

“RESINCRONIZACIÓN DE LOS SERVICIOS EN VACAS MESTIZAS CON C.I.D.R. Y BENZOATO DE ESTRADIOL”¹

Miranda R. Waldo;² Arze T. E.³ Vallejos, R.F.⁴ Rojas T. P.⁵
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

I. RESUMEN

El experimento se realizó para evaluar el comportamiento reproductivo de un grupo de 80 vacas mestizas (Limusin, Angus, Simental, Nelore y Criollo) en el Departamento de Santa Cruz – Bolivia, entre los meses de octubre y noviembre del 2001. La sincronización de celo en el grupo tratamiento fue con la aplicación de C.I.D.R. y Benzoato de estradiol con el objetivo de medir la tasa de celo y preñez. La distribución de los animales fue aleatoriamente a dos grupos: Grupo tratamiento con (n=40), con C.I.D.R. y Benzoato de estradiol; el grupo testigo (n=40), sin tratamiento con solo celo natural. Dentro del programa de campo en el día cero se implantó el CIDR en la vagina y se administró Benzoato de estradiol (B.E.) 2.5 mg IM, el día 7 se sacó el implante CIDR, y se administro nuevamente 2.5 mg de benzoato de estradiol I.M ; 48–52 horas después se inseminaron a todas las vacas a tiempo fijo , el día 14 se colocó nuevamente el implante (CIDR) de la misma vaca luego de una desinfección rigurosa para colocar en la vagina , el día 21 se saco el implante y se inseminó las vacas que repitieron celo. El tratamiento del primer grupo fue de 21 días. Al análisis de Chi Cuadrado, se observa diferencia significativa para celo ($P<0.01$); siendo las vacas con tratamiento las que presentan 100 % del mismo y los sin tratamiento solo presentaron el 60%. El porcentaje de preñez fue de 80%, por otro lado el grupo testigo obtuvo 50% de preñez a la palpación después de 60 días, observándose diferencia significativa para ambos tratamientos ($P<0.05$). Los costos de cada vaca en tratamiento es de 17.703 \$us/UA, y para el grupo testigo de 5.008 \$us/UA, llegándose a tener mayor beneficio en el grupo tratamiento tanto en manejo como cantidad de terneros por año.

¹ Tesis de grado presentado por Miranda R. W., para optar al título de Medico Veterinario Zootecnista.

² Villa Verde –Montero calle 4 Cel. 77086818, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia.

³ Emilio Arze T. Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

⁴ Filemon Vallejos R. Docente de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia casilla N° 702 FAX 3343776 Santa Cruz-Bolivia.

⁵ Pedro Rojas T., Medico Veterinario Zootecnista. U.A.G.R.M.

II. INTRODUCCIÓN

Desde que el hombre tiene conocimientos de las hormonas que participan en la reproducción, ha pretendido intervenir, modificar o al menos controlar la actividad reproductiva de los animales, la posibilidad de modificar los ciclos para que todas las hembras presenten celo en un periodo de tiempo breve, se presenta con la técnica complementaria ideal para solucionar las limitaciones de la Inseminación Artificial.

Los nuevos conocimientos en endocrinología y fisiología reproductiva, llevaron a aumentar la eficiencia de las Inseminación Artificial y la posibilidad de pensar en protocolos para obtener buenos índices de preñez con Inseminación Artificial a “tiempo fijo”.

Cumplir la exigencia de un ternero anual por vaca, en un sistema de producción bovino, significa que, restando a los 365 días del año. 280 días del periodo de gestación y 40 a 60 días de la recuperación de la capacidad reproductiva después del parto, la hembra debería estar nuevamente preñada a los 82 días de parida. De modo que las hembras adultas, disponen sólo de un estro o dos para lograr la preñez siguiente. La pérdida de un ciclo es particularmente crítica en programas de Inseminación Artificial, donde la detección del celo, depende del hombre.

El ciclo estral, dura 21 días y la oportunidad de servicio muy pocas horas; por lo tanto, la detección de celos, es una actividad clave del trabajo de Inseminación Artificial: Esta ha sido, posiblemente, una de las mayores limitantes para la utilización masiva de la Inseminación Artificial en rodeos bovinos y ha afectado en gran medida una de las técnicas reproductivas de mayor impacto en la producción.

Una de las principales ventajas de la Inseminación Artificial, es la obtención del mejoramiento genético del hato en un periodo de tiempo breve, y a su vez presenta las ventajas de un mejoramiento sanitario, previniendo enfermedades de transmisión sexual, las cuales son restrictivas para la producción, y esto se ve aun más incrementado si combinamos esta técnica con la de inseminación a tiempo fijo, lo cual nos permitirá eliminar el periodo de detección de celo.

Todas las vacas que ciclan, entran en celo en un periodo de tiempo preestablecido, usualmente determinado al inicio de la estación de cría, esto debido a que las vacas que paren una cría temprano, destetan terneros con buen peso y elevado porcentaje de vitalidad, a su vez, las vacas cuentan con más tiempo para descansar y volver a ciclar entre la parición y la siguiente fecundación. Para cumplir este cometido se plantea los siguientes objetivos.

- Determinar la diferencia del porcentaje de preñez en animales tratados con progesterona (P4) mas benzoato de estradiol y animales sin tratamiento.
- Dar a conocer el porcentaje de animales que presentan el celo a la primera aplicación del P4 mas Benzoato de estradiol.
- Demostrar el porcentaje de animales que entran en celo al segundo servicio.
- Conocer el porcentaje de preñez al primer y segundo servicio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN

3.1.1. DEFINICIÓN CLÁSICA DE LA HORMONA

La definición clásica de hormona es: Sustancia fisiológica orgánica producida por ciertas células especializadas que pasa al torrente circulatorio para su transporte, con el objeto de estimular o inhibir la actividad funcional del órgano o tejido blanco. Muchas hormonas producen una amplia variedad de actividades, las que controlan los procesos de la reproducción se derivan principalmente de ciertas áreas del hipotálamo, hipófisis, gónadas, placenta y útero (Hafez, 1.996).

3.1.2. CLASIFICACIÓN Y PROPIEDADES DE LAS HORMONAS

Las hormonas de la reproducción se dividen en dos tipos según el tipo de acción que ejercen:

- a) Las hormonas primarias de la reproducción.
- b) Las hormonas metabólicas que influyen en la reproducción.

Las primeras forman parte directa de varios aspectos de la reproducción como la espermatogénesis, la ovulación, el comportamiento sexual, la fecundación, la implantación y el comportamiento materno. Las hormonas metabólicas influyen en el crecimiento, desarrollo y metabolismo, que puede considerarse que permiten la acción de la reproducción, éstas hormonas mantienen el estado del animal y por lo tanto, favorecen el efecto total de las hormonas primarias. (Galina, 1.986).

CUADRO 1. HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN

ORIGEN	HORMONA	FUNCIÓN
HIPOTALMO	Hormonas liberadoras LH-RH; TRH Factor inhibidor de Prolactina (PIF) Oxitocina (se almacena en la hipófisis posterior y también se produce en el ovario)	Estimula la liberación de FSH, LH. Estimula la liberación de TSH y prolactina. Inhibe la liberación de prolactina Estimula las contracciones uterinas, parto, transporte del huevo y el espermatozoide, expulsión de la leche; posible acción luteólico.
HIPÓFISIS ANTERIOR	Hormona Folículo Estimulante (FSH) Hormona Luteinizante (LH)+ Prolactina	Estimula el crecimiento folicular la espermatogénesis y la secreción de estrógenos. Estimula la ovulación, la función del cuerpo lúteo, la secreción de progesterona, estrógenos y andrógenos Promueve la lactación, estimula la función del cuerpo lúteo y la secreción de progesterona en algunas especies; promueve el comportamiento maternal. Promueve el crecimiento tisular y óseo.
PLACENTA	Hormona gonadotrópica Coriónica Humana (HCG) (Sólo en primates) Gonadotropina del suero de al yegua preñada (PMSG). Lactogenoplacentario Proteínas B	Muestra actividad LH, mantiene el cuerpo lúteo durante la gestación en el primate. Muestra actividad FSH, estimula la formación de cuerpos lúteos accesorios en la yegua. Regula el aporte de nutrientes maternos al feto Desconocida

HORMONAS DE LA REPRODUCCIÓN

ORIGEN	HORMONA	FUNCIÓN
GONADAS	Estrógenos	Promueve el comportamiento sexual femenino; estimula las características sexuales secundarias, el crecimiento de las vías reproductivas, contracciones uterinas, el crecimiento de los conductos mamarios control de la liberación de gonadotropinas, estimula la asimilación del calcio por los huesos, tiene efectos anabólicos.
	Andrógenos	Desarrollan y mantienen el tono de las glándulas sexuales accesorias; estimula las características sexuales secundarias, el comportamiento sexual, la espermatogénesis tiene efectos anabólicos.
	Progesterona	Actúa sinérgicamente con los estrógenos para mover el comportamiento del estro y para la preparación de las vías reproductivas a la implantación, estimula las secreciones endometriales, mantiene la gestación, estimula el crecimiento de los alvéolos mamarios y controla la secreción de gonadotropinas.
UTERO	Inhibida	Inhibe la liberación de FSH
	Relaxina	Dilata el cuello
	PG F2a	Provoca contracciones uterinas y luteolítica.

3.1.2.1. ESTRÓGENOS

Lugar de producción: en células de la teca interna y granulosa. De todos los esteroides, los estrógenos tienen la mayor cantidad de efectos fisiológicos en el organismo, los estrógenos son requeridos para las manifestaciones psicológicas de estro. Este efecto puede ser inducido con estrógenos exclusivamente; sin embargo, en algunas especies son necesarias pequeñas cantidades de progesterona y en general, se necesita menor cantidad de estrógenos si la hembra tienen progesterona libre circulando. Los estrógenos también son responsables del crecimiento del epitelio glandular en el endometrio uterino, cambios histológicos en el epitelio vaginal durante el ciclo estral, cuya aplicación práctica es de enorme utilidad en el canino ya que por medio de la citología vaginal exfoliativa se detectan las diferentes etapas del ciclo estral, además es responsable del crecimiento del sistema del conducto de la glándula mamaria. Otros efectos de los estrógenos con relación a la reproducción incluyen la habilidad de controlar la liberación de hormonas hipofisarias, potenciar los efecto de la oxitocina y las prostaglandinas en el miometrio durante el proceso del parto, recientemente, existe gran evidencia de ser responsable del reconocimiento endocrinológico de la gestación por parte de la madre, al ser el producto capaz de producir estrógenos en grandes cantidades, en algunas especies, a principio de la gestación. (Galina, 1.986).

3.1.2.1.1. Benzoato de Estradiol (Estrógeno)

Luego de los trabajos realizados con el E-17B (Estradiol), se diseño una serie de experimentos para evaluar la eficacia de otro estrógeno que se encuentra disponible en el mercado como Benzoato de Estradiol (EB). Para resumir, los datos presentados indican claramente que es posible sincronizar el desarrollo de una nueva onda folicular con el uso de EB y CIDR

(Progesterona). El intervalo entre 5 mg de EB administrados el día siguiente de la inserción del CIDR y la próxima onda folicular es de 5,3 días (un día más largo que 5 mg de E-17B). El EB administrado un día después del CIDR, o combinado con 50 mg de progesterona es más efectivo que el EB administrado sólo en el mismo momento de la inserción del CIDR. Por último, los resultados también demostraron que las soluciones inyectables oleosas son más efectivas que las cápsulas intravaginales. (IRAC b., 1.997)

3.1.2.2. PROGESTERONA

Lugar de producción, célula de la granulosa del cuerpo lúteo funcional. La progesterona es el progestágeno que se presenta en mayor cantidad en forma natural y es secretada por las células del cuerpo lúteo. La progesterona es transportada en la sangre por una globulina, de manera análoga a lo que ocurre con andrógenos y estrógenos; la regulación de la secreción de la progesterona está entendida parcialmente, pero se considera que es estimulada por la LH, en animales domésticos (Hafez, 1.996).

La progesterona actúa sinérgicamente con los estrógenos en varias funciones reproductivas que incluyen el crecimiento del epitelio glandular del útero y la glándula mamaria. La progesterona inhibe las contracciones uterinas y estimula a las glándulas endometriales a secretar productos llamados leche uterina o histotrofe, sustancia que permite la nutrición del embrión antes de implantarse; la progesterona también es necesaria para la manutención de la gestación. La circulación de altos niveles de progesterona durante la gestación se utiliza como prueba precoz de diagnóstico de gestación. Los niveles altos de progesterona, tienden a inhibir el estro y concentraciones altas de LH, que pueden ocasionar una ovulación. Por esto que la hormona progesterona es de enorme importancia en el control de la regulación del ciclo estral (Galina, 1.986).

3.1.2.2.1. El rol de la progesterona

La progesterona es una hormona esteroide secretada por las células luteales del cuerpo lúteo (C.L.) funcional y también por la placenta durante la preñez en algunas especies. Esta hormona es necesaria para la preparación del útero para la implantación del oocyto fertilizado y para el mantenimiento de la preñez. En la vaca, los niveles basales en la sangre periférica, son menores a un nanógramo por milímetro ($<1\text{ng/ml}$). después del desarrollo del C.L. en el inicio de la fase luteal del ciclo, la concentración de progesterona se eleva a alrededor de 7 mg/ml (10 veces los niveles basales). Durante la preñez, la concentración plasmática de progesterona puede llegar a 20 ng/ml o más. 0Altas concentraciones de progesterona en plasma (PPC), como en la fase luteal del ciclo, suprime la liberación de LH, lo que está asociada con el desarrollo final y maduración del folículo dominante. Esta acción supresora también previene el estro y la ovulación. Si un folículo alcanza un tamaño maduro (mayor a 9 mm. de diámetro en la vaca), cuando los niveles de PPC son todavía mayores a 4 ng/ml , este perderá dominancia y gradualmente desaparecerá (atresia). Esto permitirá la emergencia de una nueva onda. Cuando el PPC ha declinado hasta niveles sub luteales ($<2\text{ng/ml}$), la liberación de LH, aumenta y eso es suficiente para mantener el crecimiento del folículo. El folículo dominante es promovido y su fase de dominancia se extiende hasta la ovulación. Si el PPC, está entre 2ng/ml. y 4ng/ml , el folículo dominante persistirá, previniendo el inicio de una nueva onda folicular. Este folículo persistente está asociado a pobre fertilidad, lo que probablemente se deba a un efecto de envejecimiento del óvulo (EAZI-BREED CIDR).

3.1.2.2.2. Aplicación de los progestágenos

Los progestágenos evitan el aborto en hembras predispuestas debido a una insuficiencia de producción de progesterona endógena,. Para el ganado se encuentra en el mercado en progestágeno sintético se comercializa con el nombre de Syncromate – B (Hafez, 1996).

3.1.2.2.3. CIDR (Progesterona)

Es el sincronizador y regulador del estro para ganado bovino, ovino caprino y cervidos más popular a nivel mundial actualmente, gracias a su reconocida eficiencia en el comportamiento reproductivo de los hatos, así como su facilidad de uso. Es un dispositivo de silicón, que se introduce en la vagina del animal. Contiene progesterona la cual es liberada y adsorbida a través de la mucosa de vagina durante ciertos días, para después ser retirado. Su fácil colocación le permite ser retirado sin complicación alguna. Existen diferentes tratamientos dependiendo de la condición reproductiva del animal, así como su especie para que elija el que más te convenga. (www.latinagromex.com/programa1.html-36k)

3.1.2.3. LA PROSTAGLANDINA

La prostaglandinas son ácidos grasos no saturados de 20 carbonos con un anillo de ciclopentano entre C₈ y C₁₂. El ácido araquidónico es el precursor de la prostaglandina F₂ Alfa (PG F₂ a) que se asocia más fuertemente con los procesos reproductivos como la liberación de gonadotropinas, ovulación, regresión del cuerpo lúteo, motilidad uterina, parto y transporte del esperma. Las prostaglandinas son usadas en bovinos como agentes luteolítico, su efecto uterónico es de utilidad suplementaria en procesos fisiológicos y patológicos y patológticos del útero. Una dosis luteolítica de PG F₂ a causa regresión del cuerpo lúteo bovino y precipita la disminución de la

progesterona, dando como resultado crecimiento folicular estro y ovulación de 2 a 4 días después del tratamiento (Hafez, 1996).

El hecho de que la PG F2 α (prostaglandina) sea efectiva, sólo para provocar que entre la regresión, el cuerpo lúteo maduro, indican que sólo traten los animales con cuerpo lúteo, que pueden responder. Algunos productos de prostaglandinas autorizadas por la Federal Drug Administration (FDA) se administra vía inyección y pueden ser obtenidos únicamente por prescripción de un veterinario quien también proveerá las indicaciones de dosificación. La función de la prostaglandina es disolver el CL de modo que las hembras deberán estar ciclando en forma normal para que el método resulte efectivo. Por esa misma razón, una inyección prostaglandina, causa aborto en un animal preñado (Hufine, 1.969).

3.1.2.3.1. Acción biológica de la prostaglandina

Las prostaglandinas están presentes en casi todos los tejidos corporales de los mamíferos. Las acciones biológicas son muy variables dependiendo de su fórmula estructural. Según dicha fórmula, puede actuar sobre el sistema cardiovascular, respiratorio, digestivo, y/o reproductivo. La PGF2 α se utiliza en el área reproductiva para inducir la regresión morfológica y funcional del cuerpo lúteo. Sin embargo, en algunas especies, la PG F2 α , puede provocar también el aumento de la presión sanguínea, broncoconstricción y estímulo de la musculatura lisa (Hufine, 1.969).

3.1.2.4. GnRH GONADOTROPINAS

Como lo indica su nombre, estas hormonas tienen la función principal de estimular el funcionamiento de las gónadas, tanto masculinas como femeninas. Han sido clasificadas con base en sus efectos biológicos

principalmente en hormona Luteinizante (LH), productora de la ovulación y folículo estimulante (FSH), promotora del desarrollo terciario del folículo ovárico. La LH, por su acción estimulante de la célula intersticial o de Leydig en el aso del macho, también se le conoce como hormona estimulante de la célula intersticial (ICSH). **GnRG (Gonadotropin-Releasing-Hormonae)** La GnRH, que es una neurohormona, también conocida con el nombre de LHRH (Luteinizing Hormone-Releasing Hormone), está formada por una cadena peptídica de 10 aminoácidos. Estimula la síntesis y liberación de dos gonadotropinas hipofisarias. La hormona Luteinizante LH y la hormona estimuladora del folículo FSH. Las características de todas las “hormonas liberadoras” y sobre todo de la GnRH, es el fenómeno de secreción pulsátil. En personas, la GnRH, se libera en forma de brotes a intervalos de unos 80 minutos. La administración pulsátil a grandes dosis de GnRH, provoca siempre unos aumentos de gonadotropinas en sangre. En cambio la administración continúa de GnRH, suprime la secreción gonadotrópica (García, 1.995).

3.1.2.4.1. Funciones

En la hembra, las gonadotropinas producen, de manera secuencial, crecimiento folicular y maduración de ovocitos, secreción de estógenos, ovulación, desarrollo del cuerpo lúteo y secreción de progesterona. El crecimiento folicular final, se efectúa por estímulo de niveles tónicos de LH, y sobre todo de FSH. Posteriormente conforme las capas celulares esteroidegénicas del folículo, aumenta el número, los estógenos, son producidos en cantidades crecientes hasta que alcanzan un umbral que retroalimenta positivamente la liberación del pico preovulatorio de gonadotropinas (básicamente LH y ciertas pequeñas cantidades de FSH). La ovulación se produce y el complejo gonadotrópico Luteinizante, induce la

formación del cuerpo lúteo y su actividad secretora de progesterona. (Hafez, 1.996).

3.2. PUBERTAD

Un animal macho o hembra alcanza la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y manifestar el comportamiento sexual. La pubertad, es el resultado de los ajustes gonadales entre el incremento de la actividad Gonadotrópica y la capacidad de las gónadas para iniciar en forma simultánea, la gametogénesis y la esteroidogénesis (Hafez, 1.996).

La pubertad es un periodo en la vida en la cual se cambia en el organismo la fase de tranquilidad sexual por la fase de función activa caracterizada por la facultad de reproducción. En que los animales diversos alcanzan su capacidad reproductora (pubertad), varía considerablemente de acuerdo con la raza, tipo de alimentación, desarrollo somático, factores hereditarios, climáticos y otros. La pubertad aparece generalmente cuando el desarrollo somático se alcanza un peso determinado. Este hecho guía a la teoría de que el inicio de la pubertad depende del cambio de equilibrio entre la segregación de las hormonas gonadotrópicas y la producción de las hormonas del crecimiento (somatotróficas). Es decir que con la terminación del crecimiento disminuye la función somatrónica y se inicia la función reproductora (Holy, 1.987).

3.3. OVARIOS

Normalmente cada hembra tiene dos ovarios o glándulas sexuales femeninas, productoras, tanto de óvulos como de hormonas sexuales (estrógenos, progesterona y relaxina) y por lo tanto se denomina Órganos gameto hormonales.

Los ovarios están suspendidos en la cavidad pelviana y algunas veces en la zona caudal de la cavidad abdominal por medio de ligamentos llamados mesovarios, que constituyen los bordes anteriores del sistema suspensor de los genitales femeninos (ligamentos ancho del útero y mesosalpinx). Es posible encontrar los ovarios, en el ganado lechero no gestante en el área ventral de la circunferencia anterior de la pelvis, laterocaudalmente a la curvatura mayor de los cuernos uterinos. En las novillas se encuentra casi siempre en la cavidad pelviana, junto al útero (Holy, 1.987).

3.3.1. Anatomía de los ovarios

Tamaño y forma: los ovarios glándulas esenciales de la reproducción, son de tamaño y formas diferentes en las hembras de las distintas especies, según la edad. Tienen generalmente forma de riñón o habichuelas o bien son esferoides, con superficie lisa o irregularmente granulosa, como una mora o bien con granulaciones irregulares puede ser de tamaño de una almendra en las vacas, de una nuez grande o de una mandarina en las yeguas, de una avellana en la cerda joven (Hafez, 1996; Vatti, 1.985).

En las novillas, los ovarios son, por lo general mucho más pequeños que de las vacas, y sobrepasan el tamaño de un frejol grande o de un maní. En las vacas adultas, las gónadas tienen un promedio e 3 – 4 cm. de longitud, y unos 2.5 cm. de ancho y 1.5 – 2 cm. de espesor. El peso de los ovarios varía también entre 6.5 a 20 grs. (Holy, 1.987).

3.3.2. Ovulación

Cuando el folículo se ha desarrollado al máximo sobresale de la superficie del ovario. Las redes de vasos sanguíneos y linfáticos que rodean el folículo, determinan un aumento de la tasa de secreción, está influenciado por un

aumento de la presión y permeabilidad de los capilares sanguíneos foliculares durante el estro, así como también por la liberación pre-ovulatoria cíclicamente elevada de la hormona luteinizante de la hipófisis (LH) y de la hormona folículo estimulante (FSH), también de la hipófisis. El creciente acúmulo de líquido folicular y la mayor presión de las coronas de capilares linfáticos perifoliculares, hacen que los folículos se tumefacten. La pared folicular se hace más delgada en el lugar periférico de la ovulación. Los folículos ovulares maduros, alcanzan un tamaño de 15 a 20 mm. en la vaca, de 50 a 70 mm. en la yegua (Dellman, 1.980).

La presión folicular aumenta, comprime los vasos sanguíneos de esta zona y determina que disminuya la corriente sanguínea que se interrumpe al mismo tiempo se adelgaza la teca interna, preparándose para la liberación del oocyto. Finalmente se rompe el folículo y el oocyto, rodeado de una corona radiada, sale a la cavidad peritoneal en donde lo recoge el infundíbulo de la trompa uterina (Dellman, 1980). Después que el periodo del celo, cesa el ciclo sexual termina, para volver a renovarse en el momento oportuno; o bien si hubo fecundación, continúa el ciclo reproductor (Vatti, 1.985).

Los bovinos son una especie característica entre los animales domésticos, pues su ovulación ocurre después del final del comportamiento del estro, en promedio de 30 horas después del inicio de este. Excepto en el caso del primer ciclo estrual post parto, las ovulaciones se encuentran precedidas de signos de comportamiento del estro. Los bovinos son ovuladores espontáneos, pero la ovulación puede adelantarse en dos horas y se le presta servicio con un toro vasectomizado. De modo similar, el masaje manual del clítoris durante 10 segundos después de la inseminación artificial, del ganado productor de carne, acorta el intervalo que existe entre el inicio del estro y el pico ovulatorio de LH por más de cuatro horas, lo que acorta el tiempo entre el inicio del estro y la ovulación en un total de cuatro horas o

incrementa el índice de concepción en 6%. Normalmente en bovinos un solo folículo experimenta la ovulación en cada ciclo estrual. Casi un 10 % de los casos llega a ovular dos folículos y muy rara vez tres. Casi un 60% de los casos un folículo produce ovulación en el ovario derecho y un 40% de la veces en el ovario izquierdo. Después del parto, la primera ovulación suele ocurrir en el ovario opuesto al cuerno uterino que previamente alojó al feto. (Hafez, 1.987)

3.4. CICLO SEXUAL O CICLO ESTRAL

Para ver lo que sucede, vamos a seguir el ciclo estral de un animal común y corriente. El animal muestra celo, porque la hormona estrógeno, actúa sobre el cerebro y le provoca estar activo sexualmente. La duración del celo generalmente varía de 9 a 18 horas. El estrógeno que causa que el animal muestre signos del estro (celo), es producido por una estructura sobre el ovario, llamado folículo. Esta estructura, es parecida a una ampolla, la cual está llena de fluido que contiene el óvulo (Rhoné Merieux, 1.996).

El estrógeno producido por el folículo entra al flujo sanguíneo y es llevado al cerebro, causando que la vaca tenga una vulva hinchada que produzca una descarga mucosa y muestre "celo". El folículo crece porque las hormonas llamadas hormonas folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH), regulan el ciclo ovárico. Una elevación de la LH, es liberada por la pituitaria, al acercarse el momento del celo. Esta oleada de LH, trabaja sobre el folículo, causando su ruptura. El óvulo es liberado unas 30 horas después de inicio del celo. El sitio del folículo reventado, desarrolla una estructura llamada cuerpo lúteo, comúnmente llamado "CL" ó "Cuerpo amarillo". Este desarrollo tarda aproximadamente siete días. El cuerpo lúteo comienza a producir progesterona al momento de la ovulación. La progesterona impide que el animal muestre celo, manteniendo el útero en estado apto para

aceptar un óvulo fertilizado y seguir con la implantación. Esto lo hace porque inhibe la liberación de FSH. y LH. de la pituitaria. En este momento se registra algo de crecimiento folicular, sin embargo los folículos no madurarán. El animal no mostrará celo, porque los niveles de progesterona se mantienen altos, debido al CL. Quince o dieciséis días después de la ruptura del folículo, el útero produce una sustancia llamada prostaglandina, la causa que el CL, disminuya el tamaño. Así bajan los niveles de progesterona. Las hormonas FSH y LH, aumentan, los folículos madurarán, se segrega el estrógeno y el animal muestra celo nuevamente (Rhoné Merieux, 1996).

3.4.1. Duración del ciclo estral en el ganado vacuno

El intervalo entre dos ovulaciones representa el ciclo estral, cuya duración y síntomas, depende de la especie animal y varía dentro de las razas y de las líneas. La duración promedio del ciclo estral de las vacas lecheras es de 17 a 23 días; y se abrevia en los individuos jóvenes y se prolonga en los viejos. En el ganado bovino de Europa Central, el ciclo estral dura aproximadamente de 20 a 21 días (Vatti, 1985).

3.5. FASES Y MANIFESTACIONES CLÍNICAS DEL CICLO ESTRAL

Se supone que la duración promedio del ciclo estral en la vaca, es de 21 días, el primer día del ciclo, se inicia después del primer día de celo. Es posible dividir la actividad cíclica sexual de la vaca según los síntomas clínicos en cuatro fases que son: Diestro, Proestro, Estro, Metaestro, (Holy, 1987).

3.5.1. SINTOMATOLOGÍA CLÍNICA

3.5.1.1. Diestro

Reposo sexual. Evolución del cuerpo lúteo ó quiescencia sexual de 5 a 18 días. Función de cuerpo amarillo; está funcionando si hay concepción (implantación o gestación); si no hay concepción cambia rápidamente, desaparece la fase lutéinica y comienza a prevalecer la fase folicular con inicio del proestro.

3.5.1.2. Proestro

Periodo en el cual, por acción de las gonadoestimulinas prehipofisarias comienzan ha desarrollarse los folículos ováricos destinados a madurar, iniciando la secreción en líquido folicular (Vatti, 1985).

Desaparece el dominio del cuerpo lúteo y se inicia nueva actividad estral (3 días). Aumenta el nivel hormonal estrogénico, vulva ligera tumefacción mucosa y congestión sanguínea, da paso rápidamente al estro (Holy, 1.986).

3.5.1.3. Estro

Periodo de madurez y dehiscencia de los folículos, dura 1 a 2 días, aumenta el nivel de estrógeno en sangre receptibilidad sexual por presencia de prostaglandina, que se forma durante el desarrollo del folículo, coincide con el proceso de ovulación. La poca duración del estro en la vaca, se atribuye a la escasa producción prehipofisaria de gonadoestimulina A (FSH), en comparación con la abundante producción de gonadoestimulina B (LH), producción de estrógeno relativamente pequeñas. Este periodo que es bastante definido, comienza con la época de la primera aceptación y termina

con la última aceptación del macho con una duración media de 15 a 18 horas (Salisbury, 1.964).

Los síntomas principales son: las hembras se separan del rebaño, observando a su alrededor, hay mugidos, disminución del apetito, disminución del apetito, disminución de la producción de leche, molestan a otras hembras que tratan de montarlas, al aumentar el nivel de hormonas estrogénicas en la sangre, las vacas presentan los síntomas de bisexualidad y homosexualidad y tratan de montar a otros animales, sobre todo a los “en calor” (Sorensen, 1982; Holy, 1.986).

3.5.1.4. Metaestro

Periodo de la ruptura del folículo y la formación permanente del cuerpo hemorrágico con proliferación de las células luteínicas. Flujo sanguinolento por el cambio brusco de hormonas entre la fase folicular y progestiva más frecuente en las novillas. Dos a cinco días del celo (actividad folicular o progresiva) se pierden los síntomas estrales. Flujo sanguinolento (35 – 45 hrs. después del celo). Puede considerarse también n periodo de anestro, que indica el intervalo que separan dos periodos de celos sucesivos. (Vatti, 1985; Holy, 1986, Galina, 1.986).

3.6. DIVISIÓN DEL CICLO ESTRAL

Para facilitar la comprensión de los mecanismos de control y para hacer un análisis más detallado de las interacciones endocrinas es conveniente dividir el ciclo estral en tres etapas:

- a) Fase folicular o de Regresión Luteal.
- b) Fase Periovulatoria .
- c) Fase Luteal (Irac, 1.997)

3.6.1. Fase Folicular o de Regresión Luteal (Proestro)

Esta comienza con la luteólisis, en el cual las concentraciones de progesterona en sangre, decaen abruptamente a niveles menores a 1 mg/ml (24 horas de iniciada la luteólisis). La caída de concentración de progesterona elimina la retroalimentación negativa sobre la secreción de gonadotrofinas. Consecuentemente, aumenta la frecuencia de pulsos de LH. En esta fase, la hipófisis secreta 1 pulso de LH cada 60 min. El incremento en la frecuencia de pulsos de LH estimula el **desarrollo del folículo dominante**, que secreta cantidades crecientes de estradiol. El grado de desarrollo folicular al momento de la luteólisis determina el tiempo que transcurre hasta que un folículo completa su crecimiento y es capaz de producir cantidades suficientes de estradiol como para iniciar el celo y la descarga preovulatoria de LH. Este periodo cuya duración es de 3 días, comienza con la regresión del cuerpo luteo del ciclo anterior y finaliza con la manifestación del celo (IRAC, 1.997 y Callejas, 1.996)

3.6.2. Fase Periovulatoria (Estro y Metaestro)

Esta fase comienza con la receptividad al macho (hembra se deja montar por otras hembras – conducta homosexual y por el toro), e involucra todos los cambios que permiten la ovulación y el comienzo de la formación del cuerpo luteo. En este periodo se producen importantes fenómenos: Inicio del celo, onda preovulatoria de gonadotrofinas y ovulación. El intervalo entre el inicio de la luteólisis y comienzo del celo es de 58 a 60 horas aproximadamente. Los niveles de estradiol aumentan desde la región luteal hasta alcanzar los niveles máximos el día previo al inicio del celo. Dicha elevación de estradiol provoca el comportamiento propio del celo e induce la descarga preovulatoria de LH. Esta, tiene una maduración de 6-10 horas, se inicia junto con el celo y

alcanza su valor máximo (pico) 4-5 más tarde.(Dieleman y col., 1.986 y Rahe y col., 1.980)

El estradiol actúa mediante las siguientes mecanismos para desencadenar la secreción preovulatoria de LH:

1. Aumenta la actividad hipofisiaria al estímulo de GnRH.
2. Aumenta el número de receptores para GnRH en las células hipofisiarias.
3. Estimula la biosíntesis de gonadotropinas, dado el incremento que se observa en el contenido de ARNm para estas hormonas previo y durante la descarga de LH.
4. Aumenta el efecto preparador (self-priming effect) de la GnRH, eso es el proceso mediante el cual la GnRH incrementa la respuesta hipofisiaria a las exposiciones sucesivas de esta hormona.
5. Establece un mecanismo a nivel hipotalámico que culmina con la liberación de una descarga de GnRH, que a su vez induce el pico preovulatorio de gonadotropinas. (Citado por IRAC; 1.997)

Las funciones principales de la LH son la estimulación de la maduración folicular final, la activación del ovocito para que continúe con la meiosis (se encuentra en profase I, ovocito I.) y el mantenimiento del cuerpo lúteo. La descarga preovulatoria de LH ocurre al comienzo del estro, concurrentemente con el pico de LH causa la ovulación e inicia la luteinización de las células de la granulosa y la teca. Generalmente la ovulación ocurre entre 24 y 30 horas después del comienzo de descargas preovulatorias LH y FSH. El pico preovulatorio de LH produce a nivel ovárico un aumento de riesgo sanguíneo, se disocia el cumulus oophorus y en consecuencia se deja de inhibir la meiosis y se elimina el primer corpúsculo polar. Se produce un cambio y un aumento en la secreción de

esteroides que se manifiesta por un aumento en la síntesis de progesterona. Este produce edema, y además, estimula la colagenasa de la teca que comienza a degradar el tejido conectivo que separa el folículo de la superficie ovarica y se inicia la formación del estigma (área estremadamente delgada del ápice folicular). Otro cambio que se produce es el aumento de los niveles de $PGF2\alpha$. Posteriormente las contracciones ováricas provocadas por la $PGF2\alpha$. Produce la rotura del folículo, la cual se contrae por la misma $PGF2\alpha$. Y expulsará el ovocito. Después de la descarga preovulatoria, no se detectan de LH durante 6-12 horas (Hurnik, 1.986), lo que refleja el agotamiento del contenido hipofisario de esta hormona. Sin embargo, la secreción de FSH continúa y se produce un segundo pico de la misma que se debería a la remoción de retroalimentación negativa de la inhibina al destruirse su fuente de producción (Folículo) al producirse la ovulación (Citados por IRAC, 1.997)

3.6.3. Fase Luteal (diestro)

Después de la ovulación, las concentraciones de progesterona comienzan a elevarse en los días 3-4, alcanzan un pico entre los días 8 y 12, luego disminuyen hasta concentraciones basales antes del próximo estro, como consecuencia a la secreción uterina de $PGF2\alpha$ y en ausencia de un embrión viable en el útero. Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo. (Citados por IRAC, 1.997 Y Callejas, 1.996)

3.6.3.1. Formación del cuerpo Luteo

El cuerpo lúteo en su desarrollo máximo sobrepasa el volumen del folículo de Graaf y prolapsa en forma de botón amarillo sobre la superficie del ovario. La formación del cuerpo amarillo sobre la superficie del ovario es muy rápida, a los 4 a 6 días después de la ovulación es posible palparlo por vía rectal. El

cuerpo luteo alcanza su desarrollo máximo a la mitad del ciclo estral (9-12 días) y tiene entonces un color amarillo oro. Cuando el óvulo es fecundado, el cuerpo amarillo permisible como cuerpo amarrillo de la gestación y su función hormonal protege el curso de la gestación. (Holy, 1.986)

Cuando la ovulación pasa sin fecundación, el cuerpo lúteo, al acabar su desarrollo y funciones máximos, involuciona y a los 16 días del ciclo estral comienza a perder su tamaño y su función hormonal, se denomina cuerpo lúteo periódico, de ciclo o falso en animales viejos, las funciones del cuerpo lúteo declinan como resultado de:

- a) Una capacidad de las células foliculares (granulosa y teca interna) para responder completamente al estímulo hormonal.
- b) Cambios en la cantidad, calidad o ambas en la secreción hormonal.
- c) Una reducción del estímulo para la secreción hormonal. (Hafez, 1.987)

La regresión del cuerpo amarrillo se sucede por el remplazo de las células luteínicas por células fibrosas y toma un color amarrillo claro, esta cicatrización recibe el nombre de cuerpo albicans, fibroso y candidans. (Holy, 1.986 y Hafez, 1.987)

3.6.4. Dinámica Folicular Ovárica

Durante el ciclo estral Bovino los folículos se desarrollan y regrezan en procesos ordenados llamados "**ondas de desarrollo folicular**". Se han descrito animales con dos, tres y cuatros ondas foliculares en el ciclo estral (Callejas, 1.996 e IRAC, 1.997)

Generalmente la primera onda comienza el día de la ovulación, mientras que la segunda, tercera y cuarta onda comienzan en momentos muy variables.

La dinámica foliculra ovárica esta principalmente regulada por la glándula pituitaria anterior, que controla la función ovárica a través de la síntesis y secreción de FSH y LH. La función principal de la FSH es estimular el crecimiento de ondas, de folículos ováricos antrales. Las concentraciones de FSH en suero o plasma aumentan hasta un pico 1 o 2 días antes del comienzo de una onda. Hay un gran pico de descarga en el estro y un pico mas pequeño y secundario alrededor de las 24 horas mas tarde que es la clave para iniciar la primera onda de crecimiento folicular (IRAC, 1.997)

3.6.5. Luteólisis

La secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ por el útero causa la regresión del cuerpo luteo y consecuentemente finaliza la fase luteal. Después de aproximadamente 14 días bajo a influencia de la progesterona secretada por el cuerpo lúteo, el endometrio secreta pulsos de $\text{PGF}_{2\alpha}$ (cada uno dura aproximadamente 6 horas) por un total de aproximadamente 36 horas. Todavía existe controversia sobre el mecanismo de la luteólisis en el cual intervienen diferentes hormonas provenientes de los folículos ováricos (estradiol), el cuerpo lúteo mismo (oxitocina) y el endometrio ($\text{PGF}_{2\alpha}$). Aparentemente la clave para que ocurra la luteólisis esta relacionada con la inducción de receptores endometriales uterino para la oxitocina por parte del estradiol. (IRAC, 1.997)

El estradiol proveniente del folículo dominante interactúan con sus receptores endometriales e induce la sintesis de receptores para la oxitocina. Luego la oxitocina circulante (la cual proviene en primera instancia de la neurohipófisis y luego del cuerpo lúteo) se une a sus receptores, activa la fosfolipasa A, libera ácido araquidónico e induce a la cascada sintética de araquidónico que lleva a la producción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ uterina. La $\text{PGF}_{2\alpha}$ sale del útero por el sistema venoso y llega al ovario por el sistema arterial, estimula a su vez la

liberación de oxitocina por el cuerpo lúteo y esta oxitocina luteal induce una mayor secreción de $\text{PGF}_{2\alpha}$ por el endometrio y establece un feed back positivo entre ambas hormonas que conduce al aumento de los niveles de $\text{PGF}_{2\alpha}$ con la consecuente destrucción del cuerpo lúteo. Este mecanismo de retroalimentación positiva de la oxitocina del cuerpo lúteo al ovario y de la $\text{PGF}_{2\alpha}$ del útero hacia el cuerpo lúteo sirve probablemente como un mecanismo para asegurar que la luteólisis ocurra. La oxitocina administrada exógenamente en los días 5 a 8 del ciclo pueden inducir la regresión del cuerpo lúteo pero únicamente si el útero esta presente. Existen tres teorías sobre el mecanismo por el cual la $\text{PGF}_{2\alpha}$ inicia la regresión luteal:

1. Que la $\text{PGF}_{2\alpha}$ es un vasoconstrictor, causa la constricción de los vasos que proveen flujo sanguíneo al cuerpo lúteo y por lo tanto este regresa por isquemia.
2. Que al unirse la $\text{PGF}_{2\alpha}$ con los receptores en las células luteales grandes induzca una disminución de la secreción de progesterona e induzca la lisis celular incrementando las concentraciones intracelulares de Ca^{++} . Este Ca^{++} llevará a la degeneración de las células luteales a través de un estimulación de las endonucleasas que fragmentan el ADN.
3. Que ocurra por una combinación de las dos teorías anteriores.
(Knickerbocker y col., 1.988)., (Citados por IRAC, 1.997)

Usualmente se dice que la $\text{PGF}_{2\alpha}$ inducirá la luteólisis a partir del día 5 y se pensaba que estaba relacionado con la capacidad del cuerpo lúteo de sintetizar receptores $\text{PGF}_{2\alpha}$. No obstante se ha demostrado recientemente que la concentración y afinidad de receptores $\text{PGF}_{2\alpha}$. Altamente especializado en el cuerpo lúteo del bovino son similares en los días 2, 6 y 10 del ciclo estral, no pudiendo explicar la falta de respuesta luteolítica del CL a la $\text{PGF}_{2\alpha}$. Antes del día cinco del ciclo. (Wiltbank y col., 1.995); (Citado por IRAC, 1.997)

3.7. DURACIÓN DEL CICLO ESTRAL

Los resultados de diversos trabajos que indican que el ciclo estral para la vaca es de 21 más menos 3,68 días y más menos 2,33 días en las novillas pero que muchas hembras vuelven a entrar en celo a intervalos mayores o menores que el promedio esperado. Un informe al respecto señala que 30% de todos los ciclos estrales son menores de 17 o mayores a 25 días, y como regla general, cada vaca o vaquillona tiene su duración de ciclo personal. Es decir, existen pocas variaciones en la duración del ciclo en un mismo animal, pero existen diferencias mucho mayores entre los ciclos de distintas vacas o vaquillonas. (McDonald, 1.971; Derivaux, 1.961 y Ostrowski, 1.981)

3.7.1. Duración del período del celo

El celo es de corta duración, con una media de 15 a 19 horas, estas variaciones se presentan en novillas, las cuales tienen un periodo de celo más corto que las vacas. Por otro lado, los animales que empiezan a presentar calores por la tarde, permanecen en tal estado 2 a 4 horas más que los que inician el celo por la mañana. (Salisbury y col., 1.964 y McDonald, 1971)

La duración media del estrus, tanto para la vaca lechera como para la de carne es de 18 horas y se consideran normales los períodos de 12 a 24 horas. La duración media del estrus parece que es solo de 12 a 13 horas en las vacas de raza Europea en un clima subtropical. La ovulación se produce de 10 a 12 horas de terminado el estro, tanto en las vacas de leche como en las de carne, considerándose normales los intervalos de 6 a 15 horas. Parece que no se produce muy frecuentemente ovulaciones tardías y han tenido poco éxito los intentos de mejorar la fertilidad en las vacas que se repiten mediante tratamientos aceleradores de la ovulación durante el estrus.

El comienzo del estro es un fenómeno gradual y resulta difícil identificar los momentos precisos en que realmente se inicia, ya que depende de muchos factores, el principal de los cuales es el cambio de conducta de la hembra y el macho. La duración del estro suele basarse en el período de aceptación del macho. La raza y la temperatura ambiental puede influir en la duración del estro. (McDonald, 1.971)

Diversos estudios más recientes demuestran que, tanto el acoplamiento fértil, un servicio estéril y el acto de la inseminación artificial acortan la duración del celo. Naturalmente, una serie de factores influyen sobre la duración del estro. Uno de ellos, como ya se dijo, es el acoplamiento, otro es el estado de lactación de la vaca. Así se sabe que en vacas de razas para carne con cría al pie la duración del celo es menor que en vacas secas. (Ostrowski, 1981)

3.8. DINÁMICA FOLICULAR EN EL BOVINO ADULTO

Los estudios que utilizaron la ultrasonografía para monitorear la población folicular en diferentes categorías por tamaño o folículos individualmente identificados han documentado convincentemente que el crecimiento folicular ocurre simulando ondas que la mayoría de los ciclos estrales en bovinos comprenderán dos o tres de dichas ondas. Además, el “patrón de ondas” de desarrollo folicular ha sido documentado durante el comienzo de la preñez y (Flaws y col., 1.995 y Oktay y col., 1.995) mas recientemente en terneras puberales. (Adams y col., 1.994 y Campbell y col., 1.995); (Citados por IRAC, 1.997)

La dinámica folicular ovárica procede a través de estadios integrados de reclutación, selección y dominancia folicular. Este es un proceso recurrente, en el cual uno o dos folículos dominantes anovulatorios desarrollan, previo al folículo ovulatorio. El reclutamiento es un proceso en el que un conjunto de

folículos antrales comienza a crecer en un medio con suficiente soporte gonadotrófico que permita progresar hacia la ovulación. La selección es un proceso por el cual un folículo evade la atresia y adquiere competencia para alcanzar la ovulación. La dominancia es el medio por el cual el folículo seleccionado inhibe el reclutamiento de una nueva serie de folículos (Tatcher y col., 1.996)

3.8.1. Ondas Foliculares

Una onda folicular involucra el desarrollo sincrónico de un grupo de folículo. (McNatty y col., 1.985 y Williams y col., 1974) Esta caracterizada por el desarrollo de un gran folículo dominante, el cual es anovulatorio si ocurre durante la fase luteal y ovulatorio si ocurre en la fase folicular; y varios folículos que invariablemente atresian. (McNatty y col., 1.985) Algunos investigadores han observado una preponderancia de ciclos de dos ondas, mientras que unos indican una preeminencia de tres ondas. Si bien los factores que afectan el desarrollo folicular no han sido enteramente dilucidados se les atribuye factores como el nivel nutricional, especie, edad, anestro lactacional. (Citados por IRAC, 1.997)

Para el patrón de dos ondas, la primera onda comienza, en promedio, el día cero (día de la ovulación) y la segunda comienza el día 10 (Monniaux y col; 1.996) Cada onda esta compuesta de varios folículos individualmente identificables a partir de un diámetro de 4 mm Se describieron en el desarrollo del folículo dominante de la primera onda una fase de **crecimiento** (día 0 a 6), una fase aparentemente **estática** (día 6 a 12) y una fase de **regresión** (día 12 en adelante). (McNatty, y col., 1.985).

El folículo dominante en la segunda onda es el ovulatorio y el diámetro máximo alcanzado no difiere de la primera onda (promedio 16 mm). Los

folículos subordinados de cada onda incrementan su diámetro durante unos pocos días, el mayor de ellos puede alcanzar un diámetro promedio de 8 mm, tres días después de la emergencia de la onda, luego tiene una pequeña fase estática y luego regrasan. **Para el patrón de tres ondas, la emergencia de las ondas ocurre en promedio en los días 0, 9 y 16;** las dos primeras son anovulatorias. El patrón de crecimiento folicular se mantiene al menos durante los primeros 100 días de la preñez (Flaws y col., 1.995 y Oktay y col., 1.995) y durante el periodo post parto en vacas lecheras y en vacas de carne (Citados por IRAC, 1.997)

3.9. MANIPULACIÓN DEL DESARROLLO FOLICULAR

Hay varios métodos por los cuales se puede considerar controlar la dinámica folicular del bovino. La mayoría de los tratamientos han sido orientados hacia la eliminación del efecto del folículo dominante (por medios físicos u hormonales) y de esta manera permitir el comienzo de una nueva onda folicular en un determinado periodo de tiempo conocido. Las bases de este procedimiento derivaron de estudios en los cuales la eliminación de folículos dominantes o su supresión mediante tratamiento con la fracción proteica del fluido folicular bovino (BBF), fueron seguidos de un pico de FSH y comienza de una nueva onda folicular. Los tratamientos estudiados incluyen la utilización de gonadotrofina Coriónica humana (HCG) o análogos de GnRH, que inducirán la ovulación o la luteinización del folículo dominante. Otros métodos incluyen la aspiración de todos los folículos mayores o iguales a 5 mm. mediante ultrasonografía transvaginal, utilizando el mismo método que el de obtención de ovocitos para FIV (Fertilización invitro también llamada ablación folicular), o la supresión de los folículos antrales mediante la utilización de estrógeno y prostágenos. (Bo y col., 1.996 e IRAC.b, 1.997)

3.10. PREPARACIÓN DEL APARATO REPRODUCTIVO PARA LA GESTACIÓN

En el tracto genital se produce una serie de cambios a nivel hormonal, otros como incremento de la vascularización, crecimiento e inflexión de las glándulas uterinas que tienden a prepararse para la gestación. Después de la ovulación, el óvulo durante un tiempo más o menos largo, pierde la corona radiada, este proceso llamado denudación ovular, se realiza bioquímicamente por la influencia de la hialuronidasa y mecánicamente por la actividad del epitelio del oviducto (Holy, 1.987).

A partir de la fecundación que tiene lugar en la parte superior del oviducto, unas pocas horas después de la ovulación. El cigoto invierte aproximadamente un día para llegar al istmo. Y en otros tres días más para que el huevo, alcance el cuerno uterino donde flota ocho a nueve días de blástula deja de flotar en libertad y se fija en un punto adherida a la pared uterina por un nexa superficial débil (Salisbury, 1964).

3.10.1. Inducción del estro

La inducción artificial del estro, permite controlar el ciclo estral de manera tal que los animales tratados, demuestren el estro (celo) en un periodo específico de tiempo. En las hembras domésticas cíclicas, el momento de la presentación de celo es controlado por la secreción de gonatropinas de manera que los eventos que conducen a la maduración de los folículos y subsecuente estro, son inhibidos hasta la progesterona declina en el momento de la regresión del cuerpo lúteo (CL). Existen dos maneras de controlar el ciclo estral:

- La primera está relacionada con la administración por largo plazo de progestágenos de manera que el cuerpo lúteo ha ocurrido, es decir actúa como un cuerpo lúteo artificial. El retiro de los progestágeno quita el efecto superior en la secreción de gonadotropinas y los animales tratados ciclan de una manera sincronizada.

- La segunda manera está relacionada con el acortamiento de la fase funcional del cuerpo lúteo, ya sea por la enucleación manual (no recomendable) o mediante la administración de sustancias luteolíticas como la PG F₂ α ó sus analogos, conduciendo a una disminución en los niveles de progesteronas y subsecuente estro. La prostaglandina F₂ α , ha sido usada para este periodo con muy buenos resultados, es más comúnmente aplicada por vía sistemática (intramuscular) a la dosis de 25 mg., ésta dosis es usualmente suficiente para incluir el estro en 3 a 4 días (Hafez, 1996; Galina, 1.986).

IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

Este trabajo de investigación se realizó en la provincia Warnes, del departamento de Santa Cruz, a 83 km, de la capital cruceña. Geográficamente esta ubicada a 16° 70' latitud sur y 63° 10' longitud oeste, con una altura de 320 m.s.n.m. Su temperatura media es de 23,6 °C, la máxima es de 33,9 °C; y una mínima de 12,7 °C. Tiene como promedio una precipitación pluvial anual de 1.528,66 mm. Esta propiedad está rodeada por un área agrícola, colindando hacia el este con el Río Grande, consta con 300 ha. de las cuales 250 tienen pasturas cultivadas, también una infraestructura adecuada para el manejo del ganado como: Corrales, cepo, balanza, brete y cargadero. (Mayser, 1.993).

4.2. MATERIALES

- 80 Vacas mestizas
- 40 Dosis de hormona (C.I.D.R.)
- 40 Ampolla de estrogin
- 150 Pajuelas de semen
- 3 Paquetes de fundas
- 2 Cajas de guantes desechables
- Material de escritorio
- Otros.

4.3. UNIDAD MUESTRAL

En el presente trabajo de investigación se emplearon 80 vacas mestizas de las razas limusin, Angus, Nelore y Simental, Pinsawer y Criollos cuales son separados en dos grupos de 40 animales para realizar su respectivo estudio.

4.4. METODOS

4.4.1. Método de campo

Este trabajo se realizó con 80 vacas, formando dos grupos de cuarenta animales, luego del examen rectal de todas las vacas; cuarenta de ellas son sometidas a inseminación artificial, previa detección de celo natural como grupo testigo. El grupo tratamiento recibió el siguiente examen:

A todos los animales sometidos a este tratamiento se les insertó con la ayuda de un aplicador, un implante de silicona (CIDR) en la vagina conteniendo P4 progesterona sintético (norgestomet); simultáneamente se administró 2,5 mg. de Benzoato de estradiol vía intramuscular, el día del implante se contabiliza como día cero. El día siete se sacaron los implantes y se administró nuevamente 2.5 mg de benzoato de estradiol I.M.; 48–52 horas después se inseminaron todas las vacas a tiempo fijo, el día 14 se colocó nuevamente el implante (CIDR) de la misma vaca luego de una desinfección rigurosa en la vagina, el día 21 se saco los implantes y se inseminó las vacas que entraron nuevamente en celo. La palpación se realizó a los 60 días después para detectar preñez de las vacas.

4.4.2. Método Estadístico

El análisis de resultados se realizó mediante el método de comparaciones de proporciones – Chi cuadrado.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANIMALES QUE ENTRAN EN CELO

Los animales que reciben tratamiento de CIDR y Benzoato de estradiol entraron el 100% en celo, mientras que los sin tratamientos solo entran el 60% en celo; al análisis estadísticos se observa diferencias ($P < 0,01$) significativa. Comparando con los resultados obtenidos por Quezada, T.I. (2000), con 72 % de presentación de celo utilizando Prostaglandina y CIDR. Mientras que Toarguati, (1998), encontro un 76.25 % en caso de implantes nuevo. Claramente se puede observar una diferencia entre ambos trabajos esto debido a que en el primer caso se administra Benzoato de estradiol 2 veces en cambio en el segundo solo se administra una dosis única de Prostaglandina, favoreciendo el mismo a la luteólisis y por ende se tiene un mayor porcentaje de celo en el presente trabajo.

CUADRO N° 1

	Celo	%	Sin Celo	%	Total	%
Con tratamiento	40	100	0	0	40	100
Sin tratamiento	24	60	16	40	40	100

($P < 0,01$)

5.2. PRIMER SERVICIO.

Las vacas que tuvieron el tratamiento lograron el 37% de preñez, mientras las que las testigos 45 % de preñez llegándose a observar que no hay diferencia significativa ($P>0,05$) para ambas pruebas. En el caso de los resultados presentado por Ortiz, S.F.O. (1995) con un 50% de preñez utilizando Sincromate B y Balerato de estradiol. Se puede observar que los resultados de Ortiz es superior a los resultados obtenidos en el primer servicio pero inferior el el segundo servicio. Ambos trabajos estan dentro de los parámetros normales que se obtienen en el primer servicio. Pero la diferencia obtenida entre estos dos trabajos es debido a que son muy diferentes tanto las condiciones ambientales, fisiológico y nutricional en las vacas para ambos trabajos.

CUADRO N° 3

	Preñadas	%	Sin preñar	%	Tasa de concepción	Total
Con tratamiento	15	37.5	25	62.5	37.5	100
Sin tratamiento	18	45	22	55	45	100

($P>0,05$)

5.3. REPETICIÓN DE CELO

Dentro de la repetición de celo para el grupo tratamiento se tiene 80% de celo, para el grupo testigo 9.09 % de celo, llegándose a observar estadísticamente una diferencia altamente significativa ($P < 0,001$). Comparando los dos tratamiento podemos observar que con la ayuda de la hormona Hexogena (P4) que contiene el CIDR el cal estimula a que ciclen lasa vacas que no fueron preñadas; es por esto que tenemos un porcentaje superior a las sin tratamiento.

CUADRO N° 3

	Celo	%	Sin Celo	%	Total	%
Con tratamiento	20	80	5	20	25	100
Sin tratamiento	2	9.09	20	90.9 1	22	100

($P < 0,001$)

5.4. SEGUNDO SERVICIO

Para el segundo servicio en el grupo tratamiento se obtiene 68% de preñez y el grupo testigo 9 % preñez, observándose una diferencia significativa($P < 0,01$) para ambos tratamientos. Según Ortiz, S.F.O. (1995) obtuvo 18.75% de preñez utilizando Norgestomet (Syncromate B y Balerato de estradiol) en vacas Nelores. Claramente observamos una diferencia entre ambos tratamiento esto debido a que las condiciones anteriormente mencionada no son similares para ambos trabajos.

CUADRO N° 4

	Preñadas	%	Sin preñar	%	Tasa de concepción	Total
Con tratamiento	17	68	8	32	42.5	25
Sin tratamiento	2	9	20	91	9.09	22

($P < 0,01$)

5.5. TOTAL DE PREÑEZ

Dentro del total de animales preñadas, para el grupo tratamiento se tiene 80% de preñez y el grupo testigo 50% de preñez llegándose a observar una diferencia significativa ($P < 0,01$) para ambos tratamientos.

Comparando con los resultados de Ortiz, S.F.O (1995) que obtuvo un total de preñez de 68.75% en vacas Nelores, claramente se observa la eficiencia del CIDR y Benzoato de Estradiol utilizado en el presente trabajo. La diferencia observada para ambos trabajos puede ser debido a que las razas utilizadas son muy diferente para los dos trabajos.

CUADRO Nº 5

	Preñez	%	Sin preñez	%	Total
Con tratamiento	32	80	8	20	40
Sin tratamiento	20	50	20	50	40

($P < 0,01$)

V. CONCLUSIONES

- La resincronización de los servicios en vacas mestizas con CIDR y Benzoato de estradiol es una buena alternativa viable en los sistemas de producción de ganado de carne, obteniendo una tasa de preñez del 80% para el grupo tratamiento; por otro lado el grupo testigo tubo una tasa preñez del 50% a la palpación después de 60 días.
- Existe una diferencia significativa de la tasa de preñez entre los grupos tratamiento y testigo lo cual nos muestra la eficiencia para el grupo tratamiento.
- Con la utilización de los productos CIDR y Benzoato de estradiol se logra inducir al celo en un 100% en los animales tratados en un tiempo de 21 días, por otro lado el grupo testigo obtuvo 65% en un tiempo de 60 días. Estadísticamente existe diferencia significativa ($P < 0,01$) entre el grupo testigo y el tratamiento.
- Con estos tratamientos se consiguen que vacas con anestro prolongado o que están en lactación empiecen a ciclar y concebir lo cual es muy beneficioso para la explotación de bovinos de carne.
- Se logra simplificar la tarea del inseminador al sincronizar a todo el grupo de vacas, facilitando de esta manera un mejor control en época de servicio y parición, evitando de esta manera la dificultosa e ineficiente detección de celo.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALBERIO, R.H.** 1.999. Reutilización de Dispositivos Intravaginales con Progesterona (C.I.D.R.) y Respuesta Comparada con Esponjas Vaginales con Progestógeno. 3er Simposio Internacional de Reproducción IRAC. Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina. Pp. 183.
- ALONZO, N.** 1.997. Sincronización de Celos e Inseminación Artificial, Ultraaonografía. Curso de Post-Grado en Reproducción Bovina. Módulo III. IRAC. Córdoba, Argentina. Pp. 97 – 99.
- BO, G y CACCIA, M.** 1.996 II Simposio Internacional de Reproducción animal. IRAC. Córdoba, Argentina. Pp. 61 – 109.
- CALLEJAS, S.S.** et.al. 1.996. Fisiología del ciclo estral bovino. Cabia (Buenos Aire, Argentina).pp 10-2
- DELMAN, H. D.** 1.980. Histología Veterinaria. Traducido del ingles por el Dr. Tarazona Vilas, J. M. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 11.
- GALINA, H. C.** 1.986. Reproducción de los animales domésticos. Limusa. México. Pp. 55 – 60 – 70 y 93.
- GARCÍA, A.** 1995. Fisiología Veterinaria, 1ª Edición. Mc. Graw-Hill Interamericana. España. Pp. 678.
- HAFEZ, E.S. E.** 1997. Reproducción e Inseminación Artificial, Sincronización del Estro y ovulación. Interamericana. México D.F. Editorial 5º edición. Pp. 552-665

- HOLY, L.** 1.987. Biología de la Reproducción Bobina. México. Diana.
Pp. 78-93.
- HUFINI, A.** 1.969. Administración de la Inseminación artificial en Ganado de Carne – Asociación de Animales Colombia. Pp. 44 – 46 .
- INSTITUTO DE REPRODUCCIÓN ANIMAL DE CORDOBA (IRAC).** 1.997.
Actualización en Fisiología de la Reproducción. Cordoba, Argentina.
Modulo I. pp. 1.87
- Mc. DONALD, L. E.** 1.971. Reproducción y Endocrinología Veterinaria.
Traducido de la primera edición por Colchero, A. Mexico D.F. Editorial Interamericana. pp. 257- 150 – 153 – 226.
- MAYSER, L.** 1.997. Santa Cruz y sus Provincias. Cuarta Edición. Edit. I.B.C.
Santa Cruz, Bolivia. Pp. 95 – 99
- OSTROWSKI, J. E. B.** 1981. Biología y Patología de la Reproducción de los Bovinos. Buenos Aires. Argentina. Editorial El Ateneo. pp. 4-37.
- RONE MERIEX,** 1.996. Sistema de Manejo del Estro. Manual de Entrenamiento. Pp. 7.
- SALISBURY, G. W. Y. VANDERMARK, N. L.** 1.964. Fisiología de la Reproducción e Inseminación Artificial de los Bovinos preparación del aparato reproductor para al gestación. Acribia, Zaragoza, España, Pp. 113, 137, 140, 141, 498, 516 – 517.

- SORENSEN, A. M. JR.** 1982. Reproducción Animal – Principios y Prácticas mc Graw Hill. Traducido por el Dr. Raúl Blaistem. Hispanoamericana. México. Pp. 315 – 507.
- TORQUATI, S.O.** 1.998. Experiencias de Campo con el uso de Diapositivos Intravaginales para la Inducción de celos en Vacas de Cría. Cuartas Jornadas Nacionales CABIA y Primeras del MERCOSUR. CABIA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 37 – 42.
- TATCHER, W.W. et.al.** 1.996. Sincronización del Estro en Rodeos Lecheros: Manejo del Desarrollo Folicular con GnRH, Inseninación a Tiempo Fijo Concepto de Sincronización. In Simposio Internacional de Reproducción Animal. 2° Córdoba, Argentina. Oct. 31 – Nov. 2. Pp. 53-67.
- VATTI, G.** 1.985. Ginecología y Obstetricia Veterinaria. Traducido de la Tercera Edición en Italiano por Blaistem, R. J. Hispanoamericana. México. Pp. 54–61.

VIII. ANEXO

ANEXO # 1. Mapa del Departamento de Santa Cruz.