. 1992. Reproducción Animal Aplicada. El Manual Moderno. México, D.F.
- Botana, L. M., Landoni F. y Martín T. 2002. Farmacología y Terapéutica Veterinaria. Ed. McGraw-Hill Interamericana. España.
- 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.
- Ginther, O.J. 1998. Pregnancy: Applied aspects. In: Ultrasonic imaging and animal reproduction in cattle. Equiservices publishing. Univ. of Wisconsin.
- Gómez, C.J.A. 1995. Efecto de la utilización de un producto sincronizador sobre la inducción y sincronización de estros con respecto a la condición corporal en ganado de carne. Tesis de Licenciatura. Depto. De M.V.Z. del I.T.S.O.N.

- 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.
- Gonzalez-Padilla, E., J.N. Wiltbank and G.D. Niiswender. 1975. Puberty in beef heifers: The interrelationship between pituitary, hypothalamyc and ovarian hormones. *J. Anim. Sci.* 40:1091
- Gutiérrez, C.G. 1999. Influencia de la nutrición sobre los procesos reproductivos. *Memorias del VIII Curso Internacional de Reproducción Bovina.* México, D.F.
- Hafez, E. S. E., B. Hafez. 2000. *Reproducción e Inseminación Artificial en Animales.* Séptima Edición. Editorial Interamericana McGraw – Hill. México. Pág.70 – 96; 163 – 175; 415 – 420.
- Hanlon, D.W., N.B. Williamson, J.J. Wichtel, I.J. Steffert, A.L.Craigie y D.U. Pfiffer. 1995. The Effect of estradiol benzoate administration on estrous response and synchronized pregnancy rate in dairy heifers after treatment with exogenous progesterone. *Theriogenology.* 45:775-784.
- Hill, J. 2001. *Cuidados de la Vaca Lechera Gestante.* Ed. Acribia. España.
- Larson, L.L. and P.J.H. Ball. 1992. A review of regulation of estrous cycle in dairy cattle. *Theriogenology.* 38:225.
- Lucy M. C. 2001. Efficacy of an intravaginal progesterone insert and injection of PGF_{2α} for synchronizing estrus and shortenig the interval to pregnancy in postpartum beef cows, peripubertal beef heifers, and dairy heifers. *Anim. Sci.* 79:982-995.

- Luna, N. P. 2001. Efecto de la condición corporal sobre el comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero lactando sometido a inseminación artificial. Memorias XI Reunión internacional sobre reproducción de carne y leche en climas cálidos. Mexicali, B.C. México.
- Macmillan KL. Proc. II Workshop Reprod. Bov. Tandil, 1999.
- Macmillan, K.. L. Y A. J. Peterson. 1993. A new intravaginal progesterone releasing device for cattle (CIDR) for oestrus synchronization, increasing pregnancy rates and the treatment of post – partum anoestrus. J. Anim. Rep.
- Martínez, D.R. 1993. Efecto del uso de grasas de sobre paso en el comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein primíparas. Tesis de maestría, División de postgrado e investigación. Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua.
- Mazzuchelli, F. A. Meyenco y J. Raga. 2002. Terapia hormonal en el manejo de la reproducción y en la resolución de problemas reproductivos en ganado vacuno. Internet <http://A:\Redvya-mundoveterinario-Especialidades-bovino-especialista-hormonas.html> . Accesado, agosto de 2002.
- Muñoz, J.A. 1993. La condición Corporal como una herramienta de Manejo en Bovinos Productores de Carne bajo Condiciones Extensivas. Tesis de Licenciatura, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Itson Cd. Obregón Son. México.

- Nation, D.P., C.R. Burke, G. Parton, R. Stevenson and K.L. Macmillan. 2000. Hormonal and ovarian responses to a 5-day progesterone treatment in anestrous dairy cows in the third week. *Anim. Reprod. Sci.* 2;63 (1-2).
- Patterson, D.J., S.L. Wood, F.N. Kojima and M.F. Smith. 2000. Current and emerging systems to synchronize estrus. *Memorias del VIII Curso Internacional de Reproducción Bovina*. México, D.F.
- 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 Reproducción Bovina. Córdoba, Argentina.
- Pursley, J.R., M.C. Wiltbank, J.S. Stevenson, J.S. Ottobre, H.A. Garverick and L.L. Anderson. 1997. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* 80:295-300.
- Ramírez, J.A. y B. Miller. 1995. Adelantos biotécnicos en reproducción animal aplicada a bovinos de carne. *Revista Teseachic*. No. 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.
- Risco, C.A. 1998. Manejo reproductivo en Ganado lechero durante periodo de estrés calórico. *Memorias de las IV Conferencias Internacionales sobre Nutrición y Manejo*. Coahuila, Méx.
- 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.

- Roche, J. F., M. Mihm. 1997. Physiology and practice of induction and control Of Oestrus in cattle. http://me.//D.\publication\1997\Prac_May_97\2-Roche-Oestrus.html. Accesado, Marzo de 2002.
- Ryan D. P. 1999. Comparación of Oestrus synchronization regimens for lacting dairy cows. Anim. Reprod. Sci. 56: 153-68.
- SAGAR, 1996. Fisiografía de la región de temporal del sur de Sonora y su aptitud agroclimática. Publicación especial no. 1. Navjoa, Sonora México.
- Sorensen, A. M. 1991. Reproducción Animal. Principios y Prácticas. Ed. McGraw-Hill. México, D.F.
- Spitzer, J.F., P. Hopkins y O. Chenoweth. 1993. Sistema de evaluación de sementales para lograr una satisfactoria reproducción. Simiente. 2:36.
- 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. Repord. Sci. 38:49.
- Steel, R. G. D. y J. H. 1988. Bioestadística: Principios y prácticas. Editorial McGraw – Hill.
- Stevenson, J.S., Y. Kobayashi and K.E. Thompson. 1999. Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including OvSynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F2 alpha. J. Dairy Sci. 82:506-515.
- Wiltbank, M.C. 2001. Mejorando la Eficiencia Reproductiva en vacas de alta producción. Depto. de Lechería. Universidad de Wisconsin-Madison.

- Xu Z. Z. , Burton L. J. and Macmillan. 1997. Reproductive performance of lactating dairy cows following estrus synchronization regimens with PGF_{2α} and progesterone. *Theriogenology*. 47: 687-701.
- 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.
- Yelich, J.W., R.D. Geisert, R.A.M. Schmitt, G.L. Morgan y J.P. McCann. 1997. Persistence of the dominant follicle during megestrol acetate administration and its regression by exogenous estrogen treatment in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 75:745-757.